ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอดและสุขสมรรถนะในหญิงสูงอายุ

นายธนวัฒน์ กิจสุขสันต์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

EFFECTS OF COMBINED RESPIRATORY MUSCLE TRAINING AND RESISTANCE BAND EXERCISE ON RESPIRATORY MUSCLE STRENGTH, CHEST EXPANSION, PULMONARY FUNCTION AND HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS IN THE ELDERLY WOMEN

Mr.Thanawat Kitsuksan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Sports Science
Faculty of Sports Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2011
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอด และสุขสมรรถนะในหญิงสูงอายุ
โดย	นายธนวัฒน์ กิจสุขสันต์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)

....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์)

....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย)

ธนวัฒน์ กิจสุขสันต์ : ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอดและสุขสมรรถนะในหญิงสูงอายุ (EFFECTS OF COMBINED RESPIRATORY MUSCLE TRAINING AND RESISTANCE BAND EXERCISE ON RESPIRATORY MUSCLE STRENGTH, CHEST EXPANSION, PULMONARY FUNCTION AND HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS IN THE ELDERLY WOMEN) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ.ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์, 199 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอดและสุขสมรรถนะในหญิงสูงอายุ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครหญิงสูงอายุ อายุระหว่าง 60-74 ปี จำนวน 40 คน โดยการเลือกแบบสุ่มลงใน 3 กลุ่มทดลอง ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว 14 คน กลุ่มที่ 2 ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว 13 คน และกลุ่มที่ 3 ฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด 13 คน ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าด้วยอุปกรณ์ 20 นาที และฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด 20 นาที โดยฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลาทั้งหมด 8 สัปดาห์ เก็บข้อมูลทั้งก่อนและหลังการทดลอง ได้แก่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอดและสุขสมรรถนะ นำผลจากก่อนและหลังการทดลองมาวิเคราะห์ความแตกต่างภายในกลุ่มโดยทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ หญิงสูงอายุทุกกลุ่มมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าเพิ่มขึ้น แต่พบว่ากลุ่มที่ 3 มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การขยายตัวของทรวงอกพบว่า หญิงสูงอายุทุกกลุ่มมีการขยายตัวของทรวงอกเพิ่มขึ้น แต่พบว่า กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีการขยายตัวของทรวงอกสูงกว่ากลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สมรรถภาพปอดพบว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 มีความแตกต่างจากกลุ่มที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับสุขสมรรถนะพบว่า กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 มีความแตกต่างจากกลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่มที่ 3 มีระยะทางการเดินภายใน 6 นาทีมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า การฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าในหญิงสูงอายุได้สูงกว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจหรือการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้ายังมีผลต่อระยะทางที่เดินได้ภายใน 6 นาที

สาขาวิชา.............วิทยาศาสตร์การกีฬา........... ลายมือชื่อนิสิต...
ปีการศึกษา....................2554.....................ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก...........................

5378617939: MAJOR SPORTS SCIENCE

KEYWORDS: RESPIRATORY MUSCLE TRAINING / RESPIRATORY MUSCLE STRENGTH / RESISTANCE BAND EXERCISE

THANAWAT KITSUKSAN: EFFECTS OF COMBINED RESPIRATORY MUSCLE TRAINING AND RESISTANCE BAND EXERCISE ON RESPIRATORY MUSCLE STRENGTH, CHEST EXPANSION, PULMONARY FUNCTION AND HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS IN THE ELDERLY WOMEN. ADVISOR: ASSOC. PROF. THANOMWONG KRITPET,Ph.D.,199 pp.

The purpose of this research was to study the effects of combined respiratory muscle training and resistance band exercise on respiratory muscle strength, chest expansion, pulmonary function and health-related physical fitness in the elderly women. Forty healthy elderly women aged 60-74 years were volunteered for this study. The subjects were randomized into three groups: fourteen women in group 1 were assigned to receive only respiratory muscle training; thirteen women in group 2 received only resistance band exercise and thirteen women in group 3 received combined training. The combined training group consisted of 20 minutes of inspiratory muscle training and 20 minutes of resistance band exercise while respiratory muscle training group only performed 20 minutes of inspiratory muscle training and resistance band excise group only performed 20 minutes of resistance band exercise. All participants trained three times a week, for 8 weeks. Respiratory muscle strength, chest expansion, pulmonary function and health-related physical fitness were measured before and following training. Then, the obtained data were compared and analyzed by using paired samples t-test and one-way ANOVA. The test of significant difference was at the .05 level.

Results, after 8 weeks, the elderly women in all training groups were significantly improved maximal inspiratory pressure (MIP). However, the MIP increasing in combined training was significantly higher than respiratory muscle training and resistance band exercise ($p < .05$). Maximal expiratory pressure (MEP) only improved following resistance band exercise and combined training ($p < .05$). Chest expansion was significantly improved in all training groups but resistance band exercise and combined training were significantly higher than respiratory muscle training ($p < .05$). Beside, only respiratory muscle training and combined training were significantly improved in pulmonary function ($p < .05$). Resistance band exercise and combined training was significantly improved arm curl test, chair stand test, back scratch test and chair sit and reach test following training ($p < .05$). There were significant increases in the distance walked in 6 minutes in all training groups. However, the increase in combined training was significantly greater than other two groups ($p < .05$).

Conclusion, respiratory muscle training combined with resistance band exercise in the elderly women was higher increase in inspiratory muscle strength rather than performed respiratory muscle training or resistance band exercise alone. The improvement in the inspiratory muscle performance has also impacted on an increase in the 6-minute walk distances.

Field of Study:………..….Sports Science……………..…..Student's Signature ………………………..…….….……

Academic Year:………..…….2011………………………...Advisor's Signature …………………………..………..

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับคำแนะนำ คำปรึกษา และความเมตตากรุณา จากรองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์และอาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ข้อคิด คำแนะนำ และตรวจแก้ไข ปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ ส่งผลให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้อง และมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ เจริญ กระบวนรัตน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดรุณวรรณ สุขสม อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย และอาจารย์ ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม ผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้ให้ความกรุณาในการตรวจพิจารณาเครื่องมือ ให้ข้อคิดเห็น และคำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่านที่ให้ความรู้และคำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆที่ดีเสมอมา รวมทั้งบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ทุนอุดหนุนในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ บุคลากรโรงพยาบาลชัยภูมิ และผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอด และขอขอบคุณเพื่อนๆ รวมทั้งรุ่นพี่และรุ่นน้องคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาที่ให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจให้เสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ ทุกคนในครอบครัว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นายจักรวิทย์ กิจสุขสันต์ และนางศิธรวรรณ กิจสุขสันต์ บิดาและมารดาที่ให้การสนับสนุนในเรื่องการศึกษาให้คำแนะนำ อบรมสั่งสอน ตลอดจนเป็นแบบอย่างในการดำรงชีวิต และเป็นกำลังใจที่สำคัญยิ่ง ส่งผลทำให้สามารถประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครูบาอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านของผู้วิจัย

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		จ
กิตติกรรมประกาศ		ฉ
สารบัญ		ช
สารบัญตาราง		ญ
สารบัญภาพ		ฒ
สารบัญแผนภูมิ		ณ
บทที่		
1	**บทนำ**	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
	สมมติฐานของการวิจัย	4
	ขอบเขตของการวิจัย	5
	ข้อตกลงเบื้องต้น	6
	ข้อจำกัดของการวิจัย	6
	คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	6
	ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	7
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	8
	การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผู้สูงอายุ	9
	หน้าที่ของระบบหายใจ	14
	กระบวนการหายใจ	14
	โครงสร้างและอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ	15
	กลไกการหายใจ	17
	ปริมาตรและความจุปอด	19
	การหายใจลึกกับอัตราการหายใจ	21

บทที่		หน้า
	ความต้านทานการหายใจ..	22
	การควบคุมการหายใจ..	24
	การตรวจสมรรถภาพปอด.........................,.......................	27
	การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ..............................	31
	การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ..	32
	การออกกำลังกายด้วยยางยืด..	34
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง...	38
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**...	**49**
	ประชากร..	49
	กลุ่มตัวอย่าง...	49
	เกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง......................................	50
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..	50
	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..	52
	การเก็บรวบรวมข้อมูล...	58
	การวิเคราะห์ข้อมูล..	61
4	**ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**...	**62**
5	**สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ**..............................	**109**
	สรุปผลการวิจัย..	110
	อภิปรายผลการวิจัย...	113
	ข้อเสนอแนะ..	123
รายการอ้างอิง..		**124**
ภาคผนวก..		**132**
	ภาคผนวก ก ใบรับรองโครงการวิจัย..	133
	ภาคผนวก ข ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย	135
	ภาคผนวก ค หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย...............	140

หน้า

ภาคผนวก ง แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย………. 143
ภาคผนวก จ แบบสอบถามประวัติสุขภาพทั่วไป…………………….. 145
ภาคผนวก ฉ โปรแกรมฝึกกล้ามเนื้อหายใจ………………………….. 148
ภาคผนวก ช โปรแกรมฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด………………… 150
ภาคผนวก ซ การอบอุ่นร่างกายและผ่อนคลายกล้ามเนื้อ…………… 163
ภาคผนวก ฌ ผลการประเมินในการตรวจสอบค่าความตรงเชิงเนื้อหา 171
ภาคผนวก ญ วิธีการทดสอบข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาทั่วไป…….… 175
ภาคผนวก ฎ วิธีการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ…….. 179
ภาคผนวก ฏ วิธีการทดสอบการขยายตัวของทรวงอก……………… 182
ภาคผนวก ฐ วิธีการทดสอบสมรรถภาพปอด……………………… 184
ภาคผนวก ฑ วิธีการทดสอบสุขสมรรถนะ……………………….… 187
ภาคผนวก ฒ แบบบันทึกข้อมูลการวิจัย…….…………………….. 196
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์……………………………………….…………………… 199

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แรงดันอากาศขณะหายใจเข้าและหายใจออกทางปากอย่างเร็วและแรงเต็มที่โดยจำแนกตามเพศและอายุ..	11
2	การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของระบบหายใจในผู้สูงอายุ..................	13
3	ขั้นตอนการฝึกกล้ามเนื้อหายใจและการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม......................................	55
4	แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไปก่อนการทดลองของทุกกลุ่ม..	64
5	แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของข้อมูลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจก่อนการทดลอง ของทุกกลุ่ม...	65
6	การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไปหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม........................	66
7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ของข้อมูลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม	67
8	การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ของข้อมูลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า ระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง 8 สัปดาห์...	68
9	การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ของข้อมูลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออก ระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง 8 สัปดาห์...	69
10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ของข้อมูลการขยายตัวของทรวงอกหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม............	70

ตารางที่		หน้า

11 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ของข้อมูลการขยายตัวของอกส่วนบน ระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง 8 สัปดาห์... 71

12 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ของข้อมูลการขยายตัวของอกส่วนกลาง ระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง 8 สัปดาห์.. 72

13 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ของข้อมูลการขยายตัวของอกส่วนล่าง ระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง 8 สัปดาห์.. 73

14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ของข้อมูลสมรรถภาพปอดหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม...................... 74

15 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ของข้อมูลปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาที ระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง 8 สัปดาห์.................... 75

16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ของข้อมูลสุขสมรรถนะหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม.......................... 76

17 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ของค่าเฉลี่ยมือไขว้หลังแตะกัน ระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง 8 สัปดาห์... 78

18 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ของค่าเฉลี่ยนั่งเก้าอี้แตะปลายเท้า ระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง 8 สัปดาห์... 79

19 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ของค่าเฉลี่ยการงอข้อศอก ระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง 8 สัปดาห์... 80

ตารางที่		หน้า

20 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ของค่าเฉลี่ยการลุก-นั่งเก้าอี้ ระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง 8 สัปดาห์........ 81

21 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ของค่าเฉลี่ยการเดิน 6 นาที ระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง 8 สัปดาห์........ 82

22 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไประหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1)........ 83

23 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ของข้อมูลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1)........ 84

24 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ของข้อมูลการขยายตัวของทรวงอกระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1)........ 84

25 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ของข้อมูลสมรรถภาพปอดระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1)........ 85

26 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ของข้อมูลสุขสมรรถนะระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1)........ 86

ตารางที่		หน้า
27	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไประหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2)……………………………………………………….	87
28	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ของข้อมูลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2)……………………………………..…..	88
29	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ของข้อมูลการขยายตัวของทรวงอกระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2)………………………………………………	88
30	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ของข้อมูลสมรรถภาพปอดระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2)……………………………………………………….	89
31	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ของข้อมูลสุขสมรรถนะระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2)………………………………………………………….	90
32	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไประหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3)………………………………………	91
33	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ของข้อมูลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3)……………………….	92

ตารางที่		หน้า
34	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ของข้อมูลการขยายตัวของทรวงอกระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3)...................................	92
35	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ของข้อมูลสมรรถภาพปอดระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3)...................................	93
36	การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ของข้อมูลสุขสมรรถนะระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3)...	94
37	สรุปผลการวิจัยหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม.....................	106

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเปลี่ยนแปลงปริมาตรปอดและความจุปอดตามอายุที่เพิ่มขึ้น………	12
2	ปริมาตรและความจุปอด………………………………………………..	19
3	ปริมาตรของการหายใจเข้าออกปกติ (Tidal volume) และค่าอื่นๆ ของปริมาตรปอดในขณะพักและออกกำลังกาย……………………………..	21

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย..	48
2	สรุปขั้นตอนดำเนินการวิจัย……………………………………………....	57
3	แสดงค่าเฉลี่ยของน้ำหนักระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม……………………………………………………	95
4	แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม………………………………..	95
5	แสดงค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพักระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม……………………	96
6	แสดงค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพักระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม……………………	96
7	แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม……………………	97
8	แสดงค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม……………………	97
9	แสดงค่าเฉลี่ยการขยายตัวของอกส่วนบนระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม…………………………………….	98
10	แสดงค่าเฉลี่ยการขยายตัวของอกส่วนกลางระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม…………………………………….	98
11	แสดงค่าเฉลี่ยการขยายตัวของอกส่วนล่างระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม…………………………………….	99
12	แสดงค่าเฉลี่ยปริมาตรอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม…………….……………………………………….	99
13	แสดงค่าเฉลี่ยปริมาตรอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม………………………………………………………	100

แผนภูมิที่ หน้า

แผนภูมิที่		หน้า
14	แสดงค่าเฉลี่ยค่าเปอร์เซ็นต์ FEV1 (FEV1/FVC) ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม………………………………	100
15	แสดงค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาที ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม	101
16	แสดงค่าเฉลี่ยมวลกล้ามเนื้อปราศจากไขมัน ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม………………………………..	101
17	แสดงค่าเฉลี่ยไขมัน ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม……………………………………………………….	102
18	แสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมัน ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม………………………………………..	102
19	แสดงค่าเฉลี่ยมือไขว้หลังแตะกัน ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม………………………………………..	103
20	แสดงค่าเฉลี่ยนั่งเก้าอี้แตะปลายเท้า ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม………………………………….	103
21	แสดงค่าเฉลี่ยการงอข้อศอก ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม……………………………………………………….	104
22	แสดงค่าเฉลี่ยการลุก-นั่งเก้าอี้ ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม………………………………………..	104
23	แสดงค่าเฉลี่ยการเดิน 6 นาที ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม……………………………………………………….	105

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น การเสื่อมของอวัยวะและระบบต่างๆ ของร่างกายก็จะเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของร่างกายไปตามอายุขัย การเปลี่ยนแปลงของระบบต่างๆ โดยเฉพาะระบบหายใจก็ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกัน โดยพบว่า กระดูกสันหลังซึ่งเป็นแกนหลักของทรวงอกจะบางลงจากภาวะกระดูกพรุน ทำให้กระดูกสันหลังคดงอ ขณะเดียวกันกระดูกซี่โครงจะยุบห่อตัวเข้าหากันและมีการสะสมของหินปูนรอบๆ ข้อต่อของกระดูกซึ่งทำให้ทรวงอกติดแข็งส่งผลทำให้เกิดการจำกัดการเคลื่อนไหวของผนังทรวงอกและการขยายตัวของปอด (Sheahan and Musialowski, 2001) ผนังทรวงอกที่ติดแข็ง ทำให้ผู้สูงอายุต้องออกแรงหายใจในขณะปกติมากขึ้นเพื่อทำให้ทรวงอกสามารถยืดขยายในขณะที่มีการหายใจเข้า ผู้สูงอายุจะปรับเปลี่ยนรูปแบบการหายใจโดยมีการหายใจเร็วและตื้นขึ้น ในบางรายอาจมีการหายใจไม่สม่ำเสมอ โดยมักอาศัยกล้ามเนื้อหน้าอกและกล้ามเนื้อพิเศษที่ช่วยในการหายใจเข้ามาช่วยการหายใจเพิ่มจากกล้ามเนื้อกระบังลม ซึ่งเป็นการเพิ่มงานการหายใจในผู้สูงอายุ (หทัยรัตน์ สีขำ, 2553) การเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทกล้ามเนื้อยังทำให้ความแข็งแรงและความอดทนโดยรวมของกล้ามเนื้อหายใจลดลง ส่งผลทำให้กล้ามเนื้อหายใจหดตัวได้กำลังที่น้อยและเกิดการล้าได้เร็วมากขึ้น (Ekstrum, Black and Paschal, 2009) นอกจากนี้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจยังมีความสัมพันธ์กับความรู้สึกหอบเหนื่อย (McConnell and Romer, 2004) ส่วนบริเวณทางเดินอากาศพบว่า ผนังของท่อหลอดลมขนาดใหญ่และขนาดเล็กมีความยืดหยุ่นลดลงและมีความหนาเพิ่มมากขึ้น ซึ่งทำให้ทางเดินอากาศเกิดการอุดกั้นและมีอากาศตกค้างเพิ่มมากขึ้น ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพของการระบายอากาศลดน้อยลง (สมนึก กุลสถิตพร, 2549) นอกจากนี้ยังพบว่า การแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนระหว่างอากาศที่หายใจเข้ากับโลหิตที่ไหลเวียนมารับออกซิเจนที่ปอดด้อยประสิทธิภาพ เนื่องจากปอดมีจำนวนถุงลมน้อยลงและผนังของถุงลมเสื่อมสภาพ ทำให้ระดับออกซิเจนในโลหิตแดงจึงลดต่ำกว่าคนในวัยหนุ่มสาวที่ไม่ค่อยมีปัญหาการเสื่อมสมรรถภาพปอด ผู้สูงอายุจึงทนต่อสภาวะที่ต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้นได้ไม่ดีเท่าที่ควร เช่น ในขณะทำกิจวัตรประจำวัน และการออกกำลังกาย เป็นต้น (นันทา มาระเนตร์, 2546)

จากการเปลี่ยนแปลงของระบบหายใจดังกล่าว จึงทำให้ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก และสมรรถภาพปอดเป็นตัวแปรทางสรีรวิทยาที่มีความสำคัญอย่างยิ่งของผู้สูงอายุ เพราะอาจส่งผลต่อความสามารถในการทำกิจกรรมทางกายและคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุได้ จึงจำเป็นที่จะต้องค้นหาแนวทางป้องกันและชะลอการเสื่อมประสิทธิภาพ

การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle training) เป็นรูปแบบหนึ่งในการบริหารการหายใจ (Breathing exercise) ซึ่งใช้ในการรักษาและบำบัดฟื้นฟูผู้ป่วยที่มีปัญหาของระบบหายใจโดยเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพในการหดตัวของกล้ามเนื้อหายใจทั้งกำลังกล้ามเนื้อและความอดทนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการหายใจ (เสาวณีย์ วรวุฒมางกูร, 2543) การฝึกกล้ามเนื้อหายใจสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับบุคคลในหลากหลายประเภท เช่น ในกลุ่มผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง พบว่า ช่วยลดอาการหอบเหนื่อยและช่วยเพิ่มความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวัน (Shahin et al., 2008) ในกลุ่มนักกีฬา พบว่า ช่วยเพิ่มสมรรถภาพทางกายและช่วยเพิ่มขีดความสามารถของนักกีฬา (Griffiths and McConnell, 2007) และในกลุ่มหญิงสูงอายุ พบว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจสามารถทำให้กล้ามเนื้อหายใจมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นและสมรรถภาพปอดดีขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถส่งเสริมให้ผู้สูงอายุทำกิจกรรมทางกายได้นานขึ้น (Aznar-Lain et al., 2007) ทั้งยังช่วยลดอาการหอบเหนื่อยและช่วยเพิ่มความสามารถในการออกกำลังกายในระดับเกือบสูงสุดได้ (Watsford and Murphy, 2008) ในปัจจุบัน ผลงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ มักจะมุ่งเน้นไปที่การฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากกลไกการระบายอากาศในขณะหายใจเข้าต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อกระบังลมและกล้ามเนื้อยึดซี่โครงด้านนอก ซึ่งเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยพลังงานเพราะใช้กล้ามเนื้อออกแรงดึงและขยายตัวของทรวงอก ส่วนการหายใจออกปกติไม่ต้องใช้พลังงานจึงเป็นกระบวนการที่ไม่ต้องอาศัยการออกแรง (Passive process) เพราะเนื้อปอดและทรวงอกจะหดตัวกลับสู่สภาพเดิม (Recoil) (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์และสิทธา พงษ์พิบูลย์, 2553) และจากการศึกษาของ Weiner, Magadle, Beckerman et al., (2003) ซึ่งได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจออก กล้ามเนื้อหายใจเข้าและการฝึกแบบผสมในกลุ่มผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ผลการวิจัยพบว่า กล้ามเนื้อหายใจเข้าและกล้ามเนื้อหายใจออกสามารถนำมาฝึกเพื่อเสริมสร้างทั้งความแข็งแรงและความอดทนได้ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า ยังมีผลต่อระยะทางที่เดินได้ภายใน 6 นาทีและระดับความเหนื่อย นอกจากนี้ยังพบว่า การฝึกแบบผสมระหว่างการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าและการฝึกกล้ามเนื้อหายใจออกไม่ได้ให้ผลที่แตกต่างจากการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าเพียงอย่างเดียวแต่อย่างใด

การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอจะส่งผลต่อระบบทางเดินหายใจ ทำให้การหายใจมีความแรง ลึกและอัตราการหายใจขณะพักลดลง ซึ่งจะส่งผลทำให้ปริมาตรของอากาศที่เข้าไปในปอดเพิ่มมากขึ้น การแลกเปลี่ยนก๊าซเพิ่มขึ้นเนื่องจากปอดมีขนาดใหญ่ขึ้น มีเลือดมาหล่อเลี้ยงมากขึ้นและความสามารถในการจับออกซิเจนสูงสุดของร่างกายมีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้ได้ออกซิเจนไปเลี้ยงเนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกายและสมองได้มากขึ้น กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการหายใจมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น ความยืดหยุ่นของปอดดีขึ้น การขยายตัวของทรวงอกเพิ่มขึ้น เป็นต้น การฝึกออกกำลังกายจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง โดยเฉพาะวัยสูงอายุซึ่งเป็นกลุ่มบุคคลที่เสี่ยงต่อการเกิดปัญหามากที่สุดจากการเสื่อมสภาพของอวัยวะต่างๆในร่างกาย (สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ, 2545) ในปัจจุบันมีการเผยแพร่ความรู้ถึงประโยชน์ของการออกกำลังกายด้วยยางยืดกันมากขึ้น การออกกำลังกายด้วยยางยืดนั้น ส่งผลในการช่วยกระตุ้นประสาทรับรู้ความรู้สึกของกล้ามเนื้อให้มีปฏิกิริยาการรับรู้และตอบสนองต่อแรงดึงของยางที่กำลังถูกยืด ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการพัฒนาและบำบัดรักษาระบบการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อได้ ขณะเดียวกันการออกกำลังกายด้วยยางยืดยังช่วยรักษาและป้องกันการเสื่อมสภาพของระบบกลไกการเคลื่อนไหวของร่างกาย ไม่ว่าจะเป็นระบบประสาท กล้ามเนื้อ กระดูก ข้อต่อเอ็นกล้ามเนื้อและเอ็นข้อต่อที่มีผลต่อรูปร่างโครงสร้างร่างกายและความสัมพันธ์ในการเคลื่อนไหวรวมทั้งการทรงตัว (เจริญ กระบวนรัตน์, 2550) จากการวิจัยที่ศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยยางยืดในหญิงสูงอายุ พบว่า การออกกำลังกายด้วยยางยืดมีประโยชน์ต่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุในการเพิ่มสุขสมรรถนะและชะลอความเสื่อมของเซลล์บุผนังหลอดเลือด โดยการออกกำลังกายด้วยยางยืดมีผลช่วยลดไขมันและอนุมูลอิสระในร่างกายของผู้สูงอายุ (พัทธวรรณ ละโป้, 2550) ทั้งยังเป็นวิธีการออกกำลังกายเพื่อการรักษาที่ปลอดภัย สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและช่วยส่งเสริมให้ผู้สูงอายุทำกิจกรรมทางกายได้นานมากขึ้น ทั้งยังช่วยลดความเสี่ยงจากการหกล้มและช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตในกลุ่มผู้สูงอายุได้ (Zion, Meersman, Diamond et al., 2003) นอกจากนี้ยางยืดยังเป็นอุปกรณ์หนึ่งสำหรับเพิ่มแรงต้านในการออกกำลังกาย โดยมีจุดเด่นที่สามารถพกพาหรือนำติดตัวไปใช้ในการออกกำลังกายได้อย่างสะดวก (เจริญ กระบวนรัตน์, 2550) และการฝึกด้วยแรงต้านเฉพาะที่บริเวณกล้ามเนื้อหายใจ ยังเป็นอีกเทคนิคหนึ่งในการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (Respiratory muscle training) ที่สามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจได้โดยใช้หลักการเดียวกับการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั่วไปในร่างกาย (Graded resistive exercise) (เสาวณีย์ วรวุฒางกูร, 2543) การฝึกออกกำลังกายที่มีแรงต้านจากภายนอกมากระทำต่อทรวงอกจึงส่งผลดีต่อสมรรถภาพปอด กล้ามเนื้อหายใจ และทำให้ทรวงอกขยายตัว

เพิ่มขึ้น (หทัยรัตน์ สีขำ, 2553) ซึ่งจากผลการศึกษาของ Singh, Jani, John et al., (2011) ได้ศึกษาผลของการฝึกความแข็งแรงของร่างกายส่วนบนที่มีต่อสมรรถภาพปอดในกลุ่มชายวัยทำงานที่สูบบุหรี่ ผลการวิจัยพบว่า สมรรถภาพปอดดีขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของหทัยรัตน์ สีขำและคณะ (2553) ได้ศึกษาผลของการฝึกชี่กงร่วมกับการใช้ยางยืดรัดรอบอกที่มีต่อสมรรถภาพปอดในผู้สูงอายุ ผลพบว่า สมรรถภาพปอดในผู้สูงอายุดีขึ้น จากผลการวิจัย จะเห็นได้ว่า แรงต้านจากภายนอกที่มากระทำต่อทรวงอก สามารถช่วยเพิ่มสมรรถภาพปอดให้ดีขึ้น และอาจส่งผลที่ดีต่อกล้ามเนื้อหายใจและการขยายตัวของทรวงอกได้ ดังนั้นการออกกำลังกายด้วยยางยืดบริเวณส่วนบนของร่างกาย โดยเฉพาะบริเวณหน้าอก ไหล่ หลัง ท้องและลำตัว น่าจะส่งผลต่อกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอด และสุขสมรรถนะให้ดีขึ้นได้เช่นกัน

จึงเป็นที่น่าสนใจว่า การฝึกกล้ามเนื้อหายใจน่าจะมีผลทำให้ผู้สูงอายุมีอาการหอบเหนื่อยลดน้อยลง และทำให้ผู้สูงอายุมีความสามารถในการออกกำลังกายได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังอาจส่งผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอดและสุขสมรรถนะได้ดีกว่าเมื่อมีการฝึกกล้ามเนื้อหายใจควบคู่กับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด แต่การศึกษาเรื่องการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดยังไม่เคยมีการศึกษาใดที่สนใจการฝึกร่วมกับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจมาก่อนจึงยังไม่มีข้อมูลเป็นที่ประจักษ์ ผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจที่จะศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดบริเวณส่วนบนของร่างกายที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอดและสุขสมรรถนะในหญิงสูงอายุ เพื่อเป็นการพิสูจน์ทราบจนเห็นประจักษ์ถึงประโยชน์และประสิทธิภาพของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอด และสุขสมรรถนะในหญิงสูงอายุ

สมมติฐานของการวิจัย

การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว การฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดมีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอด และสุขสมรรถนะในหญิงสูงอายุแตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นผู้สูงอายุเพศหญิง จากชมรมผู้สูงอายุโรงพยาบาลชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ อายุระหว่าง 60-74 ปี ที่มีสุขภาพแข็งแรง สามารถดำเนินชีวิตประจำวันได้ตามปกติ และไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำ จำนวน 45 คน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ (Independent variables) คือ รูปแบบการฝึกของแต่ละกลุ่มทดลอง

- กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว
- กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว
- กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด

ตัวแปรตาม (Dependent variables) ประกอบด้วย

- ตัวแปรทางสรีรวิทยาทั่วไป ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูง อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักและความดันโลหิตขณะพัก
- ตัวแปรความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่ แรงดันของอากาศในขณะหายใจเข้าอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (MIP) และแรงดันของอากาศในขณะหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (MEP)
- ตัวแปรการขยายตัวของทรวงอก ได้แก่ บริเวณอกส่วนบน (Upper chest) อกส่วนกลาง (Middle chest) และอกส่วนล่าง (Lower chest)
- ตัวแปรสมรรถภาพปอด ได้แก่ ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FVC) ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) ค่าเปอร์เซ็นต์ FEV_1 และปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาที (MVV_{12})
- ตัวแปรสุขสมรรถนะ ได้แก่ องค์ประกอบของร่างกาย ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อและความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ

3. เครื่องมือ

อุปกรณ์ฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (POWERbreathe®) จะใช้ฝึกโดยการหายใจทางปากและฝึกเฉพาะกลุ่มกล้ามเนื้อหายใจเข้าเท่านั้น เนื่องจากอุปกรณ์นี้สามารถฝึกได้เพียงเฉพาะกลุ่มกล้ามเนื้อหายใจเข้าเท่านั้น

ข้อตกลงเบื้องต้น

กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครที่เต็มใจเข้าร่วมการวิจัยและได้รับการชี้แจงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการวิจัยต่างๆ อย่างละเอียดพร้อมทั้งลงชื่อในใบยินยอมเพื่อเข้าร่วมการวิจัย กลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ การฝึกทุกครั้งจะใช้สถานที่เดียวกันและช่วงเวลาเดียวกันเสมอ ผู้วิจัยจะเป็นผู้ดูแลการฝึกด้วยตัวเองทุกครั้ง ในการเก็บข้อมูลทุกครั้งจะกระทำโดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย

ข้อจำกัดของการวิจัย

ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมพฤติกรรม การประกอบกิจวัตรประจำวันของกลุ่มตัวอย่างให้เหมือนกันทั้งหมดได้ เช่น การรับประทานอาหาร การพักผ่อน และการนอนหลับ เป็นต้น

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ หมายถึง รูปแบบหนึ่งในวิธีการฝึกการบริหารการหายใจ (Breathing exercise) ซึ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพในการหดตัวของกล้ามเนื้อหายใจเข้า (กล้ามเนื้อกระบังลม กล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงด้านนอกและกล้ามเนื้อพิเศษที่ช่วยในการหายใจเข้า) ทั้งกำลังกล้ามเนื้อและความอดทนในการทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการหายใจ โดยอาศัยเครื่องมือที่สามารถให้แรงต้านอากาศขณะหายใจเข้า ซึ่งเครื่องมือจะประกอบด้วยท่อตรงและปลายท่อด้านหนึ่งต่อกับปากผู้ฝึกอีกด้านเป็นท่อเปิดทางเดียวหรือสองทาง สำหรับผ่านอากาศหายใจเข้า-ออก โดยจะติดตั้งตัวต้านทานการฝึกไว้ที่ตัวเครื่องและสามารถปรับระดับแรงต้านทานการฝึกหายใจได้ โดยมีปริมาตรบอกระดับแรงดันของอากาศที่ฝึกหายใจในหน่วยเซนติเมตรน้ำ

การออกกำลังกาย หมายถึง การเคลื่อนไหวร่างกายที่เป็นแบบแผน มีการทำซ้ำ ๆ โดยอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อเพื่อเสริมสร้างหรือคงไว้ซึ่งสมรรถภาพทางกายอย่างใดอย่างหนึ่งหรือมากกว่านั้น

ยางยืด หมายถึง แถบยางยืดยี่ห้อ SanctbandTM ที่ผลิตมาจากวัตถุดิบ Polyisophrene ไม่มีส่วนผสมของลาเท็กซ์และมีความยืดหยุ่นสูง (High elasticity)

การออกกำลังกายด้วยยางยืด หมายถึง การเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของร่างกายโดยเฉพาะกล้ามเนื้อมัดใหญ่ (บริเวณหน้าอก ไหล่ หลัง ท้องและลำตัว) อย่างต่อเนื่อง โดยใช้ยางยืดเป็นอุปกรณ์ประกอบการออกกำลังกาย

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ หมายถึง แรงดันอากาศที่เกิดขึ้นภายในทางเดินอากาศจากการหดตัวของกล้ามเนื้อหายใจ ซึ่งใช้เป็นดัชนีบ่งบอกถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

การขยายตัวของทรวงอก หมายถึง การเคลื่อนไหวของผนังทรวงอกในขณะหายใจเข้าและออกเต็มที่ ซึ่งสามารถวัดการขยายตัวได้ด้วยการใช้สายวัดวัดรอบอก

สมรรถภาพปอด (สมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย, 2545) หมายถึง ความสามารถในการระบายอากาศของปอด โดยประเมินจากค่าต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบสมรรถภาพปอด ได้แก่ ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FVC) ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV_1) ค่าเปอร์เซ็นต์ FEV_1 และปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาที (MVV_{12})

สุขสมรรถนะ หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติภารกิจประจำวันอย่างต่อเนื่องด้วยความกระฉับกระเฉง ปราศจากความเมื่อยล้าและยังมีพลังงานมากพอที่จะทำกิจกรรมเวลาว่างต่อไป ซึ่งประกอบด้วย องค์ประกอบทางร่างกายได้แก่ มวลกล้ามเนื้อปราศจากไขมัน, ไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมัน ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ได้แก่ การงอข้อศอก (Arm curl test) และการลุก-นั่งเก้าอี้ (Chair stand test) ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ ได้แก่ การเอื้อมมือไขว้หลังแตะกันทางด้านหลัง (Back scratch test) และการนั่งเก้าอี้แตะปลายเท้า (Chair sit and reach test) และความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ ได้แก่ การเดิน 6 นาที (6-minute walk test)

ผู้สูงอายุ หมายถึง หญิงสูงอายุ ที่มีอายุระหว่าง 60 - 74 ปี มีสุขภาพแข็งแรงและสามารถดำเนินชีวิตประจำวันได้ตามปกติ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้ทราบถึงผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอดและสุขสมรรถนะในหญิงสูงอายุ
2. นำผลที่ได้มาใช้ในการส่งเสริมการฝึกกล้ามเนื้อหายใจและการฝึกบริหารการหายใจในผู้สูงอายุ
3. นำผลที่ได้มาใช้ในการส่งเสริมให้ผู้สูงอายุได้ออกกำลังกาย
4. ได้องค์ความรู้ใหม่และเป็นแนวทางในการวิจัยต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง "ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอดและสุขสมรรถนะในหญิงสูงอายุ " ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยนำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

ก. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผู้สูงอายุ
2. หน้าที่ของระบบหายใจ
3. กระบวนการหายใจ
4. โครงสร้างและอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ
5. กลไกการหายใจ
6. ความจุและปริมาตรปอด
7. การหายใจลึกกับอัตราการหายใจ
8. ความต้านทานการหายใจ
9. การควบคุมการหายใจ
10. การตรวจสมรรถภาพปอด
11. การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ
12. การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ
13. การออกกำลังกายด้วยยางยืด

ข. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยภายในประเทศ
2. งานวิจัยต่างประเทศ

1. การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของผู้สูงอายุ (สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ, 2545 ; สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ 27, 2546)

เมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น การเสื่อมของอวัยวะและระบบต่างๆ ของร่างกายก็จะเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของร่างกายไปตามอายุขัย ในผู้สูงอายุจะมีการเปลี่ยนแปลง ทางสรีรวิทยาที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

ระบบฮอร์โมน

ในผู้สูงอายุหญิงจะมีปริมาณฮอร์โมนเพศหญิงลดลง ซึ่งทำให้มีอาการของการขาดฮอร์โมน คือ การร้อนวูบวาบตามตัว เหงื่อออกตอนกลางคืน เยื่อบุช่องคลอดแห้ง มีอาการเจ็บเวลามีเพศสัมพันธ์ ติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ ไม่มีอารมณ์ทางเพศ นอนไม่หลับ วิตกกังวล ปวดเมื่อยตามร่างกาย ปวดศีรษะ นอกจากนั้นยังมีผลทำให้กระดูกบางลง เกิดโรคกระดูกพรุนและเกิดโรคต่างๆ ได้ง่าย

ระบบไหลเวียนโลหิต

มีแนวโน้มว่า ชีพจรจะเต้นได้ช้าลงขณะที่ออกกำลังกายหรือทำงาน โดยพบว่า ชีพจรที่เต้นได้สูงสุดต่อนาทีจะลดลงและเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงท่าทางของร่างกายหรือขณะกลั้นหายใจ ชีพจรจะเต้นไม่เร็วขึ้นเหมือนที่พบในวัยหนุ่มสาว เหตุนี้เองทำให้ผู้สูงอายุเป็นลมหน้ามืดได้ง่ายขณะที่ลุกขึ้นอย่างรวดเร็ว เซลล์กล้ามเนื้อหัวใจลดจำนวนลง มีเนื้อเยื่อพังผืดเพิ่มมากขึ้น ในผู้ที่มีความดันโลหิตสูงเรื้อรังก็จะทำให้มีกล้ามเนื้อหัวใจหนาตัวขึ้นกว่าเดิม โดยเฉพาะที่ลิ้นหัวใจซึ่งต้องทำงานหนักจะเกิดความเสื่อม มีไขมันสะสมและหินปูนมาเกาะ ทำให้การปิดเปิดของลิ้นหัวใจไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร เซลล์กล้ามเนื้อเรียบที่ผนังหลอดเลือดแดงเพิ่มจำนวนขึ้น เกิดมีหย่อมของหินปูนมาเกาะตามผนังหลอดเลือด ทำให้ผนังหลอดเลือดหนาและแข็งตัวขึ้นจนตีบตัน ซึ่งทำให้เกิดโรคต่างๆ ได้มากขึ้น เช่น โรคหัวใจขาดเลือด หลอดเลือดตีบตัน ความดันโลหิตสูง และโรคหลอดเลือดสมอง

ระบบประสาท

น้ำหนักของสมองจะสูงสุดราว 1400 กรัม ที่อายุ 20 ปี และคงที่จนถึงอายุโดยประมาณ 40 – 50 ปี จากนั้นลดลงราว 2 - 3 % ต่อ 10 ปี จนกระทั่งอายุ 80 ปี น้ำหนักสมองจะลดลงราว 10 % จากในวัยหนุ่มสาว เนื่องจากเซลล์ประสาทลดจำนวนลง ทำให้ขนาดของสมองเหี่ยวลง ช่องว่างระหว่างกลีบสมองถ่างกว้างออก สมองบางส่วนจะฝ่อตัวมากกว่าส่วนอื่น เช่น ส่วนที่รับผิดชอบเกี่ยวกับความคิดอ่าน สติปัญญาที่กลีบสมองส่วนหน้าหรือส่วนซึ่งรับผิดชอบเกี่ยวกับ

ความจำที่ เทมโพราลคอร์เท็กซ์ (Temporal cortex) จะมีการสูญเสียเซลล์ประสาทมากที่สุดกว่าส่วนอื่น ขณะที่ก้านสมองและไขสันหลังไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลง

ระบบกล้ามเนื้อและกระดูก

ปริมาตรและจำนวนเซลล์ของกล้ามเนื้อลดลงกว่าร้อยละ 50 ทำให้น้ำหนักของกล้ามเนื้อลดลงเหลือร้อยละ 27 ของน้ำหนักตัว ขณะที่คนหนุ่มสาวมีมากถึงร้อยละ 45 ส่งผลให้ผู้สูงอายุมีกำลังของกล้ามเนื้อลดลงและการไม่เคลื่อนไหวร่างกายเป็นเวลานานๆทำให้เกิดการฝ่อลีบของกล้ามเนื้อและเมื่อร่างกายเสียสมดุลจะทำให้ผู้สูงอายุหกล้มได้ง่ายเพราะกล้ามเนื้อไม่สามารถหดตัวเพื่อปรับการทรงตัวได้ทัน เมื่อย่างเข้าสู่อายุ 65 ปี กระดูกจะเสื่อมลง ในผู้สูงอายุเพศหญิงจะมีความเสื่อมมากกว่าเพศชาย ในระยะเวลา 10 ปี ผู้สูงอายุเพศหญิงจะมีเนื้อกระดูกลดลงร้อยละ 8 ในขณะที่ผู้สูงอายุเพศชายลดลงเพียงร้อยละ 3 ผู้สูงอายุมีการสูญเสียเนื้อกระดูกทั้งกระดูกชั้นนอกที่แข็งและชั้นในที่เป็นรูพรุน โดยเฉพาะในผู้หญิงที่อยู่ในวัยหมดประจำเดือนแล้ว เมื่อเกิดอุบัติเหตุแม้เพียงเล็กน้อย เช่น การหกล้มก็จะทำให้กระดูกหักได้ง่าย

ระบบภูมิคุ้มกัน

เป็นระบบของร่างกายที่ประกอบด้วยระบบย่อยๆ อีกหลายระบบทำงานประสานกันในการต่อสู้กับเชื้อโรคที่มีอยู่แล้วในร่างกายหรือเพิ่งจะเข้ามาใหม่ หรือกับเซลล์ที่ผิดปกติในร่างกาย ความชรามีผลต่อระบบภูมิคุ้มกันของมนุษย์ เป็นสาเหตุของภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่องที่พบบ่อยที่สุด ทำให้ผู้สูงอายุมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคภูมิแพ้ มะเร็งบางชนิด และโรคติดเชื้อได้บ่อยขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้อาการและอาการแสดงหลังการเจ็บป่วยต่างไปจากผู้ป่วยทั่วไปด้วย เช่น ภาวะที่อุณหภูมิในร่างกายไม่สูงขึ้นหรือกลับต่ำลงในการติดเชื้อในกระแสโลหิต เป็นต้น

ระบบหายใจ มีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญดังต่อไปนี้

ผนังทรวงอก

การเปลี่ยนแปลงของระบบหายใจในผู้สูงอายุมักพบว่าที่บริเวณทรวงอกนั้นมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของกล้ามเนื้อยึดซี่โครงและข้อต่อกระดูกซี่โครง ซึ่งเกิดจากภาวะกระดูกบางและกระดูกพรุน ทำให้กระดูกสันหลังซึ่งเป็นแกนหลักของทรวงอกคดงอ (Kyphosis) และกระดูกซี่โครงยุบห่อตัวเข้าหากัน (Miller, 2008) จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ทำให้ผนังทรวงอกของผู้สูงอายุเกิดการติดแข็ง (Stiffness) และทำให้การขยายตัวของทรวงอกเกิดขึ้นน้อยลง (Sprung, Gajic, and Warner, 2006) ด้วยเหตุนี้ทำให้ผู้สูงอายุต้องออกแรงหายใจในขณะปกติมากขึ้นทำให้การยืดขยายของทรวงอกขณะที่มีการหายใจเข้าทำได้ไม่เต็มที่เท่าที่ควร นอกเหนือจากความยอมตามในการขยายตัวของทรวงอกที่ลดลงแล้วยังทำให้แนวโค้งของกล้ามเนื้อกระบังลมเปลี่ยนไป ซึ่งทำให้กระบังลมหดตัวไม่มีประสิทธิภาพ (Janssens, Pache and

Nicod, 1999) ทำให้การหายใจในผู้สูงอายุมักใช้กล้ามเนื้อช่วยหายใจเข้าทำงานเพิ่มมากขึ้น ผู้สูงอายุจะอาศัยกล้ามเนื้อหน้าอกช่วยในการหายใจเพิ่มจากกล้ามเนื้อกระบังลมและกล้ามเนื้อยึดซี่โครงด้านนอก ทำให้ผู้สูงอายุใช้พลังงานมากในการหายใจขณะปกติ เพื่อทำให้ร่างกายได้รับออกซิเจนที่เพียงพอต่อความต้องการ (หทัยรัตน์ สีขำ, 2553)

กล้ามเนื้อหายใจ (Sharma and Goodwin, 2006)

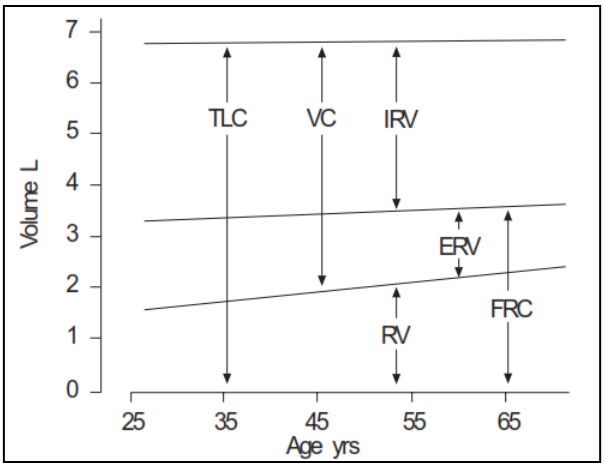
การเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทกล้ามเนื้อทำให้ความแข็งแรงและความอดทนโดยรวมของกล้ามเนื้อหายใจในผู้สูงอายุลดลง (Ekstrum, Black, and Paschal, 2009) ซึ่งกล้ามเนื้อกระบังลมเป็นกล้ามเนื้อที่มีความสำคัญมากที่สุดโดยมีส่วนสำคัญในการหายใจเข้า จากผลการศึกษาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า (Maximum inspiratory pressure: MIP) พบว่าค่า MIP ในผู้ชายมีค่ามากกว่าผู้หญิง 30% ในทุกกลุ่มอายุและพบว่าค่า MIP จะลดลงประมาณ 0.8-2.7 เซนติเมตรน้ำต่อปีตามอายุที่เพิ่ม ในผู้สูงอายุกล้ามเนื้อกระบังลมจะมีความแข็งแรงลดลงตามอายุและมีความสัมพันธ์กับการฝ่อลีบของกล้ามเนื้อ การลดลงของมวลกล้ามเนื้อ ทำให้ผู้สูงอายุมีแนวโน้มว่าจะมีการล้าของกล้ามเนื้อกระบังลมและเกิดการหายใจล้มเหลวในขณะที่มีการเพิ่มการทำงานของระบบหายใจ เมื่อกล้ามเนื้อหายใจเกิดการล้าจะส่งผลโดยตรงต่อการระบายอากาศ ทำให้เกิดอาการหอบเหนื่อยและหายใจลำบาก จึงทำให้ผู้สูงอายุทนต่อสภาวะที่ต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้นได้ไม่ดีเท่าที่ควร

ตารางที่ 1 แรงดันอากาศขณะหายใจเข้าและหายใจออกทางปากอย่างเร็วและแรงเต็มที่ โดยจำแนกตามเพศและอายุ (อรวรรณ โพนเงิน, 2548)

กลุ่มอายุ (ปี)	แรงดันของอากาศในขณะหายใจเข้าอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (เซนติเมตรน้ำ) (Maximum inspiratory pressure: MIP)	แรงดันของอากาศขณะหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (เซนติเมตรน้ำ) (Maximum expiratory pressure: MEP)
เพศหญิง		
30 – 39	93.13 ± 26.38	94.45 ± 31.19
40 – 49	94.20 ± 29.96	95.03 ± 33.99
50 – 59	84.41 ± 24.09	99.94 ± 28.83
60 – 70	71.90 ± 20.75	79.90 ± 25.55
เพศชาย		
30 – 39	133.27 ± 23.94	177.03 ± 42.42
40 – 49	131.38 ± 30.11	184.25 ± 47.43
50 – 59	118.16 ± 31.17	159.10 ± 55.24
60 – 70	105.81 ± 18.09	160.32 ± 45.98

โครงสร้างและการทำงานของปอด

ในผู้สูงอายุพบว่า ปอดมีความยืดหยุ่นน้อยลง เนื่องจากปอดสูญเสียความยืดหยุ่นจากการเสื่อมสภาพคุณสมบัติโปรตีนของปอดและการจำกัดการเคลื่อนไหวของทรวงอกที่เกิดจากการติดแข็ง จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้ความจุปอดแท้รวม (Total lung capacity) ไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่พบว่าปริมาณอากาศที่เหลืออยู่ในปอดหลังจากการหายใจออกปกติ (Functional residual capacity) จะมีค่าเพิ่มขึ้นโดยพบว่าเพิ่มขึ้น 1-3% ทุกๆ 10 ปี และมีปริมาตรอากาศคงค้าง (Residual volume) เพิ่มมากขึ้น 5-10% ทุกๆ 10 ปี เช่นเดียวกับการเปลี่ยนแปลงปริมาตรและความจุของปอดทำให้ ปริมาตรอากาศที่หายใจเข้าและออกในแต่ละครั้ง (Tidal volume) ของผู้สูงอายุมีค่าลดลง ผู้สูงอายุจึงชดเชยด้วยการหายใจถี่ขึ้น (Sprung, Gajic and Warner, 2006) ทั้งนี้ยังพบว่า ผู้สูงอายุมีจำนวนถุงลมลดลง มีการเปลี่ยนแปลงทั้งรูปร่างและขนาด ในส่วนของผนังถุงลมจะมีการเสื่อมสภาพและบางลง ทำให้พื้นที่ผิวของถุงลมที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนก๊าซลดลงอีกด้วย โดยพบว่าพื้นที่ของถุงลมจะลดลง 0.27 ตารางเมตรต่อปี ขณะที่มีอายุ 30 ปี จะมีพื้นที่ของถุงลม 75 ตารางเมตร และอายุ 60 ปี จะมีพื้นที่ของถุงลมเหลือ 60 ตารางเมตร (Janssens, Pache and Nicod, 1999) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนระหว่างอากาศที่หายใจกับโลหิตที่ไหลเวียนมารับออกซิเจนที่ปอดด้อยประสิทธิภาพลง



ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงของปริมาตรปอดและความจุปอดตามอายุที่เพิ่มขึ้น

(Crapo, Morris, Clayton et al., 1982)

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของระบบหายใจในผู้สูงอายุ

(Sharma and Goodwin, 2006)

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของระบบหายใจในผู้สูงอายุ	
กายวิภาคศาสตร์ (Anatomical)	
- ขนาดพื้นที่อากาศ	เพิ่มขึ้น
ความยอมตาม (Compliance)	
- ความยอมตามของผนังทรวงอก	ลดลง
- ความยอมตามของปอด	เพิ่มขึ้นและ/หรือไม่มีการเปลี่ยนแปลง
- ความยอมตามทั้งหมดของระบบหายใจ	ลดลง
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ	
(Muscle strength)	
- Maximum inspiratory pressure (MIP)	ลดลง
- Trans diaphragmatic pressure (Pdi)	ลดลง
- Maximum voluntary ventilation (MVV)	ลดลง
- Sniff nasal inspiratory pressure (SNIP)	ลดลง
การทำงานของระบบหายใจ (Lung function)	
- FEV1	ลดลง
- FVC	ลดลง
- ความจุปอดรวม (TLC)	ไม่เปลี่ยนแปลง
- ความจุชีพ (Vital capacity)	ลดลง
- ความจุค้างแฝง (Functional residual capacity	เพิ่มขึ้น
- ปริมาตรตกค้าง (Residual volume)	เพิ่มขึ้น
ความสามารถในการออกกำลังกาย	
(Exercise capacity)	
- สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_{2max})	ลดลง

2. หน้าที่ของระบบหายใจ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536 ; เลี้ยงชัย ลิ้มลอดวงษ์, 2539 ; ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์และสิทธา พงษ์พิบูลย์, 2553)

ระบบหายใจเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างออกซิเจนจากอากาศที่หายใจเข้าไปในปอดกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นของเสียจากการเมตาบอลิซึมของเซลล์ซึ่งละลายอยู่ในน้ำเลือดที่ถุงลมปอด สาเหตุที่ต้องมีการแลกเปลี่ยนก๊าซเกิดขึ้นในร่างกายเนื่องจากก๊าซออกซิเจนมีความสำคัญในขบวนการเมตาบอลิซึมของเซลล์และคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในเซลล์ หากมีการสะสมมากๆจะทำให้เซลล์ตาย ร่างกายจึงจำเป็นต้องกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ออกโดยการหายใจออกหรือบางส่วนถูกกำจัดออกทางไต มีส่วนน้อยที่อาจถูกเซลล์นำไปสังเคราะห์เป็นสารอินทรีย์อื่นๆ ต่อไปได้ การหายใจ (Respiration) จึงเป็นกิจกรรมของเซลล์ในสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นตลอดเวลา ในสภาวะปกติไม่ว่าจะเป็นการหายใจเข้าหรือการหายใจออกจะเป็นไปอย่างอัตโนมัติ หน้าที่สำคัญของระบบหายใจประกอบด้วย

1. รับออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายและขับคาร์บอดไดออกไซด์ที่เกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึมออกนอกร่างกาย

2. ควบคุมปริมารออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

3. ช่วยในการทำงารของหัวใจและทำให้เลือดกลับเข้าสู่หัวใจมากขึ้น

4. กำจัดและป้องกันสิ่งแปลกปลอมที่ปะปนมากับอากาศที่หายใจ เนื่องจากมีเซลล์มาโครฟาจ (Macrophages cells) ที่ผนังของถุงลมปอดและสามารถผลิตสารแอนติบอดี้ (Antibodies) ที่ทำหน้าที่ต่อต้านเชื้อโรคได้

5. ช่วยควบคุมสมดุลกรดด่างของร่างกายให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

3. กระบวนการหายใจ (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และสิทธา พงษ์พิบูลย์, 2553 ; ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์, 2554)

กระบวนการหายใจ หมายถึง การทำงานของปอดตั้งแต่การหายใจเข้าเอาอากาศเข้าปอด แล้วมีการแลกเปลี่ยนออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ การขนส่งก๊าซจากปอดไปยังเซลล์ และมีการแลกเปลี่ยนก๊าซที่เซลล์ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ

1. **การหายใจภายนอก** (External respiration) หรือการหายใจระดับปอด (Pulmonary respiration) เป็นการนำอากาศเข้าสู่ปอดเพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างปอดกับเลือด

การขนส่งก๊าซจากเลือดไปยังเซลล์และเนื้อเยื่อ การขนส่งก๊าซจากเซลล์ และเนื้อเยื่อกลับไปยังปอด ตลอดจนการระบายอากาศออกจากร่างกาย

2. **การหายใจภายใน (Internal respiration)** หรือการหายใจระดับเซลล์ (Cellular respiration) เป็นการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างสารอาหารและก๊าซออกซิเจนทำให้ได้พลังงานในรูปของความร้อนซึ่งทำให้ร่างกายอบอุ่นและได้เอทีพี (ATP) ที่สามารถนำไปใช้ในกิจกรรมต่างๆ ของเซลล์ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์สำคัญของการหายใจ

การหายใจภายนอก คือ การทำงานของปอดที่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างเลือดที่ไหวเวียนในปอดกับอากาศที่หายใจเข้าไป ประกอบด้วยขบวนการสำคัญ 3 ประการ (ดวงจันทร์ ชัยธชวงศ์, 2546)

1. การระบายอากาศ (Ventilation) หมายถึง กระบวนการที่มีอากาศเคลื่อนเข้าสู่ปอดในขณะหายใจเข้าสลับกับการเคลื่อนที่ของอากาศออกจากปอดในขณะหายใจออก การแลกเปลี่ยนของอากาศจะสมบูรณ์ได้ เมื่อมีอากาศไหลเวียนเข้าสู่ปอดมีปริมาตรเพียงพอ

2. การแพร่ผ่านของก๊าซ (Diffusion) หมายถึง กระบวนการที่ก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถแพร่ผ่านเยื่อบางระหว่างถุงลมกับหลอดเลือดฝอยในปอด (Alveolar capillary membrane) โดยอาศัยความดันที่ต่างกันของก๊าซระหว่างเนื้อเยื่อทั้งสองด้าน โดยแพร่ผ่านจากด้านที่มีความดันสูงไปด้านที่มีความดันต่ำ

3. การกำซาบ (Perfusion) หมายถึง กระบวนการไหลเวียนของเลือดผ่านมายังหลอดเลือดฝอยของถุงลมปอด โดยการแลกเปลี่ยนของอากาศจะสมบูรณ์ได้เมื่อมีเลือดไหลเวียนผ่านปอดและมีปริมาตรเพียงพอที่จะกระจายไปยังถุงลมแต่ละถุงลมอย่างสม่ำเสมอ

4. โครงสร้างและอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ (ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2536 ; เลี้ยงชัย ลิ้มลอดวงษ์, 2539)

โครงสร้างทางเดินหายใจ ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

ส่วนนำอากาศเข้าสู่ร่างกาย (Conducting division) ประกอบด้วยอวัยวะที่ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของอากาศเข้าสู่ส่วนที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊ส โดยเริ่มตั้งแต่รูจมูก (Nostril) โพรงจมูก (Nasal cavity) คอหอย (Pharynx) กล่องเสียง (Larynx) หลอดลมคอ (Trachea) หลอดลมหรือบรอนคัส (Bronchus) หลอดลมฝอยหรือบรอนคิโอล (Bronchiole) เทอร์มินอลบรอนคิโอล (Terminal bronchiole)

ส่วนที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนก๊าซ (Respiratory division) เป็นส่วนของหลอดลมฝอยที่ต่อจากเทอร์มินอลบรอนคิโอล คือเรสไพราทอรีบรอนคิโอล ซึ่งจะมีการโป่งพองออกเป็นถุงลมย่อย (Pulmonary alveoli) ซึ่งทำให้สามารถแลกเปลี่ยนแก๊สได้ สำหรับส่วนที่ต่อจากเรสไพราทอรีบรอนคิโอลจะเป็นท่อถุงลม (Alveolar duct) ถุงลม (Alveolar sac) และถุงลมย่อย (Alveoli หรือ Pulmonary alveoli) ซึ่งอยู่บริเวณปลายสุด

อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ ประกอบด้วย

1. **กระดูก** (Bones) กระดูกที่เกี่ยวข้องกับระบบการหายใจประกอบด้วย

กระดูกสันหลังส่วนนอก (Thoracic vertebrae) ซึ่งเป็นกระดูกที่เป็นที่เกาะของกระดูกซี่โครง โดยกระดูกสันหลังส่วนนอกมีทั้งหมด 12 ชิ้น

กระดูกซี่โครง (Ribs) กระดูกซี่โครงมีทั้งหมด 24 ชิ้น (12 คู่) ข้างละ 12 ชิ้น กระดูกซี่โครงคู่ที่ 1-7 จะโค้งจากกระดูกสันหลังส่วนอกมาเกาะกับกระดูกอกทางด้านหน้าเรียกว่า ทรูริบส์ (True ribs) กระดูกซี่โครงคู่ที่ 8-10 เชื่อมต่อกันและไปเชื่อมกับกระดูกอ่อนของกระดูกซี่โครงที่อยู่ข้างบน กระดูกซี่โครงคู่ที่ 11-12 จะไม่มีกระดูกอ่อนและไม่มีการเชื่อมต่อกับกระดูกใด ๆ เรียกว่า กระดูกซี่โครงลอยหรือ โฟลติงริบส์ (Floating ribs)

กระดูกอก (Sternum) เป็นกระดูกที่อยู่ทางด้านหน้าของลำตัว มีรูปร่างแบนตรง ยาวประมาณ 15-20 เซนติเมตร โดยเริ่มจากบริเวณส่วนล่างของคอลงมาจนถึงส่วนบนของช่องท้องมีกระดูกซี่โครงมาเชื่อมต่อ 7 คู่ส่วนปลายด้านล่างของกระดูกเป็นกระดูกอ่อนยื่นออกมาเรียกว่าไซฟอยด์โพรเซสส์ (Xiphoid process)

2. **กล้ามเนื้อ** (Muscles) กล้ามเนื้อที่สำคัญและเกี่ยวข้องกับการหายใจแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ

2.1 **กล้ามเนื้อหายใจเข้า** (Inspiratory muscles) ประกอบด้วย

กล้ามเนื้อกระบังลม (Diaphragm) มีความสำคัญที่สุดอากาศที่หายใจเข้าประมาณร้อยละ 75 เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อนี้ ขณะที่หายใจออกกล้ามเนื้อกระบังลมจะมีลักษณะเป็นรูปโดม และเมื่อหายใจเข้ากล้ามเนื้อกระบังลมจะลดตัวต่ำลงเพิ่มขนาดของช่องอกในแนวตั้งให้มากขึ้นและยังช่วยดันให้ซี่โครงส่วนล่างเคลื่อนที่ขึ้นด้วยขณะที่หายใจแบบปกติ กล้ามเนื้อกระบังลมจะเคลื่อนตัวต่ำลง 1-2 เซนติเมตร แต่ถ้าหายใจเข้าเต็มที่กล้ามเนื้อกระบังลมอาจเคลื่อนตัวต่ำลงได้ถึง 10-12 เซนติเมตร เส้นประสาทที่มาเลี้ยงกล้ามเนื้อกระบังลม คือ ประสาทเฟรนิค (Phrenic nerve) ถ้าหากเส้นประสาทนี้ถูกทำลายจะทำให้กล้ามเนื้อกระบังลมทำงานไม่ได้และเป็นอัมพาต

กล้ามเนื้อยึดซี่โครงด้านนอก (External intercostal muscles) มีความสำคัญน้อยกว่ากล้ามเนื้อกระบังลม โดยเมื่อหดตัวจะทำให้อากาศไหลเข้าปอดได้ประมาณร้อยละ 25 การหดตัวของกล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครงด้านนอกทำให้กระดูกซี่โครงทางด้านหน้าเคลื่อนขึ้นด้านบนและออกไปทางด้านหน้าทำให้เพิ่มขนาดของช่องอกทางแนวนอน เส้นประสาทที่มาเลี้ยงกล้ามเนื้อคือ เส้นประสาทระหว่างซี่โครง (Intercostal nerves)

กล้ามเนื้อสำหรับเสริม (Accessory muscles of inspiration) ได้แก่ กล้ามเนื้อ "Scelena" ช่วยยกกระดูกซี่โครง 2 อันบน และกล้ามเนื้อ "Sternocleidomastoid" ช่วยยกกระดูกหน้าอกขึ้น โดยการหายใจปกติจะไม่ใช้กลุ่มกล้ามเนื้อสำหรับเสริม ยกเว้นในขณะที่มีรูปแบบการหายใจผิดปกติ (Breathing pattern disorder) หรือในขณะออกกำลังกาย

2.2 **กล้ามเนื้อหายใจออก** (Expiratory muscles) ในการหายใจปกติไม่จำเป็นต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อ แต่อาศัยการคืนตัวกลับของปอด (Elastic recoil) โดยปอดหดตัวกลับและเกิดการผ่อนคลายของกล้ามเนื้อทำให้เกิดการหายใจเข้า แต่ถ้าหากมีการหายใจออกมากกว่าปกติ จะมีการหดตัวของกล้ามเนื้อหายใจออก คือกล้ามเนื้อหน้าท้อง (Abdominal muscle) ซึ่งจะไปดันกล้ามเนื้อกระบังลมขึ้นทำให้ช่องอกแคบลง นอกจากนี้ยังมีความสำคัญและจำเป็นในการไอ จาม อาเจียน เบ่งปัสสาวะและอุจจาระและกล้ามเนื้อยึดซี่โครงด้านในซึ่งจะทำให้ซี่โครงลดต่ำลงทำให้เกิดการหายใจออกเช่นกัน

5. **กลไกการหายใจ** (สุวรรณา หังสพฤกษ์, สุพัตรา โล่ห์สิริวัฒน์ และสุพรพิมพ์ เจียสกุล, 2541)

กลไกการหายใจประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือ

1. **กลไกการหายใจเข้า**

ปอดทั้งสองข้างถูกล้อมด้วยกระดูกซี่โครง กล้ามเนื้อยึดซี่โครง และกระบังลม หลังจากหายใจออกสิ้นสุดลง กล้ามเนื้อกระบังลมจะคลายตัว ทำให้เป็นลักษณะรูปโดมยื่นเข้าไปในช่องอกและกระดูกซี่โครงทั้งหมดจะหุบลง เมื่อเริ่มต้นหายใจเข้า (Inspiration) สมองจะส่งสัญญาณมาทางเส้นประสาทเฟรนิค (Phrenic nerve) ทำให้กล้ามเนื้อกระบังลมหดตัวและส่งสัญญาณมาทางเส้นประสาทระหว่างซี่โครง (Intercostal nerve) ทั้งสองข้างพร้อมกันเพื่อทำให้กล้ามเนื้อซี่โครงชั้นนอก (External intercostal muscles) หดตัว เมื่อกล้ามเนื้อกระบังลมหดตัวโดมของกระบังลมจะแบนราบลงทำให้เพิ่มปริมาตรของช่องอกในแนวตั้ง ส่วนการหดตัวของกล้ามเนื้อซี่โครงชั้นนอกจะทำให้ซี่โครงรูปโค้งถูกยกตัวสูงขึ้นและกางออกจะเพิ่มปริมาตรช่องอกใน

แนวขวางและแนวหน้าหลัง โดยปกติการยกซี่โครงขึ้นจะเพิ่มปริมาตรทางแนวหน้าหลังและการยกซี่โครงชิ้นล่างจะเป็นการเพิ่มปริมาตรในแนวขวางเมื่อปริมาตรของช่องอกเพิ่มขึ้น ความดันภายในถุงลมก็จะต่ำกว่าความดันอากาศภายนอก อากาศก็จะไหลเข้าโดยผ่านทางจมูกและหลอดลม จะเห็นได้ว่า การหายใจเข้าเป็นกลไกที่ต้องใช้พลังงานและหากมีการเพิ่มการหายใจเร็วขึ้น เช่น ระหว่างออกกำลังกาย กล้ามเนื้อก็ต้องใช้พลังงานมากขึ้นและอาจมีการใช้กล้ามเนื้ออื่นๆ เพิ่มเติม เช่น กล้ามเนื้อกล้ามเนื้อสเตอร์โนไคลโดมาสตอยด์ (Sternocleidomastoid) ที่บริเวณคอเพื่อยกกระดูกสันอก (Sternum) กล้ามเนื้อสเคลีน (Scalene) เพื่อยกกระดูกซี่โครงชิ้นบนหรือกล้ามเนื้อแผ่นหลังเพื่อยืดกระดูกสันหลังและทำให้อกแอ่นขึ้น

2. กลไกการหายใจออก

การหายใจออก (Expiration) ปกติจะไม่มีการใช้พลังงาน จะอาศัยเพียงการคลายตัวของกล้ามเนื้อและการยุบตัวลงของทรวงอกเท่านั้น กล้ามเนื้อกระบังลมจะคลายตัวและถูกอวัยวะในช่องท้องดันขึ้นไปบนช่องอกอย่างเดิม เมื่อปริมาตรช่องอกลดลงจะเป็นการเพิ่มแรงดันบวก ทำให้ความดันภายในช่องอกสูงกว่าภายนอก อากาศจึงถูกดันให้ไหลออกจากปอด การหายใจออกจะใช้พลังงานก็ต่อเมื่อมีการหายใจออกมากกว่าปกติ เช่น ระหว่างออกกำลังกาย หรือในทางเดินอากาศที่มีการอุดกั้น จึงต้องพยายามหายใจออกด้วยแรงพยายามที่มากขึ้น (Forced expiration) ในกรณีเช่นนี้ กล้ามเนื้อที่ช่วยในการหายใจออกก็คือ กล้ามเนื้อซี่โครงชั้นใน (Internal intercostal muscles) จะดึงเอากระดูกซี่โครงให้หุบลงมา ทำให้ช่องอกมีขนาดเล็กลง และกลุ่มกล้ามเนื้อหน้าท้อง (Oblique abdominal muscle, Rectus abdominis muscle) เมื่อหดตัวก็จะดึงซี่โครงชิ้นล่างๆ ลงมาพร้อมทั้งดันอวัยวะที่อยู่ภายในช่องท้องให้เคลื่อนที่ขึ้นไปดันกล้ามเนื้อกระบังลมให้สูงขึ้นเพื่อลดปริมาตรช่องอกและเพิ่มแรงดันบวกในทางเดินหายใจ

การสูดอากาศเข้าไปในปอด (Inhale) และปล่อยอากาศออกจากปอด (Exhale) รวมทั้งหมดเรียกว่าการหายใจ (Breathing) โดยมีกล้ามเนื้อกระบังลม กระดูกซี่โครง กล้ามเนื้อยึดซี่โครงด้านนอกและกล้ามเนื้อยึดซี่โครงด้านในเป็นตัวกระทำ การหายใจที่เกิดจากกล้ามเนื้อกระบังลมเรียกว่า การหายใจส่วนท้อง (Abdominal breathing) ซึ่งมีความสำคัญประมาณร้อยละ 75 และการหายใจที่เกิดจากกระดูกซี่โครงและกล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครงด้านนอก เรียกว่า การหายใจส่วนอก (Chest breathing) ซึ่งมีความสำคัญประมาณร้อยละ 25 การหายใจส่วนท้องและการหายใจส่วนอก นี้จะทำงานร่วมกันทำให้เกิดการหายใจเข้าและการหายใจออกอย่างสม่ำเสมอ เมื่อกล้ามเนื้อกระบังลมและกล้ามเนื้อยึดซี่โครงด้านนอกหดตัว ทำให้ทรวงอกและปอด

ขยายตัวขึ้น ปริมาตรภายในช่องอกเพิ่มขึ้น ดังนั้นความดันภายในช่องอกจึงลดลงและต่ำกว่าความดันบรรยากาศภายนอก อากาศภายนอกจึงเคลื่อนตัวเข้าสู่ปอด จนทำให้ความดันภายนอกและความดันภายในปอดเท่ากันแล้วอากาศก็จะไม่เข้าสู่ปอดอีก เรียกว่า การหายใจเข้า (Inspiration) เมื่อกล้ามเนื้อกระบังลมและกล้ามเนื้อยึดซี่โครงด้านนอกคลายตัวลงทำให้ปอดและทรวงอกมีขนาดเล็กลง ปริมาตรของอากาศในปอดจึงลดลงด้วยทำให้ความดันภายในปอดสูงกว่าบรรยากาศภายนอก อากาศจึงเคลื่อนที่ออกจากปอดจนความดันในปอดลดลงเท่ากับความดันภายนอก อากาศก็จะหยุดการเคลื่อนที่ซึ่งเรียกว่าการหายใจออก (Expiration) การหายใจเข้าและการหายใจออกนี้ จะเกิดสลับกันอยู่เสมอ ในสภาวะปกติผู้ใหญ่จะหายใจประมาณ 15 ครั้งต่อนาที ส่วนในเด็กมีอัตราการหายใจสูงกว่าผู้ใหญ่เล็กน้อย ในขณะที่ร่างกายมีความเมื่อยล้าเนื่องจากการทำงานหรือออกกำลังกาย อัตราการหายใจจะเพิ่มสูงขึ้นมากกว่านี้

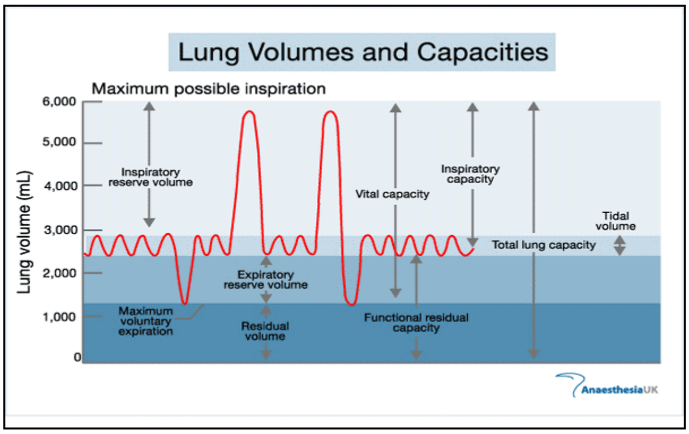
การหายใจเข้าและออกจะได้ผลดีขึ้นประกอบด้วย (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์, 2554)

1. ระบบกล้ามเนื้อ แรงของกล้ามเนื้อเพื่อเพิ่มปริมาตรของทรวงอกมีมากน้อยเพียงใด

2. ระบบความยืดหยุ่นของ การยืดหยุ่นมีทั้งในปอดและกระดูกอ่อนของทรวงอก

3. พลังงานที่ใช้ในการผลักดันอากาศผ่านเข้าช่องทางเดินหายใจ ในภาวะปกติความสำคัญน้อยมาก แต่ถ้าหลอดลมถูกอุดตันหรืออุดกั้นจะต้องใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น

6. **ปริมาตรและความจุปอด** (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และสิทธา พงษ์พิบูลย์, 2553)



ภาพที่ 2 ปริมาตรและความจุปอด

(AnaesthesiaUK, 2004)

ปริมาตรของปอด

1. ปริมาตรหายใจเข้าออกปกติ (Tidal volume, TV) คือ ปริมาตรของอากาศที่ผ่านเข้าออกในปอดขณะหายใจปกติ ประมาณ 300-500 มิลลิลิตร

2. ปริมาตรหายใจเข้าสำรอง (Inspiratory reserve volume, IRV) คือ ปริมาตรของอากาศที่สามารถหายใจเข้าไปได้หลังจากหายใจเข้าปกติแล้วประมาณ 2,500-3,500 มิลลิลิตร

3. ปริมาตรหายใจออกสำรอง (Expiratory reserve volume, ERV) คือ ปริมาตรอากาศที่สามารถหายใจออกได้หลังจากการหายใจออกปกติประมาณ 1,500 มิลลิลิตร

4. ปริมาตรตกค้าง (Residual volume, RV) คือ ปริมาตรที่ยังตกค้างภายในปอดซึ่งไม่สามารถวัดได้ด้วยสไปโรมิเตอร์ (Spirometer) ในคนปกติมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,500 มิลลิลิตร

ความจุของปอด

1. ความจุหายใจเข้า (Inspiratory capacity, IC) คือ ความจุของปอดที่สามารถกักเก็บอากาศได้มากที่สุดหลังจากการหายใจออกตามปกติ ซึ่งเป็นค่าผลรวมของ TV และ IRV ในคนปกติมีค่าประมาณ 3,000 มิลลิลิตร

2. ความจุชีพ (Vital capacity, VC) คือ ความจุของปอดที่หายใจเข้ามากหรือลึกที่สุดหลังจากหายใจออกอย่างเต็มที่ ซึ่งเป็นค่าเป็นผลรวมของ TV, IRV และ ERV ในคนปกติมีค่าเฉลี่ยประมาณ 4,500 มิลลิลิตร

3. ความจุค้างแฝง (Functional residual capacity, FRC) คือ ปริมาตรของอากาศที่เหลืออยู่ในปอดหลังจากหายใจออกปกติแล้ว ค่านี้จะวัดจากสไปโรมิเตอร์ไม่ได้เนื่องจาก FRC คือ ผลรวมของ ERV และ RV โดยค่า RV วัดด้วยสไปโรมิเตอร์ไม่ได้ ทำให้ค่า FRC จึงวัดไม่สามารถวัดได้เช่นกัน ในคนปกติมีค่าเฉลี่ยประมาณ 3,000 มิลลิลิตร

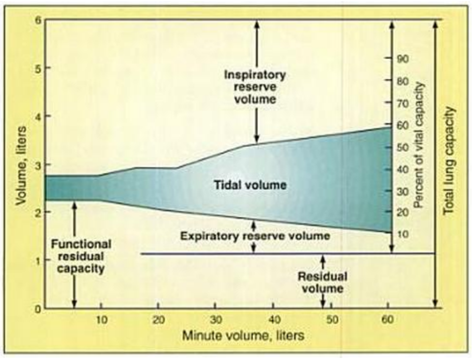
4. ความจุปอดรวม (Total lung capacity, TLC) คือ ปริมาตรของอากาศทั้งหมดที่ปอดสามารถกักเก็บอากาศได้เต็มที่ โดยทั่วไปมีค่าเฉลี่ยประมาณ 6,000 มิลลิลิตร

ในคนปกติปริมาตรและความจุของปอดขึ้นอยู่กับความสูง ในเด็กก่อนวัยหนุ่มสาวยิ่งแปรผันมากตามความสูง โดยคนสูงมีปริมาตรของอากาศที่บรรจุได้เต็มที่ในปอดหรือความจุปอดรวม (TLC) และมีความจุของปอดที่หายใจเข้าเต็มที่และหายใจออกเต็มที่หรือความจุชีพมากกว่าคนเตี้ย นอกจากนี้ยังขึ้นกับตำแหน่งของร่างกายด้วย เช่น ในท่านอน FRC จะลดลงแต่ TLC คงเดิม เนื่องจากในท่านอนกระบังลมจะถูกอวัยวะภายในช่องท้องดันให้สูงขึ้น ผู้ป่วยในระบบทางเดินหายใจจะหายใจไม่สะดวกในท่านอนหงาย แต่จะหายใจสะดวกขึ้นในท่านั่งหรือเอนตัว การหายใจเข้าออกปกติในขณะพัก ปริมาตรของอากาศที่เข้าหรือออกประมาณครั้งละ 500 มิลลิลิตร อากาศ

ส่วนที่เข้าไปนี้จะค้างอยู่ในท่อทางเดินอากาศ (Conducting airway) เรียกว่า ปริมาตรอับหรือแอนาโทมิคอล เดด สเปซ (Anatomical dead space) ซึ่งมีปริมาตรประมาณ 150 มิลลิลิตร ดังนั้นอากาศที่เข้าไปจนถึงถุงลมปอดและมีการแลกเปลี่ยนแก๊สจะมีเพียง 350 มิลลิลิตรเท่านั้น

7. การหายใจลึกกับอัตราการหายใจ (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์, 2554)

การเพิ่มอัตราการหายใจและการหายใจลึกเพื่อคงรักษาสภาพการระบายอากาศในถุงลมระหว่างการเพิ่มความหนักของการออกกำลังกาย ในการออกกำลังกายระดับปานกลาง นักกีฬาที่ฝึกความอดทนจะมีการระบายอากาศในถุงลมอย่างเพียงพอโดยการเพิ่มการหายใจเข้าออกปกติ (Tidal volume) และเพิ่มอัตราการหายใจเล็กน้อยด้วยการหายใจให้ลึกขึ้น การระบายอากาศในถุงลมเพิ่มจาก 70% ของปริมาตรอากาศหายใจใน 1 นาที (Minute ventilation) ในขณะพักจะเปลี่ยนแปลงมากกว่า 85% ของการระบายอากาศทั้งหมดขณะออกกำลังกายที่เกิดเพิ่มขึ้นได้เนื่องจากการหายใจลึกมากขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรการหายใจเข้าออกปกติเพิ่มขึ้นและเข้าสู่ถุงลมได้มากขึ้น ดังรูปที่ 3 แสดงว่า การเพิ่มปริมาตรการหายใจเข้าออกปกติขณะออกกำลังกายเป็นผลมาจากปริมาตรการหายใจเข้าสำรอง (Inspiratory reserve volume) ขยายใหญ่ขึ้นด้วยการลดปริมาตรการหายใจออกสำรองหากการออกกำลังกายเพิ่มมากขึ้นปริมาตรการหายใจออกปกติเริ่มมีความชันที่ 60% ของปริมาตรการหายใจเข้าออกปกติ ต่อจากนั้นการเพิ่มปริมาตรการหายใจใน 1 นาที เป็นผลมาจากการเพิ่มอัตราการหายใจ การปรับตัวในการระบายอากาศเกิดจากการพัฒนารูปแบบการหายใจของแต่ละบุคคลที่จะผสมผสานอัตราการหายใจกับปริมาตรการหายใจเข้าออกปกติเพื่อให้การระบายอากาศในถุงลมกับการกำซาบในถุงลมพอดีกัน



ภาพที่ 3 ปริมาตรของการหายใจเข้าออกปกติ (Tidal volume) และค่าอื่นๆ ของปริมาตรปอดในขณะพักและออกกำลังกาย (McArdle, Katch and Katch, 2000)

8. ความต้านทานการหายใจ (จวงจันทร์ ชัยธชวงศ์, 2546 ; ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์, 2554)

เป็นความต้านทานในการหายใจที่ต่อต้านการหดตัวของกล้ามเนื้อหายใจ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. Elastic resistance **ของปอดและทรวงอก**

ปอดและทรวงอกมีความยืดหยุ่นเมื่อปอดและทรวงอกขยายใหญ่จากการหดตัวของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการหายใจก็จะมีแรงต้านที่ทำให้ทรวงอกและปอดกลับสู่สภาพเดิมเรียกแรงต้านนี้ว่า Elastic resistance เมื่อกล้ามเนื้อหายใจคลายตัวแรงต้านดังกล่าวจะหมดไป ปอดและทรวงอกคืนกลับสู่สภาพเดิมจึงยืดหดได้ จึงเปรียบเทียบได้กับสปริงซึ่งเป็นไปตามกฎของฮุค (Hooke’s law) ที่ว่าระยะทางที่สปริงถูกยืดออกจะแปรผันเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงที่ต้องใช้ในการยืดสปริง

Elastice recoil ของปอดหรือ Lung recoil เกิดจากความยืดหยุ่นของเนื้อปอดครึ่งหนึ่ง อีกครึ่งหนึ่งเกิดจากแรงตึงผิวที่ด้านในของถุงลม สำหรับ Elastic recoil ของทรวงอกหรือ Thoracic recoil เกิดจากการยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหายใจ เอ็น พังผืดของทรวงอก เมื่อสิ้นสุดของการหายใจออกปกติจะทำให้ Lung recoil เท่ากับ Thoracic recoil แต่เป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามโดย Lung recoil พยายามดึงปอดให้ยุบตัวเข้าหากันในขณะที่ Thoracic recoil พยายามขยายทรวงอกออก

ความยืดหยุ่นของปอด (Compliance) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของปริมาตรต่อหนึ่งหน่วยความดันที่เปลี่ยนไปมีหน่วยเป็นลิตรหรือมิลลิลิตรต่อเซนติเมตรน้ำ ดังสมการ $C = \Delta v/\Delta P$ เมื่อ C คือ ความยืดหยุ่น V คือ ปริมาตรที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อความดันเปลี่ยนไปมีหน่วยเป็นลิตรหรือมิลลิลิตร และ P คือ ผลต่างของความดันระหว่างผนังด้านในและด้านนอกของปอด มีหน่วยเป็นเซนติเมตรน้ำ ค่าความยืดหยุ่นของปอด (Lung compliance) สามารถบอกได้ว่าปอดมีความยืดหยุ่นดีหรือไม่

แรงตึงผิวมีผลต่อการคืนตัวของปอด ดังนั้นแรงตึงผิว (Surface tension) คือ แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของสสารที่พื้นผิวระหว่างสสารต่างสถานะ เพื่อให้ผิวสัมผัสมีพื้นที่น้อยที่สุด เช่น ระหว่างของเหลวกับก๊าซเนื่องจากพื้นผิวของถุงลมที่สัมผัสกับอากาศจะมีฟิล์มบางๆ ของน้ำนอกเซลล์เคลือบอยู่จึงทำให้เกิดผิวสัมผัสระหว่างอากาศและน้ำ แรงตึงผิวรอบๆ ถุงลมพยายามทำให้ถุงลมแฟบลง ถ้าความดันในถุงลมไม่มากพอที่จะต้านได้ ดังนั้นนักสรีรวิทยาจึงใช้กฎของลาปลาซ (Laplace’s law) อธิบายได้ว่า ความดันภายในรูปทรงกลมจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความตึงผิว และจะเป็นปฏิภาคกลับรัศมีดังสมการ $P = 2T/r$ เมื่อ P คือ ความดันภายในรูปทรงกลม (ในถุงลม

คือ Intra-alveolar pressure) T คือ แรงตึงผิว (ไดน์/ซม.^{2}) และ r คือ รัศมีของรูปทรงกลม (ซม.) แรงตึงผิวที่ผนังถุงลมคงที่ (T) แรงที่ใช้ในการทำให้ถุงลมพองอยู่ได้ จะแปรผกผันกับรัศมีของถุงลมนั้น นั่นคือ ถุงลมมีขนาดเล็ก (r มีค่าน้อย) แรงดันภายในถุงลม (P) จะต้องมากขึ้นเท่านั้น ดังนั้นในช่วงที่ปอดเริ่มขยายตัว ถุงลมที่มีขนาดใหญ่จะขยายออกก่อนเมื่อความดันเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ถุงลมที่มีขนาดเล็กจึงขยายตามมา

การเกิดแรงตึงผิวที่ผนังของถุงลมจะทำให้ถุงลมมีขนาดเล็กลงแต่ถุงลมจะคงรูปอยู่ได้ด้วยความดันภายในถุงลม (Intra-alveolar pressure) มีค่าเท่ากับแรงตึงผิวแต่มีทิศทางตรงกันข้าม ด้านในของถุงลมมีสารลดแรงตึงผิว (Pulmonary surfactance) ทำหน้าที่ช่วยลดแรงตึงผิวของถุงลม จึงช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของปอดทำให้การออกแรงต้านขณะหายใจเข้าน้อยลง สารชนิดนี้ยังช่วยป้องกันไม่ให้ถุงลมแฟบลงและป้องกันการพองโตเกินขนาด

2. Non-elastic resistance

แบ่งออกเป็นความต้านทางของเนื้อเยื่อ (Tissue resistance) มีประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ และความต้านทานของทางเดินหายใจ (Airway resistance) มีประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์

2.1 ความต้านทานของเนื้อเยื่อ

เป็นความต้านทานที่เกิดจากการเสียดสี (Friction resistance) ของเนื้อเยื่อที่เคลื่อนไหวระหว่างการหายใจเข้าออก คือ เนื้อปอด กระดูกซี่โครง กระบังลม อวัยวะภายในช่องท้อง ซึ่งพบว่าเกิดขึ้นน้อยมากในคนปกติ

2.2 ความต้านทานของทางเดินหายใจ

เป็นความต้านทานที่เกิดจากการเสียดสีระหว่างโมเลกุลของอากาศด้วยกันเองกับท่อทางเดินหายใจ ในการหายใจปกติ แรงส่วนใหญ่จะใช้เพื่อเอาชนะความต้านทานของปอดและทรวงอก แต่ความต้านทานของทางเดินหายใจปกติจะน้อย ใช้แรงเพียงเล็กน้อยก็ทำให้อากาศไหลเวียนได้ แต่เมื่อมีการหายใจเร็วขึ้นในกรณีขณะออกกำลังกาย หรือทางเดินอากาศมีขนาดเล็กลง เช่น ในโรคหอบหืด หรือมีเสมหะอุดกั้นทางเดินหายใจ จะทำให้ความต้านทานของทางเดินอากาศเพิ่มขึ้น และทำให้ต้องออกแรงหายใจมากขึ้น

9. การควบคุมการหายใจ (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์, 2554)

การหายใจตามปกติในขณะพักมีปัจจัยที่ควบคุมการหายใจ 2 ส่วน คือ

1. การควบคุมโดยระบบประสาท (Nervous regulation) เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการทำให้เกิดการหายใจ เพราะเป็นผลมาจากคุณสมบัติของประสาทยนต์ ซึ่งเซลล์ประสาทเมดัลลา (Medulla) เป็นตัวกำหนดคำสั่ง ประกอบด้วย ศูนย์การหายใจและรีเฟล็กซ์

2. การควบคุมโดยสารเคมี (Chemical regulation) ความเข้มข้นของสารเคมีที่สำคัญที่สุดได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน และไฮโดรเจนไอออนในเลือด

1. การควบคุมโดยระบบประสาท

ศูนย์การหายใจ (Respiratory center) มีเซลล์ประสาทอยู่ในเมดัลลา (Medulla) อยู่ที่ก้านสมองส่วนล่าง ประกอบด้วย

1.1 ศูนย์การหายใจเข้า (Inspiratory center: I.C.)

เซลล์ประสาทจะรวมกลุ่มกันเป็นศูนย์การหายใจเข้า อยู่บริเวณส่วนหน้าของเมดัลลา เมื่อศูนย์นี้ทำงานจะส่งกระแสประสาทยนต์ไปยังกล้ามเนื้อที่ช่วยในการหายใจเข้า เช่น กระบังลม และกล้ามเนื้อยึดซี่โครงด้านนอก

1.2 ศูนย์การหายใจออก (Expiratory center: E.C.)

เซลล์ประสาทจะรวมกลุ่มกันเป็นศูนย์การหายใจออก อยู่บริเวณทางด้านหลังของเมดัลลา เมื่อศูนย์นี้ทำงานจะส่งกระแสประสาทยนต์ไปยังกล้ามเนื้อที่ช่วยในการหายใจออก เช่น กล้ามเนื้อยึดซี่โครงด้านใน

การทำงานของศูนย์หายใจเข้า และศูนย์หายใจออกยังได้รับอิทธิพลของกลุ่มเซลล์ประสาทอื่นอีก คือ ศูนย์แอปนิวส์ติก (Apneutic center) สามารถทำให้เกิดคลื่นประสาทได้เองตลอดเวลา นอกจากนี้ในก้านสมองที่อยู่เหนือขึ้นไปเรียกว่า พอนส์ (Pons) เซลล์ประสาทกลุ่มนี้ทำให้เกิดคลื่นประสาทได้เป็นระยะๆ ทำหน้าที่คอยยับยั้งการทำงานของศูนย์แอปนิวส์ติก เรียกกลุ่มเซลล์นี้ว่า ศูนย์นิวโมแทกซิก (Pneumotaxic center) แต่ละศูนย์ที่เกี่ยวข้องกับการหายใจส่งคลื่นประสาท เพื่อกระตุ้นและยับยั้งการทำงานของกันและกัน ผลลัพธ์คือ ในจังหวะการหายใจเข้า ศูนย์การหายใจเข้าส่งคลื่นประสาทมายังเซลล์ประสาทสั่งการในไขสันหลังให้ส่งคลื่นประสาทออกมายังกล้ามเนื้อหายใจเข้า เมื่อกล้ามเนื้อหายใจเข้าหดตัวช่องอกและปอดขยาย ปริมาตรอากาศภายนอกเคลื่อนเข้าภายในปอด ขณะที่ปอดเพิ่มปริมาตร เซลล์รับสัมผัสในปอดถูกกระตุ้นและส่ง

คลื่นประสาทไปตามเวกัส ไปยังศูนย์ควบคุมการหายใจเพื่อยับยั้งการหายใจเข้าและกระตุ้นการหายใจออก

2. การควบคุมโดยสารเคมี

ร่างกายจำเป็นต้องเผชิญกับสถานการณ์ต่างๆ ซึ่งอาจจะกระทบกระเทือนต่อความต้องการของออกซิเจน สำหรับการออกซิเดชันสารอาหารจึงต้องมีการปรับการหายใจให้เข้ากับสภาวการณ์นั้นๆ ตัวการที่สำคัญซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการหายใจคือ ความดันย่อยของคาร์บอนไดออกไซด์ ความดันย่อยของออกซิเจน และพีเอชในเลือด

2.1 ผลของความดันย่อยของคาร์บอนไดออกไซด์

ระบบหายใจมีความไวมากต่อการเปลี่ยนแปลงความดันย่อยของคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศที่หายใจเข้าหรืออากาศในถุงลม ถ้าอากาศหายใจเข้ามีส่วนผสมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มมากขึ้นจากปกติ จะมีผลในการกระตุ้นการหายใจทำให้หายใจลึกขึ้น ปริมาตรหายใจเข้าออกปก (Tidal volume) เพิ่มขึ้น และอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น

2.2 ผลของความดันย่อยของออกซิเจน

ถ้าอากาศที่หายใจเข้ามีออกซิเจนลดลงก็จะมีผลในการกระตุ้นการหายใจเช่นกัน แต่ถ้าเปรียบเทียบกับการเพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์แล้วพบว่า มีความแตกต่างกันมาก นั่นคือความไวของการหายใจที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของออกซิเจนในอากาศที่หายใจน้อยกว่าคาร์บอนไดออกไซด์มาก ซึ่งอธิบายได้ดังนี้ ออกซิเจนในอากาศหายใจเข้าลดลง ทำให้ความดันย่อยของออกซิเจนในถุงลมน้อยลง ความดันย่อยในเลือดแดงที่ไหลออกจากปอดก็ลดลงด้วย การลดความดันย่อยของออกซิเจนในเลือดจะเป็นตัวกระตุ้นเซลล์รับสัมผัสสารเคมีที่บริเวณหลอดเลือดแดงใหญ่ เรียกว่า คาโรติดบอดี้ (Carotid body) และเอออติกบอดี้ (Aortic body) ให้ส่งคลื่นประสาทไปกระตุ้นศูนย์ควบคุมการหายใจในก้านสมองอีกทางหนึ่ง

2.3 ผลของพีเอช (pH)

นอกจากความดันย่อยของคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนในเลือดแล้ว พีเอชของเลือดก็มีผลต่อการหายใจ ถ้าพีเอชในเลือดลดลงจากเดิม 7.4 ลงไปประมาณ 0.2 หน่วย การหายใจจะถูกกระตุ้นเพิ่มขึ้น แต่การหายใจที่เพิ่มเนื่องจากพีเอชนั้นไม่มากเท่ากับผลของความดันย่อยของคาร์บอนไดออกไซด์ และการหายใจจะเพิ่มขึ้นสูงสุดที่พีเอชของเลือดประมาณ 7.0-7.1

ตัวรับของสารเคมี (Chemoreceptor) มี 2 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มที่อยู่บริเวณรอบนอก เรียกว่า คาโรติดบอดี้ (Carotid body) และเอออติกบอดี้ (Aortic body) จะถูกกระตุ้นเมื่อความดันย่อยของออกซิเจนในเลือดแดงมีค่าน้อยลงหรือความดันย่อยของคาร์บอนไดออกไซด์ในเลือดเพิ่มมากขึ้น

2. กลุ่มที่อยู่ส่วนกลาง คือ บริเวณเมดัลลา จะถูกกระตุ้นด้วยคาร์บอดไดออกไซด์และไฮโดรเจนไอออน

นอกจากนี้อาจเกิดจากปัจจัยอื่นในการควบคุมการหายใจ ได้แก่

การควบคุมการหายใจโดยกลไกการเคลื่อนไหว

ตัวรับความรู้สึกในข้อต่อ เอ็น และกล้ามเนื้อ มีอิทธิพลต่อการปรับตัวในการถ่ายเทอากาศในขณะออกกำลังกาย ซึ่งพบว่าเมื่อเริ่มมีการออกกำลังกายนั้นการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อลายข้อต่อและเอ็นจะกระตุ้นศูนย์หายใจทันทีจึงทำให้เกิดการหายใจเพิ่มขึ้นทันที ตัวรับกลไกการเคลื่อนไหวเรียกว่า “Mechanoreceptors” นอกจากนี้ยังมีตัวรับการยืดเหยียด (Stretch receptor) ที่ผนังของถุงลมในปอดและในกล้ามเนื้อหายใจจำนวนมากที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการหายใจเข้าและหายใจออก

การควบคุมการหายใจโดยความร้อน

ปริมาตรของอากาศที่หายใจใน 1 นาที (Minute ventilation) ขึ้นอยู่กับความร้อนและอัตราการหายใจ ในขณะพักค่านี้อยู่ในช่วง 6-10 ลิตร แต่เมื่อออกกำลังกายค่าปริมาตรของอากาศที่ใช้ในการหายใจ 1 นาที อาจเพิ่มขึ้น 120-150 ลิตรต่อนาที ในการออกกำลังกายระดับเบาถึงปานกลาง พบว่า มีความสัมพันธ์เป็นสัดส่วนตรงกับปริมาตรอากาศหายใจต่อนาทีและอัตราการใช้ออกซิเจนของร่างกาย แต่เมื่อออกกำลังกายอย่างหนักเกิดความร้อนมากขึ้นจะไปกระตุ้นศูนย์หายใจ ทำให้ความสัมพันธ์เช่นนี้หมดไป คือ ปริมาตรการหายใจเพิ่มมากขึ้นเกินกว่าอัตราการใช้ออกซิเจนที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทอากาศสูงสุดกับการใช้ออกซิเจนสูงสุด พบว่า ในขณะออกกำลังกายที่ระดับงานคงที่มีค่า 25 ลิตร ต่อการใช้ออกซิเจนในร่างกาย 1 ลิตร แต่เมื่อออกกำลังกายสูงสุดค่าการถ่ายเทอากาศเพิ่มขึ้นเป็น 35 ลิตร หรือ 40 ลิตร ต่อการใช้ออกซิเจนในร่างกาย 1 ลิตร

10. การตรวจสมรรถภาพปอด (สมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย, 2545)

การตรวจสมรรถภาพปอด (Pulmonary function test) เป็นการตรวจที่สำคัญและเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในกระบวนการวินิจฉัย ประเมินและติดตามผลการรักษาโรคระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคหืด โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง เป็นต้น นอกจากนี้การตรวจสมรรถภาพปอดยังสามารถบ่งถึงการเสื่อมของการทำงานของปอดก่อนที่อาการแสดงทางคลินิกจะเริ่มปรากฏ เนื่องจากปอดเป็นอวัยวะที่มีความสามารถสำรองสูง อาการแสดงจึงมักปรากฏหลังจากพยาธิสภาพในปอดเกิดขึ้นมากแล้ว

สไปโรเมตรีย์

คำจำกัดความ

สไปโรเมตรีย์ (Spirometry) หมายถึง การตรวจสมรรถภาพปอดโดยวัดปริมาตรของอากาศที่หายใจเข้าและออกจากปอด ซึ่งเครื่องมือที่ใช้วัดเรียกว่า สไปโรมิเตอร์ (Spirometer) ส่วนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและเวลาเรียกว่า สไปโรแกรม (Spirogram)

การตรวจวัดที่ได้จากการทดสอบด้วยสไปโรเมตรีย์ ประกอบด้วย

1. SVC (Slow vital capacity) เป็นปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจอย่างช้า ๆ จนสุดจากตำแหน่งที่หายใจเข้าเต็มที่ มีหน่วยเป็นลิตรที่อุณหภูมิกาย แรงดันบรรยากาศซึ่งอิ่มตัวด้วยไอน้ำ (BTPS)

2. FVC (Forced vital capacity) เป็นปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างรวดเร็วและแรงเต็มที่จนสุดจากตำแหน่งที่หายใจเข้าเต็มที่ มีหน่วยเป็นลิตรที่ BTPS ในภาวะปกติ FVC จะมีค่าเท่ากับ SVC แต่ FVC จะน้อยกว่า SVC เมื่อมีการอุดกั้นทางเดินอากาศหายใจหรือเมื่อผู้ทำการทดสอบไม่พยายามเต็มที่

3. FEV1 (Forced expiratory volume in one second) เป็นปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ จากตำแหน่งหายใจเข้าเต็มที่ FEV1 มีหน่วยเป็นลิตรและที่ BTPS และเป็นข้อมูลที่ใช้บ่อยที่สุดในการตรวจสมรรถภาพปอด

4. FEV1/FVC คำนวณได้จากการทำค่า FEV1 หารด้วย FVC และคูณด้วย 100 หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ เรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า percent FEV1 (%FEV1) เป็นข้อมูลที่ดีที่สุดที่แสดงถึงการอุดกั้นของหลอดลม

5. FEF 25-75% (Force expiratory flow at 25% - 75% of FVC) เป็นค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลของอากาศในช่วงกลางของ FVC มีหน่วยเป็นลิตรต่อวินาที หรือลิตรต่อนาที ที่ BTPS การทดสอบนี้มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงในหลอดลมขนาดเล็กที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่า 2 มิลลิเมตร

6. PEF (Peak expiratory flow) เป็นอัตราการไหลของอากาศหายใจออกที่สูงที่สุด ซึ่งจะเกิดขึ้นในช่วงต้นของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่จากตำแหน่งหายใจเข้าเต็มที่ มีหน่วยเป็นลิตรต่อนาที หรือลิตรต่อวินาที ที่ BTPS

ข้อบ่งชี้ในการทำสไปโรเมตรีย์

1. เพื่อการวินิจฉัยโรค

1.1 ในผู้ที่มีอาการ อาการแสดง หรือผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการที่ผิดปกติ ซึ่งอาจเกิดจากโรคทางระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ อาการเหนื่อย ไอ หายใจมีเสียงหวีด เจ็บหน้าอก ทรวงอกผิดรูป หรือภาพรังสีทรวงอกผิดปกติ

1.2 ในรายที่เป็นโรคที่มีผลต่อการทำงานของระบบหายใจ เพื่อประเมินระดับความรุนแรง

1.3 ในผู้ที่มีปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคทางระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ การสูบบุหรี่ อาชีพที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคปอดจากการประกอบอาชีพ เช่นทำงานในเหมืองแร่ เป็นต้น

1.4 ประเมินความเสี่ยงในการเกิดภาวะแทรกซ้อนด้านระบบหายใจในผู้ป่วยก่อนการผ่าตัด

2. การติดตามการรักษาหรือการดำเนินโรค

2.1 ติดตามผลการรักษา ได้แก่ ผลของยาขยายหลอดลมในผู้ป่วยที่มีการอุดกั้นของหลอดลม ประเมินผลของยาสเตียรอยด์ในผู้ป่วยหืด หรือ Interstitial lung disease เป็นต้น

2.2 ติดตามการดำเนินโรค เช่น ผู้ป่วยที่มีการอุดกั้นของหลอดลม, Interstitial lung disease, neuromuscular disease

2.3 ติดตามผู้ป่วยที่มีอาชีพเสี่ยงต่อการเกิดโรคระบบทางเดินหายใจจากการประกอบอาชีพที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคระบบหายใจ

2.4 ติดตามผลข้างเคียงของยาที่มีผลต่อระบบหายใจ

3. ประเมินระดับความทุพพลภาพ ในผู้ป่วยที่เกิดโรคจากการทำงาน ประเมินความเสี่ยงเพื่อทำประกันสุขภาพ

4. การสำรวจสุขภาพชุมชนและการศึกษาทางระบาดวิทยา

ข้อห้ามในการทำสไปโรเมตรีย์

1. ไอเป็นเลือด
2. ภาวะลมรั่วในช่องเยื่อหุ้มปอด
3. ระบบหลอดเลือดหรือหัวใจทำงานไม่คงที่ ได้แก่ ความดันโลหิตสูง ที่ยังไม่ได้รับการรักษาหรือควบคุมได้ไม่ดี, ความดันโลหิตต่ำ
4. เส้นเลือดแดงโป่ง (Aneurysm) ในทรวงอก, ท้องหรือสมอง
5. เพิ่งได้รับการผ่าตัด เช่น ผ่าตัดลอกกระจกตา
6. เพิ่งได้รับการผ่าตัด ช่องอก หรือช่องท้อง
7. ติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ เช่น วัณโรคปอดระยะติดต่อ
8. สตรีมีครรภ์ (ยกเว้นในรายที่จำเป็น)
9. ผู้มีอาการเจ็บป่วยที่อาจมีผลต่อการทดสอบสไปโรเมตรีย์ เช่น คลื่นไส้หรืออาเจียนมาก

ภาวะแทรกซ้อน

แม้ว่าการตรวจสไปโรเมตรีย์เป็นการตรวจที่ปลอดภัยแต่อาจพบภาวะแทรกซ้อนได้บ้างดังต่อไปนี้

1. ความดันในกะโหลกศีรษะเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ เป็นต้น
2. เวียนหัว, มึนงง และในบางรายอาจมีอาการหมดสติได้
3. อาการไอ
4. หลอดลมตีบ โดยเฉพาะในผู้ป่วยหืด หรือปอดอุดกั้นเรื้อรัง ที่ยังควบคุมอาการไม่ได้
5. เจ็บหน้าอก
6. ภาวะลมรั่วในช่องเยื่อหุ้มปอด
7. ขาดออกซิเจน จากการหยุดให้ชั่วคราวระหว่างการตรวจ

ปัญหาที่พบบ่อย

1. ปัญหาจากผู้รับการทดสอบ

ปัญหาที่พบบ่อยในการทดสอบที่มีสาเหตุมาจากผู้รับการทดสอบเอง ได้แก่

- เป่าไม่เต็มที่
- มีลมรั่วรอบๆ หลอดดอม (Mouth piece)
- หายใจเข้าหรือหายใจออกไม่เต็มที่
- เริ่มต้นเป่าช้าหรือลังเล
- ไอระหว่างการเป่า โดยเฉพาะในช่วงวินาทีแรก
- ลิ้นไปอุดหลอดดอม

- มีการปิดบริเวณช่องเปิดของสายเสียงบริเวณกล่องเสียง (Glottis)
- ทำไม่ถูกต้อง

2. ปัญหาจากเครื่องมือ

ปัญหาที่พบบ่อยในการทดสอบที่มีสาเหตุมาจากเครื่องมือจะขึ้นอยู่กับชนิดของไปโรมิเตอร์ (Spirometer) เช่นใน Volume-displacement spirometer อาจมีการรั่วที่สายต่อต่างๆหรือถ้าเป็นชนิดที่มี Kymograph เพื่อหมุนกระดาษก็จะต้องรอให้กระดาษหมุนด้วยความเร็วที่ต้องการก่อนที่จะให้ผู้ทดสอบเริ่มเป่า สำหรับ flow-sensing spirometers นั้นจะต้องให้ความสำคัญกับการสอบเทียบเครื่องมือวัด (Calibration)

วิธีการทดสอบสมรรถภาพปอด

อธิบายให้ผู้ถูกทดสอบเข้าใจถึงวิธีการและขั้นตอนการในการทดสอบ จากนั้นผู้วิจัยสาธิตวิธีการใช้เครื่องและให้ผู้ร่วมโครงการวิจัยทดลองใช้เครื่องจนคุ้นเคย จากนั้นจึงเริ่มทำการทดสอบดังนี้

วิธีการทดสอบสมรรถภาพปอด

↓

นั่งตัวและหน้าตรง เท้าทั้งสองข้างแตะกับพื้น

↓

หนีบจมูกด้วยคลิปหนีบจมูก (Nose clip)

↓

หายใจเข้าเต็มที่ (จนถึง Total lung capacity)

↓

อมหลอดอมและปิดปากให้แน่นรอบหลอดอม (Mouth piece)

↓

หายใจออกให้เร็วและแรงเต็มที่

↓

ทำการวัดซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง และมีเวลาพักในแต่ละครั้ง 2 นาที

↓

ตรวจสอบดูว่าเข้าเกณฑ์ Acceptability & Reproducibility หรือไม่

↓

นำค่าที่ดีที่สุดมาใช้วิเคราะห์

เกณฑ์การยอมรับ (Acceptability criteria)

1. เริ่มต้นถูกต้อง โดยหายใจเข้าจนสุดแล้วเป่าออกให้เร็วและแรง การดูว่าท่าทำถูกต้องหรือไม่ดูจากกราฟปริมาตร-เวลา ซึ่งต้องมี Extrapolated volume น้อยกว่า 5% ของ FVC หรือ 0.15 ลิตร แต่สำหรับเครื่องสไปโรมิเตอร์ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์จะคำนวณค่าให้

2. หายใจออกได้เต็มที่ โดยดูจากกราฟปริมาตร-เวลา ซึ่งเวลาในการหายใจออกต้องนานเพียงพออย่างน้อยที่สุดคือ 6 วินาทีและมี Plateau อย่างน้อย 1 วินาทีหรือมีเวลาหายใจออกน้อยกว่า 6 วินาทีแต่มี Plateau อย่างน้อย 1 วินาทีและต้องไม่มีอาการไอ ลมรั่วออกขณะเป่าหรือมีสิ่งไปอุดหลอดดอม (Mouthpiece) เช่น ลิ้น ฟันปลอม เป็นต้น

เกณฑ์การทำซ้ำ (Reproducibility criteria)

เลือกกราฟที่ได้ Acceptability criteria อย่างน้อย 3 กราฟมาพิจารณา Reproducibility โดยจะถือว่า Reproducibility เมื่อค่าของ FVC ที่มากที่สุดต่างจากค่า FVC ที่มีค่ารองลงมาไม่เกิน 200 มล.และค่า FEV_1 ที่มากที่สุดต่างจากค่า FEV_1 ที่รองลงมาไม่เกิน 200 มล.เช่นเดียวกัน

11. การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจนั้นสามารถวัดได้จากแรงดันที่เกิดขึ้นภายในทางเดินอากาศจากการหดตัวของกล้ามเนื้อหายใจ ซึ่งมีวิธีการที่ได้รับความนิยม 3 วิธี ดังต่อไปนี้

1. **Transdiaphragmatic pressure (Pdi)** เป็นวิธีการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกระบังลมโดยตรง (Invasive method) ด้วยการสอดท่อวัดแรงดันอากาศเข้าไปในร่างกายบริเวณหลอดอาหารและกระเพาะอาหารแล้ววัดแรงดันที่เกิดขึ้นขณะหายใจเข้าในช่วงที่มีการกระตุ้นเส้นประสาทฟรีนิค (Phrenic nerve) และเส้นประสาทกระดูกสันหลังส่วนอก (Thoracic nerve) ซึ่งทำให้กล้ามเนื้อกระบังลมและกล้ามเนื้อยึดซี่โครงทำงานและทำให้เกิดแรงดันขึ้นภายในช่องอก โดยค่า Transdiaphragmatic pressure (Pdi) เป็นผลต่างของแรงดันระหว่างแรงดันในหลอดอาหาร (Esophagus pressure: Pes) กับแรงดันในกระเพาะอาหาร (Gastric pressure: Pga) การวัดด้วยวิธีนี้จะมีความซับซ้อนและต้องควบคุมตัวแปรอื่นๆ เพื่อเพิ่มความแม่นยำของค่าที่วัดได้ จึงทำให้วิธีนี้ไม่ค่อยได้รับความนิยม (Romer and Polkey, 2008)

2. **Mouth pressure** เป็นวิธีการวัดแรงดันอากาศสูงสุดทางปากในขณะหายใจเข้าและหายใจออก จึงจัดเป็นการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจทางอ้อม (Non-invasive method) วิธีวัดนี้เป็นที่นิยมเพราะทำได้ง่ายและให้ผลการทดสอบที่รวดเร็ว มีหน่วยการวัดเป็นเซนติเมตรน้ำ (Enright, Chatham, Ionescu et al., 2004 ; Enright, Chatham, Ionescu et al., 2007)

- Maximal inspiratory pressure (MIP)

ค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้า หมายถึงแรงดันลบที่เกิดจากการสูดหายใจเข้าเต็มที่จากปอดที่มีปริมาตรคงค้าง (Residual volume: RV) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า

- Maximal expiratory pressure (MEP)

ค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจออก หมายถึง แรงดันบวกสูงสุดที่เกิดจากการเป่าลมออกเต็มที่จากปอดที่ความจุปอดรวม (Total lung capacity: TLC) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออก

การแปลผล - MIP < 70 -80 cmH_2O มีความอ่อนแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า

- MEP < 80 cmH_2O มีความอ่อนแรงของกล้ามเนื้อหายใจออก

3. Sniff nasal inspiratory pressure (SNIP) คือ การวัดแรงดันลบภายในโพรงจมูกในขณะหายใจเข้าเต็มที่จากตำแหน่งการหายใจออกปกติ (Functional Residual Capacity: FRC) โดยการใช้จุกวัดแรงดันอากาศในโพรงจมูกเพียงข้างเดียว ในขณะที่อีกข้างไม่ได้ใส่จุกวัดแรงดันเอาไว้ ทำการวัดแรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้าจำนวน 5-10 ครั้งและนำมาหาค่าเฉลี่ยแสดงค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า ความเที่ยงตรง (Validity) ของการวัดอาจลดลงได้ หากผู้เข้ารับการทดสอบมีอาการคัดจมูก (Heritier, Rahm, Pasche et al., 1994)

12. การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (เสาวณีย์ วรวุฒางกูร, 2543)

ทฤษฎีของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเป็นรูปแบบหนึ่งในวิธีการบริหารการหายใจ (Breathing exercise) ซึ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพในการหดตัวของกล้ามเนื้อหายใจทั้งกำลังกล้ามเนื้อและความอดทนในการทำงาน โดยหลักการฝึกกล้ามเนื้อหายใจสามารถฝึกได้เช่นเดียวกับกล้ามเนื้อลายทั่วไปในร่างกายและผลการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาจากการฝึกจะเหมือนกับกล้ามเนื้อลายทั่วไปด้วย

หลักการฝึกมีดังนี้

1. ความหนักของการฝึก (Overload) เป็นการกระตุ้นกล้ามเนื้อให้ทำงานในขีดความสามารถที่มากกว่าสภาวะปกติ เพื่อให้เซลล์ของกล้ามเนื้อมีการเพิ่มขนาดและเพิ่มความสามารถในการทำงาน ซึ่งการเพิ่มความหนักของการฝึก สามารถทำได้โดยการเพิ่ม

ความถี่ ช่วงเวลาการฝึก ระดับของแรงต้านทานของการฝึก หรือปัจจัยเหล่านี้ร่วมกัน หากความหนักของการฝึกไม่เพียงพอก็จะไม่ประสบผลสำเร็จในการฝึก

2. ความจำเพาะของการฝึก (Specificity) การฝึกกล้ามเนื้อควรจะเหมือนหรือตรงกับหน้าที่การทำงานของกล้ามเนื้อมัดนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อมัดนั้นอย่างแท้จริง

3. การคืนสภาพเดิม (Reversibility) เมื่อการฝึกสิ้นสุด ผลของการฝึกจะกลับคืนสู่ปกติ ดังนั้นการฝึกอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องจะช่วยรักษาระดับความสามารถของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นได้

เทคนิคการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

1. เทคนิคการยืดและการให้แรงต้านทานต่อกล้ามเนื้อกระบังลม

เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการหดตัวทำงานของกล้ามเนื้อกระบังลม ด้วยการยืดและให้แรงต้านต่อกล้ามเนื้อร่วมกับการควบคุมการหดตัวของกล้ามเนื้อท้องขณะหายใจออก (Controlled abdominal contraction) วิธีการคือช่วงสุดท้ายของการหายใจออก นักกายภาพบำบัดให้แรงยืดอย่างรวดเร็ว (Quick stretch) พร้อมกับสั่งให้จังหวะผู้ฝึกเริ่มหายใจเข้าอย่างเต็มที่โดยให้มีแรงต้านทานที่ตำแหน่งกล้ามเนื้อกระบังลมขณะหายใจเข้าตลอดช่วง ซึ่งจะช่วยเพิ่มการระดมพลของหน่วยมอเตอร์ (Recruitment of motor units) และในช่วงหายใจออกให้ควบคุมจังหวะหายใจออกอย่างช้าๆ ทำให้กล้ามเนื้อท้องหดตัวทำงาน ซึ่งจะส่งผลให้กล้ามเนื้อกระบังลมเคลื่อนเข้าสู่ตำแหน่งพัก (Resting position) และจะทำให้กล้ามเนื้อกระบังลมหดตัวในการหายใจเข้าครั้งต่อไปมีประสิทธิภาพเต็มที่

การใช้ผ้ายางยืดรัดลำตัว (Elastic belt) ก็เป็นเทคนิคที่ใช้หลักการเดียวกันคือมีแรงยืดหยุ่นของผ้ายืดเป็นแรงต้านขณะหายใจเข้าเต็มที่และการควบคุมจังหวะหายใจออกช้า ๆ ร่วมกับมีแรงคืนตัวของผ้ายืด จะทำให้กล้ามเนื้อท้องหดตัวทำงานส่งผลให้กล้ามเนื้อกระบังลมเคลื่อนเข้าสู่ตำแหน่งพักหรือตำแหน่งยืดยาวกว่าปกติ

2. เทคนิคการให้แรงต้านเฉพาะที่บริเวณกล้ามเนื้อ

เป็นการให้แรงต้านเฉพาะที่บริเวณกล้ามเนื้อหายใจเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจด้วยหลักการเดียวกันกับการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั่วไป (Graded resistive exercise) เป็นเทคนิคที่นิยมฝึกผู้ป่วยทางกายภาพบำบัด โดยการใช้น้ำหนักหรือการใช้ฝ่ามือผู้รักษาวางบริเวณตำแหน่งกล้ามเนื้อกระบังลม เพื่อต้านการหดตัวของกล้ามเนื้อในลักษณะเกร็งค้างไว้

3. เทคนิคการให้แรงต้านทานการหายใจทางปาก

เป็นการประยุกต์แรงต้านทางปากหรือทางเดินอากาศ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อหายใจ ซึ่งรูปแบบการฝึกดังกล่าวจะมีอุปกรณ์หรือเครื่องมือ เข้ามาเกี่ยวข้องและเน้นการฝึกเพื่อเพิ่มความอดทน โดยเทคนิคที่นำมาใช้ในการฝึกกล้ามเนื้อหายใจได้แก่

3.1 Isocapnic hyperventilation/ Isocapnic hyperpnnea

เป็นรูปแบบการฝึกแบบไดนามิค (Dynamic) โดยให้ผู้ฝึกหายใจเข้า-ออกด้วยอัตราการหายใจสูงสุดเท่าที่จะทำได้ ระยะเวลาฝึกคือ 15-30 นาทีต่อรอบการฝึก ฝึกซ้ำ 3-6 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยจะใช้ Rebreathing circuit ซึ่งตั้งเครื่องตรวจวัดและปรับระดับก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อป้องกันการลดลงของ $PaCO_2$ จากการหายใจเร็วกว่าปกติ (Hyperventilation) วิธีการนี้สามารถเพิ่มความอดทนของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออกได้

3.2 Inspiratory resistive loading

เป็นรูปแบบการฝึกหายใจที่ได้รับความนิยม โดยเครื่องมือประกอบด้วยท่อ T-piece ซึ่งท่อต่อด้านข้างมีรูแคบ สำหรับผ่านอากาศขณะหายใจเข้า สามารถปรับขนาดแรงต้านทานขณะฝึกหายใจเข้าได้ ส่วนท่อตรงนั้นปลายท่อด้านหนึ่งต่อเข้ากับปากผู้ฝึก อีกด้านจะมีวาล์วเปิดทางเดียว (One-way valve) สำหรับให้ลมหายใจออกผ่าน

3.3 Inspiratory threshold loading

เป็นรูปแบบการฝึกที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน เครื่องมือประกอบด้วยท่อตรงปลายท่อด้านหนึ่งต่อกับปากผู้ฝึกอีกด้านเป็นท่อเปิดทางเดียวหรือสองทางสำหรับผ่านอากาศหายใจเข้า-ออกโดยจะติดตั้ง Threshold loading คือตัวต้านทานการฝึกไว้ที่ตัวเครื่อง ซึ่งปัจจุบันมีอยู่ 2 ลักษณะคือ Weight plunger เหมือนกระบอกลูกสูบ และ Spring –loaded valve เป็นเกลียวสปริงปรับแรงดัน

13. การออกกำลังกายด้วยยางยืด (เจริญ กระบวนรัตน์, 2550)

ยางยืดเป็นหนึ่งแนวคิดที่ถูกนำมาประยุกต์ดัดแปลงใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับออกกำลังกายเพื่อช่วยพัฒนาเสริมสร้างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ประกอบการออกกำลังกายที่สะดวก ประหยัด สามารถจัดทำได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ ยังสามารถพกพาหรือนำติดตัว เพื่อนำไปใช้ประกอบการออกกำลังกายได้ทุกสถานที่และทุกเวลา โดยสามารถฝึกออกกำลังกายหรือการบริหารร่างกายได้ทุกส่วนหรือเฉพาะส่วนที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประโยชน์ของการออกกำลังกายด้วยยางยืด

โดยปกติ ยางยืดจะมีปฏิกิริยาสะท้อนกลับหรือมีแรงดึงกลับจากการถูกดึงให้ยืดออก ที่เรียกว่า สเทรทช์รีเฟล็กซ์ (Stretch Reflex) ทุกครั้งที่ยางถูกกระตุ้นหรือถูกดึงให้ยืดออก ซึ่งเป็นคุณสมบัติพิเศษของยางยืดที่จะส่งผลต่อการช่วยกระตุ้นระบบประสาทส่วนที่รับความรู้สึกของกล้ามเนื้อและข้อต่อ ให้มีปฏิกิริยาการรับรู้และตอบสนองต่อแรงดึงของยางที่กำลังถูกยืด ซึ่งจะเป็นผลดีต่อการพัฒนาและบำบัดรักษาระบบการทำงานของประสาทกล้ามเนื้อ รวมทั้งช่วยป้องกันการเสื่อมสภาพของระบบประสาทกล้ามเนื้อ เอ็นกล้ามเนื้อ ข้อต่อและกระดูก

นอกจากนี้ ยางยืดสามารถนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ในการออกกำลังกายประเภทความต้านทาน (Resistance) ที่ช่วยในการพัฒนาเสริมสร้างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อได้มากมายหลากหลายรูปแบบ ช่วยในการบำบัดรักษาฟื้นฟู และเสริมสร้างสุขภาพและสมรรถภาพทางกาย รวมทั้งช่วยลดไขมันในร่างกาย ทำให้กล้ามเนื้อมีความตึงตัว กระชับได้สัดส่วนสวยงาม ส่งผลให้ผู้ออกกำลังกายเกิดความมั่นใจในรูปร่างทรวดทรง ช่วยพัฒนาบุคลิกภาพ และความสัมพันธ์ในการเคลื่อนไหว ส่งผลให้กระฉับกระเฉง คล่องแคล่วว่องไวขึ้น ยิ่งไปกว่านั้น การออกกำลังกายประเภทนี้ จะช่วยกระตุ้นให้เกิดการสะสมแคลเซียมเก็บไว้ในกระดูก ทำให้กระดูกมีความหนาแน่น (Bone density) และแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น ช่วยป้องกันปัญหากระดูกบาง โรคกระดูกพรุน อาการข้อติดและข้อเสื่อม รวมทั้งปัญหาเกี่ยวกับระบบโครงสร้างของร่างกาย ดังนั้น การออกกำลังกายด้วยยางยืดที่ปรับความต้านทานหรือความหนักให้เหมาะสมกับผู้ออกกำลังกาย จะช่วยให้บุคคลนั้นได้รับการพัฒนาเสริมสร้างความแข็งแรงกล้ามเนื้อและกระดูก ช่วยป้องกันและชะลอการเสื่อมสภาพของโครงสร้างร่างกายและระบบประสาทกล้ามเนื้อ ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาสร้างเสริมสุขภาพร่างกายและสมรรถภาพทางด้านความแข็งแรงให้กับบุคคลนั้น

ในผู้สูงอายุ การฝึกหรือการออกกำลังกายประเภทเสริมสร้างความแข็งแรง จะช่วยรักษารูปร่างทรวดทรงให้คงสภาพและดูอ่อนกว่าวัย เป็นภูมิคุ้มกันที่จะช่วยป้องกันบำบัดรักษาและลดอาการของโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ รวมทั้ง อาการปวดเข่า ปวดหลังและอาการปวดตามข้อ ช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของโครงสร้างร่างกาย

กลุ่มกล้ามเนื้อที่ควรได้รับการบริหารและเสริมสร้างความแข็งแรง

กลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญของร่างกายที่ควรได้รับการฝึกหรือพัฒนาเสริมสร้างความแข็งแรง ควบคู่กับการพัฒนาความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ รวมทั้งความอ่อนตัวและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและข้อต่อ ประกอบด้วยกลุ่มกล้ามเนื้อที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. กล้ามเนื้ออก

2. กล้ามเนื้อไหล่

3. กล้ามเนื้อหลังส่วนบน

4. กล้ามเนื้อแขนด้านหน้า

5. กล้ามเนื้อแขนด้านหลัง

6. กล้ามเนื้อปลายแขน

7. กล้ามเนื้อท้อง

8. กล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง

9. กล้ามเนื้อสะโพก

10. กล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า

11. กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง

12. กล้ามเนื้อน่อง

13. กล้ามเนื้อหน้าแข้ง

นอกจากนี้ ยังมีกลุ่มกล้ามเนื้อเสริมที่ช่วยสนับสนุนการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ รวมทั้งช่วยเสริมสร้างโครงสร้างของร่างกายให้ได้รูปร่างสัดส่วนที่สมบูรณ์ ซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มกล้ามเนื้อดังนี้

1. กล้ามเนื้อคอ

2. กล้ามเนื้อลำตัวด้านข้าง

3. กล้ามเนื้อลำตัวด้านหลัง

4. กล้ามเนื้อสะโพกด้านนอก

5. กล้ามเนื้อสะโพกด้านใน

หลักปฏิบัติในการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยยางยืด

ในการฝึกหรือออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยยางยืด มีหลักการที่ควรนำไปใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. กลุ่มกล้ามเนื้อหลักหรือกลุ่มกล้ามเนื้อโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญของร่างกายทุกกลุ่ม ควรได้รับการฝึกเสริมสร้างความแข็งแรง หรือการบริหารเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอ

2. ท่าการบริหารในการฝึกหรือการออกกำลังกายแต่ละครั้ง ควรมีไม่น้อยกว่า 6 ท่า และไม่ควรเกิน 16 ท่า เพราะจะทำให้ร่างกายเหนื่อยล้ามากเกินไป ที่สำคัญการบริหารร่างกายควรครอบคลุมกลุ่มกล้ามเนื้อหลักที่เป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญของร่างกายก่อน

3. ในการบริหารกล้ามเนื้อแต่ละท่า การปฏิบัติแต่ละครั้งควรให้ข้อต่อที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวสามารถเคลื่อนที่ได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว และจะต้องควบคุมท่าทางการเคลื่อนไหวให้ถูกต้อง

4. การหายใจขณะปฏิบัติการฝึก ให้สูดลมหายใจในท่าเตรียมพร้อม ขณะออกแรกผลักหรือดึงยางให้ผ่อนลมหายใจออก และสูดลมหายใจเข้าเมื่อกลับเข้าสู่ท่าเริ่มต้น ปฏิบัติเช่นนี้เรื่อยไปจนสิ้นสุดการฝึกแต่ละเซต ไม่กลั้นลมหายใจขณะออกแรง

5. จัดตำแหน่งเริ่มต้นการเคลื่อนไหวในแต่ละท่ากายบริหารให้ถูกต้อง โดยเส้นยางจะต้องตึงหรือไม่หย่อน ณ จุดเริ่มต้นของการออกแรง

6. ควรควบคุมจังหวะความเร็วในการออกแรงดึงหรือผลักดันยางแต่ละครั้งให้สม่ำเสมอไม่เร็วหรือช้ากว่าปกติ โดยพยายามปฏิบัติการเคลื่อนไหวให้เป็นไปตามธรรมชาติในแต่ละอิริยาบถของท่ากายบริหาร หลีกเลี่ยงการใช้แรงในลักษณะกระตุก กระชาก หรือเหวี่ยงในขณะที่ผลักดันหรือดึงยางในแต่ละท่ากายบริหาร

7. ในระยะเริ่มแรกของการออกกำลังกาย จำนวนครั้งของการปฏิบัติแต่ละเซตประมาณ 10-15 ครั้งต่อเซต โดยพยายามปฏิบัติแต่ละครั้งอย่างต่อเนื่องช้าๆ ด้วยจังหวะและความเร็วที่สัมพันธ์สม่ำเสมอ

8. ความต้านทานของยางยืดหรือความหนักที่ใช้ในการฝึก จะต้องหนักพอที่จะทำให้กล้ามเนื้อเกิดอาการเมื่อยล้า ภายหลังจากปฏิบัติครบ 10-15 ครั้งต่อเซต

9. ควรฝึกกล้ามเนื้อแต่ละส่วนอย่างน้อย 2-3 เซต และแต่ละเซตควรพักประมาณ 30-60 วินาที

10. ความถี่หรือความบ่อยครั้งในการฝึก ควรฝึกหรือบริหารกล้ามเนื้อแต่ละส่วนด้วยยางยืดอย่างน้อย 3 ครั้งต่อสัปดาห์

11. การปรับเพิ่มความหนักหรือความก้าวหน้าในการฝึก ในกรณีที่ผู้ฝึกออกกำลังกายสามารถปฏิบัติได้ครบ 15 ครั้ง ทั้ง 3 เซต โดยไม่รู้สึกเมื่อยล้ากล้ามเนื้อ ในการฝึกครั้งต่อไปควรปรับเพิ่มจำนวนครั้งเป็น 20 ครั้งหรือ 25 ครั้งต่อเซตตามลำดับ

12. เมื่อผู้ออกกำลังกายสามารถปฏิบัติการฝึกในแต่ละท่ากายบริหารได้ครบ 25 ครั้งต่อเซต ทั้ง 3 เซต โดยไม่รู้สึกเมื่อยล้ากล้ามเนื้อส่วนที่ฝึก ควรเปลี่ยนยางยืดให้มีแรงต้านต่อการยืดเพิ่มมากขึ้น เพื่อเป็นการเพิ่มความต้านให้แก่กล้ามเนื้อ ซึ่งจะมีผลช่วยกระตุ้นให้กล้ามเนื้อและระบบประสาทกล้ามเนื้อได้รับการพัฒนาความแข็งแรงและความสัมพันธ์เพิ่มมากขึ้น

ผลของการฝึกกล้ามเนื้อด้วยยางยืด

1. ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กล้ามเนื้อ เอ็นกล้ามเนื้อและเอ็นข้อต่อ
2. ช่วยให้กล้ามเนื้อกระชับได้รูปทรงและมีสัดส่วนสวยงาม
3. ช่วยเผาผลาญและลดไขมันในร่างกาย
4. ช่วยป้องกันและชะลอการเสื่อมสภาพของกล้ามเนื้อและกระดูก
5. ช่วยป้องกันและลดอาการข้อติด ข้อเสื่อม กระดูกบางและกระดูกพรุน
6. ช่วยกระตุ้นระบบย่อยอาหาร การดูดซึม และการทำงานของอวัยวะภายในร่างกาย
7. เพิ่มการเผาผลาญสารอาหารในร่างกาย
8. ช่วยป้องกันและลดอาการปวดเข่า ปวดหลังและอาการปวดตามข้อ
9. เพิ่มบุคลิกภาพในการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่
10. ช่วยให้เกิดความสัมพันธ์และการทรงตัวที่ดีในการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่
11. ช่วยกระตุ้นการไหลเวียนของเลือดไปยังกล้ามเนื้อ ส่วนที่ได้รับการบริหารเพิ่มมากขึ้น
12. ช่วยป้องกันการเสื่อมสภาพและการลดลงของมวลกล้ามเนื้อ

ข. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอดและสุขสมรรถนะในหญิงสูงอายุได้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งสามารถแยกเป็นประเด็นที่สำคัญได้ดังนี้

- ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ
- การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ
- การออกกำลังกายด้วยยางยืด
- การฝึกออกกำลังกายที่มีแรงต้านมากระทำต่อลำตัวส่วนบน

1. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจสามารถประเมินได้ด้วยการวัดแรงดันของอากาศในขณะหายใจเข้าอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Maximum inspiratory pressure: MIP) และแรงดันของอากาศขณะหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Maximum expiratory pressure: MEP) ซึ่งแรงดันที่มากที่สุดในขณะหายใจเข้าจะเป็นตัวสะท้อนถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกระบังลมและกล้ามเนื้อหายใจเข้ามัดอื่นๆ ในขณะที่แรงดันมากที่สุดในขณะหายใจออกจะเป็นตัวสะท้อนถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อท้องและกล้ามเนื้อหายใจออกมัดอื่นๆ ของร่างกาย

การศึกษางานวิจัยภายในประเทศ โดยอรวรรณ โพนเงิน (2548) ได้ศึกษาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในคนไทยสุขภาพดีอายุ 30-70 ปี เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ อายุ เพศ น้ำหนักและส่วนสูง ในอาสาสมัครที่มีสุขภาพดี จำนวน 249 คน (หญิง 122 และชาย 127 คน) อายุ 30-70 ปี แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ 30-39, 40-49, 50-59, 60-70 ปี ตามลำดับ พบว่า เพศมีผลต่อความเข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออกโดยเพศชายมีค่ามากกว่าเพศหญิง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าลดลงเมื่ออายุมากกว่า 60 ปี แต่อายุไม่มีผลต่อกล้ามเนื้อหายใจออกทั้งสองเพศ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้ามีความสัมพันธ์กับอายุและน้ำหนักในทั้งสองเพศและสัมพันธ์กับส่วนสูงเฉพาะในเพศชาย ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกไม่มีความสัมพันธ์กับอายุ น้ำหนักและส่วนสูงในทั้งสองเพศ

การศึกษางานวิจัยในต่างประเทศ โดยไพน์ เมอร์ฟีย์ และวัตส์ฟอร์ด (Pine, Murphy and Watsford et al., 2005) ได้ศึกษาการทำงานของระบบทางเดินหายใจในผู้สูงอายุกับการลดลงของความสามารถในการทำงาน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุที่มีสุขภาพแข็งแรง จำนวน 36 คน ถูกทดสอบสมรรถภาพทางกายด้วยการเดิน และทดสอบการทำงานของระบบทางเดินหายใจด้วยการวัดสมรรถภาพปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจและความอดทนของกล้ามเนื้อหายใจ ผลการวิจัยพบว่า อายุที่มากขึ้นทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจลดลงและทำให้ความสามารถในการเดินลดลง อายุที่เพิ่มขึ้นนั้นยังทำให้กลศาสตร์ของการหายใจมีประสิทธิภาพน้อยลงในขณะออกกำลังกายและอาจกระทบต่อคุณภาพชีวิตได้ และการศึกษา โดยวัตส์ฟอร์ดและเมอร์ฟีย์ (Watsford and Murphy, 2007) ซึ่งได้ศึกษาผลของอายุต่อการทำงานของกล้ามเนื้อหายใจและสมรรถภาพทางกายในผู้สูงอายุ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุชาวออสเตรเลียน ที่มีอายุระหว่าง 50-79 ปี กลุ่มตัวอย่างถูกทดสอบสมรรถภาพปอด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ความอดทนของกล้ามเนื้อหายใจและทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดด้วยวิธีการเดิน 1 ไมล์ พบว่า อายุมีความสัมพันธ์ต่อการลดการทำงานของกล้ามเนื้อหายใจและการเดิน นอกจากนี้การวิเคราะห์การถดถอยชี้ให้เห็นว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจสามารถทำนายได้จากอายุ และการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แสดงให้เห็นว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกสัมพันธ์กับความสามารถในการเดินของชายสูงอายุ ในขณะที่ความอดทนของกล้ามเนื้อหายใจเข้ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญต่อความสามารถในการเดินทั้งชายสูงอายุ และหญิงสูงอายุ ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเป็นอีกหนึ่งตัวแปรทางสรีรวิทยาที่มีความสำคัญอย่างยิ่งของผู้สูงอายุ เพราะอาจจะส่งผลต่อความสามารถในการทำกิจกรรมทางกาย และคุณภาพชีวิตได้

2. การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเป็นรูปแบบหนึ่งในวิธีการบริหารการหายใจ (Breathing exercise) ซึ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพในการหดตัวของกล้ามเนื้อหายใจทั้งกำลังกล้ามเนื้อและความอดทนในการทำงาน โดยหลักการฝึกกล้ามเนื้อหายใจสามารถฝึกได้เช่นเดียวกับกล้ามเนื้อลายทั่วไปในร่างกายและผลการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาจากการฝึกจะเหมือนกับกล้ามเนื้อลายทั่วไปในร่างกาย

การศึกษางานวิจัยภายในประเทศ โดยศุภฤกษ์ นาวารัตน์ (2549) ได้ศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าต่อสมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าในผู้ป่วยโรคพาร์กินสัน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 26 คน ถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้ป่วยในกลุ่มทดลองได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าด้วยอุปกรณ์ที่ความหนัก 40-60% ของค่า MIP โดยใช้เวลาในการฝึก 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองเท่านั้นที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยพบว่าค่า VC และ PEF เพิ่มมากขึ้นภายหลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า นอกจากนี้ยังพบว่าค่า MIP มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ในขณะที่กลุ่มควบคุมไม่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า สามารถเพิ่มสมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าได้ และการศึกษาโดยกนกนันทร์ สุเชาว์อินทร์ (2551) ได้ศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจต่อการตอบสนองของร่างกายในขณะออกกำลังกายและขณะฟื้นตัวในสภาวะปกติและสภาวะขาดออกซิเจนในสตรีวัยสาวและวัยสูงอายุ กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 16 คนเข้าร่วมการวิจัย การฝึกกล้ามเนื้อหายใจจะใช้แรงต้านประมาณ 50-85% ของค่า MIP ทำการฝึก 30 นาทีต่อวันและฝึก 5 วันต่อสัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อหายใจเพิ่มมากขึ้น โดยสตรีวัยสูงอายุมีขนาดการเปลี่ยนแปลงมากกว่าวัยสาว การฝึกกล้ามเนื้อหายใจช่วยลดปริมาณการใช้ออกซิเจนและเร่งจนศาสตร์การใช้ออกซิเจนในขณะออกกำลังกายในสภาวะขาดออกซิเจนในสตรีวัยสูงอายุ นอกจากนี้ยังช่วยเร่งการตอบสนองของร่างกายในขณะฟื้นตัวสู่ระยะพักและเพิ่มระดับความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดแดงและลดการรับรู้ความหนักของงานและความเหนื่อยทั้งในขณะออกกำลังกายและขณะฟื้นตัวของทั้งสองกลุ่ม ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การฝึกกล้ามเนื้อหายใจสามารถช่วยปรับการตอบสนองทางสรีรวิทยาของร่างกายในขณะออกกำลังกายและเร่งการฟื้นตัว ภายหลังออกกำลังกายในสภาวะขาดออกซิเจนให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นโดยเฉพาะในหญิงสูงอายุ นอกจากนี้การศึกษาของบูรณพันธฤกษ์ ชลายนเดชะ ชวนไชยะกูล และคณะ (Buranapuntalug, Jalayondeja and Chaunchaiyakul et al., 2010) ได้ศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจต่อความอดทนและ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ความยอมตามของระบบหายใจและแรงต้านทางเดินหายใจ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้หญิง จำนวน 20 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในกลุ่มทดลองฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าที่ความหนัก 40% ของค่า MIP ฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ ใช้เวลาศึกษาทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มทดลองเท่านั้นมีการเปลี่ยนแปลงภายหลังการฝึก โดยพบว่า ปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาที (MVV12) และค่าแรงดันอากาศสูงสุดของอากาศขณะหายใจเข้าอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (MIP) เพิ่มขึ้น แต่ไม่พบว่า การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้ามีผลต่อแรงดันอากาศสูงสุดของอากาศขณะหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (MEP) ความยอมตามของระบบหายใจ และแรงต้านทางเดินหายใจในทั้งสองกลุ่ม ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าด้วยอุปกรณ์ สามารถพัฒนาได้ทั้งความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อหายใจ

การศึกษางานวิจัยในต่างประเทศ โดยวายเนอร์ มากาเดิ้ล เบ็คเคอร์แมน และคณะ (Weiner, Magadle, Beckberman et al., 2003) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจออก กล้ามเนื้อหายใจเข้าและการฝึกแบบผสมในกลุ่มผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง กลุ่มตัวอย่างจำนวน 32 คน ถูกแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจออก กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า กลุ่มฝึกแบบผสมและกลุ่มควบคุม กลุ่มตัวอย่างทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจตามเงื่อนไขของแต่ละกลุ่ม โดยฝึก 6 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลาฝึก 3 เดือน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจออกและกลุ่มฝึกแบบผสมมีความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อหายใจออกเพิ่มขึ้น ในขณะที่กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าและกลุ่มฝึกแบบผสม มีความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อหายใจเข้าเพิ่มขึ้น แต่ไม่พบว่ากลุ่มควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงภายหลังการทดลอง นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ มีระยะทางการเดินภายใน 6 นาทีเพิ่มขึ้น โดยพบว่า กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าและกลุ่มฝึกแบบผสมเดินได้ระยะทางมากกว่ากลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจออกและกลุ่มควบคุม ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า กล้ามเนื้อหายใจเข้าและกล้ามเนื้อหายใจออก สามารถนำมาฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและความอดทนได้ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าที่เพิ่มขึ้นยังมีผลต่อระยะทางการเดินภายใน 6 นาทีและระดับความเหนื่อย นอกจากนี้การฝึกแบบผสมไม่ได้ให้ประโยชน์ไปมากกว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าเพียงอย่างเดียว เกตติ้ง พาสฟิลด์ และเดวียส์ (Gething, Passfield and Davies, 2004) ได้ศึกษาผลการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าด้วยความหนักที่แตกต่างกันต่ออัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายและการรับรู้ความเหนื่อย ซึ่งมีกลุ่มตัวอย่าง 66 คน กลุ่มตัวอย่างถูกสุ่มเข้ากลุ่มทดลอง ได้แก่ กลุ่มที่ 1 จะฝึกที่ความหนัก 100% ของค่า MIP กลุ่มที่ 2 จะฝึกที่

ความหนัก 80% และในกลุ่มที่ 3 จะไม่ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจทั้งหมด 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มที่ 3 โดยพบว่า การฝึกทำให้กล้ามเนื้อหายใจมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 3 ที่ไม่ได้รับการฝึกใดๆ แต่เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและพบว่ามีเพียงกลุ่มที่ 1 เท่านั้นที่ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจและระดับการรับรู้ความเหนื่อยลดน้อยลง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเป็นเวลา 6 สัปดาห์ที่ความหนัก 100% และ 80% สามารถเพิ่มความแข็งแรงให้กล้ามเนื้อหายใจได้แต่พบว่าความหนักที่ 100% ของค่า MIP เท่านั้นที่สามารถทำให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลงและการรับรู้ความเหนื่อยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการศึกษาโดยเอ็นไรท์ และอันนิธาน (Enright and Unnithan, 2011) ได้ศึกษาผลการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยความหนักที่แตกต่างกันต่อการทำงานของระบบหายใจและความสามารถในการออกกำลังกาย (Work capacity : Minute of exercise) กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพแข็งแรงจำนวน 40 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 10 คน โดยฝึกที่ความหนัก 80%, 60% และ 40% ของค่า MIP และกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการฝึกใดๆ การฝึกจะทำ 3 วันต่อสัปดาห์ โดยฝึกทั้งหมด 8 สัปดาห์ พบว่า การฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยความหนักที่ 80% ของค่า MIP สามารถเพิ่มค่า MIP, SMIP รวมทั้งปริมาตรปอด (ความจุชีพและความจุปอดรวม) และความสามารถในการออกกำลังกาย ในขณะที่ความหนัก 60% สามารถเพิ่มได้เพียงความสามารถในการออกกำลังกายเท่านั้นและที่ความหนัก 40% พบว่า ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและการศึกษาโดยแอซนาร์-เลน เวปสเตอร์ คาเน็ต และคณะ (Aznar-Lain, Webster, Cañete et al., 2007) ได้ศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าที่มีต่อความสามารถในการออกกำลังกายและกิจกรรมทางกายของผู้สูงอายุ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุที่มีกิจกรรมทางกายระดับปานกลาง (Moderate-level physical activity) จำนวน 18 คน กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดได้รับการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจและทดสอบความสามารถในการออกกำลังกายด้วยลู่วิ่งกลและใช้เครื่องแอคเซเลโรมิเตอร์วัดกิจกรรมทางกายของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ส่วนกลุ่มควบคุมจะได้ไม่ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า ผลการวิจัยพบว่า การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและทำให้กลุ่มตัวอย่างสามารถวิ่งในขณะทดสอบด้วยลู่วิ่งกลได้นานขึ้น ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า สามารถนำมาใช้เป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้สูงอายุสามารถออกกำลังกายและทำกิจกรรมทางกายดีขึ้นได้ เช่นเดียวกันกับการศึกษาโดยวัตส์ฟอร์ด และเมอร์ฟีย์ (Watsford and Murphy, 2008) ได้ศึกษาผลของการฝึก

กล้ามเนื้อหายใจต่อการทำงานของระบบหายใจและความสามารถในการออกกำลังกายของหญิงสูงอายุ ซึ่งมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 26 คน อายุระหว่าง 60-69 ปี กลุ่มตัวอย่างถูกทดสอบสมรรถภาพปอด ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและกล้ามเนื้อหายใจออกและทดสอบสมรรถภาพทางกายด้วยการออกกำลังกายเกือบสูงสุด (Submaximal exercise testing) ในกลุ่มทดลองจะได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ แต่ในกลุ่มควบคุมจะไม่ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเป็นระยะเวลาทั้งหมด 8 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ในกลุ่มทดลองมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าเพิ่มขึ้น 22% และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกเพิ่มขึ้น 30% ในกลุ่มทดลองมีสมรรถภาพการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น 12 % ในขณะทดสอบการเดินบนลู่วิ่งกล ช่วยลดอัตราการเต้นของหัวใจลง 5% และลดระดับความเหนื่อยได้ 8% ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า การฝึกกล้ามเนื้อหายใจสามารถช่วยเพิ่มการทำงานของระบบหายใจในหญิงสูงอายุและยังช่วยเพิ่มความสามารถในการออกกำลังกายในระดับเกือบสูงสุดได้ (Submaximal exercise)

3. การออกกำลังกายด้วยยางยืด

ยางยืดเป็นหนึ่งแนวคิดที่ถูกนำมาประยุกต์ดัดแปลงใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับออกกำลังกายเพื่อช่วยพัฒนาเสริมสร้างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ประกอบการออกกำลังกายที่สะดวก ประหยัด นอกจากนี้ ยังสามารถพกพาหรือนำติดตัว โดยสามารถฝึกออกกำลังกายหรือการบริหารร่างกายได้ทุกส่วนหรือเฉพาะส่วนที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษางานวิจัยภายในประเทศ โดยพัทธวรรณ ละโป้ (2550) ได้ศึกษาการสร้างรูปแบบการออกกำลังกายด้วยไม้ยืดหยุ่นให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุและศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายด้วยไม้ยืดหยุ่นที่สร้างขึ้นต่อสุขสมรรถนะและการไหลของเลือดชั้นคิวทาเนียสในผู้สูงอายุ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 17 คน ฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ๆ ละ 4 วันๆ ละ 40 นาที ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังการฝึกออกกำลังกายด้วยไม้ยืดหยุ่น 12 สัปดาห์ อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิต และเปอร์เซ็นต์ไขมันมีค่าลดลง ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดและสัดส่วนการไหลของเลือดชั้นคิวทาเนียสสูงสุดหลังการปิดกั้นการไหลของเลือดต่อการไหลของเลือดชั้นคิวทาเนียสขณะพักมีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ระดับพลาสมาลอนไดอัลดีไฮด์ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้การทำลายของอนุมูลอิสระและคอลเลสเตอรอลมีค่าลดต่ำลง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายด้วยไม้ยืดหยุ่นมีประโยชน์ต่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุในการเพิ่มสุขสมรรถนะและชะลอความเสื่อมของเซลล์บุผนังหลอดเลือด โดยการออกกำลังกายด้วยไม้ยืดหยุ่นมีผลช่วยลดไขมันและอนุมูลอิสระในร่างกายของ

ผู้สูงอายุ เช่นเดียวกับการศึกษาโดยศิริการ นิพพิทาและนภัสกร จิตต์ไพบูลย์ (2550) ซึ่งได้ศึกษาเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ยางยืดสำหรับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านและท่าบริหารร่างกายด้วยยางยืด 10 ท่า ที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้สูงอายุ กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครผู้สูงอายุจำนวน 60 คน ทำการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด 10 ท่าๆ ละ 8-10 ครั้ง จำนวน 3 รอบต่อวัน 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลาทั้งหมด 6 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด สมรรถภาพทางกายของผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นในทั้ง 2 กลุ่มทดลอง จากผลการวิจัยชี้แนะว่า ผู้สูงอายุควรมีกิจกรรมทางกายที่ตนเองชอบและควรมีการออกกำลังกายด้วยยางยืด สัปดาห์ละ 3 ครั้ง โดยให้มีผู้นำออกกำลังกายนำท่าบริหารร่างกาย 10 ท่าที่ทีมวิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อไปใช้สอนกับชมรมผู้สูงอายุ ชมรมสร้างสุขภาพ เป็นต้น เพื่อส่งเสริมให้ผู้สูงอายุได้ออกกำลังกายและเป็นทางเลือกหนึ่งในการออกกำลังกาย นอกจากนี้ศิริการ นิพพิทา (2551) ได้ศึกษาเพื่อต่อยอดโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยยางยืด (อีซี่ฟิต) เพื่อลดอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและข้อต่อ กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิง 14 คน และชาย 6 คน มีอายุระหว่าง 40-76 ปีใช้เวลาทดลอง 6 สัปดาห์ ผลพบว่า การฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (อีซี่ฟิต) ช่วยเพิ่มความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อทำให้สามารถลดอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและข้อต่อได้ ผลจากการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดอีซี่ฟิตและท่าบริหารร่างกาย 10 ท่า ช่วยเพิ่มความแข็งแรงและความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อไหล่ คอ แขน ขา และหัวเข่าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ลดอาการปวดดังกล่าว แต่เพื่อให้เห็นผลที่ชัดเจนผู้วิจัยแนะนำว่าควรใช้เวลาในการออกกำลังกายนานอย่างน้อย 3 เดือนขึ้นไป

การศึกษางานวิจัยในต่างประเทศโดยโรเจอร์ เชอร์วูด โรเจอร์ และคณะ (Rogers, Sherwood, Rogers et al., 2002) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยดัมเบลล์และยางยืดต่อการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของหญิงแอฟริกันอเมริกันสูงอายุ กลุ่มตัวอย่าง 22 คน ถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 16 คนและกลุ่มควบคุม 6 คน การฝึกประกอบไปด้วยการออกกำลังกายด้วยยางยืดทั้งส่วนบนและส่วนล่างในขณะที่ดัมเบลล์จะฝึกเฉพาะส่วนบนของร่างกายเท่านั้น ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบนและส่วนล่างเพิ่มขึ้น แต่พบว่า ความยืดหยุ่นของร่างกายส่วนบนและส่วนล่างไม่มีการเปลี่ยนแปลง จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายด้วยดัมเบลล์และยางยืดเป็นอุปกรณ์หนึ่งในการเพิ่มแรงต้านขณะออกกำลังกายซึ่งใช้งานง่ายและมีราคาถูก สามารถนำเสริมสร้างเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั้งส่วนบนและส่วนล่างของร่างกายได้ ไซออน เมียร์สแมน ไดมอนด์ และคณะ (Zion, Meersman, Diamond et al., 2003) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายที่บ้านด้วยยางยืดในผู้สูงอายุที่มีภาวะความดันตกจากการ

เปลี่ยนแปลงท่าร่าง กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้เป็นผู้สูงอายุจำนวน 6 คนที่มีอายุมากกว่า 60 ปี กลุ่มตัวอย่างถูกทดสอบด้วยสิ่งเร้าที่ส่งผลต่อระดับความดันของโลหิต ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ แบบไอโซเมตริก (Isometric strength) และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแบบไดนามิค (Dynamic strength) ทดสอบการเดินและการเคลื่อนที่ด้วยวิธีไทม์ อัพ แอนด์ โก (Timed up and go test) และทำการทดสอบซ้ำอีกครั้งในสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดออกกำลังด้วยยางยืดจำนวน 10 ท่า เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมการออกกำลังกายที่บ้านด้วยยางยืดสามารถเพิ่มความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ถึงแม้ว่าจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิต ซึ่งอาจเกิดจากระยะเวลาของการออกกำลังกายที่น้อยเกินไป ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า วิธีการออกกำลังกายเพื่อการรักษานี้จึงเป็นวิธีที่ปลอดภัย สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและช่วยส่งเสริมให้ทำกิจกรรมทางกายได้นานขึ้นทั้งยังสามารถป้องกันความเสี่ยงจากการหกล้มและช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตในกลุ่มผู้สูงอายุได้ ยามายูชิ อิสลาม โคอิซูมิ และคณะ (Yamauchi, Islam, Koizumi et al., 2005) ได้ทดลองการใช้โปแกรม WREP (Well-rounded exercise program) ในกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ โดยทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ซึ่งประกอบด้วยการฝึกเดิน (37 นาที) การฝึกบริหารร่างกายด้วยยางยืด (26 นาที) และการฝึกยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (19 นาที) ผลการวิจัยพบว่า ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Arm curl test & Chair stand test) ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ (Back scratch test & Sit & reach test) และความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ (12 minute-walk test) ในกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้น จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การใช้โปรแกรม WREP สามารถเพิ่มสุขสมรรถะในทุกด้านได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การศึกษาของฟาฮ์ลแมน แมคเนวิน บอร์ดเลย์ และคณะ (Fahlman, McNevin, Boardley et al., 2011) ได้ศึกษาผลของการฝึกออกกำลังด้วยยางยืดที่มีต่อความสามารถในการประกอบกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุ โดยให้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 87 คน ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด 3 วันต่อสัปดาห์เป็นระยะเวลาทั้งหมด 16 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ความแข็งแรงของร่างกายส่วนบน ซึ่งทดสอบด้วยการงอข้อศอก และความแข็งแรงของร่างกายส่วนล่าง ซึ่งทดสอบด้วยวิธี ลุก-นั่งเก้าอี้ และความเร็วในการทดสอบเดิน มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นภายหลังการฝึกออกกำลังกายในสัปดาห์ที่ 9 เป็นต้นไป แต่พบว่าความสามารถต่างๆ นี้จะลดลงเมื่อหยุดฝึกออกกำลังกายในสัปดาห์ที่ 17 จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ แต่ผลที่เกิดจากการฝึกออกกำลังกายจะมีการคืนสภาพเดิม (Reversibility) เมื่อการฝึกสิ้นสุดลง ดังนั้นการฝึกอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่องจะช่วยเพิ่มหรือรักษาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกไว้ได้

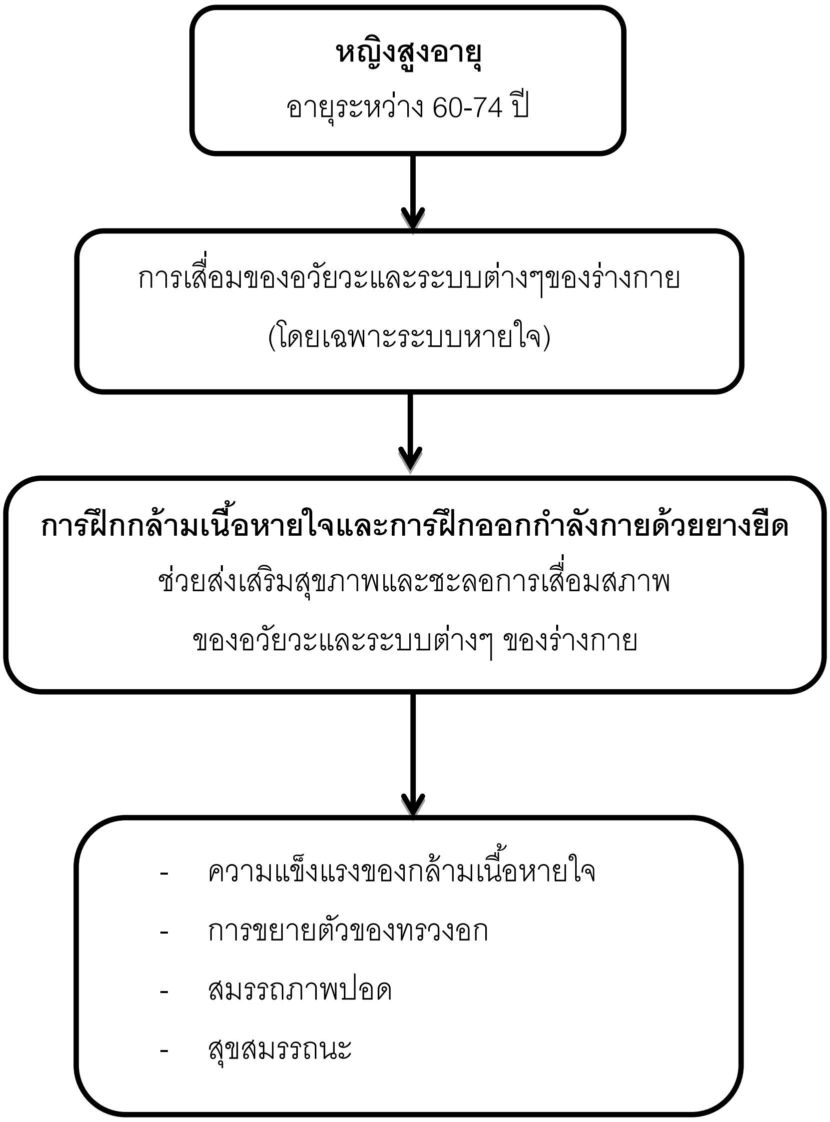
4. การฝึกออกกำลังกายที่มีแรงต้านมากระทำต่อลำตัวส่วนบน

การออกกำลังกายที่มีแรงต้านจากภายนอกมากระทำต่อทรวงอกจะส่งผลดีต่อกล้ามเนื้อหายใจ สมรรถภาพปอดและทำให้ทรวงอกขยายตัวเพิ่มขึ้น ซึ่งเทคนิคการให้แรงต้านเฉพาะที่บริเวณกล้ามเนื้อหายใจ เป็นการให้แรงต้านต่อกล้ามเนื้อเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ โดยใช้หลักการเดียวกันกับการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั่วไป (Graded resistive exercise)

การศึกษางานวิจัยภายในประเทศ โดยหทัยรัตน์ สีขำ (2553) ได้ศึกษาผลของการฝึกชี่กงร่วมกับการใช้ยางยืดรัดรอบอกที่มีต่อสมรรถภาพปอดในผู้สูงอายุ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุทั้งเพศชายและเพศหญิงของชมรมผู้สูงอายุโรงพยาบาลพระนั่งเกล้า มีอายุระหว่าง 60-80 ปี จำนวน 30 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 10 คน คือ กลุ่มควบคุมจะปฏิบัติกิจวัตรประจำวันตามปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการฝึกชี่กงร่วมกับการใช้ยางยืดรัดรอบอก กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการฝึกชี่กงโดยไม่ใช้ยางยืดรัดรอบอกเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ย FEV1, FEV1/FVC และ MVV เพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างจากกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การใช้ยางยืดรัดรอบอกขณะทำการฝึกชี่กงส่งผลดีต่อสมรรถภาพปอดของผู้สูงอายุ นอกจากนี้แรงต้านทานจากภายนอกที่มากระทำต่อทรวงอกจะส่งผลดีต่อสมรรถภาพปอด กล้ามเนื้อหายใจและทำให้ทรวงอกเกิดการขยายตัวได้มากขึ้น และการศึกษาโดยมนต์ชัย โชติดาว (2553) ได้ศึกษาผลของการใช้ยางยืดรัดรอบอกต่อประสิทธิภาพการทำงานของปอดภายหลังการฝึกแบบใช้ออกซิเจนโดยมีแรงต้านที่กระทำต่อทรวงอก ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาเพศชาย ที่มีสุขภาพดี จำนวน 24 คน อายุระหว่าง 18 - 22 ปี แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามการฝึก ได้แก่ กลุ่มออกกำลังกายใช้ยางรัดที่อก กลุ่มออกกำลังกายไม่ใช้ยางรัดที่อกและกลุ่มไม่ออกกำลังกาย โดยออกกำลังกายที่ความหนัก 70 - 80 เปอร์เซ็นต์ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด 3 วันต่อสัปดาห์และใช้เวลา 60 นาทีต่อวัน ระยะเวลารวม 4 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ในกลุ่มที่ใช้ยางยืดรัดรอบอก มีปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาที และปริมาตรหายใจเข้า-ออกสูงสุดแต่ละครั้งเพิ่มขึ้น ในขณะที่อัตราการหายใจต่อนาทีลดลง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายโดยมีแรงต้านมากระทำต่อทรวงอกสามารถทำให้กล้ามเนื้อหายใจมีความแข็งแรงมากเพิ่มมากขึ้น

การศึกษางานวิจัยในต่างประเทศโดยเดพาโล ปาร์คเกอร์ แอล-บิลบีซิ และคณะ (DePalo, Parker, Al-bilbeisi et al., 2003) ได้ศึกษาผลของการฝึกความแข็งของกล้ามเนื้อหายใจด้วยการกลั้นหายใจ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 8 คน ถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มตัวอย่างในกลุ่มทดลอง ทำการฝึกยกน้ำหนักในท่างอข้อศอก (Bicep culrs) และฝึกงอลำตัว (Sit-ups) กลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึก 3 - 4 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 16 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ในกลุ่มทดลอง กล้ามเนื้อกระบังลมมีความหนาเพิ่มขึ้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าเพิ่มขึ้น 30% และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกเพิ่มขึ้น 36% ในขณะที่กลุ่มควบคุมพบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลาที่ศึกษา จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า แรงต้านจากภายนอกที่กระทำต่อลำตัวจะเพิ่มแรงดันภายในช่องท้อง ซึ่งทำให้กล้ามเนื้อกระบังลมและกล้ามเนื้อหน้าท้อง ต้องทำงานเพิ่มขึ้นเพื่อพยุงหรือปรับแรงดันระหว่างช่องอกและช่องท้องให้มีความเหมาะสม แรงดันดังกล่าวจึงเป็นตัวกระตุ้นให้กล้ามเนื้อทำงานเพิ่มมากขึ้น จนทำให้กล้ามเนื้อหายใจสามารถพัฒนาความแข็งแรงได้ นอกจากนี้การศึกษาของไซฮ์น จานิ จอห์น และคณะ (Singh, Jani, John et al., 2012) ได้ศึกษาผลของการฝึกด้วยแรงต้านบริเวณส่วนบนของร่างกายต่อสมรรถภาพปอดในกลุ่มผู้สูบบุหรี่ กลุ่มตัวอย่างเป็นชายวัยทำงานที่สูบบุหรี่จำนวน 30 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการฝึกบริหารร่างกายส่วนบนโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านจำนวน 5 ท่า ได้แก่ Seated chest press, Lat pulldown, Seated rows, Seated shoulder press และ Shoulder shrugs ฝึกกล้ามเนื้อในแต่ละท่า 10 ครั้งต่อเซตและฝึก 3 เซตต่อครั้ง ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ในขณะที่กลุ่มควบคุมทำการฝึกบริหารการหายใจ 10 นาทีเท่านั้น ผลจากการวิจัยพบว่า ในกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย FEV1 และ %FEV1 เพิ่มขึ้นภายหลังการฝึก แต่ค่าเฉลี่ย FVC พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลง ส่วนกลุ่มควบคุมพบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพปอดตลอดระยะเวลาที่ศึกษา ผลจากการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การฝึกด้วยแรงต้านบริเวณส่วนบนของร่างกาย (Upper body resistance training) ส่งผลดีต่อสมรรถภาพปอดในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้สูบบุหรี่

กรอบแนวคิดในการวิจัย (Conceptual Framework)



แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอดและสุขสมรรถนะในหญิงสูงอายุเป็นวิธีการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research design) โดยออกแบบการทดลองให้มีการทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test) และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ (Post-test)

ประชากร

ประชากร คือ ผู้สูงอายุ ที่มีอายุระหว่าง 60-74 ปี

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ อาสาสมัครหญิงสูงอายุจากชมรมผู้สูงอายุของโรงพยาบาลชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ อายุระหว่าง 60-74 ปี ที่มีสุขภาพแข็งแรง สามารถดำเนินชีวิตประจำวันได้ตามปกติ และไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำ สามารถเข้าร่วมโครงการวิจัยได้ตามระยะเวลาที่กำหนด มีความพร้อมในการออกกำลังกายและผ่านการประเมินแบบคัดเลือกอาสาสมัครก่อนเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยใช้ตารางกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของโคเฮน (Cohen, 1988) กำหนดค่าแอลฟาที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 ค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size) ที่ .50 และค่าอำนาจการทดสอบ (Power of test) ที่ .80 ได้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 14 คน รวมทั้งหมด 42 คน แต่เพื่อป้องกันการสูญหายของกลุ่มตัวอย่าง (Drop out) จึงกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 45 คนและได้มีการเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับฉลาก (Simple random sampling) แบ่งออกเป็นกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว จำนวน 15 คน กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว จำนวน 15 คน และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด จำนวน 15 คน เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยมีผู้ออกจากโครงการวิจัยจำนวน 5 คน เนื่องจากไม่ประสงค์จะเข้าร่วมโครงการวิจัยต่อจำนวน 3 คนและขาดการออกกำลังกายเกิน 2 สัปดาห์ติดต่อกันจำนวน 2 คน ดังนั้นมีกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 40 คน

เกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

เกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย (Inclusion criteria)

1. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็น ผู้สูงอายุ เพศหญิง อายุระหว่าง 60-74 ปี ที่มีสุขภาพแข็งแรงและสามารถดำเนินชีวิตประจำวันได้ตามปกติ

2. กลุ่มตัวอย่างมีความสมัครใจเข้าร่วมการวิจัยและยินยอมลงชื่อในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

3. กลุ่มตัวอย่างไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำ

4. ต้องผ่านเกณฑ์แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกายและแบบสอบถามประวัติสุขภาพทั่วไป

เกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากการวิจัย (Exclusion criteria)

1. กลุ่มตัวอย่างไม่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดของการวิจัย

2. กลุ่มตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์จากการตอบแบบสอบถามแบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกายและแบบสอบถามประวัติสุขภาพทั่วไป

3. กลุ่มตัวอย่างขาดการออกกำลังกายตามโปรแกรมติดต่อกันมากกว่า 2 สัปดาห์ ในขณะทำการทดลองหากขาดการออกกำลังกายรวมได้ 2 สัปดาห์ แต่ไม่ติดต่อกันยังไม่ถือว่าเป็นการคัดออกจากการทดลอง

4. กลุ่มตัวอย่างไม่สมัครใจหรือเข้าร่วมการวิจัยอีกต่อไป

5. กลุ่มตัวอย่างเกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น เกิดการบาดเจ็บและมีอาการเจ็บป่วยในช่วงของการทดลอง เป็นต้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1.1 แบบข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย (Patient/Participant Information Sheet) (ภาคผนวก ข)

1.2 แบบยินยอมของประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย (Informed Consent Form) (ภาคผนวก ค)

1.3 แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (ภาคผนวก ง)

1.4 แบบสอบถามประวัติสุขภาพทั่วไปก่อนการเข้าร่วมการวิจัย (ภาคผนวก จ)

2. เครื่องมือที่ใช้วัดและทดสอบ

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบตัวแปรทางสรีรวิทยาทั่วไป

- เครื่องชั่งน้ำหนัก (Weight scale) ยี่ห้อ OMRON รุ่น HBF- 362 ประเทศญี่ปุ่น
- เครื่องวัดส่วนสูง (Height scale)
- เครื่องวัดความดันโลหิตชนิดดิจิตอล (Automatic blood pressure monitor) ยี่ห้อ ออมรอน (Omron) รุ่น SEM-1 model ประเทศญี่ปุ่น

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

- เครื่องวัดแรงดันอากาศของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออก (Mouth pressure manometer) ยี่ห้อ Micro Medical รุ่น Micro RPMTM ประเทศอังกฤษ

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบการขยายตัวของทรวงอก

- ตลับเทปแบบพลาสติก (Plastic tape)

2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบสมรรถภาพปอด

- เครื่องตรวจวัดสมรรถภาพปอด (Spirometer) ยี่ห้อ Spirotouch ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบสุขสมรรถนะ

- เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Bioelectrical Impedance Analysis: BIA) ยี่ห้อ OMRON รุ่น HBF- 362 ประเทศญี่ปุ่น
- เก้าอี้ขนาดความสูงจากพื้น 17 นิ้ว
- ดัมเบลล์ ขนาด 5 ปอนด์ (Dumbbell)
- นาฬิกาจับเวลา (Stopwatch)
- สายเมตร (ยาวมากกว่า 20 เมตร)
- กรวยจราจรขนาดเล็ก 4 อัน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.1 แบบฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าด้วยอุปกรณ์ฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (ภาคผนวก ฉ)

3.2 แบบฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (ภาคผนวก ช)

3.3 อุปกรณ์ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า (Inspiratory muscle training device) ยี่ห้อ POWERbreathe® รุ่น Classic ประเทศอังกฤษ

3.4 ยางยืด (Resistance band) ยี่ห้อ Sanctband™ ประเทศมาเลเซีย

4. เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล (ภาคผนวก ฒ)

4.1 แบบบันทึกข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา ประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักและความดันโลหิตขณะพัก

4.2 แบบบันทึกการทดสอบเกี่ยวข้องกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอดและสุขสมรรถนะ

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนในการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การคัดเลือกท่าทางการออกกำลังกายด้วยยางยืด

โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยยางยืดให้มีความเหมาะสมกับหญิงสูงอายุ ต่อการเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอดและสุขสมรรถนะ

ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัยในขั้นตอนที่ 1 ดังนี้

1. ทบทวนเอกสารและข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับหญิงสูงอายุ การฝึกบริหารร่างกายบริเวณส่วนบนของร่างกาย การฝึกกล้ามเนื้อหายใจและการออกกำลังกายด้วยยางยืด

2. คัดเลือกท่าทางการออกกำลังกายด้วยยางยืดเพื่อใช้เป็นรูปแบบโปรแกรมในการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (Resistance band exercise program) ของการวิจัย

3. ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยสร้างแบบประเมินความเหมาะสมตามองค์ประกอบการออกกำลังกายด้วยยางยืด (ภาคผนวก ฌ) แล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ได้แก่ รองศาสตราจารย์ เจริญ กระบวนรัตน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดรุณวรรณ สุขสม อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัยและอาจารย์ ดร.ไวพจน์ จันทร์เสม ตรวจพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา (Validity) ของแบบประเมิน โดยการตรวจสอบค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมินโดยใช้เกณฑ์ในการตัดสินคือค่าดัชนี (Item Objective Congruence, IOC) แบบประเมินทุกข้อมีค่าดัชนี IOC อยู่ที่ระหว่าง 0.6 - 1.0 โดยได้ค่าเฉลี่ย IOC = 0.85 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่เหมาะสม

4. จัดเป็นรูปแบบโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (Resistance band exercise program) เพื่อใช้ในการวิจัยต่อไป (ภาคผนวก ช)

ขั้นตอนที่ 2 การดำเนินการเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอาสาสมัครหญิงสูงอายุ

ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัยในขั้นที่ 2 ดังนี้

1. รับสมัครอาสาสมัครและทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด ภายหลังจากโครงการวิจัยได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคนของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ภาคผนวก ก)

2. ผู้วิจัยทำการติดต่อและคัดเลือกหญิงสูงอายุโดยการสมัครใจเข้าร่วม

3. ผู้วิจัยเข้าพบกลุ่มตัวอย่าง แนะนำตัว ชี้แจงถึงวัตถุประสงค์หลักของการวิจัยอธิบายรายละเอียด วิธีดำเนินการวิจัย ระยะเวลาที่เข้าร่วมวิจัย พร้อมทั้งอธิบายถึงการพิทักษ์สิทธิ์ของผู้เข้าร่วมวิจัย ขอความร่วมมือในการวิจัย และเปิดโอกาสซักถามข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อการพิจารณาตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัย

4. ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับทราบถึงรายละเอียดของวิธีปฏิบัติในการทดสอบและการเก็บข้อมูล พร้อมทั้งลงชื่อในหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

5. ผู้เข้าร่วมการวิจัยกรอกแบบสอบถามประวัติสุขภาพทั่วไปและแบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย

6. ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว จำนวน 15 คน กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว จำนวน 15 คน และกลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด จำนวน 15 คน รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 45 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย

7. กลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกตามเงื่อนไขของแต่ละกลุ่มทดลอง โดยกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (20 นาที) 3 วันต่อสัปดาห์ คือ วันอังคาร วันพฤหัสบดีและวันเสาร์ ในช่วงเวลา 15.00 น. – 16.00 น. กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (20 นาที) 3 วันต่อสัปดาห์ คือ วันจันทร์ วันพุธและวันศุกร์ ในช่วงเวลา 16.00 น. – 17.00 น. และกลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (20 นาที) ร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยางยืด (20 นาที) 3 วันต่อสัปดาห์ คือ วันจันทร์ วันพุธและวันศุกร์ ในช่วงเวลา 15.00 น. – 16.00 น. ในระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 สถานที่ฝึกใช้อาคารเอนกประสงค์ของชมรมผู้สูงอายุโรงพยาบาลชัยภูมิ

การฝึกกล้ามเนื้อหายใจจะฝึกโดยการหายใจทางปากและฝึกเฉพาะกล้ามเนื้อหายใจเข้าโดยใช้อุปกรณ์ฝึกกล้ามเนื้อหายใจยี่ห้อ พาวเวอร์บรีท (POWERbreathe®) รุ่น Classic ประเทศอังกฤษ โดยใช้ความหนักที่ 40-80% ของค่าแรงดันอากาศสูงสุดขณะหายใจเข้าอย่างเร็วและ

แรงเต็มที่ (MIP) ใน 2 สัปดาห์แรกจะใช้แรงต้านระดับเบาที่ 40% ของค่า MIP และอีก 3 สัปดาห์ต่อมาจะใช้แรงต้านเป็นระดับปานกลางที่ 60% ของค่า MIP หลังจากนั้นจะเพิ่มแรงต้านขึ้นเป็นระดับหนักที่ 80% ของค่า MIP ใน 3 สัปดาห์หลัง ทำการฝึก 30 ครั้ง/เซต และฝึกต่อเนื่อง 4 เซต โดยมีเวลาพักระหว่างเซต 1-2 นาที (ภาคผนวก ฉ)

การฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด ใช้เวลา 20 นาที โดยฝึกบริหารกล้ามเนื้อด้วยยางยืดจำนวน 10 ท่า ได้แก่ Chest press, Reverse fly, Incline chest press, Chest fly, Decline chest press, Diagonal flexion (D2), Shoulder press, Lat pull down, Snatches และ Trunk lateral flexion ท่าละ 10 ครั้ง พร้อมกำหนดลมหายใจเข้า-ออก ให้สัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวในขณะฝึกออกกำลังกาย ฝึกบริหารกล้ามเนื้อในแต่ละท่า 3 เซตอย่างต่อเนื่อง โดยมีเวลาพักระหว่างเซต 10 วินาที เมื่อฝึกครบทั้ง 3 เซต ให้พัก 30 วินาที แล้วฝึกบริหารในท่าลำดับถัดไป โดยใน 2 สัปดาห์แรกจะใช้ยางยืดที่มีแรงต้านระดับเบาและอีก 3 สัปดาห์ต่อมาจะใช้ยางยืดที่มีแรงต้านระดับปานกลาง หลังจากนั้นจะเพิ่มแรงต้านของยางยืดเป็นระดับหนักในช่วง 3 สัปดาห์หลัง ดังตารางที่ 3 และรายละเอียดในภาคผนวก ช

8. ก่อนและหลังเข้าร่วมการทดลองกลุ่มตัวอย่างได้รับการทดสอบตัวแปรต่างๆ ดังต่อไปนี้

8.1 ข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาทั่วไป ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักและความดันโลหิตขณะพัก

8.2 ข้อมูลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่ แรงดันของอากาศสูงสุดขณะหายใจเข้าอย่างเร็วและแรงเต็มที่ และแรงดันของอากาศสูงสุดขณะหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่

8.3 ข้อมูลการขยายตัวของทรวงอก ได้แก่ การขยายตัวของอกส่วนบน อกส่วนกลางและอกส่วนล่าง

8.4 ข้อมูลสมรรถภาพปอด ได้แก่ ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FVC) ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1) ค่าเปอร์เซ็นต์ FEV1 (FEV1/FVC) และปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาที (MVV12)

8.5 ข้อมูลสุขสมรรถนะ ได้แก่ องค์ประกอบทางร่างกาย ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ และความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ

ตารางที่ 3 ตารางแสดงขั้นตอนการฝึกกล้ามเนื้อหายใจและการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม

โปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อหายใจและการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด

สัปดาห์	**การปฏิบัติ/กิจกรรม**		
	กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ เพียงอย่างเดียว*	**กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด เพียงอย่างเดียว**	**กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับ การฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด**
สัปดาห์ที่ 1-2 (จำนวน 6 ครั้ง)	1. ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า 3 วัน/สัปดาห์ 2. ใช้ความหนักที่ 40% ของค่า MIP 3. ฝึก 30 ครั้ง/เซต และฝึกต่อเนื่อง 4 เซต 4. มีเวลาพักระหว่างเซต 1-2 นาที 5. ใช้เวลาในการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้ารวมทั้งหมด 20 นาที/ครั้ง ** การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า จะไม่มีการอบอุ่นร่างกายและการคลายอุ่นร่างกาย*	1. ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด 3 วัน/สัปดาห์ 2. เริ่มต้นด้วยการอบอุ่นร่างกาย ด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที (จำนวน 13 ท่า) 3. ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด โดยใช้ยางยืดที่มีแรงต้านระดับเบา (สีชมพู) (จำนวน 10 ท่า) 4. ฝึกบริหารกล้ามเนื้อในแต่ละท่า 3 เซต อย่างต่อเนื่อง โดยมีเวลาพักระหว่างเซต 10 วินาที เมื่อฝึกครบทั้ง 3 เซต ให้พัก 30 วินาที แล้วฝึกบริหารในท่าลำดับถัดไป 5. ตามด้วยการคลายอุ่นร่างกาย ด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที (จำนวน 10 ท่า) 6. ใช้เวลาในการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดรวมทั้งหมด 40 นาที/ครั้ง	1. เริ่มต้นด้วยการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าโดยมีขั้นตอนเช่นเดียวกับกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (ใช้เวลา 20 นาที) 2. พักระหว่างการฝึก 5 นาที 3. ตามด้วยการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดโดยมีขั้นตอนเช่นเดียวกับกลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (ใช้เวลา 40 นาที) 4. ใช้เวลาในการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าและการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดรวมทั้งหมด 60 นาที/ครั้ง

ตารางที่ 3 ตารางแสดงขั้นตอนการฝึกกล้ามเนื้อหายใจและการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม (ต่อ)

โปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อหายใจและการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด

สัปดาห์	**การปฏิบัติ/กิจกรรม**		
	กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ เพียงอย่างเดียว*	**กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด เพียงอย่างเดียว**	**กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับ การฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด**
สัปดาห์ที่ 3-5 (จำนวน 9 ครั้ง)	1. ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า 3 วัน/สัปดาห์ 2. ใช้ความหนักที่ 60% ของค่า MIP 3. ฝึก 30 ครั้ง/เซต และฝึกต่อเนื่อง 4 เซต 4. มีเวลาพักระหว่างเซต 1-2 นาที 5. ใช้เวลาในการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้ารวมทั้งหมด 20 นาที/ครั้ง * *การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า จะไม่มีการอบอุ่นร่างกายและการคลายอุ่นร่างกาย*	1. ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด 3 วัน/สัปดาห์ 2. เริ่มต้นด้วยการอบอุ่นร่างกาย ด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที (จำนวน 13 ท่า) 3. ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด โดยใช้ยางยืดที่มีแรงต้านระดับปานกลาง (สีส้ม) (จำนวน 10 ท่า) 4. ฝึกบริหารกล้ามเนื้อในแต่ละท่า 3 เซต อย่างต่อเนื่อง โดยมีเวลาพักระหว่างเซต 10 วินาที เมื่อฝึกครบทั้ง 3 เซต ให้พัก 30 วินาที แล้วฝึกบริหารในท่าลำดับถัดไป 5. ตามด้วยการคลายอุ่นร่างกาย ด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที (จำนวน 10 ท่า) 6. ใช้เวลาในการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดรวมทั้งหมด 40 นาที/ครั้ง	1. เริ่มต้นด้วยการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าโดยมีขั้นตอนเช่นเดียวกับกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (ใช้เวลา 20 นาที) 2. พักระหว่างการฝึก 5 นาที 3. ตามด้วยการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดโดยมีขั้นตอนเช่นเดียวกับกลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (ใช้เวลา 40 นาที) 4. ใช้เวลาในการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าและการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดรวมทั้งหมด 60 นาที/ครั้ง

ตารางที่ 3 ตารางแสดงขั้นตอนการฝึกกล้ามเนื้อหายใจและการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม (ต่อ)

โปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อหายใจและการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด

สัปดาห์	**การปฏิบัติ/กิจกรรม**		
	กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจ เพียงอย่างเดียว *	**กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด เพียงอย่างเดียว**	**กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับ การฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด**
สัปดาห์ที่ 6-8 (จำนวน 9 ครั้ง)	1. ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า 3 วัน/สัปดาห์ 2. ใช้ความหนักที่ 80% ของค่า MIP 3. ฝึก 30 ครั้ง/เซต และฝึกต่อเนื่อง 4 เซต 4. มีเวลาพักระหว่างเซต 1-2 นาที 5. ใช้เวลาในการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้ารวมทั้งหมด 20 นาที/ครั้ง ** การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า จะไม่มีการอบอุ่นร่างกายและการคลายอุ่นร่างกาย*	1. ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด 3 วัน/สัปดาห์ 2. เริ่มต้นด้วยการอบอุ่นร่างกาย ด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที (จำนวน 13 ท่า) 3. ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด โดยใช้ยางยืดที่มีแรงต้านระดับหนัก (สีเขียว) (จำนวน 10 ท่า) 4. ฝึกบริหารกล้ามเนื้อในแต่ละท่า 3 เซต อย่างต่อเนื่อง โดยมีเวลาพักระหว่างเซต 10 วินาที เมื่อฝึกครบทั้ง 3 เซต ให้พัก 30 วินาที แล้วฝึกบริหารในท่าลำดับถัดไป 5. ตามด้วยการคลายอุ่นร่างกาย ด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที (จำนวน 10 ท่า) 6. ใช้เวลาในการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดรวมทั้งหมด 40 นาที/ครั้ง	1. เริ่มต้นด้วยการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าโดยมีขั้นตอนเช่นเดียวกับกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (ใช้เวลา 20 นาที) 2. พักระหว่างการฝึก 5 นาที 3. ตามด้วยการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดโดยมีขั้นตอนเช่นเดียวกับกลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (ใช้เวลา 40 นาที) 4. ใช้เวลาในการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าและการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดรวมทั้งหมด 60 นาที/ครั้ง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของทั้ง 3 กลุ่มทดลอง ดังนี้

1. การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการตอบแบบสอบถามประวัติสุขภาพทั่วไปและแบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย

2. เก็บข้อมูลก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

2.1 ข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา ได้แก่

2.1.1 น้ำหนักและส่วนสูง ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยถอดร้องเท้าก่อนทำการวัดน้ำหนักและส่วนสูง น้ำหนักมีหน่วยเป็นกิโลกรัมและส่วนสูงมีหน่วยเป็นเซนติเมตร

2.1.2 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยนั่งพักเป็นเวลา 5 นาทีแล้วเริ่มจับชีพจรเป็นเวลา 1 นาที มีหน่วยเป็นจำนวนครั้งต่อนาที

2.1.3 ความดันโลหิตขณะพัก ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยนั่งพักเป็นเวลา 5 นาทีแล้วเริ่มวัดทั้งความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (Systolic blood pressure) และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (Diastolic blood pressure) มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรปรอท

2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่

2.2.1 ค่าแรงดันของอากาศในขณะหายใจเข้าอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Maximum inspiratory pressure: MIP) ซึ่งใช้เป็นดัชนีบ่งบอกถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า มีหน่วยเป็นเซนติเมตรน้ำ

2.2.2 ค่าแรงดันของอากาศในขณะหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (Maximum expiratory pressure: MEP) ซึ่งใช้เป็นดัชนีบ่งบอกถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออก มีหน่วยเป็นเซนติเมตรน้ำ

2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับการขยายตัวของทรวงอก ได้แก่

2.3.1 การขยายตัวของอกส่วนบน บริเวณรักแร้ (Axilla)

2.3.2 การขยายตัวของอกส่วนกลาง บริเวณลิ้นปี่ (Xiphoid process)

2.3.3 การขยายตัวของอกส่วนล่าง บริเวณกระดูกซี่โครงระดับที่ 10 (Costal catilage 10^{th})

โดยค่าการขยายตัวของทรวงอกจะเป็นค่าความต่างระหว่างค่าการหายใจเข้าเต็มที่และค่าการหายใจออกเต็มที่ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

2.4 ข้อมูลเกี่ยวกับสมรรถภาพปอด ทดสอบด้วยเครื่องวัดสมรรถภาพปอด (Spirometer) ได้แก่

2.4.1 ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่จนสุดจากตำแหน่งที่หายใจเข้าเต็มที่ (FVC) มีหน่วยเป็นลิตร

2.4.2 ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่จากตำแหน่งที่หายใจเข้าเต็มที่ (FEV1) มีหน่วยเป็นลิตร

2.4.3 ค่าเปอร์เซ็นต์ FEV1 (FEV1/FVC) มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

2.4.4 ค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาที (MMV12) มีหน่วยเป็นลิตรต่อนาที

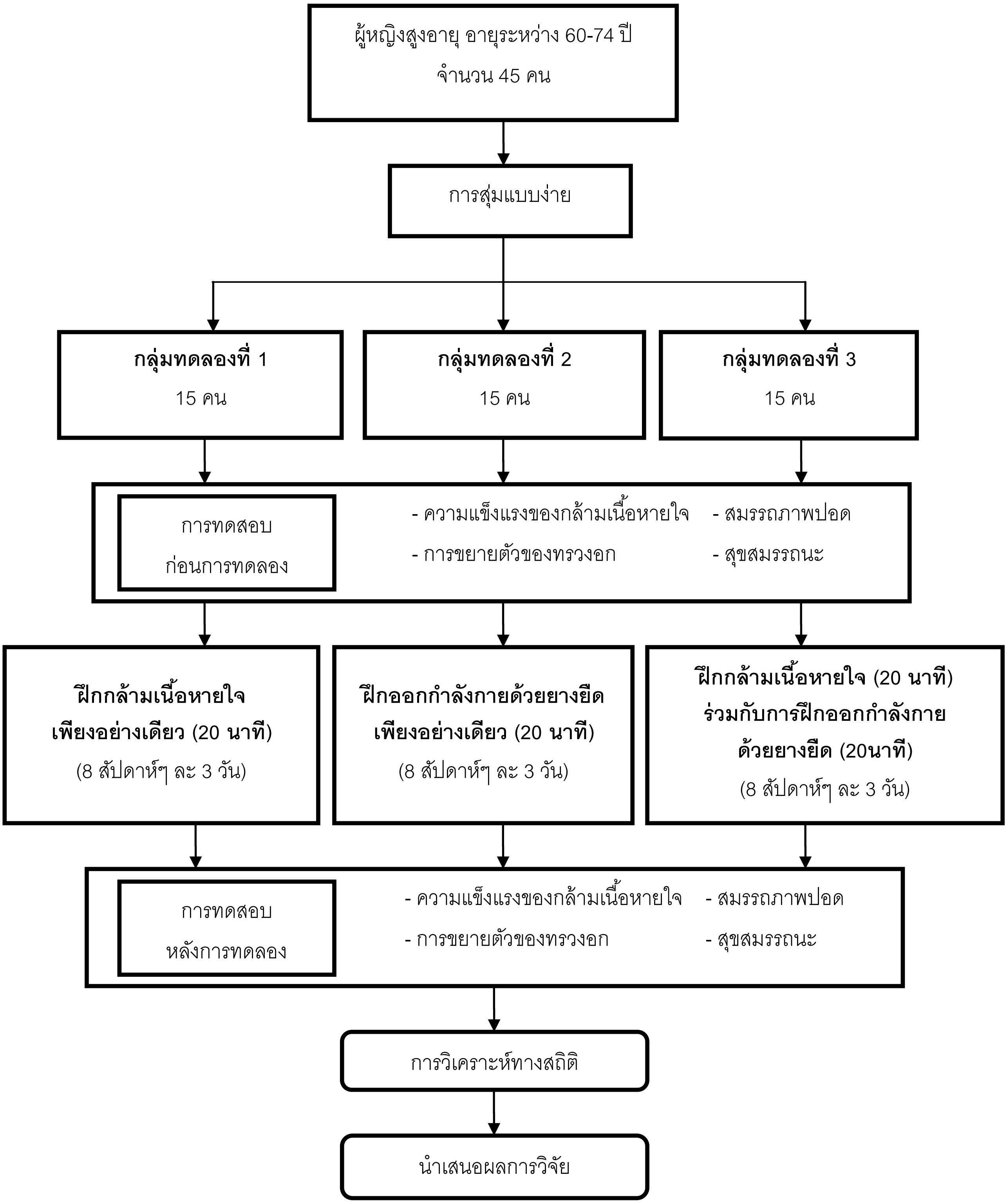
2.5 ข้อมูลเกี่ยวกับสุขสมรรถนะ ได้แก่

2.5.1 องค์ประกอบทางกาย (Body composition) ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยถอดรองเท้าก่อนขึ้นชั่งบนเครื่องชั่งวัดไขมันที่ใช้เทคโนโลยี BIA (Bioelectrical Impedance Analysis) ยี่ห้อ OMRON รุ่น HBF- 362 เพื่อวัดเปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลกล้ามเนื้อปราศจากไขมัน และมวลไขมัน มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์และกิโลกรัม

2.5.2 ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular strength and Endurance) ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทดสอบความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขนและลำตัวส่วนบน ด้วยการทดสอบการงอข้อศอก (Arm curl test) โดยนับจำนวนครั้งที่สามารถยกน้ำหนัก 5 ปอนด์ (2.27 กิโลกรัม) ได้มากที่สุดภายใน 30 วินาที และทดสอบความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อขา ด้วยวิธีการลุก-นั่งเก้าอี้ (Chair stand test) โดยนับจำนวนครั้งที่สามารถทำได้มากที่สุดภายใน 30 วินาที มีหน่วยเป็นจำนวนครั้ง

2.5.3 ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ (Flexibility) ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทดสอบความยืดหยุ่นของลำตัวส่วนบนและแขน (Upper body flexibility) โดยการเอื้อมมือทั้งสองข้างแตะกันทางด้านหลัง (back scratch test) และทดสอบความยืดหยุ่นของหลังและขา (Lower body flexibility) โดยการนั่งเก้าอี้และเอื้อมแตะปลายเท้า (Chair sit and reach test) มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

2.5.4 ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ (Cardiopulmonary Endurance) ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทดสอบด้วยการเดิน 6 นาที (6-minute walk test) โดยประเมินจากระยะทางที่สามารถเดินได้มากที่สุดภายใน 6 นาที มีหน่วยเป็นเมตร



แผนภูมิที่ 2 สรุปขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลองของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียวและกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด วิเคราะห์หาค่าต่างๆ ทางสถิติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังต่อไปนี้

1. นำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลองภายในกลุ่มโดยทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired-t test) ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรระหว่างกลุ่มทั้งก่อนการทดลองและหลังการทดลอง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) หากพบความแตกต่างจะทำการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ต่อไป ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เมื่อวันที่ 29 พฤศจิกายน พ.ศ.2554

2. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มตัวอย่างจะถูกเก็บเป็นความลับ หากมีการนำเสนอผลการวิจัยจะนำเสนอในลักษณะภาพรวม

3. หากผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับบาดเจ็บจากการฝึกและการทดสอบ ผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบในการรักษาพยาบาลทั้งหมด

4. การเข้าร่วมเป็นกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเป็นโดยสมัครใจ และมีสิทธิถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผลและไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงจะได้รับ

5. หากผู้เข้าร่วมวิจัยมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว

6. หากผู้เข้าร่วมวิจัยไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามข้อมูลดังกล่าว ผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147, 0-2218-8141 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail:eccu@chula.ac.th

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอด และสุขสมรรถนะในหญิงสูงอายุ ทำการทดสอบก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) จำนวน 14 คน กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) จำนวน 13 คน และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) จำนวน 13 คน ผู้วิจัยนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลมานำเสนอในรูปตารางประกอบความเรียง และแผนภูมิ โดยแบ่งการนำเสนอเป็น 6 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไป และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ก่อนการทดลองของทุกกลุ่ม

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) และการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไป ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอด และสุขสมรรถนะหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของทุกกลุ่ม

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) ของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไป ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอด และสุขสมรรถนะระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1)

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) ของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไป ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอด และสุขสมรรถนะระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2)

ตอนที่ 5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) ของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไป ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอด และสุขสมรรถนะระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3)

ตอนที่ 6 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไป ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอด และสุขสมรรถนะระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของทุกกลุ่ม

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไป ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอด และสุขสมรรถนะก่อนการทดลองของทุกกลุ่ม

ตารางที่ 4 ตารางแสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไปก่อนการทดลองของทุกกลุ่ม

ตัวแปร	**กลุ่มที่ 1**		**กลุ่มที่ 2**		**กลุ่มที่ 3**		F	P
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
อายุ (ปี)	62.29	2.70	63.46	2.93	63.00	2.31	.671	**.517**
น้ำหนัก (กก.)	59.77	13.06	61.76	9.76	62.44	8.91	.224	**.800**
ส่วนสูง (ซม.)	153.75	7.48	152.50	4.99	153.77	6.35	.170	**.844**
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	79.50	11.20	73.15	8.82	77.85	5.37	1.846	**.174**
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก (มม.ปรอท)	130.14	13.03	130.54	13.64	133.92	15.02	.295	**.746**
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพัก (มม.ปรอท)	69.50	7.21	70.38	6.14	75.08	12.00	1.542	**.227**

$P > .05$

จากตารางที่ 4 แสดงข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไปก่อนการทดลองของทุกกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีอายุเฉลี่ย 62.29 ± 2.70 ปี 63.46 ± 2.93 ปี และ 63.00 ± 2.31 ปี ตามลำดับ มีน้ำหนักเฉลี่ย 59.77 ± 13.06 กิโลกรัม 61.76 ± 9.76 กิโลกรัม และ 62.44 ± 8.91 กิโลกรัม ตามลำดับ มีส่วนสูงเฉลี่ย 153.75 ± 7.48 เซนติเมตร 152.50 ± 4.99 เซนติเมตร และ 153.77 ± 6.35 เซนติเมตร ตามลำดับ มีอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักเฉลี่ย 79.50 ± 11.20 ครั้ง/นาที 73.15 ± 8.82 ครั้ง/นาที และ 77.85 ± 5.37 ครั้ง/นาที ตามลำดับ มีความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพักเฉลี่ย 130.14 ± 13.03 มิลลิเมตรปรอท 130.54 ±13.64 มิลลิเมตรปรอท และ 133.92 ± 15.02

มิลลิเมตรปรอท ตามลำดับ และมีความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพักเฉลี่ย 69.50 ± 7.21 มิลลิเมตรปรอท 70.38 ± 6.14 มิลลิเมตรปรอท และ 75.08 ± 12.00 มิลลิเมตรปรอท ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไปก่อนการทดลองของทุกกลุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 5 ตารางแสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ของข้อมูลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจก่อนการทดลองของทุกกลุ่ม

ตัวแปร	กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่ 2		กลุ่มที่ 3		F	P
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า (ซม.น้ำ)	62.36	16.29	78.69	22.95	72.15	18.91	2.410	.104
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออก (ซม.น้ำ)	100.36	29.39	110.15	27.75	96.69	31.58	.721	.493

P > .05

จากตารางที่ 5 แสดงข้อมูลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจก่อนการทดลองของทุกกลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าเฉลี่ย 62.36 ± 16.29 เซนติเมตรน้ำ 78.69 ± 22.95 เซนติเมตรน้ำ และ 72.15 ± 18.91 เซนติเมตรน้ำ ตามลำดับ และมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกเฉลี่ย 100.36 ± 29.39 เซนติเมตรน้ำ 110.15 ± 27.75 เซนติเมตรน้ำ และ 96.69 ± 31.58 เซนติเมตรน้ำ ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวของข้อมูลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจก่อนการทดลองของทุกกลุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) และการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไป ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอด และสุขสมรรถนะหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของทุกกลุ่ม

ตารางที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) และการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไปหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของทุกกลุ่ม

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
น้ำหนัก (กก.)	ระหว่างกลุ่ม	67.385	2	33.693	.288	.751
	ภายในกลุ่ม	4322.033	37	116.812		
	รวม	4389.418	39			
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	ระหว่างกลุ่ม	296.989	2	148.495	2.074	.140
	ภายในกลุ่ม	2649.011	37	71.595		
	รวม	2946.000	39			
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก (มม.ปรอท)	ระหว่างกลุ่ม	11.885	2	5.942	.028	.972
	ภายในกลุ่ม	7760.115	37	209.733		
	รวม	7772.000	39			
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพัก (มม.ปรอท)	ระหว่างกลุ่ม	64.706	2	32.353	.447	.643
	ภายในกลุ่ม	2680.269	37	72.440		
	รวม	2744.975	39			

P > .05

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ทั้งกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีน้ำหนักเฉลี่ย อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักเฉลี่ย ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพักเฉลี่ยและความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพักเฉลี่ย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) และการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ของข้อมูลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของทุกกลุ่ม

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ความแข็งแรงของ	ระหว่างกลุ่ม	3084.220	2	1542.110	4.370	.020*
กล้ามเนื้อหายใจเข้า	ภายในกลุ่ม	13055.780	37	352.859		
(ซม.น้ำ)	รวม	16140.000	39			
ความแข็งแรงของ	ระหว่างกลุ่ม	7922.864	2	3961.432	5.512	.008*
กล้ามเนื้อหายใจออก	ภายในกลุ่ม	26590.511	37	718.662		
(ซม.น้ำ)	รวม	34513.375	39			

* P < .05

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ทั้งกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าเฉลี่ย และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ดังตารางที่ 8-9

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ของข้อมูลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

กลุ่มทดลอง	ค่าเฉลี่ย	กลุ่มที่ 1 105.29	กลุ่มที่ 2 105.54	กลุ่มที่ 3 124.15
กลุ่มที่ 1	105.29	-	-.25 (p = .972)	-18.87* (p = .013)
กลุ่มที่ 2	105.54		-	-18.62* (p = .016)
กลุ่มที่ 3	124.15			-

*. P < .05

จากตารางที่ 8 พบว่า กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าเฉลี่ยแตกต่างจากกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) และกลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้แล้วยังพบว่า กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) และกลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ของข้อมูลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกระหว่างกลุ่มหลังการการทดลอง 8 สัปดาห์

กลุ่มทดลอง	**ค่าเฉลี่ย**	**กลุ่มที่ 1** 101.21	**กลุ่มที่ 2** 129.92	**กลุ่มที่ 3** 131.46
กลุ่มที่ 1	101.21	-	-28.71* (p = .008)	-30.25* (p = .006)
กลุ่มที่ 2	129.92		-	-1.54 (p = .884)
กลุ่มที่ 3	131.46			-

*. P < .05

จากตารางที่ 9 พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกเฉลี่ยแตกต่างจากกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้แล้วยังพบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) และการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ของข้อมูลการขยายตัวของทรวงอกหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของทุกกลุ่ม

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
อกส่วนบน (ซม.)	ระหว่างกลุ่ม	4.311	2	2.155	6.597	.004*
	ภายในกลุ่ม	12.089	37	.327		
	รวม	16.400	39			
อกส่วนกลาง (ซม.)	ระหว่างกลุ่ม	3.183	2	1.592	7.306	.002*
	ภายในกลุ่ม	8.060	37	.218		
	รวม	11.244	39			
อกส่วนล่าง (ซม.)	ระหว่างกลุ่ม	2.813	2	1.407	5.548	.008*
	ภายในกลุ่ม	9.380	37	.254		
	รวม	12.194	39			

* P < .05

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ทั้งกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีการขยายตัวของอกส่วนบน อกส่วนกลาง และอกส่วนล่างเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ดังตารางที่ 11-13

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ของข้อมูลการขยายตัวของอกส่วนบนระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

กลุ่มทดลอง		**กลุ่มที่ 1**	**กลุ่มที่ 2**	**กลุ่มที่ 3**
	ค่าเฉลี่ย	4.11	4.73	4.85
กลุ่มที่ 1	4.11	-	-.62* (p = .007)	-.74* (p = .002)
กลุ่มที่ 2	4.73		-	-.12 (p = .610)
กลุ่มที่ 3	4.85			-

* .P < .05

จากตารางที่ 11 พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีการขยายตัวของอกส่วนบนเฉลี่ยแตกต่างจากกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้แล้วยังพบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีการขยายตัวของอกส่วนบนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ของข้อมูลการขยายตัวของอกส่วนกลางระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

กลุ่มทดลอง		**กลุ่มที่ 1**	**กลุ่มที่ 2**	**กลุ่มที่ 3**
	ค่าเฉลี่ย	5.14	5.61	5.81
กลุ่มที่ 1	5.14	-	-.47* (p = .012)	-.66* (p = .001)
กลุ่มที่ 2	5.61		-	-.19 (p = .300)
กลุ่มที่ 3	5.81			-

*. P < .05

จากตารางที่ 12 พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีการขยายตัวของอกส่วนกลางเฉลี่ยแตกต่างจากกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้แล้วยังพบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีการขยายตัวของอกส่วนกลางเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ของข้อมูลการขยายตัวของอกส่วนล่างระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

กลุ่มทดลอง	**ค่าเฉลี่ย**	**กลุ่มที่ 1** 6.27	**กลุ่มที่ 2** 5.68	**กลุ่มที่ 3** 6.19
กลุ่มที่ 1	6.27	-	-.51* (p = .012)	-.59* (p = .004)
กลุ่มที่ 2	5.68		-	-.08 (p = .699)
กลุ่มที่ 3	6.19			-

*. P < .05

จากตารางที่ 13 พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีการขยายตัวของอกส่วนล่างเฉลี่ยแตกต่างจากกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้แล้วยังพบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีการขยายตัวของอกส่วนล่างเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) และการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ของข้อมูลสมรรถภาพปอดหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของทุกกลุ่ม

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (ล.)	ระหว่างกลุ่ม	.062	2	.031	.281	.757
	ภายในกลุ่ม	4.105	37	.111		
	รวม	4.167	39			
ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (ล.)	ระหว่างกลุ่ม	.195	2	.098	.801	.456
	ภายในกลุ่ม	4.515	37	.122		
	รวม	4.710	39			
ค่าเปอร์เซ็นต์ FEV1 (%)	ระหว่างกลุ่ม	179.166	2	89.583	2.954	.065
	ภายในกลุ่ม	1121.934	37	30.323		
	รวม	1301.100	39			
ปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา12 วินาที (ล./นาที)	ระหว่างกลุ่ม	2454.186	2	1227.093	4.744	.015*
	ภายในกลุ่ม	9569.714	37	258.641		
	รวม	12023.900	39			

* P < .05

จากตารางที่ 14 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ทั้งกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาทีเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ของข้อมูลปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาที ระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

กลุ่มทดลอง		**กลุ่มที่ 1**	**กลุ่มที่ 2**	**กลุ่มที่ 3**
	ค่าเฉลี่ย	80.14	63.77	80.85
กลุ่มที่ 1	80.14	-	16.37* (p = .012)	-.70 (p = .910)
กลุ่มที่ 2	63.77			-17.08* (p = .0.10)
กลุ่มที่ 3	80.85			-

*. P < .05

จากตารางที่ 15 พบว่า กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาทีเฉลี่ยแตกต่างจากกลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้แล้วยังพบว่า กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาทีเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) และการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ของข้อมูลสุขสมรรถนะหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของทุกกลุ่ม

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
องค์ประกอบทางกาย						
- มวลกล้ามเนื้อปราศจากไขมัน	ระหว่างกลุ่ม	12.375	2	6.188	.225	.800
(กก.)	ภายในกลุ่ม	1018.454	37	27.526		
	รวม	1030.829	39			
- ไขมัน (กก.)	ระหว่างกลุ่ม	22.761	2	11.381	.321	.727
	ภายในกลุ่ม	1311.534	37	35.447		
	รวม	1334.295	39			
- เปอร์เซ็นต์ไขมัน (%)	ระหว่างกลุ่ม	15.025	2	7.513	.404	.670
	ภายในกลุ่ม	687.199	37	18.573		
	รวม	702.224	39			
ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ						
- มือไขว้หลังแตะกัน (ซม.)	ระหว่างกลุ่ม	64.776	2	32.388	6.635	.003*
	ภายในกลุ่ม	180.599	37	4.881		
	รวม	245.375	39			
- นั่งเก้าอี้แตะปลายเท้า (ซม.)	ระหว่างกลุ่ม	333.687	2	166.844	5.447	.008*
	ภายในกลุ่ม	1133.407	37	30.633		
	รวม	1467.094	39			

ตารางที่ 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) และการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ของข้อมูลสุขสมรรถนะหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของทุกกลุ่ม (ต่อ)

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ						
- การงอข้อศอก	ระหว่างกลุ่ม	350.522	2	175.261	26.441	.000*
(ครั้ง/30 วินาที)	ภายในกลุ่ม	245.253	37	6.628		
	รวม	595.775	39			
- การลุก-นั่งเก้าอี้	ระหว่างกลุ่ม	92.715	2	46.357	11.507	.000*
(ครั้ง/30 วินาที)	ภายในกลุ่ม	149.060	37	4.029		
	รวม	241.775	39			
ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ						
- การเดิน 6 นาที (ม.)	ระหว่างกลุ่ม	26632.115	2	13316.058	6.590	.004*
	ภายในกลุ่ม	74765.385	37	2020.686		
	รวม	101397.500	39			

* P < .05

จากตารางที่ 16 แสดงให้เห็นว่า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ทั้งกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเฉลี่ย (มือไขว้หลังแตะกัน และนั่งเก้าอี้แตะปลายเท้า) ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อเฉลี่ย (การงอข้อศอก และการลุก-นั่งเก้าอี้) และความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจเฉลี่ย (การเดิน 6 นาที) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ดังตารางที่ 17-21

ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ของค่าเฉลี่ยมือไขว้หลังแตะกันระหว่างกลุ่ม หลังการทดลอง 8 สัปดาห์

กลุ่มทดลอง	**ค่าเฉลี่ย**	**กลุ่มที่ 1** 3.64	**กลุ่มที่ 2** 6.38	**กลุ่มที่ 3** 6.23
กลุ่มที่ 1	3.64	-	-2.74* (p = .003)	-2.59* (p = .004)
กลุ่มที่ 2	6.38		-	.15 (p = .860)
กลุ่มที่ 3	6.23			-

*. P < .05

จากตารางที่ 17 พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีค่าเฉลี่ยมือไขว้หลังแตะกันแตกต่างจากกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้แล้วยังพบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีค่าเฉลี่ยมือไขว้หลังแตะกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ของค่าเฉลี่ยนั่งเก้าอี้แตะปลายเท้าระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

กลุ่มทดลอง	ค่าเฉลี่ย	กลุ่มที่ 1 16.64	กลุ่มที่ 2 23.00	กลุ่มที่ 3 22.35
กลุ่มที่ 1	16.64	-	-6.36* (p = .005)	-5.70* (p = .011)
กลุ่มที่ 2	23.00		-	.65 (p = .765)
กลุ่มที่ 3	22.35			-

*. P < .05

จากตารางที่ 18 พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีค่าเฉลี่ยนั่งเก้าอี้แตะปลายเท้าแตกต่างจากกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้แล้วยังพบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีค่าเฉลี่ยนั่งเก้าอี้แตะปลายเท้าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 19 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ของค่าเฉลี่ยการงอข้อศอกระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

กลุ่มทดลอง	**ค่าเฉลี่ย**	**กลุ่มที่ 1** 16.14	**กลุ่มที่ 2** 22.23	**กลุ่มที่ 3** 22.46
กลุ่มที่ 1	16.14	-	-6.09* (p = .000)	-6.32* (p = .000)
กลุ่มที่ 2	22.23		-	-.23 (p = .820)
กลุ่มที่ 3	22.46			-

*. P < .05

จากตารางที่ 19 พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีค่าเฉลี่ยการงอข้อศอกแตกต่างจากกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้แล้วยังพบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีค่าเฉลี่ยการงอข้อศอกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 20 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ของค่าเฉลี่ยการลุก-นั่งเก้าอี้ระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

กลุ่มทดลอง		**กลุ่มที่ 1**	**กลุ่มที่ 2**	**กลุ่มที่ 3**
	ค่าเฉลี่ย	15.36	18.38	18.69
กลุ่มที่ 1	15.36	-	-3.03* (p = .000)	-3.34* (p = .000)
กลุ่มที่ 2	18.38		-	-.31 (p = .698)
กลุ่มที่ 3	18.69			-

*. P < .05

จากตารางที่ 20 พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีค่าเฉลี่ยการลุก-นั่งเก้าอี้แตกต่างจากกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้แล้วยังพบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีค่าเฉลี่ยการลุก-นั่งเก้าอี้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 21 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ (Multiple comparisons) ด้วยวิธีการของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ของค่าเฉลี่ยการเดิน 6 นาทีระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง 8 สัปดาห์

กลุ่มทดลอง	**ค่าเฉลี่ย**	**กลุ่มที่ 1** 490.00	**กลุ่มที่ 2** 478.85	**กลุ่มที่ 3** 538.85
กลุ่มที่ 1	490.00	-	11.15 (p = .523)	-48.85* (p = .008)
กลุ่มที่ 2	478.85		-	-60.00* (p = .002)
กลุ่มที่ 3	538.85			-

*. P < .05

จากตารางที่ 21 พบว่า กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) มีค่าเฉลี่ยการเดิน 6 นาที แตกต่างจากกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) และกลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้แล้วยังพบว่า กลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) และกลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) มีค่าเฉลี่ยการเดิน 6 นาทีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) ของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไป ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอด และสุขสมรรถนะระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1)

ตารางที่ 22 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) ของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไประหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		t	P
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
อายุ (ปี)	62.29	2.70	-	-	-	-
น้ำหนัก (กก.)	59.77	13.06	59.54	12.99	1.22	.243
ส่วนสูง (ซม.)	153.75	7.48	-	-	-	-
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้งต่อนาที)	79.50	11.20	79.71	9.67	-.10	.920
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก (มม.ปรอท)	130.14	13.03	120.50	16.59	3.25	.006*
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพัก (มม.ปรอท)	69.50	7.21	64.50	8.99	2.61	.022*

* P < .05

จากตารางที่ 22 พบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว มีค่าความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพักลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 23 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) ของข้อมูลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		t	P
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า (ซม.น้ำ)	62.35	16.29	105.29	20.56	-8.53	**.000***
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออก (ซม.น้ำ)	100.36	29.39	101.21	26.42	-.29	**.775**

* P < .05

จากตารางที่ 23 พบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออก ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างก่อนและหลังการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 24 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) ของข้อมูลการขยายตัวของทรวงอกระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		t	P
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
อกส่วนบน (ซม.)	3.29	.67	4.11	.53	-3.97	**.002***
อกส่วนกลาง (ซม.)	4.43	.78	5.14	.36	-3.55	**.004***
อกส่วนล่าง (ซม.)	5.04	.66	5.68	.64	-3.23	**.007***

* P < .05

จากตารางที่ 24 พบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว มีการขยายตัวของอกส่วนบน อกส่วนกลาง และอกส่วนล่างเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 25 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) ของข้อมูลสมรรถภาพปอดระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		t	P
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (ล.)	1.95	0.36	2.06	0.38	-4.20	.001*
ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (ล.)	1.77	0.38	1.86	0.40	-3.30	.006*
ค่าเปอร์เซ็นต์ FEV1 (%)	90.36	4.94	89.71	5.37	.59	.566
ปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12วินาที (ล./นาที)	65.64	11.12	80.14	17.38	-5.46	.000*

* P < .05

จากตารางที่ 25 พบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว มีปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FVC) ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1) และปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาทีเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 26 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) ของข้อมูลสุขสมรรถนะระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		t	P
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
องค์ประกอบทางกาย						
• มวลกล้ามเนื้อปราศจากไขมัน(กก.)	38.42	6.48	38.48	6.51	-.26	.800
• ไขมัน (กก.)	21.35	6.81	21.07	6.73	1.54	.149
• เปอร์เซ็นต์ไขมัน (%)	34.94	4.55	34.58	4.71	1.07	.306
ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ						
• มือไขว้หลังแตะกัน (ซม.)	3.43	1.79	3.64	1.82	-.72	.487
• นั่งเก้าอี้แตะปลายเท้า (ซม.)	16.29	6.07	16.64	6.03	-.52	.615
ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ						
• การงอข้อศอก (ครั้ง/ 30 วินาที)	15.57	1.45	16.14	1.41	-1.42	.179
• การลุก-นั่งเก้าอี้ (ครั้ง/ 30 วินาที)	14.36	1.08	15.36	2.34	-1.74	.105
ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ						
• การเดิน 6 นาที (ม.)	456.07	49.93	490	53.02	-5.28	.000

* $P < .05$

จากตารางที่ 26 พบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว มีระยะทางการเดินภายใน 6 นาที เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) ของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไป ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอด และสุขสมรรถนะระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2)

ตารางที่ 27 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) ของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไประหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2)

ตัวแปร	**ก่อนการทดลอง**		**หลังการทดลอง**		t	P
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
อายุ (ปี)	63.46	2.93	-	-	-	-
น้ำหนัก (กก.)	61.76	9.76	61.46	9.73	1.72	.111
ส่วนสูง (ซม.)	152.50	4.99	-	-	-	-
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้งต่อนาที)	73.15	8.82	73.08	7.01	0.36	.972
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก (มม.ปรอท)	130.54	13.64	120.77	10.22	4.73	.000*
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพัก (มม.ปรอท)	70.38	6.14	67.31	6.32	2.37	.035*

* P < .05

จากตารางที่ 27 พบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว มีค่าความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพักลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 28 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) ข้อมูลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		t	P
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า (ซม.น้ำ)	78.69	22.95	105.54	20.32	-11.11	.000*
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออก (ซม.น้ำ)	110.15	27.75	129.92	27.75	-2.87	.014*

* P < .05

จากตารางที่ 28 พบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 29 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) ของข้อมูลการขยายตัวของทรวงอกระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		t	P
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
อกส่วนบน (ซม.)	3.19	.66	4.73	.73	-7.70	.000*
อกส่วนกลาง (ซม.)	4.15	.69	5.61	.62	-7.98	.000*
อกส่วนล่าง (ซม.)	5.12	.77	6.19	.48	-4.78	.000*

* P < .05

จากตารางที่ 29 พบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว มีการขยายตัวของอกส่วนบน อกส่วนกลาง และอกส่วนล่างเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 30 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) ของข้อมูลสมรรถภาพปอดระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2)

ตัวแปร	**ก่อนการทดลอง**		**หลังการทดลอง**		t	P
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (ล.)	1.85	0.32	1.97	0.29	-3.62	.004*
ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (ล.)	1.63	0.35	1.70	0.36	-2.19	.049*
ค่าเปอร์เซ็นต์ FEV1 (%)	87.46	5.85	85.62	7.10	1.47	.169
ปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาที (ล./นาที)	61.92	18.15	63.77	19.14	-.69	.502

* P < .05

จากตารางที่ 30 พบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว มีปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FVC) และปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1) เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 31 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) ของข้อมูลสุขสมรรถนะระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2)

ตัวแปร	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง		t	P
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
องค์ประกอบทางกาย						
• มวลกล้ามเนื้อปราศจากไขมัน (กก.)	39.36	4.65	39.46	4.57	-.631	.540
• ไขมัน (กก.)	22.40	5.61	21.99	5.51	1.633	.128
• เปอร์เซ็นต์ไขมัน (%)	35.87	3.87	35.37	3.76	1.443	.175
ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ						
• มือไขว้หลังแตะกัน (ซม.)	3.96	2.92	6.38	2.36	-9.61	.000*
• นั่งเก้าอี้แตะปลายเท้า (ซม.)	14.46	5.46	23.00	5.12	-13.01	.000*
ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ						
• การงอข้อศอก (ครั้ง/ 30 วินาที)	16.77	3.06	22.23	3.24	-14.81	.000*
• การลุก-นั่งเก้าอี้ (ครั้ง/ 30 วินาที)	14.15	2.40	18.38	1.98	-8.32	.000*
ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ						
• การเดิน 6 นาที (ม.)	441.54	58.96	478.85	39.85	-3.28	.007*

* P < .05

จากตารางที่ 31 พบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว มีค่าเฉลี่ยมือไขว้หลังแตะกัน นั่งเก้าอี้แตะปลายเท้า การงอข้อศอก การลุก-นั่งเก้าอี้ และการเดิน 6 นาที เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) ของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไป ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอด และสุขสมรรถนะระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3)

ตารางที่ 32 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) ของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไประหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3)

ตัวแปร	**ก่อนการทดลอง**		**หลังการทดลอง**		t	P
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
อายุ (ปี)	63.00	2.31	-	-	-	-
น้ำหนัก (กก.)	62.44	8.91	62.67	9.08	-.778	.452
ส่วนสูง (ซม.)	153.77	6.35	-	-	-	-
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้งต่อนาที)	77.85	5.37	76.46	8.38	1.21	.250
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก (มม.ปรอท)	133.92	15.02	121.77	15.62	3.53	.004*
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพัก (มม.ปรอท)	75.08	12.00	67.00	9.80	3.57	.004*

* P < .05

จากตารางที่ 32 พบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด มีความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพักลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 33 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) ของข้อมูลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3)

ตัวแปร	**ก่อนการทดลอง**		**หลังการทดลอง**		t	P
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า (ซม.น้ำ)	72.15	18.91	124.15	14.72	-8.81	**.000***
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออก (ซม.น้ำ)	96.69	31.58	131.46	26.26	-4.65	**.001***

* P < .05

จากตารางที่ 33 พบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 34 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) ของข้อมูลการขยายตัวของทรวงอกระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3)

ตัวแปร	**ก่อนการทดลอง**		**หลังการทดลอง**		t	P
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
อกส่วนบน (ซม.)	3.31	.52	4.85	.43	-12.87	**.000***
อกส่วนกลาง (ซม.)	4.35	.38	5.81	.38	-21.35	**.000***
อกส่วนล่าง (ซม.)	5.04	.56	6.27	.33	-7.88	**.000***

* P < .05

จากตารางที่ 34 พบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด มีการขยายตัวของอกส่วนบน อกส่วนกลาง และอกส่วนล่างเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 35 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) ของข้อมูลสมรรถภาพปอดระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3)

ตัวแปร	**ก่อนการทดลอง**		**หลังการทดลอง**		t	P
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (ล.)	1.87	0.26	2.05	0.32	-3.19	.008*
ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (ล.)	1.63	0.22	1.74	0.27	-3.33	.006*
ค่าเปอร์เซ็นต์ FEV1 (%)	87.31	4.70	85.00	3.44	1.89	.083
ปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาที (ล./นาที)	59.69	10.69	80.85	10.19	-6.58	.000*

* P < .05

จากตารางที่ 35 พบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด มีปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FVC) ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1) และปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาที (MVV12) เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

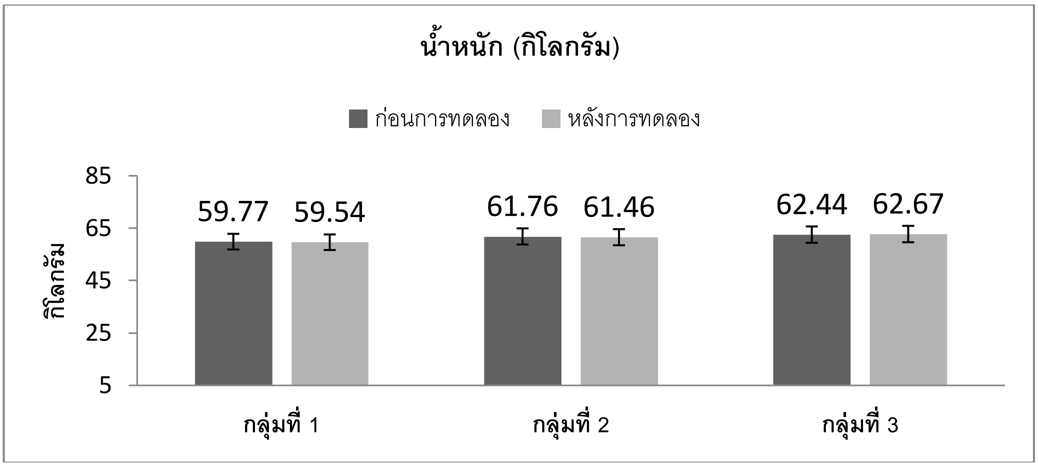
ตารางที่ 36 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) ของข้อมูลสุขสมรรถนะระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3)

ตัวแปร	**ก่อนการทดลอง**		**หลังการทดลอง**		t	P
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
องค์ประกอบทางกาย						
• มวลกล้ามเนื้อปราศจากไขมัน (กก.)	39.13	4.00	39.77	4.25	-2.42	.032*
• ไขมัน (กก.)	23.31	5.44	22.90	5.47	1.27	.227
• เปอร์เซ็นต์ไขมัน (%)	36.86	4.25	36.07	4.37	1.90	0.81
ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ						
• มือไขว้หลังแตะกัน (ซม.)	3.62	2.96	6.23	2.42	-12.28	.000*
• นั่งเก้าอี้แตะปลายเท้า (ซม.)	14.08	5.16	22.35	5.37	-10.66	.000*
ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ						
• การงอข้อศอก (ครั้ง/ 30 วินาที)	17.15	1.91	22.46	2.79	-8.65	.000*
• การลุก-นั่งเก้าอี้ (ครั้ง/ 30 วินาที)	14.92	1.85	18.69	1.60	-10.45	.000*
ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ						
• การเดิน 6 นาที (ม.)	489.23	51.39	538.85	39.96	-6.42	.000*

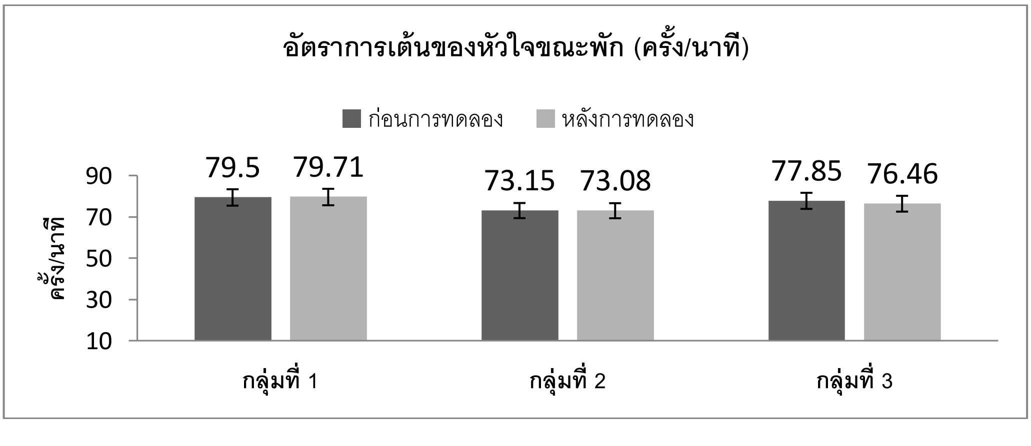
* P < .05

จากตารางที่ 36 พบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด มีค่าเฉลี่ยมวลกล้ามเนื้อปราศจากไขมัน มือไขว้หลังแตะกัน นั่งเก้าอี้แตะปลายเท้า การงอข้อศอก การลุก-นั่งเก้าอี้ และการเดิน 6 นาที เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

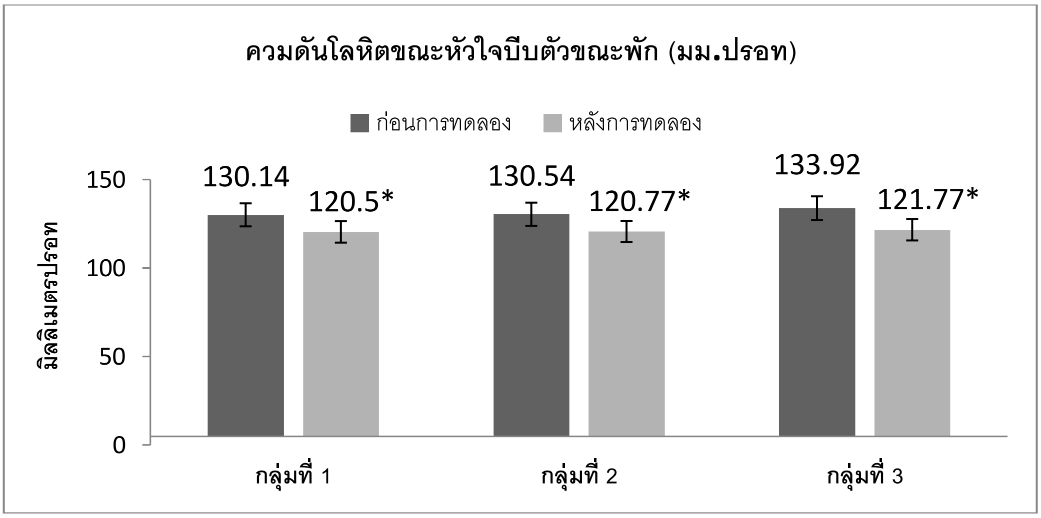
ตอนที่ 6 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ของข้อมูลทางสรีรวิทยาทั่วไป ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอด และสุขสมรรถนะ ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของทุกกลุ่ม



แผนภูมิที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ของน้ำหนักระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) ตามลำดับ

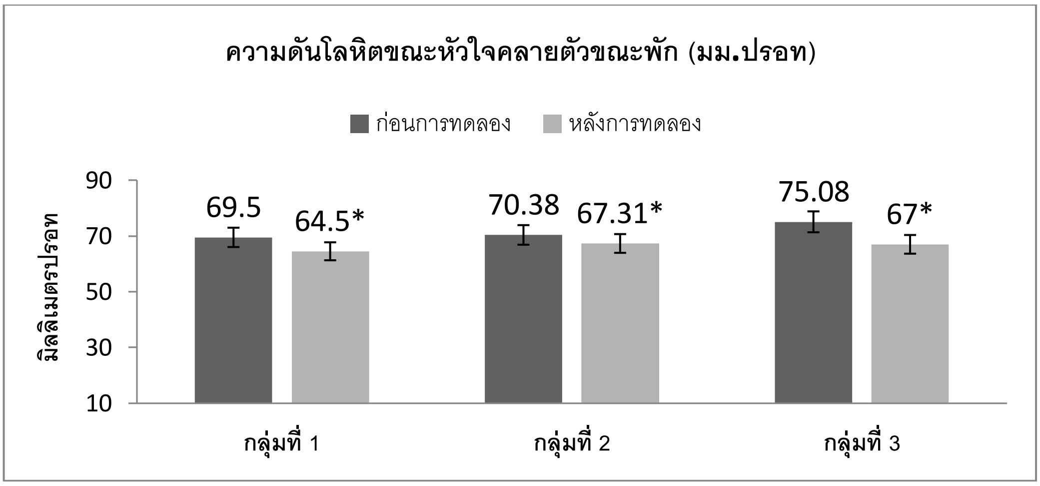


แผนภูมิที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) ตามลำดับ



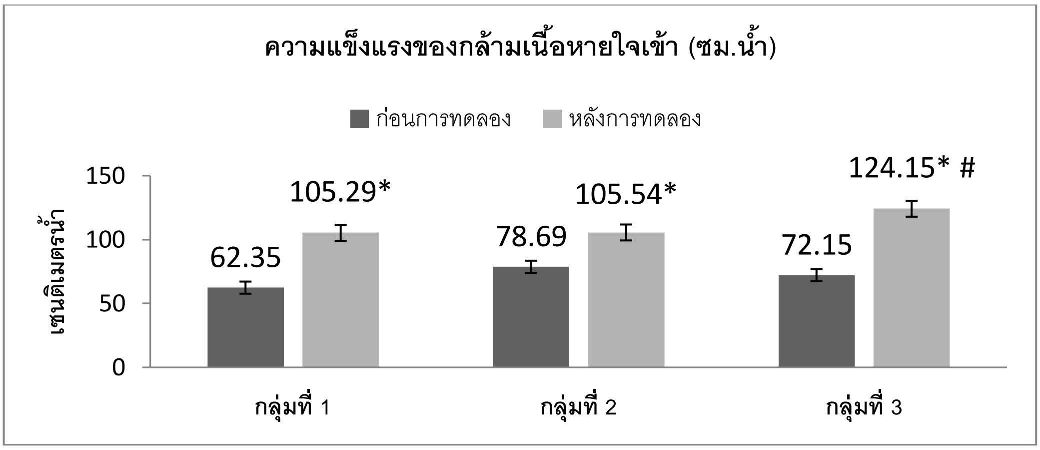
* P < .05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพักระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) ตามลำดับ



* P < .05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

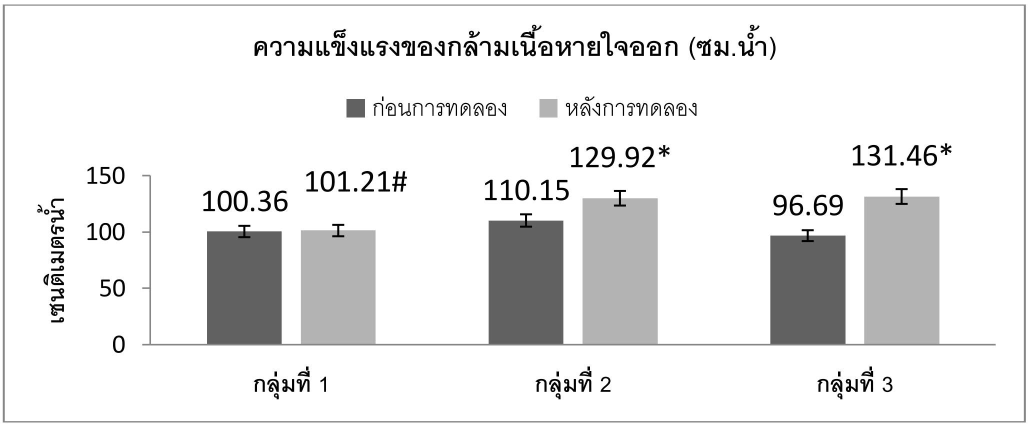
แผนภูมิที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพักระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) ตามลำดับ



* P < .05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

# P < .05 แตกต่างจากกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

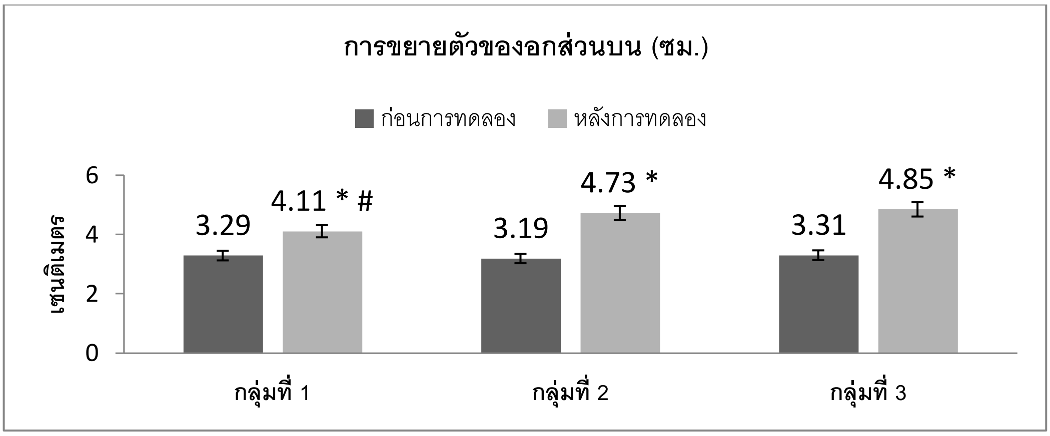
แผนภูมิที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) ตามลำดับ



* P < .05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

# P < .05 แตกต่างจากกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3

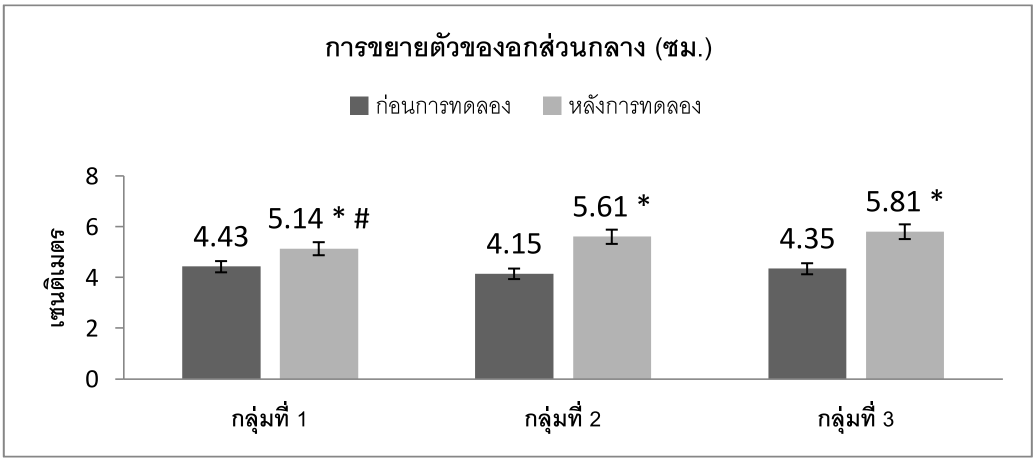
แผนภูมิที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) ตามลำดับ



* P < .05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

# P < .05 แตกต่างจากกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3

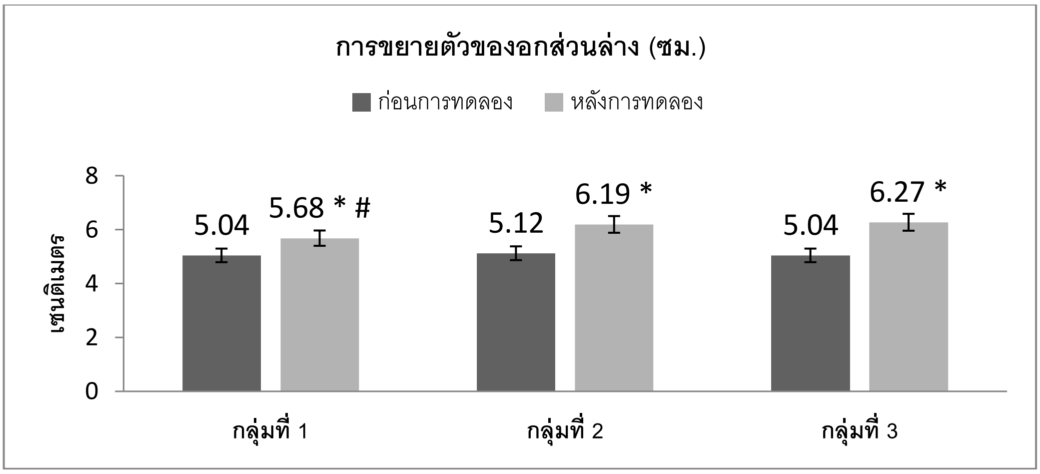
แผนภูมิที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) การขยายตัวของอกส่วนบนระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) ตามลำดับ



* P < .05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

# P < .05 แตกต่างจากกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3

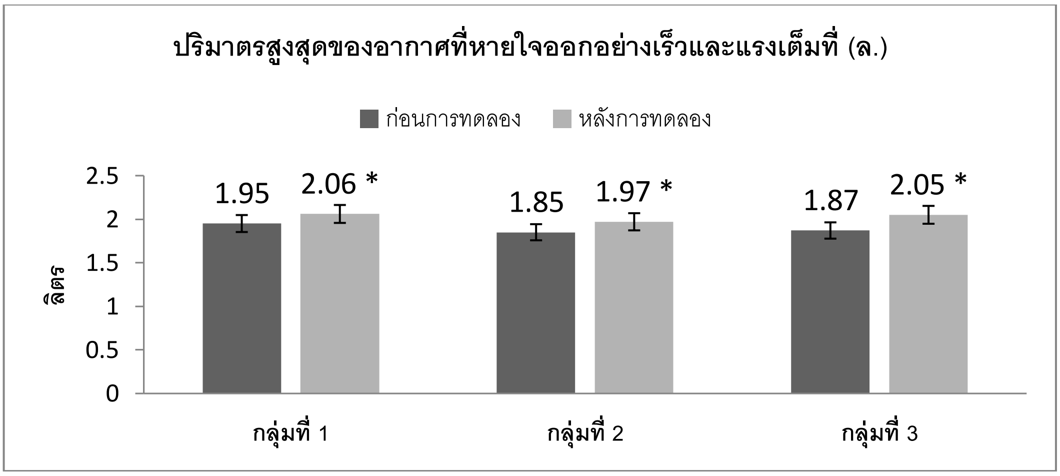
แผนภูมิที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) การขยายตัวของอกส่วนกลางระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) ตามลำดับ



* P < .05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

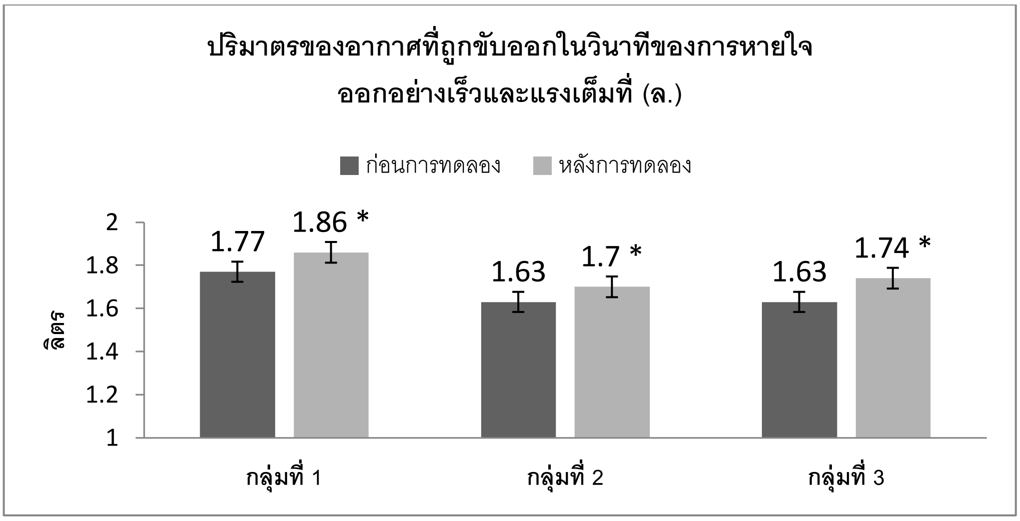
# P < .05 แตกต่างจากกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3

แผนภูมิที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) การขยายตัวของอกส่วนล่างระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) ตามลำดับ



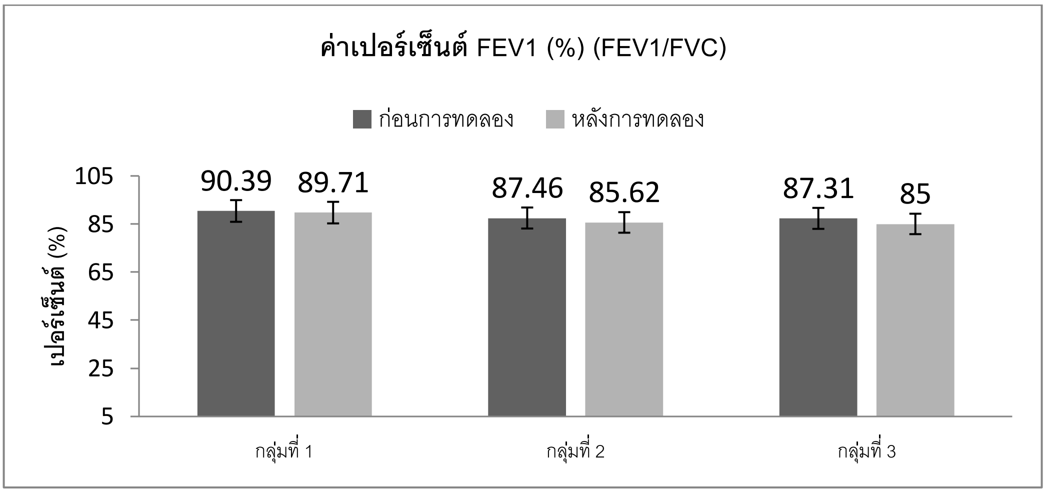
* P < .05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) ตามลำดับ

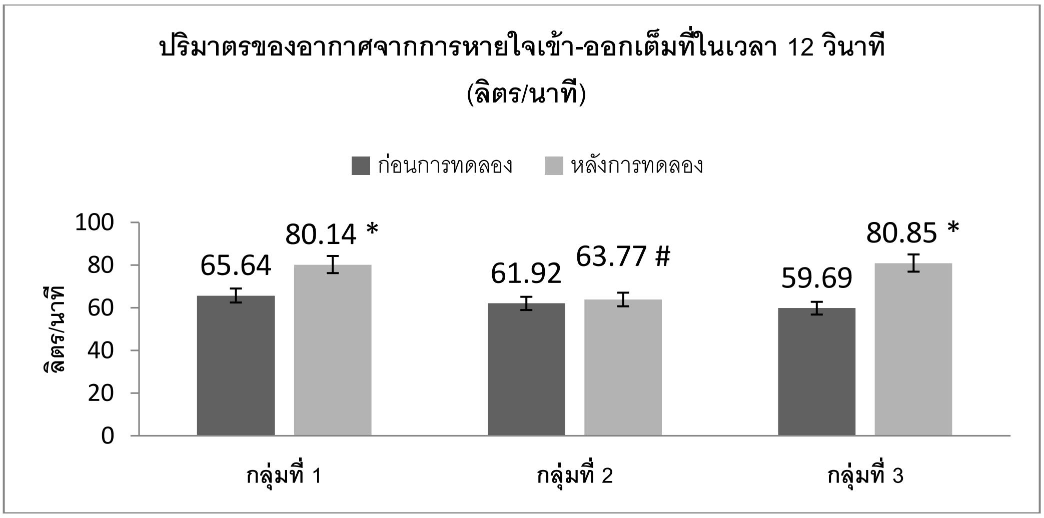


* P < .05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

แผนภูมิที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ปริมาตรอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) ตามลำดับ



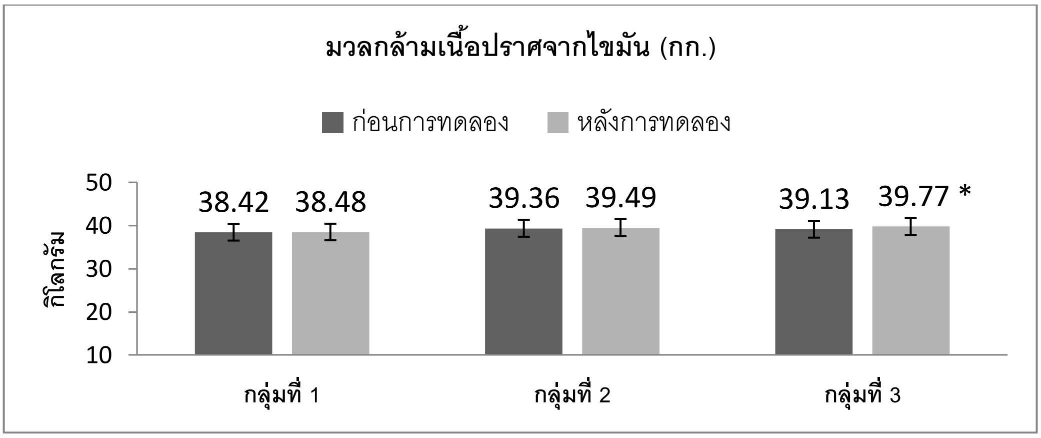
แผนภูมิที่ 14 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเปอร์เซ็นต์ FEV1 (FEV1/FVC) ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) ตามลำดับ



* P < .05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

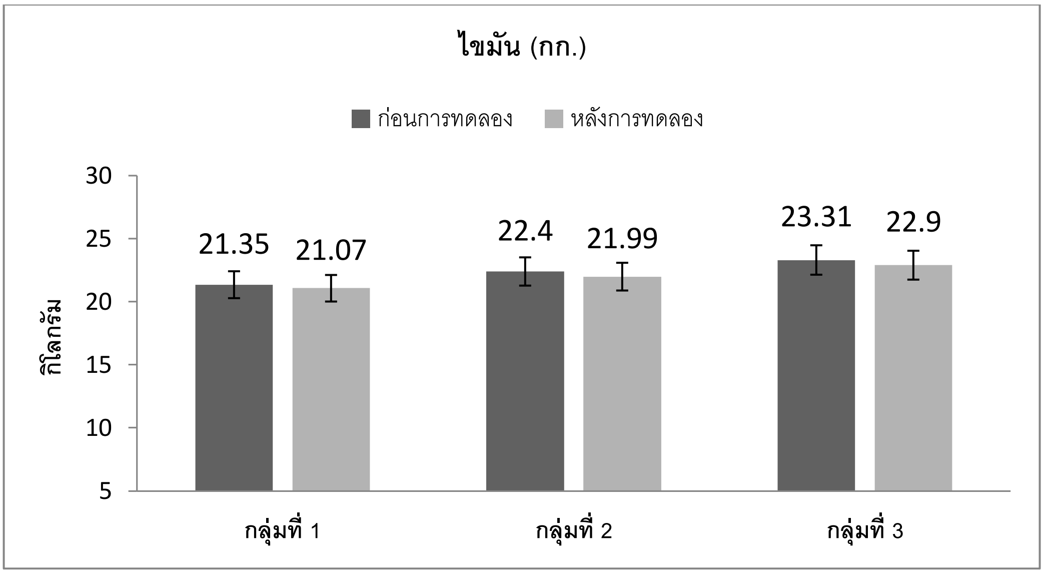
\# P < .05 แตกต่างจากกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3

แผนภูมิที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาที ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) ตามลำดับ

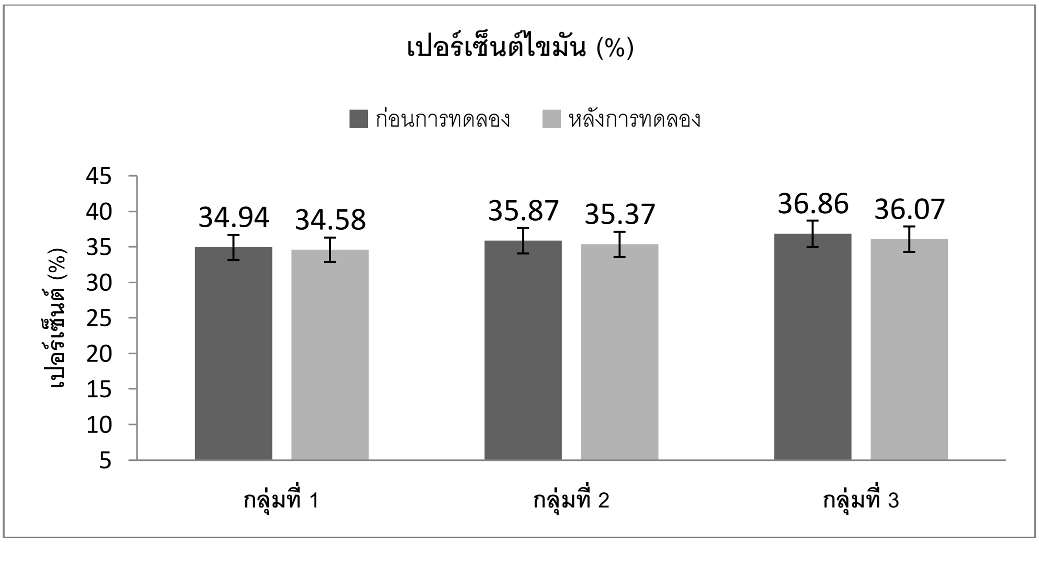


* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

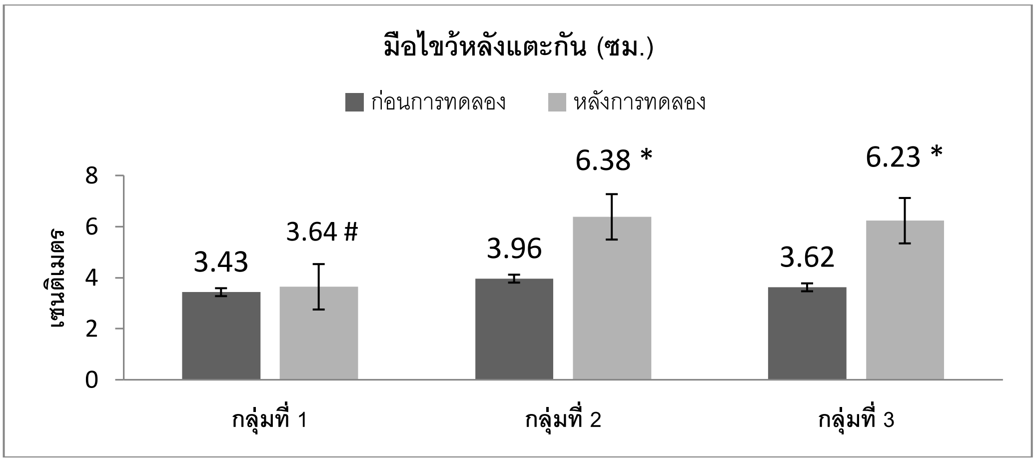
แผนภูมิที่ 16 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) มวลกล้ามเนื้อปราศจากไขมัน ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) ตามลำดับ



แผนภูมิที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ไขมันระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) ตามลำดับ



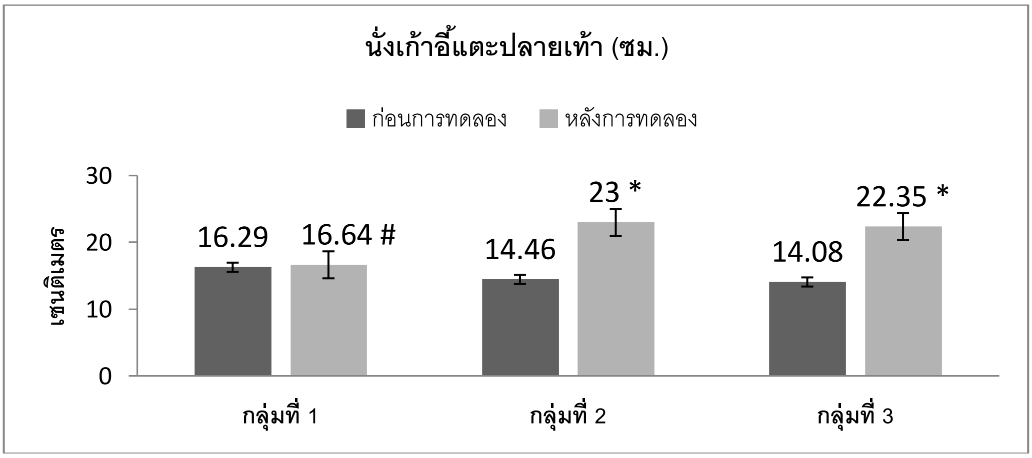
แผนภูมิที่ 18 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) เปอร์เซ็นต์ไขมัน ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) ตามลำดับ



* P < .05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

\# P < .05 แตกต่างจากกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3

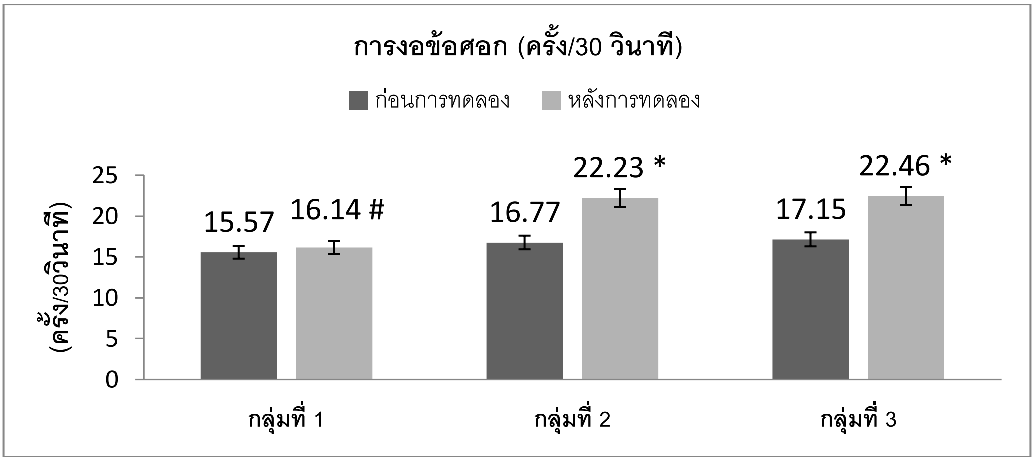
แผนภูมิที่ 19 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) มือไข้หลังแตะกัน ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) ตามลำดับ



* P < .05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

\# P < .05 แตกต่างจากกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3

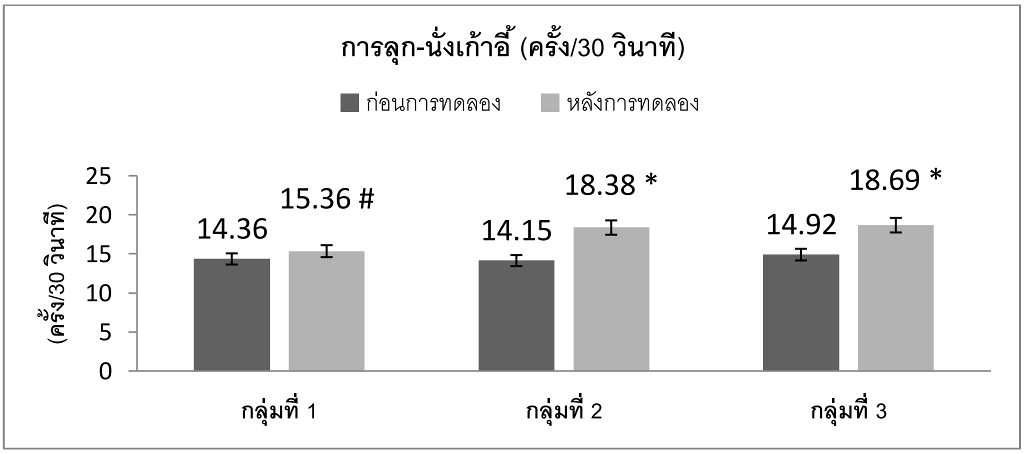
แผนภูมิที่ 20 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) นั่งเก้าอี้แตะปลายเท้า ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) ตามลำดับ



* P < .05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

# P < .05 แตกต่างจากกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3

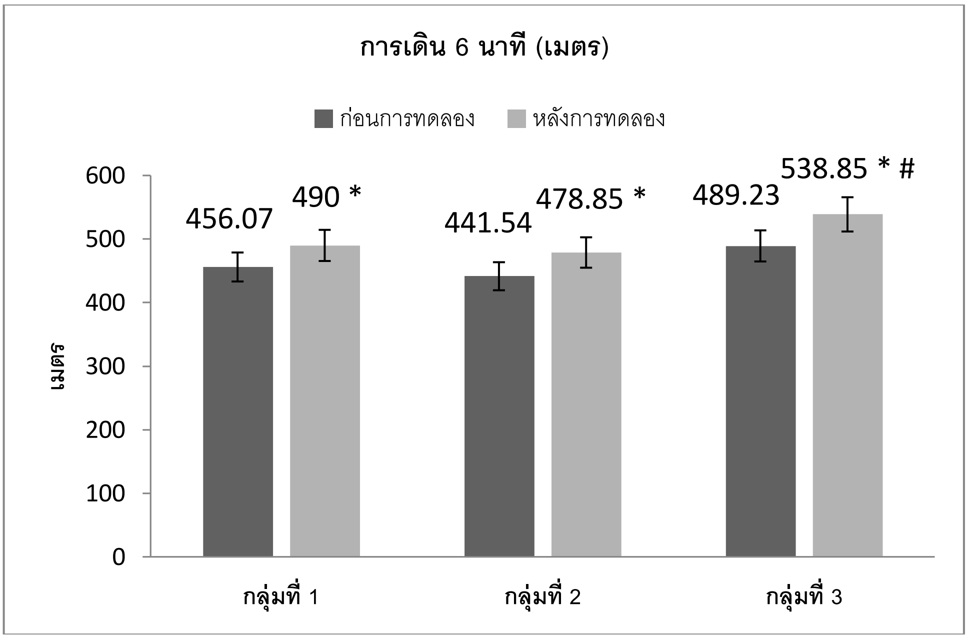
แผนภูมิที่ 21 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) การงอข้อศอก ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) ตามลำดับ



* P < .05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

# P < .05 แตกต่างจากกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3

แผนภูมิที่ 22 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) การลุก-นั่งเก้าอี้ ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) ตามลำดับ



* P < .05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง

\# P < .05 แตกต่างจากกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2

แผนภูมิที่ 23 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) การเดิน 6 นาที ระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 1) กลุ่มฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (กลุ่มที่ 2) และกลุ่มฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (กลุ่มที่ 3) ตามลำดับ

ตารางที่ 37 สรุปผลการวิจัยหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ 1 ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว และกลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด

ตัวแปรที่ศึกษา	**กลุ่มที่ 1 ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว** (n = 14)		**กลุ่มที่ 2 ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว** (n = 13)		**กลุ่มที่ 3 ฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด** (n = 13)		**การเปรียบเทียบเป็นรายคู่**
	s	ns	s	ns	s	ns	
ข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาทั่วไป							
- น้ำหนัก		✓		✓		✓	
- อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก		✓		✓		✓	
- ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก		✓		✓		✓	
- ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพัก		✓		✓		✓	
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ							
- กล้ามเนื้อหายใจเข้า	✓		✓		✓		1-3 , 2-3
- กล้ามเนื้อหายใจออก	✓		✓		✓		1-2,3
การขยายตัวของทรวงอก							
- อกส่วนบน	✓		✓		✓		1-2,3
- อกส่วนกลาง	✓		✓		✓		1-2,3
- อกส่วนล่าง	✓		✓		✓		1-2,3

s หมายถึง ทั้งสามกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ns หมายถึง ทั้งสามกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 37 สรุปผลการวิจัยหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ 1 ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว และกลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (ต่อ)

ตัวแปร	กลุ่มที่ 1 ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (n = 14)		กลุ่มที่ 2 ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (n = 13)		กลุ่มที่ 3 ฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (n = 13)		การเปรียบเทียบเป็นรายคู่
	s	ns	s	ns	s	ns	
สมรรถภาพปอด							
- ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่		✓		✓		✓	
- ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจอย่างเร็วและแรงเต็มที่		✓		✓		✓	
- ค่าเปอร์เซ็นต์ FEV1		✓		✓		✓	
- ปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาที	✓		✓		✓		1-2 , 2-3
สุขสมรรถนะ							
องค์ประกอบของร่างกาย							
- มวลกล้ามเนื้อปราศจากไขมัน		✓		✓		✓	
- ไขมัน		✓		✓		✓	
- เปอร์เซ็นต์ไขมัน		✓		✓		✓	

s หมายถึง ทั้งสามกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ns หมายถึง ทั้งสามกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 37 สรุปผลการวิจัยหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ ของกลุ่มที่ 1 ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว และกลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (ต่อ)

ตัวแปร	**กลุ่มที่ 1** **ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว** (n = 14)		**กลุ่มที่ 2** **ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว** (n = 13)		**กลุ่มที่ 3** **ฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด** (n = 13)		**การเปรียบเทียบเป็นรายคู่**
	s	ns	s	ns	s	ns	
ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ							
- มือไข้วหลังแตะกัน	✓		✓		✓		1-2,3
- นั่งเก้าอี้แตะปลายเท้า	✓		✓		✓		1-2,3
ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ							
- การงอข้อศอก	✓		✓		✓		1-2,3
- การลุก-นั่งเก้าอี้	✓		✓		✓		1-2,3
ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ							
- การเดิน 6 นาที	✓		✓		✓		1-3 , 2-3

s หมายถึง ทั้งสามกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ns หมายถึง ทั้งสามกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอด และสุขสมรรถนะในหญิงสูงอายุ โดยออกแบบให้มีกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม ผู้วิจัยได้มีการพัฒนารูปแบบของโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยยางยืดโดยผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ อาสาสมัครหญิงสูงอายุของชมรมผู้สูงอายุโรงพยาบาลชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ ที่มีอายุระหว่าง 60-74 ปี มีสุขภาพแข็งแรงและสามารถดำเนินชีวิตประจำวันได้ตามปกติ โดยผ่านการประเมินแบบคัดเลือกอาสาสมัครจำนวน 45 คน มีผู้ออกจากโครงการวิจัยจำนวน 5 คน เนื่องจากขาดการออกกำลังกายเกิน 2 สัปดาห์ติดต่อกันจำนวน 2 คน และไม่ประสงค์จะเข้าร่วมโครงการต่อ 3 คน ดังนั้นมีกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 40 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีสุ่มอย่างง่ายออกเป็น 3 กลุ่มทดลอง ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (20 นาที) จำนวน 14 คน กลุ่มที่ 2 ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (20 นาที) จำนวน 13 คน และกลุ่มที่ 3 ฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (20 นาที) ร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด (20 นาที) จำนวน 13 คน ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผู้วิจัยทำการทดสอบข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาทั่วไป ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอด และสุขสมรรถนะ จำนวน 2 ครั้ง คือ ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ นำผลที่ได้จากการทดสอบของทั้ง 3 กลุ่มมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t-test) และวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One - way Analysis of Variance) เมื่อพบความแตกต่างทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ด้วยวิธีของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD) ระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ โดยทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า

1. การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มหญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว และฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาทั่วไป ได้แก่ น้ำหนักตัว อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพัก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่พบว่าทั้ง 3 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพักและความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพักลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มหญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว และฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า กลุ่มหญิงสูงอายุที่ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว และฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด เท่านั้นที่มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มหญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าแตกต่างจากการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว และการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังพบว่า กลุ่มหญิงสูงอายุฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว และฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกแตกต่างจากการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการขยายตัวของทรวงอก ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มหญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว และฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด มีค่าเฉลี่ยการขยายตัวของอกส่วนบน อกส่วนกลาง และอกส่วนล่าง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มหญิงสูงอายุที่ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว และฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด มีค่าเฉลี่ยการขยายตัวของอกส่วนบน อกส่วนกลาง และอกส่วนล่าง แตกต่างจากการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสมรรถภาพปอด ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มหญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว และฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดมีค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FVC) และค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ FEV1 ของทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ แต่พบว่า กลุ่มหญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว และฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเท่านั้นที่มีค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาที (MVV12) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มหญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว และฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด มีค่าเฉลี่ยปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FVC) ค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1) และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ FEV1 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่พบว่า กลุ่มหญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว และฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด มีค่าเฉลี่ยปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาที แตกต่างจากการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสุขสมรรถนะ ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มหญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว และฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด มีค่าเฉลี่ยองค์ประกอบของร่างกาย ได้แก่ มวลกล้ามเนื้อปราศจากไขมัน มวลไขมัน และเปอร์เซ็นต์ไขมัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่พบว่า กลุ่มหญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด มีค่าเฉลี่ยมวลกล้ามเนื้อปราศจากไขมันเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า กลุ่มหญิงสูงอายุที่ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว และฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด มีค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ ได้แก่ มือไขว้หลังแตะกัน และนั่งเก้าอี้แตะปลายเท้า และความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อได้แก่ การงอข้อศอก และการลุก-นั่งเก้าอี้ เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนค่าเฉลี่ยความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ ได้แก่ การเดิน 6 นาที พบว่า กลุ่มหญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว และฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มหญิงสูงอายุที่ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว และฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด มีค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ ได้แก่ มือไขว้หลังแตะกัน และนั่งเก้าอี้แตะปลายเท้า และค่าเฉลี่ยความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อได้แก่ การงอข้อศอกและการลุก-นั่งเก้าอี้ แตกต่างจากการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่า กลุ่มหญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด มีค่าเฉลี่ยการเดิน 6 นาที แตกต่างจากการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว และฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาทั่วไปหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า หญิงสูงอายุในทุกกลุ่มมีค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพักลดลง ซึ่งในหญิงสูงอายุที่ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ อาจมีผลทำให้กล้ามเนื้อหายใจเข้ามีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น และทำให้มีอาการหอบเหนื่อยลดลง ส่งผลทำให้อัตราการหายใจในขณะพักลด ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของเฟอร์รีร่า เพล้นทซ์ สไตน์ และคณะ (Ferreira, Plentz and Stein et al., 2011) ได้ศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าต่อการควบคุมความดันโลหิต และการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกในผู้สูงอายุที่มีความดันโลหิตสูง พบว่า การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนของระบบประสาทอัตโนมัติ เนื่องจากเมื่อศึกษาความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart reate variability) พบว่า ยอดคลื่นความถี่สูง (HF) มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งบ่งบอกถึงการควมคุมของประสาทพาราซิมพาเทติกที่เพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกันก็พบว่า ยอดคลื่นความถี่ต่ำ (LF) มีค่าลดลง ซึ่งบ่งบอกถึงการลดการทำงานของประสาทซิมพาเทติก นอกจากนี้ ยังพบว่า RR-interval ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอัตราการเต้นของหัวใจไม่มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อนและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ นอกจากนี้ การศึกษาโดยโจเซฟ พอร์ทา คาซูตชิ และคณะ (Joseph, Porta and Casucci et al., 2005) พบว่า การฝึกหายใจอย่างช้าๆ (Slow breathing) สามารถลดความดันโลหิตได้ ซึ่งเป็นผลมาจากการลดอัตราการหายใจเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการหายใจที่เร็วกว่า (Mourya et al., 2009) ดังนั้น การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าจึงช่วยลดอัตราการหายใจให้ช้าลงและส่งผลต่อค่าที่วัดในขณะวัดความดันโลหิตได้ อย่างไรก็ตาม เฟอร์รีร่า เพล้นทซ์ สไตน์ และคณะ (Ferreira, Plentz and Stein et al., 2011) ได้กล่าวว่า ถึงแม้ผู้วิจัยจะไม่ได้ควบคุมอัตราการหายใจในขณะฝึกกล้ามเนื้อหายใจหรือในขณะวัดความดันโลหิต อย่างน้อยที่สุด ความดันโลหิตที่มีการปรับเปลี่ยนไปในทางที่ดีนั้นมีความสัมพันธ์กับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า เพราะเมื่อเปรียบเทียบกับการฝึกการหายใจ (Breathing exercise) ทั่วไปที่ไม่มีแรงต้านกระทำต่อกล้ามเนื้อหายใจ พบว่า การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (แบบมีแรงต้าน) ส่งผลที่ดีต่อความดันโลหิตได้มากกว่า ส่วนในหญิงสูงอายุที่ได้รับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด อาจเป็นผลมาจากการฝึกออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ ส่งผลทำให้การหายใจมีความแรง ลึกและอัตราการหายใจขณะพักลดลง (สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ, 2545) เช่นเดียวกันกับหญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า อัตราการหายใจที่ลดลง จึงส่งผลทำให้ความดันโลหิตมีแนวโน้มลดลงได้ นอกเหนือจากอัตราการหายใจ

ที่ลดลง การลดลงของความดันโลหิตทั้งขณะหัวใจบีบตัว และขณะหัวใจคลายตัวขณะพักนั้น เป็นสาเหตุมาจากการลดการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก (Sympathetic nervous system) ซึ่งมีผลต่อการลดแรงต้านของผนังหลอดโลหิตรอบนอก ทำให้มีการลดแรงดันของการไหลเวียนของโลหิต (McArdel, 2001) สอดคล้องกับการศึกษาของอีกานา ไรลลีย์ และกรีน (Egana, Reilly and Green, 2010) ได้ศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดต่อการไหลเวียนของโลหิตที่ขาในหญิงสูงอายุ พบว่า การไหลเวียนของโลหิตที่ขา และการนำของกระแสเลือดเพิ่มขึ้น ในขณะที่การทำงานของหัวใจในขณะพักลดดลงอย่างมีนัยสำคัญ และจากผลการศึกษาของเฮฟเฟอร์แนน ฟาฮ์ อิวาโมโต และคณะ (Heffernan, Fahs, Iwamoto et al., 2009) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านต่อความดันโลหิตส่วนกลาง (Central blood pressure) และการทำงานของหลอดเลือดขนาดเล็กด้วยการฝึกออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน หลังการทดลอง พบว่า การฝึกออกกำลังกายแบบมีแรงต้านช่วยลดความดันโลหิตส่วนกลางและช่วยเพิ่มการทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือดได้ (Endothelial function)

อย่างไรก็ตาม เมื่อนำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้ามาฝึกร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด พบว่า ไม่ได้ให้ผลที่แตกต่างจากการฝึกกล้ามเนื้อหายใจหรือการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยางเพียงอย่างเดียว แต่การฝึกร่วมกันด้วยวิธีการดังกล่าว มีแนวโน้มทำให้ความดันโลหิตทั้งขณะหัวใจบีบตัว และขณะหัวใจคลายตัวขณะพักลดลงได้ดีกว่า

1. ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ พบว่าเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว การฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด มีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในหญิงสูงอายุแตกต่างกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

จากผลการศึกษา พบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าเพียงอย่างเดียว มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากกล้ามเนื้อหายใจได้รับการฝึกแบบจำเพาะ โดยมีการกระตุ้นให้กล้ามเนื้อทำงานในขีดความสามารถที่มากกว่าสภาวะปกติ (Mador et al., 2005) กลไกที่ช่วยอธิบายการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า คือ กล้ามเนื้อหายใจเข้ามีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโดยการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อมากขึ้น (Remirez-Sarmiento et al., 2002) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ทำให้กล้ามเนื้อหายใจเข้ามีความแข็งแรงและความอดทนเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของวัตส์ฟอร์ดและเมอร์ฟี่ (Watsford and Murphy, 2008)

ซึ่งได้ศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจที่มีต่อการออกกำลังกายในผู้สูงอายุ พบว่า กล้ามเนื้อหายใจเข้ามีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันกับการศึกษาของวายเนอร์ มากาเดิ้ล เบ็คเคอร์แมน และคณะ (Weiner, Magadle, Beckerman et al., 2003) พบว่า หลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ กล้ามเนื้อหายใจเข้ามีความแข็งแรงและความอดทนเพิ่มมากขึ้น แต่พบว่า การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้านั้น ไม่มีผลต่อกล้ามเนื้อหายใจออก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของเกตติ้ง พาสฟิลด์ และเดวีส์ (Gething, Passfield and Davies, 2004) พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงภายหลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า นอกจากนี้แล้วยังพบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออกเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากการฝึกบริหารกล้ามเนื้อหน้าอก ไหล่ หลัง ท้องและลำตัวซึ่งเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ จึงพบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว และฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออกเพิ่มขึ้นภายหลังการฝึกออกกำลังกาย ซึ่งจากการศึกษาของ หทัยรัตน์ สีขำ และคณะ (2553) ได้ศึกษาผลของการฝึกชี่กงกับการใช้ยางยืดรัดรอบอกที่มีต่อสมรรถภาพปอดในผู้สูงอายุ กล่าวว่า การใช้ยางยืดรัดรอบอกขณะฝึกชี่กง เป็นการให้แรงต้านจากภายนอกมากระทำต่อทรวงอกซึ่งจะเป็นผลดีต่อสมรรถภาพปอด กล้ามเนื้อหายใจ และการขยายตัวของทรวงอก สอดคล้องกับมนต์ชัย โชติดาว และคณะ (2552) กล่าวว่า การออกกำลังกายโดยมีแรงต้านมากระทำต่อทรวงอกสามารถทำให้กล้ามเนื้อหายใจมีความแข็งแรงมากเพิ่มมากขึ้น ดังนั้น หญิงสูงอายุที่ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดซึ่งได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบมีแรงต้านจากภายนอกที่มากระทำต่อกล้ามเนื้อหน้าอก ไหล่ หลัง ท้องและลำตัวจึงสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและกล้ามเนื้อหายใจออกผ่านทางกลไกหลักการใช้ความหนักมากกว่าปกติ (Overload principle) ดังนั้น การฝึกร่วมกันระหว่างการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าและการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดจึงมีผลทำให้หญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้ามากกว่าหญิงสูงอายุในกลุ่มอื่น

2. ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีการขยายตัวของทรวงอก

การขยายตัวของทรวงอก พบว่าเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว การฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียวและการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด มีผลต่อการขยายตัวของทรวงอกในหญิงสูงอายุแตกต่างกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

จากผลการศึกษา พบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าเพียงอย่างเดียวมีการขยายตัวของทรวงอกเพิ่มขึ้นในทุกระดับ การขยายตัวดังกล่าวอาจเป็นผลมาจากกล้ามเนื้อหายใจเข้ามีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเคนดอลล์ แมคครีไรย์ และโพรแวนซ์ (Kendall, McCreary and Provance, 1993) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและทรวงอกที่ขยายตัวเพิ่มขึ้นในทุกระดับนั้นเป็นผลมาจากกล้ามเนื้อหายใจเข้ามีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ซึ่งความแข็งแรงดังกล่าว สามารถทำให้อากาศขณะออกแรงพยายามในช่วงการหายใจเข้า (Forced inspiration) สามารถช่วยยกและขยายทรวงอกในแนวหน้า-หลังได้ สอดคล้องกับผลการศึกษาของมิโนกูชิ ชิบูยา มิยากาวา และคณะ (Minoguchi, Shibuya, Miyagawa et al., 2002) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อหน้าอกและการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า พบว่า ทรวงอกมีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นภายหลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า นอกจากนี้แล้วยังพบว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อหน้าอกทำให้ทรวงอกขยายตัวได้มากกว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า สอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งพบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียวและฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดมีการขยายตัวของทรวงอกในทุกระดับมากกว่าหญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า การฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดมีการบริหารกล้ามเนื้อบริเวณหน้าอก ไหล่ หลัง ท้องและลำตัวร่วมกับการเคลื่อนไหวบริเวณทรวงอกในลักษณะของการยืดเหยียดที่มากกว่า ซึ่งโฟรว์นเฟลเตอร์และแมสเซอร์รีย์ (Frownfelter and Massery, 2006) กล่าวว่า การเคลื่อนไหวของรยางค์ส่วนบน (Upper extremity movement) การบิดหมุนลำตัว (Trunk-rotation) เทคนิคการระบายอากาศ (Ventilatory movement strategies) เทคนิคการจัดการเนื้อเยื่อ (Soft-tissue techniques) และการเพิ่มการเคลื่อนไหว (Mobilization) นั้นสามารถนำมาใช้เพื่อเพิ่มการเคลื่อนไหวของทรวงอกได้ ดังนั้น การยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้งก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด จึงมีส่วนช่วยให้ทรวงอกมีการเคลื่อนไหวที่ดีขึ้น สอดคล้องกับผลจากการศึกษาของไคซากิ ชิบูยา ยามาซากิ และคณะ (Kaikzaki, Shibuya and Yamazaki et al., 1999) พบว่า 4 สัปดาห์ ของโปรแกรมยืดเหยียดกล้ามเนื้อหน้าอกช่วยเพิ่มการขยายตัวของทรวงอกได้ ขณะเดียวกัน การฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดมีการกำหนดลมหายใจเข้าและออกร่วมกับการเคลื่อนไหวของแขน ไหล่ หลัง ท้อง และลำตัวในท่าต่างๆ สัมพันธ์กับการหายใจเข้าและออก จึงทำให้มีการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อกระบังลมเพิ่มขึ้น (Miller, 1954) จากเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้หญิงสูงอายุที่ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดมีการขยายตัวของทรวงอกที่มากกว่าหญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจ แต่เมื่อนำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจมาฝึกร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด พบว่า ไม่สามารถทำให้

ทรวงอกมีการขยายตัวที่มากกว่า ดังนั้น การขยายตัวของทรวงอกในหญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด อาจเป็นผลจากการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดอย่างสม่ำเสมอ จึงอาจกล่าวได้ว่า การขยายตัวของทรวงอกในทุกระดับเป็นผลจากกล้ามเนื้อหายใจเข้ามีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณทรวงอกและการเคลื่อนไหวของแขน ไหล่ หลัง ท้อง และลำตัวสัมพันธ์กับการกำหนดลมหายใจเข้าและออกสามารถเพิ่มการเคลื่อนไหวของทรวงอกได้มากกว่าการมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าเพียงอย่างเดียว

3. ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อสมรรถภาพปอด

สมรรถภาพปอด พบว่าเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว การฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียวและการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด มีผลต่อสมรรถภาพปอดในหญิงสูงอายุแตกต่างกันดังรายละเอียดต่อไปนี้

จากผลการศึกษา พบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว มีปริมาตรของอากาศจากการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ และปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่มีค่าเพิ่มขึ้น พบว่า สอดคล้องกับผลการศึกษาวายเนอร์ แอ็ซกาด และกานัม (Weiner, Azgad and Ganam, 1992) และผลการศึกษาของชอร์และชอร์ (Shaw and Shaw, 2011) ซึ่งพบว่า การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า สามารถเพิ่มปริมาตรของอากาศจากการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ และปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ได้ โดยกลไกที่ช่วยอธิบายสมรรถภาพปอดที่เพิ่มขึ้น อาจเป็นผลมาจากกล้ามเนื้อหายใจเข้ามีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นรวมทั้งการขยายตัวของทรวงอกที่เพิ่มขึ้น ซึ่งประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อหายใจเข้าที่เพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้กล้ามเนื้อหายใจสามารถสร้างแรงดันในช่วงการหายใจเข้าขณะทำการทดสอบสมรรถภาพปอดได้เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการยืดยาวออกของกล้ามเนื้อยึดซี่โครง กล้ามเนื้อพิเศษที่ช่วยในการหายใจเข้า รวมถึงกล้ามเนื้อกระบังลมที่ถูกฝึก ส่งผลทำให้กล้ามเนื้อมีความยาวที่เหมาะสมและนั้นทำให้กล้ามเนื้อหายใจเข้าได้เปรียบเชิงกล (Hudgel, 1994) และการที่ทรวงอกขยายตัวได้น้อยลงจะทำให้สมรรถภาพปอดลดน้อยลงตามไปด้วย (Elliott, Hill, Adam et al., 1985) ดังนั้น ปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ และปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ในหญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว

มีค่าเพิ่มขึ้น จึงอาจเป็นผลมาจากการขยายตัวของทรวงอกที่เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ซึ่งการเพิ่มปริมาตรปอดดังกล่าวอาจจะเป็นผลมาจากทรวงอกส่วนบนและกล้ามเนื้อคอสามารถหายใจเอาปริมาตรเพิ่มขึ้นภายหลังการฝึกได้ (Rochester, Farkas and Lee, 1987) ส่วนในหญิงสูงอายุที่ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว พบว่า มีปริมาตรของอากาศจากการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ และปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและหายใจออกที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกในผู้สูงอายุจะช่วยเพิ่มความสามารถในการสร้างแรงหายใจออกและสามารถบีบทรวงอกที่ติดแข็งให้มีปริมาตรน้อยลง ซึ่งมีผลทำให้ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ รวมทั้งปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ และปริมาตรหายใจออกสำรองมีค่าเพิ่มขึ้น (Kim and Sapienza, 2005) สอดคล้องกับการศึกษาของหทัยรัตน์ สีขำ และคณะ (2553) ซึ่งได้ศึกษาผลของการฝึกชี่กงกับการใช้ยางยืดรัดรอบอกที่มีต่อสมรรถภาพปอดในผู้สูงอายุ พบว่า ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ และเปอร์เซ็นต์ FEV1 มีค่าเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับผลการศึกษาของไซน์ จานิ จอห์น และคณะ (Singh, Jani, John et al., 2012) ได้ศึกษาผลของการฝึกด้วยแรงต้านบริเวณส่วนบนของร่างกายที่มีต่อสมรรถภาพปอดในกลุ่มผู้สูบบุหรี่ พบว่า ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ และเปอร์เซ็นต์ FEV1 มีค่าเพิ่มขึ้น แต่ไม่พบว่า ปริมาตรของอากาศจากการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่และค่าเปอร์เซ็นต์ FEV1 เพิ่มขึ้นทั้งสองค่าโดยที่ปริมาตรของอากาศจากการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้พบว่า หญิงสูงอายุในทุกกลุ่มมีปริมาตรของอากาศจากการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ และปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่มีค่าเพิ่มขึ้น จึงทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ FEV1 ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตาม เมื่อนำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจมาฝึกร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด พบว่า ไม่สามารถทำให้สมรรถภาพปอดเพิ่มมากขึ้นกว่ากลุ่มทดลองอื่น ซึ่งอาจเป็นผลมาจากโปรแกรมฝึกมุ่งเน้นเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจมากกว่าพัฒนาสมรรถภาพปอด ดังนั้น สมรรถภาพปอดในหญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดอาจเป็นผลมาจากการฝึกอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่างร่วมกัน อย่างไรก็ตาม การฝึกร่วมกันด้วยวิธีการดังกล่าวมีแนวโน้มทำให้สมรรถภาพปอดของหญิงสูงอายุ

เพิ่มขึ้นได้ดีกว่า จึงอาจกล่าวได้ว่า สมรรถภาพปอดที่เพิ่มขึ้นของหญิงสูงอายุในทุกกลุ่มนั้นเป็นผลมาจากกล้ามเนื้อหายใจมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นและทรวงอกมีการขยายตัวเพิ่มขึ้น นอกจากนี้แล้ว ยังพบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียวและฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด มีปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาที (MVV12) เพิ่มขึ้น ซึ่งการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าอาจมีส่วนช่วยเพิ่มความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อต่อการสร้างแรงหรือความดัน (Tzelepis et al., 1999) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว จึงทำให้ปริมาตรอากาศขณะหายใจเข้าและออกเพิ่มขึ้นด้วยการเพิ่มความถี่ของอัตราการหายใจซึ่งเป็นผลจากการเพิ่มความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อหายใจมากขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของกนกนันทร์ สุเชาว์อินทร์ (2551) ซึ่งพบว่า ปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาที เพิ่มขึ้นภายหลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า เช่นเดียวกับผลการศึกษาของศศิภา บูรณพันธฤกษ์ และคณะ พบว่า ปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาที เพิ่มขึ้นภายหลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า (Buranapuntalug, Jalayondeja and Chaunchaiyakul et al., 2010) อย่างไรก็ตาม พบว่าหญิงสูงอายุที่ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียวมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออกเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน แต่ไม่พบว่า ปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาที มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า การทดสอบสมรรถภาพปอดด้วยตัวแปรนี้อาจเป็นการทดสอบที่มีความซับซ้อนซึ่งขึ้นอยู่กับการเรียนรู้ แรงจูงใจ และการประสานสัมพันธ์ (Wanke, Toifl, Merkle et al., 1994) ที่ต้องสร้างการหายใจอย่างหนักในช่วงเวลาที่ต่อเนื่อง หญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียวและฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดอาจมีความคุ้นเคยกับรูปแบบการหายใจ (Breathing pattern) ที่ใช้ในการฝึกกล้ามเนื้อหายใจนั้นมีลักษณะใกล้เคียงกับรูปแบบการหายใจที่ใช้ในการทดสอบ จึงทำให้หญิงสูงอายุที่ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ ทำการทดสอบได้ดีกว่าหญิงสูงอายุที่ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด ซึ่งไม่ได้มีความคุ้นเคยกับรูปแบบการหายใจดังกล่าว จึงอาจกล่าวได้ว่า นอกเหนือจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การเรียนรู้ แรงจูงใจ และการประสานสัมพันธ์ที่ดีมีส่วนสำคัญในการส่งเสริมให้หญิงสูงอายุทำการทดสอบตัวแปรนี้ได้ดีขึ้น ผลจากการวิจัยในครั้งนี้จึงช่วยยืนยันว่า การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้ามีผลทำให้กล้ามเนื้อหายใจมีความแข็งแรงและความอดทนเพิ่มมากขึ้น และการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจได้เช่นกันแต่ยังไม่สามารถพัฒนาความอดทนของกล้ามเนื้อหายใจได้

4.ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อสุขสมรรถนะ

สุขสมรรถนะ พบว่าเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่า การฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว การฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดมีผลต่อสุขสมรรถนะในหญิงสูงอายุแตกต่างกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

จากผลการศึกษา พบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียวและฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดมีความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ และความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ซึ่งแตกต่างจากหญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังพบว่า หญิงสูงอายุในทุกกลุ่มมีความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจเพิ่มขึ้นภายหลังการทดลอง โดยพบว่าหญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดมีความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจมากกว่ากลุ่มอื่น ซึ่งความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดสามารถเพิ่มการเคลื่อนไหวของข้อต่อในร่างกายได้นั้น อาจเป็นผลมาจากท่าฝึกออกกำลังกายมีการเคลื่อนไหวในลักษณะยืดเหยียด นอกจากนี้ทั้งก่อนและหลังฝึกออกกำลังกายทุกครั้งจะมีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ซึ่งการยืดเหยียดกล้ามเนื้ออย่างเป็นประจำนอกจากจะช่วยลดการบาดเจ็บในขณะออกกำลังกายแล้วยังช่วยเพิ่มความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อได้ สอดคล้องกับการศึกษาของยามายูชิ อิสลาม โคอิซูมิ และคณะ (Yamauchi, Islam and Koizumi et al., 2005) ได้ทดลองใช้โปรแกรม WREP (Well-rounded exercise program) ในกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ ซึ่งประกอบไปด้วย การฝึกเดิน การบริหารร่างกายด้วยยางยืด และการฝึกยืดเหยียดกล้ามเนื้อ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น และเนื่องจากผู้สูงอายุมักมีมุมการเคลื่อนไหวที่จำกัด ซึ่งอาจทำให้การทำกิจวัตรประจำวันมีประสิทธิภาพลดลง ดังนั้น การฝึกออกกำลังกายที่สามารถเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อ จึงมีความจำเป็นอย่างมากสำหรับผู้สูงอายุในการทำกิจวัตรประจำวัน (Daily living activities) หรือการทำกิจกรรมทางกาย (Physical activities) ส่วนความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ พบว่า มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดสามารถเพิ่มความแข็งแรงของร่างกายส่วนบนได้นั้น (Upper body) อาจเป็นผลมาจากท่าออกกำลังกายด้วยยางยืดมีการบริหารกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกายโดยเฉพาะ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของไซออน เมียร์แมน ไดมอลด์ และคณะ (Zion, Meersman and Diamond et al., 2003) พบว่า ภายหลังการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบนและส่วนล่างเพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกับผลการศึกษาของโรเจอร์ เชอร์วูด โรเจอร์ และคณะ (Rogers, Sherwood, & Rogers et al., 2002)

ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยดัมเบลล์และยางยืดต่อการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของหญิงแอฟริกันอเมริกันสูงอายุ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบนและส่วนล่างเพิ่มมากขึ้น แต่ผลการวิจัยในครั้งนี้กลับพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างเพิ่มขึ้นโดยที่ไม่ได้ฝึกบริหารกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย จึงอาจเป็นไปได้ว่าการทดสอบด้วยการลุก-นั่งเก้าอี้อาจมีปัจจัยอื่นนอกเหนือจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งลอร์ด เมอร์เร่ย์ แชฟแมน และคณะ (Lord, Murray and Chapman et al., 2002) ได้พบว่าการทดสอบด้วยการลุก-นั่งเก้าอี้อาจมีอิทธิพลจากทางกายภาพ เช่น การทรงตัว (Balance) ประสาทรับความรู้สึกและสั่งการ (Sensorimotor) และทางด้านจิตใจ เช่น แรงจูงใจ (Motivation) ดังนั้น หญิงสูงอายุอาจเกิดแรงจูงใจและส่งผลให้การทดสอบดีขึ้น นอกจากนี้ เจริญ กระบวนรัตน์ (2550) กล่าวว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้ออย่างสม่ำเสมอจะทำให้กล้ามเนื้อมีพลังเพิ่มขึ้น 5-10% จึงอาจเป็นไปได้ว่า นอกเหนือจากแรงจูงใจที่เกิดขึ้นกับหญิงสูงอายุ ผลจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อส่วนล่างจึงส่งผลทำให้กล้ามเนื้อมีความยืดหยุ่นและทำให้กล้ามเนื้อหดตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามผู้วิจัยเชื่อมั่นว่า การออกกำลังกายด้วยยางยืดแม้จะไม่มีการบริหารกล้ามเนื้อส่วนล่าง แต่ในขณะฝึกบริหารร่างกายกลุ่มตัวอย่างจะต้องยืนและควบคุมการทรงตัวอย่างน้อยที่สุดจึงอาจช่วยเพิ่มความสามารถในการทรงตัวและลดปัจจัยเสี่ยงจากการหกล้มในหญิงสูงอายุได้ สำหรับความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ ได้แก่ การเดิน 6 นาที พบว่าทั้ง 3 กลุ่มเดินได้ระยะทางเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลมาจากกล้ามเนื้อหายใจเข้านั้นมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ซึ่งวัตส์ฟอร์ด เมอร์ฟี่ย์ และไพน์ (Watsford, Murphy and Pine, 2007) กล่าวว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออกมีความสัมพันธ์กับการเดินในชายสูงอายุ ในขณะที่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้ามีความสัมพันธ์กับการเดินในชายสูงอายุและหญิงสูงอายุ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ชุลี โจนส์ และคณะ พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้ามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการเดินภายใน 6 นาที ของผู้สูงอายุ แต่ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นๆ ที่ได้ศึกษา (Jones, Boongwang and Kongsui et al., 2004) นอกจากนี้ ผลการศึกษาของฮวง ยาง และวู (Huang, Yang and Wu, 2011) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าระหว่างหญิงสูงอายุและผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง พบว่า หญิงสูงอายุมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและระยะทางการเดินภายใน 6 นาที เพิ่มขึ้น ซึ่งกลไกที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเดินหลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจนั้นอาจเป็นผลมาจากกล้ามเนื้อหายใจมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ซึ่งแม็คคอนเนลล์ และโรเมอร์ (McConnell and Romer, 2004) กล่าวว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจมีความสัมพันธ์กับ

ความรู้สึกหอบเหนื่อย การฝึกกล้ามเนื้อหายใจจึงอาจช่วยลดทอนความพยายามในการหายใจเข้า (Kwok and Jones, 2009) ซึ่งมีผลทำให้มีอาการเหนื่อยน้อยลงหรือรู้สึกไม่ต้องอาศัยความพยายามมากนัก การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว จึงอาจทำให้หญิงสูงอายุสามารถเดินด้วยอัตราเร็วที่เพิ่มขึ้นและนานขึ้นโดยไม่รู้สึกเหน็ดเหนื่อยเกินไป และทำให้ได้ระยะทางการเดินภายใน 6 นาทีเพิ่มมากขึ้น ผลจากการวิจัยในครั้งนี้จึงช่วยยืนยันว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้ามีผลต่อระยะทางที่เดินได้ภายใน 6 นาที ซึ่งพบว่า หญิงสูงอายุที่ฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้ามากกว่ากลุ่มอื่น จึงมีระยะทางที่เดินได้ภายใน 6 นาที มากกว่า ในขณะที่หญิงสูงอายุที่ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจและฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียวนั้นมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าใกล้เคียงกัน จึงพบว่า ระยะทางที่เดินได้ภายใน 6 นาที ไม่มีความแตกต่างกัน และการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าไม่ได้มีส่วนช่วยพัฒนาความอ่อนตัว รวมทั้งความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตาม การฝึกร่วมกันด้วยวิธีการดังกล่าว ช่วยพัฒนาความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจในหญิงสูงอายุได้ดีกว่า นอกจากนี้แล้วยังพบว่า หญิงสูงอายุในทุกกลุ่มมีองค์ประกอบของร่างกายไม่แตกต่างกัน ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดที่ผู้วิจัยคิดค้นขึ้นเป็นการฝึกออกกำลังกายแบบมีแรงต้านที่มุ่งเน้นเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจมากกว่าที่จะเป็นการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิก รวมทั้งโปรแกรมฝึกนี้ผู้วิจัยไม่ได้กำหนดอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ซึ่งมีความแตกต่างจากการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ส่งผลต่อการควบคุมน้ำหนักตัว เช่นเดียวกันกับโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ ซึ่งมุ่งเน้นเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเท่านั้น จึงไม่มีผลต่อองค์ประกอบของร่างกาย

สรุปได้ว่า การฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าได้มากกว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียวหรือการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้ายังมีผลต่อระยะทางที่เดินได้ภายใน 6 นาที ของหญิงสูงอายุ นอกจากนี้ การฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียวโดยเน้นการฝึกบริหารกล้ามเนื้อบริเวณอก ไหล่ หลัง ท้องและลำตัวนั้นสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจได้ทั้งกลุ่มกล้ามเนื้อหายใจเข้าและหายใจออก และช่วยเพิ่มการขยายตัวของทรวงอก รวมทั้งพัฒนาสมรรถภาพปอด และสุขสมรรถนะในหญิงสูงอายุให้ดีขึ้นได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

1. หญิงสูงอายุควรใช้ยางยืดในการออกกำลังกาย โดยเน้นการฝึกกล้ามเนื้อบริเวณอก ไหล่ หลัง ท้องและลำตัว ซึ่งสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจได้ทั้งกลุ่มกล้ามเนื้อหายใจเข้าและหายใจออก นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มการขยายตัวของทรวงอก รวมทั้งพัฒนาสมรรถภาพปอด และสุขสมรรถนะในหญิงสูงอายุให้ดีขึ้นได้

2. นำเสนอผลงานวิจัยแก่หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการออกกำลังกาย เช่น หน่วยงานเวชกรรมฟื้นฟูของสถานพยาบาล โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล และชมรมผู้สูงอายุ เป็นต้น เพื่อส่งเสริมให้การออกกำลังกายด้วยยางยืดเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการออกกำลังกาย สำหรับประชากรผู้สูงอายุ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นหญิงวัยทำงาน

2. ควรศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดร่วมกับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจในรูปแบบอื่น เช่น การใช้ยางยืดรัดรอบอกขณะฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด

3. ควรศึกษาท่าทางการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดให้มีความเหมาะสมหรือออกแบบโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดให้เป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกเพื่อพัฒนาระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจให้ดียิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กนกนันทร์ สุเชาว์อินทร์. (2551). **ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจต่อการตอบสนองของร่างกายในขณะออกกำลังกายและขณะฟื้นตัวในสภาวะปกติและสภาวะขาดออกซิเจนในสตรีวัยสาวและวัยสูงอายุ**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

จวงจันทร์ ชัยธชวงศ์. (2546). ระบบหายใจ. ใน จุไรพร สมบุญวงศ์, สมจิตร์ เอี่ยมอ่อง และ อรองค์ กุละพัฒน์ (บรรณาธิการ), **สรีรวิทยาพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง 2546 เล่ม 2**, หน้า 148-152. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เจริญ กระบวนรัตน์. (2550). **ยาง...ยืดชีวิตพิชิตโรค**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: พิมพ์ดี.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์ และ กันยา ปาละวิวัธน์. (2536). **สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: ธรรกมลการพิมพ์.

ชูศักดิ์ เวชแพศย์. (2538). **สรีรวิทยาของผู้สูงอายุ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ศุภวนิชการพิมพ์.

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และ สิทธา พงษ์พิบูลย์. (2553). **วิชาสรีรวิทยาการออกกำลังกาย.** เอกสารคำสอนรายวิชา 3901101 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์. (2554). **สรีรวิทยาการออกกำลังกาย.** กรุงเทพมหานคร: ตีรณสาร.

นันทา มาระเนตร์ และคนอื่น ๆ. (2546). ผู้สูงอายุ. **สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ.** 27: 200-211.

พัทธวรรณ ละโป้, เจริญ กระบวนรัตน์, สุทธิลักษณ์ ปทุมราช และ ดรุณวรรณ สุขสม. (2550). การสร้างรูปแบบการออกกำลังกายด้วยไม้ยืดหยุ่นสำหรับผู้สูงอายุ. **วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ**. 8(2): 48-63.

มนต์ชัย โชติดาว, โอภาส สินเพิ่มสุขสกุล และ ไถ้ออน ชินธเนศ. (2552). ผลของการใช้ยางยืดรัดรอบอกต่อประสิทธิภาพการทำงานของปอดภายหลังการฝึกแบบใช้ออกซิเจน. **จุฬาลงกรณ์เวชสาร**. 53(1): 39-49.

เลี้ยงชัย ลิ้มลอดวงษ์. (2539). **ปอดและการหายใจ**. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.

ศิริการ นิพพิทา. (2551). **ศึกษาโปรแกรมออกกำลังกายด้วยยางยืด (อีซี่ฟิต) เพื่อลดอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและข้อต่อ และการขยายเครือข่าย**. รายงานการวิจัย.

ศิริการ นิพพิทา และ นภัสกร จิตต์ไพบูลย์. (2550). **โปรแกรมการออกกำลังกายโดยใช้ยางยืด 2 ชนิด เพื่อเพิ่มสมรรถภาพทางกายในผู้สูงอายุ**. รายงานการวิจัย.

ศุภฤกษ์ นาวารัตน์. (2549). **ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าต่อสมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าในผู้ป่วยโรคพาร์กินสัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชากายภาพบำบัด คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล.

สมนึก กุลสถิตพร. (2549). **กายภาพบำบัดในผู้สูงอายุ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ออฟเซ็ท เพรส.

สมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย. (2545). **แนวทางการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยสไปโรเมตรีย์** (Guideline for spirometric evaluation). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ภาพพิมพ์.

สาธารณสุข, กระทรวง. กรมการแพทย์ สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ. (2545). **การออกกำลังกายทั่วไปและเฉพาะโรคผู้สูงอายุ**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สาธารณสุข, กระทรวง. กรมอนามัย กองออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ. (2552). **การทดสอบความพร้อมในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้สูงอายุ**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

สุวรรณา หังสพฤกษ์, สุพัตรา โล่ศิริวัฒน์ และ สุพรพิมพ์ เจียสกุล. (2541). **สรีรวิทยา 2.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เรือนแก้ว.

เสาวณีย์ วรวุฒางกูร. (2543). การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ. **วารสารกายภาพบำบัด.** 22(2): 133-142.

หทัยรัตน์ สีขำ, วัลลีย์ ภัทรโรภาส และ ราตรี เรืองไทย. (2553). ผลของการฝึกชี่กงร่วมกับการใช้ยางยืดรัดรอบอกที่มีต่อสมรรถภาพปอดในผู้สูงอายุ. **วิทยาสารกำแพงแสน.** 8(2): 64-79.

อรวรรณ โพนเงิน. (2548). **ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในคนไทยสุขภาพดี อายุ 30-70 ปี.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชากายภาพบำบัด คณะกายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยมหิดล.

ภาษาอังกฤษ

AnaesthesiaUK. (2004). **Test of pulmonary function**[online]. Available from : http://www.frca.co.uk/article.aspx?articleid=100023# [2011 March, 27]

Aznar-Lain, S., et al. (2007). Effects of inspiratory muscle training on exercise capacity and spontaneous physical activity in elderly subjects: A randomized controlled pilot trial. **Int. J. Sports Med.** 28(12): 1025-1029.

Buranapuntalug, S., Jalayondeja, W., Chaunchaiyakul, R., Chuaychoo, B., and Thanungkul, S. (2010). The effects of the respiratory muscle training by a respiratory resistance training unit. **J. Sports Sci. Technol.** 10(2S): 44-45.

Crapo, R. O., Morris, A. H., Clayton, P. D., and Nixon, C. R. (1982). Lung volumes in healthy nonsmoking adults. **Bull. Eur. Physiopathol. Respir.** 18(3): 419-425.

DePalo, V. A., Parker, A. L., Al-Bilbeisi, F., and McCool, F. D. (2004). Respiratory muscle strength training with nonrespiratory maneuvers. **J. Appl. Physiol.** 96(2): 731-734.

Egana, M., Reilly, H., and Green, S. (2010). Effect of elastic-band-based resistance training on leg blood flow in elderly women. **Appl. Physiol. Nutr. Metab.** 35(6): 763-772.

Ekstrum, J. A., Black, L. L., and Paschal, K. A. (2009). Effects of a thoracic mobility and respiratory exercise program on pulmonary function and functional capacity in older adults. **Phys. Occup. Ther. Geriatr.** 27(4): 310-327.

Elliott, C. G., et al. (1985). Exercise performance of subjects with ankylosing spondylitis and limited chest expansion. **Bull. Eur. Physiopathol. Respir.** 21(4): 363-368.

Enright, S. J., and Unnithan, V. B. (2011). Effect of inspiratory muscle training intensities on pulmonary function and work capacity in people who are healthy: A randomized controlled trial. **Phys. Ther.** 91(6): 894-905.

Enright, S. J., Chatham, K., Ionescu, A. A., Unnithan, V. B., and Shale, D. J. (2004). Inspiratory muscle training improves lung function and exercise capacity in adults with cystic fibrosis. **Chest** 126(2): 405-411.

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

Fahlman, M. M., McNevin, N., Boardley, D., Morgan, A., and Topp, R. (2011). Effects of resistance training on functional ability in elderly individuals. **Am. J. Health Promot.** 25(4): 237-43.

Ferreira, J. B., et al. (2011). Inspiratory muscle training reduces blood pressure and sympathetic activity in hypertensive patients: A randomized controlled trial. **Int. J. Cardiol.** October 8. [Epub ahead of print]

Frownfelter, D., and Masery, M. (2006). Facilitating ventilation patterns and breathing strategies. In D. Frownfelter and E. Dean (eds.), **Cardiovascular and Pulmonary Physical Therapy: Evidence and Practice,** 4thed. pp. 337-403. St. Louis: Mosby.

Gething, A. D., Passfield, L., and Davies, B. (2004). The effects of different inspiratory muscle training intensities on exercising heart rate and perceived exertion. **Eur. J. Appl. Physiol.** 92(1-2): 50-55.

Griffiths, L., and McConnell, A. (2007). The influence of inspiratory and expiratory muscle training upon rowing performance. **Eur. J. App. Physiol.** 99(5): 457-466.

Heffernan, K. S., et al. (2009). Resistance exercise training reduces central blood pressure and improves microvascular function in African American and white men. **Atherosclerosis** 207(1): 220-226.

Heritier, F., Rahm, F., Pasche, P., and Fitting, J. W. (1994). Sniff nasal inspiratory pressure. A noninvasive assessment of inspiratory muscle strength. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.** 150(6 Pt 1): 1678-1683.

Huang, C. H., Yang, G. G., Wu, Y. T., and Lee, C. W. (2011). Comparison of inspiratory muscle strength training effects between older subjects with and without chronic obstructive pulmonary disease. **J. Formos. Med. Assoc.** 110(8): 518-526.

Hudgel, D. W. (1994). Bronchial asthma. In G. L. Baum and E. Wolinsky (eds.), **Textbook of Pulmonary Disease**, pp. 647-687. Boston/Toroto: Little, Brown.

Janssens, J. P., Pache, J. C., and Nicod, L. p. (1999). Physiological changes in respiratory function associated with ageing. **Eur. Respir. J.** 13(1): 197-205.

Jones, C., et al. (2004). Inspiratory, but not quadriceps, muscle strength correlates with 6 minutes walking distance in the elderly. **Eur. Res. J.** 24(supp 48): 243s.

Joseph, C. N., et al. (2005). Slow breathing improves arterial baroreflex sensitivity and decreases blood pressure in essential hypertension. **Hypertension** 46(4): 714-718.

Kakizaki, F., et al. (1999). Preliminary report of the effects of respiratory muscle stretch gymnastics on chest wall mobility in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **J. Cardiopulm. Rehabil.** 19(6): 390-391.

Kendall, F. P., McCreary, E. K., and Provance, P. G. (1993). **Muscles Testing and Function.** 4thed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Kim, J., and Sapienza, C. M. (2005). Implications of expiratory muscle strength training for rehabilitation of the elderly: Tutorial. **J. Rehabil. Res. Dev.** 42(2): 211-224.

Kwok, T. M. K., and Jones, A. Y. M. (2009). Target-flow inspiratory muscle training improves running performance in recreational runners: A randomized controlled trial. **Hong Kong Physiotherapy J.** 27(1): 48-54.

Lomax, M. E., and McConnell, A. K. (2003). Inspiratory muscle fatigue in swimmers after a single 200 m swim. **J. Sports Sci.** 21(8): 659-664.

Lord, S. R., Murray, S. M., Chapman, K., Munro, B., and Tiedemann, A. (2002). Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance, and psychological status in addition to strength in older people. **J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.** 57(8): M539-543.

Mador, M. J., et al. (2005). Effect of respiratory muscle endurance training in patients with COPD undergoing pulmonary rehabilitation. **Chest** 128(3): 1216-1224.

Mcadle, W. D., Katch, F. I., and Katch, V. L. (2000). **Essentials of Exercise Physiology.** 2thed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Mcadle, W. D., Katch, F. I., and Katch, V. L. (2001). **Exercise Physiology Energy: Nutrition and Human Performance.** 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

McConnell, A. K., and Romer, L. M. (2004). Dyspnoea in health and obstructive pulmonary disease: The role of respiratory muscle function and training. **Sports Med.** 34(2): 117-132.

Miller, C. A. (2008). **Nursing for Wellness in Older Adults.** 5th ed. China: Lippincott Williams & Wilkins.

Miller, W. F. (1954). A physiologic evaluation of the effects of diaphragmatic breathing training in patients with chronic pulmonary emphysema. **Am. J. Med.** 17(4): 471-477.

Minoguchi, H., et al. (2002). Cross-over comparison between respiratory muscle stretch gymnastics and inspiratory muscle training. **Intern. Med.** 41(10): 805-812.

Mourya, M., Mahajan, A. S., Singh, N. P., and Jain, A. K. (2009). Effect of slow- and fast-breathing exercises on autonomic functions in patients with essential hypertension. **J. Altern. Complement. Med.** 15(7): 711-717.

Neder, J. A., Andreoni, S., Lerario, M. C., and Nery, L. E. (1999). Reference values for lung function tests: II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Braz. J. Med. Biol. Res.** 32: 719-727.

Ramirez-Sarmiento, A., et al. (2002). Inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease: Structural adaptation and physiologic outcomes. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.** 166(11): 1491-1497.

Rochester, D. F., Farkas, G. A., and Lee, Y. Y. (1987). Contractility of the in situ diaphragm: Assessment based on dimension analysis. In D. F. Rochester (ed.), **Respiratory Muscle and Their Neuromuscular Control**, pp. 327-336. New York: Marcel Dekker.

Rogers, M. E., Sherwood, H. S., Rogers, N. L., and Bohlken, R. M. (2002). Effects of dumbbell and elastic band training on physical function in older inner-city African-American women. **Women Health** 36(4): 33-41.

Romer, L. M., and Polkey, M. I. (2008). Exercise-induced respiratory muscle fatigue: Implications for performance. J. Appl. Physiol. 104(3): 879-888.

Shahin, B., Germain, M., Kazem, A., and Annat, G. (2008). Benefits of short inspiratory muscle training on exercise capacity, dyspnea, and inspiratory fraction in COPD patients. Int. J. Chron. Obstruct. Pulmon. Dis. 3(3): 423-427.

Sharma, G., and Goodwin, J. (2006). Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. Clin. Interv. Aging 1(3): 253-260.

Shaw, B. S., and Shaw, I. (2011). Pulmonary function and abdominal and thoracic kinematic changes following aerobic and inspiratory resistive diaphragmatic breathing training in asthmatics. Lung 189(2): 131-139.

Sheahan, S. L., and Musialowski, R. (2001). Clinical implications of respiratory system changes in aging. J. Gerontol. Nurs. 27(5): 26-34.

Singh, V. P., Jani, H., John, V., Singh, P., and Joseley, T. (2011). Effects of upper body resistance training on pulmonary functions in sedentary male smokers. Lung India 28(3): 169-173.

Sprung, J., Gajic, O., and Warner, D. (2006). Review article: Age related alterations in respiratory function - anesthetic considerations. Can. J. Anaesth. 53(12): 1244-1257.

Tzelepis, G. E., Kasas, V., and McCool, F. D. (1999). Inspiratory muscle adaptations following pressure or flow training in humans. Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol. 79(6): 467-471.

Wanke, T., et al. (1994). Inspiratory muscle training in patients with Duchenne muscular dystrophy. Chest 105(2): 475-482.

Watsford, M. L., Murphy, A. J., and Pine, M. J. (2007). The effects of ageing on respiratory muscle function and performance in older adults. J. Sci. Med. Sport 10(1): 36-44.

Watsford, M. L., Murphy, A. J., Pine, M. J., and Coutts, A. J. (2005). The effect of habitual exercise on respiratory muscle function in older adults. J. Aging Phys. Act. 13(1): 34-44.

Watsford, M. L., and Murphy, A. J. (2008). The effects of respiratory muscle training on exercise in older women. **J. Aging Phys. Act.** 16(3): 245-260.

Weiner, P., Azgad, Y., Ganam, R., and Weiner, M. (1992). Inspiratory muscle training in patients with bronchial asthma. **Chest** 102(5): 1357-1361.

Weiner, P., Magadle, R., Beckerman, M., Weiner, M., and Berar-Yanay, N. (2003). Comparison of specific expiratory, inspiratory, and combined muscle training programs in COPD. **Chest** 124(4): 1357-1364.

Yamauchi, T., et al. (2005). Effect of home-based well-rounded exercise in community-dwelling older adults. **J.Sports Sci. Med.** 4: 563-567.

Zion, A. S., De Meersman, R., Diamond, B. E., and Bloomfield, D. M. (2003). A home-based resistance-training program using elastic bands for elderly patients with orthostatic hypotension. **Clin. Auton. Res.** 13(4): 286-292.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ใบรับรองโครงการวิจัย

AF 01-12

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อาคารสถาบัน 2 ชั้น 4 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์: 0-2218-8147 โทรสาร: 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

---

COA No. 164/2554

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 161.1/54 : ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอดและสุขสมรรถนะในหญิงสูงอายุ

ผู้วิจัยหลัก : นายธนวัฒน์ กิจสุขสันต์

หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้พิจารณา โดยใช้หลัก ของ The International Conference on Harmonization – Good Clinical Practice (ICH-GCP) อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม..	ลงนาม..
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ปรีดา ทัศนประดิษฐ)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทรี ชัยชนะวงศาโรจน์)
ประธาน	กรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 29 พฤศจิกายน 2554 **วันหมดอายุ** : 28 พฤศจิกายน 2555

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

1) โครงการวิจัย
2) ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
3) ผู้วิจัย
4) แบบสอบถาม

เลขที่โครงการวิจัย 161.1/54
วันที่รับรอง 29 พ.ย. 2554
วันหมดอายุ 28 พ.ย. 2555

<u>**เงื่อนไข**</u>

1. ข้าพเจ้ารับทราบว่าเป็นการผิดจริยธรรม หากดำเนินการเก็บข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยฯ
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อต้องการต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ล่วงหน้าไม่ต่ำกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ต้องดำเนินการวิจัยตามที่ระบุไว้ในโครงการวิจัยอย่างเคร่งครัด
4. ใช้เอกสารข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ใบยินยอมของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารเชิญเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) ***เฉพาะที่ประทับตราคณะกรรมการเท่านั้น***
5. หากเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ร้ายแรงในสถานที่เก็บข้อมูลที่ขออนุมัติจากคณะกรรมการ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้ส่งคณะกรรมการพิจารณารับรองก่อนดำเนินการ
7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่งแบบรายงานสิ้นสุดโครงการวิจัย (AF 03-12) และบทคัดย่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ให้ส่งบทคัดย่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น

ภาคผนวก ข
ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

(Patient/Participant Information Sheet)

เลขที่โครงการวิจัย 161-1/54
วันที่รับรอง 29 พ.ย. 2554
วันหมดอายุ 28 พ.ย. 2555

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอดและสุขสมรรถนะในหญิงสูงอายุ

ชื่อผู้วิจัย นายธนวัฒน์ กิจสุขสันต์

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพระราม 1แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กทม.10330 โทรศัพท์ 02-2181010

โทรศัพท์มือถือ 089-6257071 **อีเมล์** : aha_37@hotmail.com

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์

ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัย ก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบและสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจนได้ตลอดเวลา

โครงการนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยศึกษาถึงผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการออกกำลังกายด้วยยางยืด ว่าภายหลังการฝึกจะส่งผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอดและสุขสมรรถนะอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอดและสุขสมรรถนะในหญิงสูงอายุ

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยครั้งนี้ เป็นผู้สูงอายุ เพศหญิง ที่มีอายุระหว่าง 60-74 ปี มีสุขภาพแข็งแรงและสามารถดำเนินชีวิตประจำวันได้ตามปกติ และมีความสมัครใจเข้าร่วมในการวิจัย

เกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างจะได้รับการคัดเลือกเข้าร่วมการวิจัยด้วยการประเมินจากแบบสอบถามประวัติสุขภาพทั่วไปและแบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย โดยมีเกณฑ์การคัดเข้าและคัดออกดังนี้

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

1.) เป็นผู้สูงอายุ เพศหญิง อายุระหว่าง 60-74 ปี มีสุขภาพแข็งแรงและสามารถดำเนินชีวิตประจำวันได้ตามปกติ
2.) มีความสมัครใจเข้าร่วมการวิจัยและยินยอมลงชื่อในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

3.) ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำ

4.) ต้องผ่านตามเกณฑ์การประเมินจากแบบสอบถาม

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

1.) เป็นผู้มีความดันโลหิตสูง โดยค่าความดันโลหิตขณะบีบตัว มากกว่า 160 มิลลิเมตรปรอทและความดันโลหิตขณะคลายตัว มากกว่า 100 มิลลิเมตรปรอท

2.) เป็นผู้มีประวัติเป็นโรคหัวใจ หรือโรคเรื้อรังอื่นๆ ที่ไม่สามารถควบคุมได้

3.) เคยมีประวัติการผ่าตัดหรืออุบัติเหตุบริเวณทรวงอกและช่องท้อง

4.) ไม่ผ่านเกณฑ์จากการประเมินด้วยแบบสอบถาม

เลขที่โครงการวิจัย 161.1/54
วันที่รับรอง 29 พย. 2554
วันหมดอายุ 28 พย. 2555

ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

1.) ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมดยินดีให้ความร่วมมือด้วยความเต็มใจ และเต็มความสามารถ

2.) ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการชี้แจงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับวิธีดำเนินการวิจัย และลงชื่อในหนังสือแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมการวิจัย

3.) ผู้วิจัยใช้ชมรมผู้สูงอายุโรงพยาบาลชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ เป็นสถานที่ในการดำเนินการวิจัยและเก็บข้อมูล

4.) ในการเก็บข้อมูลทุกครั้งจะกระทำโดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย (ผู้ช่วยวิจัยมีจำนวน 2 คนมีคุณสมบัติ คือ มีความรู้และมีประสบการณ์ที่สามารถช่วยเหลือหรือให้คำแนะนำผู้เข้าร่วมวิจัย ในขณะออกกำลังกายและการทดสอบตัวแปรต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง)

กระบวนการการวิจัยที่กระทำต่อผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ขั้นตอนก่อนการทดลอง

1. ผู้วิจัยทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ในการคัดเข้า อธิบายรายละเอียดขั้นตอนของวิธีปฏิบัติในการทดลองและการเก็บข้อมูล

2. กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 50 คนจะถูกเลือกเข้ากลุ่มทดลองด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยการจับฉลาก โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ได้เป็นกลุ่มทดลองที่ 1 จะฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดจำนวน 10 คน กลุ่มทดลองที่ 2 จะฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียวจำนวน 20 คน และกลุ่มทดลองที่ 3 จะฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียวจำนวน 20 คน

3. ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับการทดสอบตัวแปรต่างๆ ก่อนการทดลอง ดังนี้

3.1 ตัวแปรทางสรีรวิทยาทั่วไป ได้แก่ น้ำหนักและส่วนสูง อัตราการเต้นหัวใจของหัวใจขณะพักและความดันโลหิต

3.2 ตัวแปรทางด้านสุขสมรรถนะ ได้แก่ องค์ประกอบของร่างกาย ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัวและความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ

3.3 ตัวแปรทางด้านสมรรถภาพปอด

3.4 ตัวแปรทางด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

3.5 ตัวแปรทางด้านการขยายตัวของทรวงอก

เลขที่โครงการวิจัย 161-1/54
วันที่รับรอง 29 พ.ย. 2554
วันหมดอายุ 28 พ.ย. 2555

ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจและฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดตามเงื่อนไขของแต่ละกลุ่มการทดลอง ดังต่อไปนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (20 นาที) **ร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด** (20 นาที ไม่รวมการอบอุ่นร่างกายและการผ่อนหยุดอีก 20 นาที) (8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ในช่วงเวลา 15.00 น. – 16.00 น.)

กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียว (20 นาที) (8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน คือ วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ในช่วงเวลา 16.00 น. – 17.00 น.)

กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดเพียงอย่างเดียว (20 นาที ไม่รวมการอบอุ่นร่างกายและการผ่อนหยุดอีก 20 นาที) (8 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน คือ วันอังคาร วันพฤหัสบดี และวันเสาร์ ในช่วงเวลา 15.00 น. – 16.00 น.)

ขั้นตอนหลังการทดลอง

หลังโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับการทดสอบตัวแปรในข้อ 3 ซ้ำอีกครั้ง ซึ่งได้แก่ ตัวแปรทางสรีรวิทยาทั่วไป ด้านสุขสมรรถนะ ด้านสมรรถภาพปอด ด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจและด้านการขยายตัวของทรวงอก

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้ทราบถึงผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอดและสุขสมรรถนะในหญิงสูงอายุ

2. ได้ทราบถึงประสิทธิภาพของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจที่มีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจรวมถึงการขยายตัวของทรวงอกและสมรรถภาพปอดในหญิงสูงอายุ

3. นำผลที่ได้มาใช้ในการส่งเสริมการฝึกกล้ามเนื้อหายใจและการบริหารการหายใจในผู้สูงอายุ

4. นำผลที่ได้มาใช้ในการส่งเสริมให้ผู้สูงอายุได้ออกกำลังกาย

ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ความเสี่ยงจากการออกกำลังกายด้วยยางยืด เพื่อความปลอดภัยของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบความเหมาะสมของโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยยางยืดกับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ก่อนนำมาใช้ในการวิจัย ในขณะที่ทำการฝึกการออกกำลังกาย กลุ่มตัวอย่างอาจจะรู้สึกเหนื่อยเล็กน้อยถึงปานกลาง แต่อาการดังกล่าวจะค่อยๆ หายไป ทั้งนี้เพราะมีช่วงเวลาในการพักระหว่างการออกกำลังกายมากพอ ประกอบกับก่อนและหลังการออกกำลังกายครั้งจะมีการอบอุ่นร่างกายและการผ่อนคลายกล้ามเนื้อเพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้น หากพบว่ามีการบาดเจ็บเกิดขึ้นระหว่างการออกกำลังกาย ผู้วิจัยจะเป็นผู้ดูแลโดยการรักษาปฐมพยาบาลเบื้องต้นและหากอาการบาดเจ็บเกิดขึ้นอย่างรุนแรงจะนำส่งต่อไปพบแพทย์ในโรงพยาบาลใกล้เคียง โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบในการรักษาพยาบาลทั้งหมด

การเข้าร่วมเป็นกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเป็นหญิงสูงอายุที่เข้าร่วมโครงการวิจัย**โดยสมัครใจ**และสามารถ**ปฏิเสธ**ที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผลและไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ

หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้ โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว **เพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่**

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่านจะเก็บเป็น**ความลับ** หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

ประโยชน์ของกลุ่มตัวอย่างที่จะได้รับจากการเข้าร่วมวิจัย คือผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้ทดสอบการเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอดและสุขสมรรถนะภายหลังการวิจัย นอกจากนี้ ผู้วิจัยจะมอบยางยืดสำหรับออกกำลังกายเส้นใหม่ให้พร้อมกับโปสเตอร์วิธีออกกำลังกายด้วยยางยืด เพื่อให้ผู้เข้าร่วมการวิจัย สามารถนำไปใช้ออกกำลังกายภายหลังจากสิ้นสุดการวิจัยต่อไปได้

หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

เลขที่โครงการวิจัย 161.1/54
วันที่รับรอง 29 พ.ย. 2554
วันหมดอายุ 28 พ.ย. 2555

ภาคผนวก ค
หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

ทำที่...

วันที่......เดือน......................พ.ศ. ....

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.................

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอดและสุขสมรรถนะในหญิงสูงอายุ

ชื่อผู้วิจัย นายธนวัฒน์ กิจสุขสันต์

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์

ที่อยู่ที่ติดต่อ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330

โทรศัพท์ 02-2181010

โทรศัพท์มือถือ 089-6257071

เลขที่โครงการวิจัย 161.1/54
วันที่รับรอง 2 9 พย. 2554
วันหมดอายุ 2 8 พย. 2555

ข้าพเจ้า **ได้รับทราบ**รายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/ อันตราย และประโยชน์ซึ่งเกิดจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และ**ได้รับคำอธิบาย**จากผู้วิจัย**จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว**

ข้าพเจ้า จึง**สมัครใจเข้า**ร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอม ตอบแบบสอบถามประวัติสุขภาพทั่วไป จำนวน 10 ข้อ ระยะเวลา 5 นาที แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย จำนวน 7 ข้อ ระยะเวลา 3 นาที และเข้าร่วมการฝึกกล้ามเนื้อหายใจร่วมกับการออกกำลังกายด้วยยางยืดตามรูปแบบที่กำหนด เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ๆ ละ 3 วันๆ ละ 1 ชั่วโมง ทำการทดสอบทั้งหมด 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ก่อนการทดลอง และครั้งที่ 2 หลังการทดลองครบ 8 สัปดาห์ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดูแลการทดสอบด้วยตนเอง รายละเอียดการทดสอบประกอบด้วย

1. ตัวแปรทางสรีรวิทยาทั่วไป ได้แก่ น้ำหนักและส่วนสูง อัตราการเต้นหัวใจของหัวใจขณะพักและความดันโลหิต

2. ตัวแปรทางด้านสุขสมรรถนะ ได้แก่ องค์ประกอบของร่างกาย ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัวและความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ

3. ตัวแปรทางด้านสมรรถภาพปอด ได้แก่ ค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่จนสุดจากตำแหน่งที่หายใจเข้าเต็มที่ (FVC) ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของ

การหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่จากตำแหน่งที่หายใจเข้าเต็มที่ (FEV1) ค่าเปอร์เซ็นต์ FEV1 (FEV1/FVC) และค่าปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาที (MMV12)

4. ตัวแปรทางด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ได้แก่ ค่าแรงดันของอากาศในขณะหายใจเข้าอย่างเร็วและแรงเต็มที่ และ ค่าแรงดันของอากาศขณะหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่

5. ตัวแปรทางด้านการขยายตัวของทรวงอก ได้แก่ อกส่วนบน กลางหน้าอกและอกส่วนล่าง

ข้าพเจ้ามีสิทธิ**ถอนตัว**ออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ **โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล** ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อข้าพเจ้าทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับทราบจากผู้วิจัยว่า หากข้าพเจ้าได้รับบาดเจ็บเนื่องจากการวิจัย ข้าพเจ้าจะต้องแจ้งให้ผู้วิจัยทราบทันที ซึ่งจะได้รับความช่วยเหลือเบื้องต้น เช่น ให้คำแนะนำโดยให้หยุดพักสังเกตอาการหรือปฐมพยาบาลเบื้องต้นและจะนำส่งไปยังโรงพยาบาล โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบให้ข้าพเจ้าได้รับการดูแลรักษาอย่างเหมาะสม

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยและข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะ**เก็บรักษาเป็นความลับ** โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยและสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ...	ลงชื่อ...
(นายธนวัฒน์ กิจสุขสันต์)	(...)
ผู้วิจัยหลัก	ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
เลขที่โครงการวิจัย 161.1/54 วันที่รับรอง 29 พ.ย. 2554 วันหมดอายุ 28 พ.ย. 2555	ลงชื่อ... (...) พยาน

ภาคผนวก ง
แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย

เลขที่โครงการวิจัย 161.1/54
วันที่รับรอง 29 พ.ย. 2554
วันหมดอายุ 28 พ.ย. 2555

ภาคผนวก ข

แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย

(Physical Activity Readiness Questionnaire : PAR-Q)

สำหรับบุคคลทั่วไปที่มีอายุระหว่าง 60 – 74 ปี

โปรดอ่านอย่างละเอียดและตอบคำถามเหล่านี้ตามความเป็นจริงว่า มี/เคย หรือ ไม่มี/ไม่เคย ในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา

☐ เคย ☐ ไม่เคย 1. แพทย์ที่ตรวจรักษาท่านเคยบอกหรือไม่ว่า ท่านมีความผิดปกติของหัวใจและควรออกกำลังกายภายใต้คำแนะนำของแพทย์เท่านั้น

☐ มี ☐ ไม่มี 2. ท่านมีความรู้สึกเจ็บปวดหรือแน่นบริเวณหน้าอก ขณะที่ท่านออกกำลังกายหรือไม่

☐ เคย ☐ ไม่เคย 3. ในรอบเดือนที่ผ่านมา ท่านเคยมีอาการเจ็บแน่นหน้าอก ในขณะที่อยู่เฉยๆ โดยไม่ได้ออกกำลังกายหรือไม่

☐ มี ☐ ไม่มี 4. ท่านมีอาการสูญเสียการทรงตัว (ยืนหรือเดินเซ) เนื่องมาจากอาการวิงเวียนศีรษะหรือไม่ หรือท่านเคยเป็นลมหมดสติหรือไม่

☐ มี ☐ ไม่มี 5. ท่านมีปัญหาที่กระดูกหรือข้อต่อซึ่งจะมีอาการแย่ลงถ้าท่านออกกำลังกายหรือไม่

☐ มี ☐ ไม่มี 6. แพทย์ที่ตรวจรักษาท่านมีการสั่งยารักษาโรคความดันโลหิตสูงหรือความผิดปกติของหัวใจให้ท่านหรือไม่

☐ มี ☐ ไม่มี 7. เท่าที่ท่านทราบยังมีเหตุผลอื่นๆ อีกที่ทำให้ท่านไม่สามารถออกกำลังกายได้หรือไม่

ภาคผนวก จ
แบบสอบถามประวัติสุขภาพทั่วไป

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามประวัติสุขภาพทั่วไปก่อนการเข้าร่วมการวิจัย

โปรดเขียนหรือเติมคำลงในช่องว่างและทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ( ) ที่กำหนดไว้

เลขที่โครงการวิจัย 161.1/54
วันที่รับรอง 2 9 พ.ย. 2554
วันหมดอายุ 2 8 พ.ย. 2555

ชื่อ - นามสกุล______________________________

ท่านประเมินสุขภาพทั่วไปของท่านอย่างไร

( ) ดีเลิศ ( ) ดีมาก ( ) ดี ( ) พอใช้ ( ) ต่ำ

1. ท่านเคยมีหรือมีอาการบางอย่างในประวัติทางการแพทย์

ใช่	ไม่ใช่	
( )	( )	1.1 มีประวัติปัญหาเกี่ยวกับหัวใจ หรือแพทย์บอกว่ามีปัญหาเกี่ยวกับหัวใจ เช่น เจ็บหน้าอก แน่นหน้าอก หลอดเลือดอุดตัน
( )	( )	1.2 ความดันโลหิตสูงและไม่รับประทานยาลดความโลหิต (มากกว่า 140/90 ม.ม.ปรอท)
( )	( )	1.3 แพทย์แนะนำไม่ให้ออกกำลังกาย
( )	( )	1.4 เพิ่งรับการผ่าตัดใหญ่ (ภายใน 12 เดือนที่ผ่านมา เช่น ผ่าตัดหัวใจ)
( )	( )	1.5 มีประวัติปัญหาการหายใจหรือปอด เช่น หายใจติดขัด หายใจไม่เต็มปอด
( )	( )	1.6 มีปัญหากล้ามเนื้อ ข้อต่อ และ/หรือหลัง
( )	( )	1.7 มีอาการหรือภาวะเบาหวานหรือไทรอยด์
( )	( )	1.8 มีอาการหรือภาวะไส้เลื่อนอาจทำให้มีอาการรุนแรงขึ้นจากการออกกำลังกาย
( )	( )	1.9 ท่านมีอาการหรือสภาพที่จำกัดการเคลื่อนไหว
( )	( )	1.10 ท่านเป็นหอบหืด
( )	( )	1.11 ท่านมีโรคประจำตัว เช่น โรคลมบ้าหมู อาการสั่นอย่างรุนแรง หรืออาการชัก

ใช่	ไม่ใช่	
( )	( )	2. ท่านมีปัญหาการรักษาทางยาซึ่งท่านไม่สามารถเข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกาย

ใช่	ไม่ใช่	
( )	( )	3. โปรดระบุยาทุกชนิดที่ท่านใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นประจำ เช่น ยาลดความดันโลหิตสูง ยาควบคุมคอเลสเตอรอล วิตามิน และอาหารเสริมต่างๆ

ยา/อาหารเสริม เหตุผลที่ต้องกิน

____

____

____

เลขที่โครงการวิจัย 161.1/54
วันที่รับรอง 29 พ.ย. 2554
วันหมดอายุ 28 พ.ย. 2555

ใช่ ไม่ใช่

( ) ( ) 4. ท่านดื่มไวน์ เบียร์ หรือสุรา

5. ถ้าตอบ ใช่ ท่านดื่มมากเท่าไร (กี่แก้วหรือขวดต่อครั้ง)______________________

6. ถ้าตอบ ใช่ ท่านดื่มบ่อยครั้งแค่ไหน (กี่ครั้งต่อเดือนหรือกี่ครั้งต่อสัปดาห์)_______

ใช่ ไม่ใช่

( ) ( ) 7. ท่านเคยได้รับการผ่าตัดมดลูก

( ) ( ) 8. ท่านมีประจำเดือนปกติ (ถ้าไม่มีประจำเดือนไม่ต้องตอบข้อนี้)

( ) ( ) 9. ท่านไม่ได้ออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาเป็นประจำในรอบหนึ่งเดือนที่ผ่านมา

( ) ( ) 10. ท่านมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวร่างกายในชีวิตประจำวันมาก เช่น เดินขึ้นลงบันได แทนการขึ้นลงลิฟต์และ/หรือทำงานบ้าน

เรียบเรียงโดย รศ.ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และอาจารย์สิทธา พงษ์พิบูลย์
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ
โปรแกรมฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

โปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ

ดัดแปลงจากวิธีการฝึกของเอ็นไรท์และอันนิธาน (Enright and Unnithan, 2011)

ผู้เข้าร่วมการวิจัยในกลุ่มที่ 1 ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพียงอย่างเดียวเท่านั้น และผู้เข้าร่วมการวิจัยในกลุ่มที่ 3 ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจก่อนการออกกำลังกายด้วยยางยืด การฝึกกล้ามเนื้อหายใจจะอาศัย POWERbreathe® เป็นอุปกรณ์ฝึกที่สามารถต้านแรงดันอากาศขณะหายใจเข้าเป็นอุปกรณ์ประกอบการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การฝึกกล้ามเนื้อหายใจจะฝึกโดยการหายใจทางปากและฝึกเฉพาะกล้ามเนื้อหายใจเข้าเท่านั้น
2. ผู้ฝึกจะต้องใช้มือจับอุปกรณ์การฝึกกล้ามเนื้อหายใจและใช้ปากอมรอบหลอดดอม (Mouthpiece) โดยให้ริมฝีปากแนบสนิทไปกับท่อหลอดดอม (รูปที่ 1)
3. ในขณะฝึกกล้ามเนื้อหายใจ ให้ผู้ฝึกหายใจออกให้สุดก่อน หลังจากนั้นหายใจเข้าให้เร็วและแรงเต็มที่อย่างน้อย 3-5 วินาที (รูปที่ 2) และหายใจออกช้าๆ จนสุดอย่างน้อย 5-6 วินาที เพื่อป้องกันอาการหายใจเร็วกว่าปกติ (Hyperventilation) (รูปที่ 3)
4. การฝึกกล้ามเนื้อหายใจจะใช้แรงต้านระดับเบาที่ 40% ของค่า MIP ใน 2 สัปดาห์แรกเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมและสร้างความคุ้นเคยกับอุปกรณ์ฝึกกล้ามเนื้อหายใจให้แก่กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจะเป็นผู้สอน และสาธิตวิธีการใช้งานอุปกรณ์ฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยตัวเอง หลังจากนั้นจะปรับแรงต้านเป็นระดับปานกลางที่ 60% ของค่า MIP ใน 3 สัปดาห์ถัดมา และปรับเป็นระดับหนักที่ 80% ของค่า MIP ใน 3 สัปดาห์หลัง
5. ในการฝึกต่อหนึ่งครั้งจะฝึกกล้ามเนื้อหายใจ 30 รอบต่อเซต และฝึกวันละ 4 เซต ติดต่อกัน ซึ่งจะใช้ระยะเวลารวมของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจประมาณ 20 นาทีต่อวัน
6. ขณะฝึกกล้ามเนื้อหายใจในแต่ละรอบหากเกิดอาการหน้ามืดหรือมีอาการหอบเหนื่อยสามารถหยุดพักได้ 20 วินาทีและเริ่มฝึกต่ออีกครั้งจนกว่าจะครบจำนวน 4 เซต
7. การฝึกกล้ามเนื้อหายใจจะมีเวลาพักระหว่างเซต 1-2 นาที
8. ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์เป็นระยะเวลาทั้งหมด 8 สัปดาห์ (จำนวน 24 ครั้ง)
9. ระยะเวลารวมของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจประมาณ 60 นาทีต่อสัปดาห์

ภาคผนวก ช
โปรแกรมฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด

โปรแกรมฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด

การออกกำลังกายด้วยยางยืด

ผู้เข้าร่วมการวิจัยในกลุ่มทดลองที่ 1 และ 3 ทดลองออกกำลังกายด้วยยางยืดโดยเริ่มต้นด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพื่อเป็นการอบอุ่นร่างกาย จากนั้นฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืดและตามด้วยการคลายอุ่นร่างกายด้วยการคลายกล้ามเนื้อ ฝึกออกกำลังกาย 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลาทั้งหมด 8 สัปดาห์

อุปกรณ์ประกอบการฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด

การฝึกออกกำลังกายด้วยยางยืด จะใช้แถบยางยืดยี่ห้อ SanctbandTM ที่ผลิตมาจากวัตถุดิบ Polyisophrene ไม่มีส่วนผสมของลาเท็กซ์ มีความยืดหยุ่นสูง (High elasticity) และมีความยาว 1.5 เมตร เป็นอุปกรณ์ประกอบการฝึกออกกำลังกาย

Pull Force Test
Sanctband Resistive Band

Sanctband Resistive Band	Pull Force Test (Kg) 100%	Pull Force Test (Kg) 300%
PEACHES - Extra Light	Min 1.3	Min 2.5
ORANGE - Light	Min 2.1	Min 3.7
LIME GREEN - Medium	Min 2.6	Min 4.5
BLUEBERRY - Heavy	Min 3.2	Min 5.5
PLUM - Extra Heavy	Min 4.2	Min 7.7
GREY - Super Heavy	Min 5.2	Min 9.2

สัปดาห์ที่ 1-2 เป็นช่วงแรกของการปรับตัวและเริ่มสร้างความคุ้นเคยกับการออกกำลังกายด้วยยางยืด จึงใช้ยางยืดที่ให้แรงต้านต่อการยืดในระดับเบา (สีชมพู)

สัปดาห์ที่ 3-5 ผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถปฏิบัติการฝึกในแต่ละท่ากายบริหารโดยไม่รู้สึกเมื่อยล้ากล้ามเนื้อ จะเปลี่ยนยางยืดให้มีแรงต้านต่อการยืดเพิ่มขึ้นเป็นระดับปานกลาง (สีส้ม)

สัปดาห์ที่ 6-8 ผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถปฏิบัติการฝึกในแต่ละท่ากายบริหารโดยไม่รู้สึกเมื่อยล้ากล้ามเนื้อ จะเปลี่ยนยางยืดให้มีแรงต้านต่อการยืดเพิ่มขึ้นเป็นระดับหนัก (สีเขียว)

<u>ช่วงอบอุ่นร่างกาย</u>

ใช้เวลา 10 นาที โดยไม่มียางยืดประกอบ มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและข้อต่อแบบนิ่งค้างไว้ (Static stretching) และแบบเคลื่อนไหว (Dynamic stretching) จำนวน 13 ท่า

<u>ช่วงการออกกำลังกาย</u>

ใช้เวลา 20 นาที โดยมียางยืดประกอบในการออกกำลังกายและฝึกกายบริหารด้วยยางยืด 10 ท่าๆ ละ 10 ครั้ง จำนวน 3 เซต ฝึกบริหารกล้ามเนื้อในแต่ละท่า 3 เซตอย่างต่อเนื่องโดยมีเวลาพักระหว่างเซต 10 วินาที เมื่อฝึกครบทั้ง 3 เซต ให้พัก 30 วินาที หลังจากนั้นให้เริ่มฝึกบริหารกล้ามเนื้อในท่าลำดับถัดไป

<u>การหายใจขณะฝึกออกกำลังกาย</u>

สูดลมหายใจในท่าเตรียมพร้อม ขณะออกแรงผลักหรือดึงยางยืดให้ผ่อนลมหายใจออกและสูดลมหายใจเข้าเมื่อกลับเข้าสู่ท่าเริ่มต้น ปฏิบัติเช่นนี้เรื่อยไปจนสิ้นสุดการฝึกแต่ละเซต ไม่กลั้นลมหายใจขณะออกแรง

<u>ช่วงคลายอุ่นร่างกาย</u>

ใช้เวลา 10 นาที โดยไม่มียางยืดประกอบ มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและข้อต่อแบบนิ่งค้างไว้ (Static stretching) จำนวน 10 ท่า

ท่าออกกำลังกายด้วยยางยืด 10 ท่า

ท่าที่ 1 Chest Press

กล้ามเนื้อที่บริหาร กล้ามเนื้ออกส่วนกลาง ไหล่ด้านหน้าและต้นแขนด้านหลัง

ท่าเตรียมด้านหน้า

ท่าเตรียมด้านข้าง

ท่าปฏิบัติ (1)

ท่าปฏิบัติ (2)

วิธีปฏิบัติ

ท่าเตรียม ยืนหลังตรง เส้นยางยืดพาดไว้ทางด้านหลังของลำตัวระดับอก มือจับยางยืดไว้ระดับอก ในลักษณะคว่ำฝ่ามือ งอศอก ต้นแขนกางออกทางด้านข้างลำตัวสูงระดับอก

ท่าปฏิบัติ (1) ออกแรงเหยียดแขนผลักยางยืดไปข้างหน้า (2) ให้แขนทั้งสองข้างเหยียดตรงขนานกับพื้น หลังจากนั้นงอศอกกลับสู่ท่าเริ่มต้นอีกครั้ง

จำนวนครั้งในการฝึกบริหารกล้ามเนื้อ

ทำซ้ำ 10 ครั้ง/เซต จำนวน 3 เซต ฝึกบริหารกล้ามเนื้อทั้ง 3 เซตอย่างต่อเนื่องโดยมีเวลาพักระหว่างเซต 10 วินาที เมื่อฝึกครบทั้ง 3 เซต ให้พัก 30 วินาที หลังจากนั้นให้เริ่มฝึกบริหารกล้ามเนื้อในท่าลำดับถัดไป

ตำแหน่งการเคลื่อนไหวที่สำคัญ

ข้อไหล่และศอกทำหน้าที่งอและเหยียดในขณะปฏิบัติการฝึก

ข้อควรระวัง

มือที่จับยางยืดในขณะปฏิบัติการฝึก จะต้องอยู่ด้านข้างลำตัวระดับอก ไม่หุบต้นแขนลงข้างลำตัวในระหว่างปฏิบัติการฝึก

ท่าที่ 2 Reverse Fly

กล้ามเนื้อที่บริหาร กล้ามเนื้อหลังส่วนบนและหลังส่วนกลาง

ท่าเตรียมด้านหน้า

ท่าปฏิบัติ (1)

ท่าปฏิบัติ (2)

วิธีปฏิบัติ

ท่าเตรียม ยืนหลังตรง มือทั้งสองข้างจับยางยืดห่างกันประมาณช่วงไหล่ในลักษณะคว่ำฝ่ามือลง แขนทั้งสองข้างเหยียดตรงไปทางด้านหน้าลำตัวในระดับอก

ท่าปฏิบัติ (1) ออกแรงดึงยางยืดออกจากแนวกลางลำตัวไปทางด้านข้าง (2) ให้แขนทั้งสองข้างกางออกเป็นแนวเส้นตรงสูงระดับไหล่

จำนวนครั้งในการฝึกบริหารกล้ามเนื้อ

ทำซ้ำ 10 ครั้ง/เซต จำนวน 3 เซต ฝึกบริหารกล้ามเนื้อทั้ง 3 เซตอย่างต่อเนื่องโดยมีเวลาพักระหว่างเซต 10 วินาที เมื่อฝึกครบทั้ง 3 เซต ให้พัก 30 วินาที หลังจากนั้นให้เริ่มฝึกบริหารกล้ามเนื้อในท่าลำดับถัดไป

ตำแหน่งการเคลื่อนไหวที่สำคัญ

ข้อไหล่ งอและหุบ กางแขนทั้งสองข้างออกจากแนวกลางลำตัวไปทางด้านข้างลำตัวในลักษณะแขนเหยียดตรง

ข้อควรระวัง

ไม่งอศอกในขณะกางแขนทั้งสองข้างออกจากแนวกลางลำตัว

ท่าที่ 3 Incline Press

กล้ามเนื้อที่บริหาร กล้ามเนื้ออกส่วนบน ไหล่ด้านหน้าและต้นแขนด้านหลัง

ท่าเตรียมด้านหน้า

ท่าเตรียมด้านข้าง

ท่าปฏิบัติ (1)

ท่าปฏิบัติ (2)

วิธีปฏิบัติ

ท่าเตรียม ยืนหลังตรง เส้นยางยืดพาดไว้ทางด้านหลังของลำตัวระดับอก มือจับยางยืดไว้ระดับอก ในลักษณะคว่ำฝ่ามือ งอศอก ต้นแขน กางออกทางด้านข้างลำตัวสูงระดับอก

ท่าปฏิบัติ (1) ออกแรงเหยียดแขนผลักยางยืดไปข้างหน้าเฉียงขึ้น 45 องศา (2) จนกระทั่งแขนทั้งสองข้างเหยียดตรง หลังจากนั้น งอศอกกลับสู่ท่าเริ่มต้นอีกครั้ง

จำนวนครั้งในการฝึกบริหารกล้ามเนื้อ

ทำซ้ำ 10 ครั้ง/เซต จำนวน 3 เซต ฝึกบริหารกล้ามเนื้อทั้ง 3 เซตอย่างต่อเนื่องโดยมีเวลาพักระหว่างเซต 10 วินาที เมื่อฝึกครบทั้ง 3 เซต ให้พัก 30 วินาที หลังจากนั้นให้เริ่มฝึกบริหารกล้ามเนื้อในท่าลำดับถัดไป

ตำแหน่งการเคลื่อนไหวที่สำคัญ

ข้อไหล่และศอกทำหน้าที่งอและเหยียดแขนในแนวเฉียงขึ้นประมาณ 45 องศา ขณะปฏิบัติการฝึก

ข้อควรระวัง

มือที่จับยางยืดในขณะปฏิบัติการฝึก จะต้องอยู่ด้านข้างลำตัวระดับอก ไม่หุบต้นแขนลงข้างลำตัวในระหว่างปฏิบัติการฝึก

ท่าที่ 4 Chest Fly

กล้ามเนื้อที่บริหาร กล้ามเนื้ออกด้านนอก ด้านในและไหล่ด้านหน้า

ท่าเตรียมด้านหน้า

ท่าปฏิบัติ (1)

ท่าปฏิบัติ (2)

ท่าปฏิบัติ (3)

วิธีปฏิบัติ

ท่าเตรียม ยืนหลังตรง เส้นยางยืดพาดไว้ทางด้านหลังของลำตัวระดับอก มือจับยางยืดกางแขนทั้งสองข้างออกทางด้านข้างของลำตัวระดับอกหรือไหล่ ฝ่ามือหันออกไปทางด้านหน้า

ท่าปฏิบัติ (1) รวบแขนทั้งสองข้าง (2) ดึงยางยืดเข้าหากันทางด้านหน้าลำตัวสูงระดับอก หลังจากนั้น (3) กางแขนทั้งสองข้างออกทางด้านข้างลำตัวกลับคืนสู่ท่าเริ่มต้นอีกครั้ง

จำนวนครั้งในการฝึกบริหารกล้ามเนื้อ

ทำซ้ำ 10 ครั้ง/เซต จำนวน 3 เซต ฝึกบริหารกล้ามเนื้อทั้ง 3 เซตอย่างต่อเนื่องโดยมีเวลาพักระหว่างเซต 10 วินาที เมื่อฝึกครบทั้ง 3 เซต ให้พัก 30 วินาที หลังจากนั้นให้เริ่มฝึกบริหารกล้ามเนื้อในท่าลำดับถัดไป

ตำแหน่งการเคลื่อนไหวที่สำคัญ

ข้อไหล่ งอและหุบ รวบแขนทั้งสองข้างเข้าหากันทางด้านหน้าลำตัวระดับอก ในลักษณะแขนเหยียดตรง

ข้อควรระวัง

ไม่งอศอกในขณะรวบแขนทั้งสองข้างมาทางด้านหน้าลำตัว

ท่าที่ 5 Decline Press

กล้ามเนื้อที่บริหาร กล้ามเนื้ออกส่วนล่าง ไหล่ด้านหน้าและต้นแขนด้านหลัง

ท่าเตรียมด้านหน้า

ท่าเตรียมด้านข้าง

ท่าปฏิบัติ (1)

ท่าปฏิบัติ (2)

วิธีปฏิบัติ

ท่าเตรียม ยืนหลังตรง เส้นยางยืดพาดไว้ทางด้านหลังของต้นคอ มือจับยางยืดไว้ระดับอก ในลักษณะคว่ำฝ่ามือ ต้นแขนกางออกทางด้านข้างลำตัวสูงระดับอก

ท่าปฏิบัติ (1) ออกแรงเหยียดแขนผลักยางยืดไปเฉียงลงไปด้านหน้า ทำมุมประมาณ 45 องศากับพื้น (2) จนกระทั่งแขนเหยียดตรง หลังจากนั้น งอศอกกลับสู่ท่าเริ่มต้นอีกครั้ง

จำนวนครั้งในการฝึกบริหารกล้ามเนื้อ

ทำซ้ำ 10 ครั้ง/เซต จำนวน 3 เซต ฝึกบริหารกล้ามเนื้อทั้ง 3 เซตอย่างต่อเนื่องโดยมีเวลาพักระหว่างเซต 10 วินาที เมื่อฝึกครบทั้ง 3 เซต ให้พัก 30 วินาที หลังจากนั้นให้เริ่มฝึกบริหารกล้ามเนื้อในท่าลำดับถัดไป

ตำแหน่งการเคลื่อนไหวที่สำคัญ

ข้อไหล่และศอกทำหน้าที่งอและเหยียดแขนในแนวเฉียงลงประมาณ 45 องศา ขณะปฏิบัติการฝึก

ข้อควรระวัง

มือที่จับยางยืดในขณะปฏิบัติการฝึก จะต้องอยู่ด้านข้างลำตัวระดับอก ไม่หุบต้นแขนลงข้างลำตัวในระหว่างปฏิบัติการฝึก

ท่าที่ 6 Diagonal Flexion (D2)

กล้ามเนื้อที่บริหาร กล้ามเนื้อไหล่ทางด้านหน้ากลาง ไหล่ด้านหลังและหลังส่วนบน

ท่าเตรียมด้านหน้า

ท่าปฏิบัติ (1)

ท่าปฏิบัติ (2)

วิธีปฏิบัติ

ท่าเตรียม ยืนหลังตรง มือขวาจับปลายยางยืดข้างหนึ่งไว้ที่บริเวณด้านข้างของต้นขาขวา ในขณะที่มือซ้ายจับที่ปลายยางยืดอีกข้างหนึ่งไว้ที่บริเวณด้านหน้าของลำตัว ในลักษณะแขนเหยียดตรง

ท่าปฏิบัติ (1) ยกแขนซ้ายเหนี่ยวดึงยางเฉียงขึ้นไปทางด้านซ้ายของลำตัว (2) จนกระทั่งแขนซ้ายเลยไปทางด้านหลังคล้ายท่าชักดาบโดยให้ปลายมือที่ดึงยางยืดอยู่ในระดับเหนือศีรษะเล็กน้อย หลังจากนั้นลดแขนซ้ายกลับมาท่าเริ่มต้น สลับทำด้านตรงข้ามในลักษณะเดียวกัน

จำนวนครั้งในการฝึกบริหารกล้ามเนื้อ

ทำซ้ำ 10 ครั้ง/เซต จำนวน 3 เซต ฝึกบริหารกล้ามเนื้อทั้ง 3 เซตอย่างต่อเนื่องโดยมีเวลาพักระหว่างเซต 10 วินาที เมื่อฝึกครบทั้ง 3 เซต ให้พัก 30 วินาที หลังจากนั้นให้เริ่มฝึกบริหารกล้ามเนื้อในท่าลำดับถัดไป

ตำแหน่งการเคลื่อนไหวที่สำคัญ

กางและหมุนไหล่ไปทางด้านหลัง ในระหว่างยกแขนกางขึ้นเพื่อดึงยางเฉียงไปทางด้านข้างและหลังลำตัว

ข้อควรระวัง

ในขณะใช้แรงดึงยางยืดยกเฉียงขึ้นไปทางด้านข้าง ผ่านเลยไปทางด้านหลังลำตัว อย่างอศอกหรือลดปลายแขนข้างที่ดึงยางยืดลงต่ำกว่าไหล่

ท่าที่ 7 Shoulder Press

กล้ามเนื้อที่บริหาร กล้ามเนื้อไหล่มัดกลาง ไหล่ด้านหน้าและต้นแขนด้านหลัง

ท่าเตรียมด้านหน้า

ท่าปฏิบัติ (1)

ท่าปฏิบัติ (2)

วิธีปฏิบัติ

ท่าเตรียม ยืนหลังตรง เส้นยางยืดพาดไว้ทางด้านหลังของลำตัวระดับอก มือจับยางยืด งอศอก กางต้นแขนออกทางด้านข้างลำตัว มือที่จับยางยืดแต่ละข้างอยู่เหนือไหล่ทางด้านข้างหรือเหลื่อมมาทางด้านหน้าลำตัวเล็กน้อย ฝ่ามือหันไปทางด้านหน้า

ท่าปฏิบัติ (1) ออกแรงผลักยางยืด เหยียดแขนทั้งสองข้างชูขึ้นเหนือศีรษะพร้อมกัน (2) จนกระทั่งแขนทั้งสองข้างเหยียดตรง หลังจากนั้น งอศอกลดมือลงกลับสู่ท่าเริ่มต้น

จำนวนครั้งในการฝึกบริหารกล้ามเนื้อ

ทำซ้ำ 10 ครั้ง/เซต จำนวน 3 เซต ฝึกบริหารกล้ามเนื้อทั้ง 3 เซตอย่างต่อเนื่องโดยมีเวลาพักระหว่างเซต 10 วินาที เมื่อฝึกครบทั้ง 3 เซต ให้พัก 30 วินาที หลังจากนั้นให้เริ่มฝึกบริหารกล้ามเนื้อในท่าลำดับถัดไป

ตำแหน่งการเคลื่อนไหวที่สำคัญ

ข้อไหล่ ทำหน้าที่กางและหุบ ในขณะที่ ข้อศอกทำหน้าที่งอและเหยียดแขนชูขึ้นเหนือศีรษะในขณะปฏิบัติการฝึก

ข้อควรระวัง

ไม่งอศอกมาทางด้านหน้าลำตัวในขณะที่งอและเหยียดแขนขึ้น-ลงในขณะปฏิบัติการฝึก

ท่าที่ 8 Lat Pull Downs

กล้ามเนื้อที่บริหาร กล้ามเนื้อหลังส่วนกลาง หลังส่วนบนและต้นแขนทางด้านหน้า

ท่าเตรียมด้านหน้า

ท่าปฏิบัติ (1)

ท่าปฏิบัติ (2)

ท่าปฏิบัติ (3)

วิธีปฏิบัติ

ท่าเตรียม ยืนหลังตรง มือทั้งสองข้างจับยางยืดห่างกันประมาณช่วงไหล่เหยียดแขนทั้งสองข้างชูมือขึ้นเหนือศีรษะ ฝ่ามือหันออกมาทางด้านหน้า

ท่าปฏิบัติ (1) กางแขนทั้งสองข้างออกและงอศอก (2) หุบต้นแขนทั้งสองข้างมาด้านข้างลำตัว จนกระทั่งเส้นยางยืดถูกดึงลงมาแตะที่ไหล่ทางด้านหลัง (3) หรืออาจดึงเส้นยางยืดลงมาแตะที่เหนืออกด้านหน้าก็ได้

จำนวนครั้งในการฝึกบริหารกล้ามเนื้อ

ทำซ้ำ 10 ครั้ง/เซต จำนวน 3 เซต ฝึกบริหารกล้ามเนื้อทั้ง 3 เซตอย่างต่อเนื่องโดยมีเวลาพักระหว่างเซต 10 วินาที เมื่อฝึกครบทั้ง 3 เซต ให้พัก 30 วินาที หลังจากนั้นให้เริ่มฝึกบริหารกล้ามเนื้อในท่าลำดับถัดไป

ตำแหน่งการเคลื่อนไหวที่สำคัญ

หุบไหล่ และงอศอกลงมาทางด้านข้างของลำตัวในขณะปฏิบัติการฝึก

ข้อควรระวัง

ในขณะงอศอกหุบแขนลงทางด้านข้างลำตัว อย่ารวบปลายมือและแขนมาทางด้านหน้าของลำตัว

ท่าที่ 9 Snatches

กล้ามเนื้อที่บริหาร กล้ามเนื้อไหล่มัดกลาง ไหล่ด้านหน้า กล้ามเนื้อหลังส่วนบนและส่วนกลาง

ท่าเตรียมด้านข้าง

ท่าเตรียมด้านหน้า

ท่าปฏิบัติ (1)

ท่าปฏิบัติ (2)

วิธีปฏิบัติ

ท่าเตรียม ยืนหลังตรง มือทั้งสองข้างจับยางยืดห่างกันประมาณช่วงไหล่ในลักษณะคว่ำฝ่ามือลง ทางด้านหน้าต้นขา แขนทั้งสองข้างเหยียดตรง

ท่าปฏิบัติ (1) ออกแรงดึงยางยืดออกจากแนวกลางลำตัวไปทางด้านข้าง (2) ยกขึ้นเหนือศีรษะเลยไปทางด้านหลังเล็กน้อยเหมือนการยกน้ำหนักในท่า Snatches

จำนวนครั้งในการฝึกบริหารกล้ามเนื้อ

ทำซ้ำ 10 ครั้ง/เซต จำนวน 3 เซต ฝึกบริหารกล้ามเนื้อทั้ง 3 เซตอย่างต่อเนื่องโดยมีเวลาพักระหว่างเซต 10 วินาที เมื่อฝึกครบทั้ง 3 เซต ให้พัก 30 วินาที หลังจากนั้นให้เริ่มฝึกบริหารกล้ามเนื้อในท่าลำดับถัดไป

ตำแหน่งการเคลื่อนไหวที่สำคัญ

ข้อไหล่กางและยกแขนทั้งสองขึ้นทางด้านหน้า เลยศีรษะไปทางด้านหลัง

ข้อควรระวัง

ไม่งอศอกในขณะกางแขนทั้งสองขึ้นเหนือศีรษะ พยายามรักษาลำตัวให้ตรงตลอดเวลาขณะปฏิบัติการฝึก

ท่าที่ 10 Trunk Lateral Flexion

กล้ามเนื้อที่บริหาร กล้ามเนื้อท้องและลำตัวทางด้านข้าง

ท่าเตรียมด้านหน้า

ท่าปฏิบัติ (1)

ท่าปฏิบัติ (2)

ท่าปฏิบัติ (3)

วิธีปฏิบัติ

ท่าเตรียม ยืนหลังตรง มือทั้งสองข้างจับยางยืดห่างกันประมาณช่วงไหล่เหยียดแขนทั้งสองข้างชูมือขึ้นเหนือศีรษะ ฝ่ามือหันออกมาทางด้านหน้า

ท่าปฏิบัติ (1) ออกแรงดึงยางยืดออกจากแนวกลางลำตัวไปทางด้านข้าง (2) งอลำตัวไปทางด้านซ้ายให้มากที่สุด (3) และงอลำตัวไปทางด้านขวาให้มากที่สุด โดยงอลำตัวไปทางด้านข้างสลับกัน

จำนวนครั้งในการฝึกบริหารกล้ามเนื้อ

ทำซ้ำ 10 ครั้ง/เซต จำนวน 3 เซต ฝึกบริหารกล้ามเนื้อทั้ง 3 เซตอย่างต่อเนื่องโดยมีเวลาพักระหว่างเซต 10 วินาที เมื่อฝึกครบทั้ง 3 เซต ให้พัก 30 วินาที หลังจากนั้นให้เริ่มฝึกบริหารกล้ามเนื้อในท่าลำดับถัดไป

ตำแหน่งการเคลื่อนไหวที่สำคัญ

งอลำตัวไปทางด้านข้าง

ข้อควรระวัง

จะต้องผ่อนยางยืดทุกครั้งเมื่อกลับมาในท่ายืนตรง หลังจากนั้นจึงค่อยออกแรงดึงยางยืดอีกครั้งในขณะที่งอลำตัวไปทางด้านข้าง พยายามรักษาลำตัวให้ตรงตลอดเวลาขณะปฏิบัติการฝึกลำตัวไม่โน้มมาทางด้านหน้าหรือด้านหลัง

ภาคผนวก ซ
การอบอุ่นร่างกายและการผ่อนคลายกล้ามเนื้อ

การอบอุ่นร่างกายและการผ่อนคลาย

(ท่าทางการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ)

หลักการยืดกล้ามเนื้อและข้อควรระวัง

- ค่อยๆ ยืดกล้ามเนื้อในแต่ละท่าและทำค้างไว้ 10-30 วินาที
- ยืดกล้ามเนื้อจนถึงจุดที่รู้สึกตึง แต่ไม่ปวด ไม่กระตุกหรือกระชาก เพื่อป้องกันการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อที่กำลังถูกยืด
- ทำซ้ำอย่างน้อย 2-3 ครั้ง
- หายใจให้ลึกและสม่ำเสมอ ให้ใช้แรงยืดเหยียดในจังหวะหายใจออก คลายการยืดในจังหวะหายใจเข้าและไม่กลั้นหายใจ

1. Neck and shoulder stretch

กล้ามเนื้อที่บริหาร : กล้ามเนื้อคอและไหล่ (Sternocleidomastoid, Pectoralis Major and Deltoids)

ท่าเตรียม : ยืนตรง แยกขาเสมอไหล่ แขนทั้งสองข้างอยู่ด้านหลังลำตัว

วิธีปฏิบัติ : ใช้มือขวาจับไปที่ข้อมือซ้ายแล้วออกแรงดึงมาด้านขวา เอียงศีรษะมาทางด้านขวาจนรู้สึกตึง หยุดนิ่งค้างไว้ 10 วินาที สลับทำทางด้านซ้ายในลักษณะเดียวกัน ทำซ้ำ 2-3 ครั้ง

2. Shoulder and scapular stretch

กล้ามเนื้อที่บริหาร : กล้ามเนื้อไหล่และสะบัก (Posterior deltoid, Rhomboid and Triceps)

ท่าเตรียม : ยืนตรง แยกขาเสมอไหล่

วิธีปฏิบัติ : ยกมือขวาขึ้นมาด้านหน้าลำตัวเสมอกับระดับไหล่ พาดแขนขวาผ่านหน้าลำตัวมาทางด้านซ้าย ใช้ข้อศอกซ้ายดึงรั้งบริเวณข้อศอกขวา จนรู้สึกตึง หยุดนิ่งค้างไว้ 10 วินาที สลับทำทางด้านซ้ายในลักษณะเดียวกัน ทำซ้ำ 2-3 ครั้ง

3. Arm stretch

กล้ามเนื้อที่บริหาร : กล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง (Triceps)

ท่าเตรียม : ยืนตรง แยกขาเสมอไหล่

วิธีปฏิบัติ : ยกมือขวาขึ้นเหนือศีรษะและพับข้อศอกขวาลงมาทางด้านหลังลำตัว ใช้มือซ้ายจับที่บริเวณข้อศอกขวา ออกแรงดึงมาด้านหลังลำตัวจนรู้สึกตึง หยุดนิ่งค้างไว้ 10 วินาที สลับทำทางด้านซ้ายในลักษณะเดียวกัน ทำซ้ำ 2-3 ครั้ง

4. Upper back stretch

กล้ามเนื้อที่บริหาร : กล้ามเนื้อหลังส่วนล่างและกล้ามเนื้อไหล่ด้านหลัง (Lower trapezius and Posterior deltoids)

ท่าเตรียม : ยืนตรง แยกขาเสมอไหล่ เหยียดแขนทั้งสองข้างไปด้านหน้าระดับไหล่ นิ้วมือประสานกันหันฝ่ามือออกไปด้านหน้า

วิธีปฏิบัติ : เหยียดแขน และข้อไหล่ไปทางด้านหน้าจนรู้สึกตึง หยุดนิ่งค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 2-3 ครั้ง

5. Chest stretch

กล้ามเนื้อที่บริหาร : กล้ามเนื้อหน้าอก กล้ามเนื้อไหล่และกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า (Pectoralis Major, Deltoids and Biceps brachii)

ท่าเตรียม : ยืนตรง เหยียดแขนทั้งสองข้างไปด้านหลังลำตัว นิ้วมือประสานกัน

วิธีปฏิบัติ : เหยียดแขน และยกแขนขึ้นออกห่างจากลำตัวให้มากที่สุดจนรู้สึกตึง พยายามรักษาลำตัวให้ตรงตลอดเวลาขณะยืดกล้ามเนื้อ หยุดนิ่งค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 2-3 ครั้ง

6. Abdominal stretch

กล้ามเนื้อที่บริหาร : กล้ามเนื้อหน้าท้อง (Abdominals, Obliques, Lastissimus dorsi and Biceps brachii)

ท่าเตรียม : ยืนตรง เหยียดแขนทั้งสองข้างขึ้นเหนือศีรษะ นิ้วมือประสานกัน หันฝ่ามือออก

วิธีปฏิบัติ : เหยียดแขน และยกแขนขึ้นเหนือศีรษะไปทางด้านหลังเล็กน้อยจนรู้สึกตึง หยุดนิ่งค้างไว้ 10 วินาที ทำซ้ำ 2-3 ครั้ง

7. Side bending

กล้ามเนื้อที่บริหาร : กล้ามเนื้อลำตัวด้านข้าง (External obliques and Lastissimus dorsi)

ท่าเตรียม : ยืนตรง เท้าแยกห่างกันพอประมาณ มือทั้งสองข้างจับไว้ที่เอว

วิธีปฏิบัติ : เอียงลำตัวมาทางด้านขวา พร้อมยกแขนซ้ายขึ้นเหนือศีรษะจนรู้สึกตึง หยุดนิ่งค้างไว้ 10 วินาที สลับทำทางด้านซ้ายในลักษณะเดียวกัน ทำซ้ำ 2-3 ครั้ง

8. Trunk Rotation

กล้ามเนื้อที่บริหาร : กล้ามเนื้อลำตัวด้านข้าง (External and internal oblique)

ท่าเตรียม : ยืนตรง เท้าแยกห่างกันพอประมาณ มือทั้งสองข้างจับไว้ที่เอว

วิธีปฏิบัติ : บิดลำตัวจากด้านขวาไปทางด้านหลังจนรู้สึกตึง หยุดนิ่งค้างไว้ 10 วินาที สลับทำทางด้านซ้ายในลักษณะเดียวกัน ทำซ้ำ 2-3 ครั้ง

9. Hamstring stretch

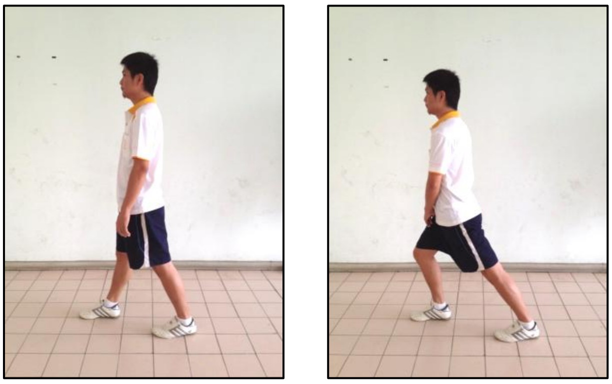
กล้ามเนื้อที่บริหาร : กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง (Hamstrings)

ท่าเตรียม : ก้าวเท้าขวาไปทางด้านหน้าพร้อมกระดกปลายเท้าขึ้น จากนั้นงอเข่าซ้ายและข้อสะโพก

วิธีปฏิบัติ : โน้มลำตัวไปทางด้านหน้าจนรู้สึกตึง หยุดนิ่งค้างไว้ 10 วินาที สลับทำทางด้านซ้ายในลักษณะเดียวกัน ทำซ้ำ 2-3 ครั้ง

10. Calf stretch

กล้ามเนื้อที่บริหาร : กล้ามเนื้อน่อง (Gastrocnemius)



ท่าเตรียม : ก้าวยาวๆ ด้วยเท้าขวาไปทางด้านหน้า ให้เท้าทั้ง 2 ข้างขนานกันและชี้ไปทางด้านหน้า

วิธีปฏิบัติ : ค่อยๆ ถ่ายน้ำหนักตัวไปที่ขาขวา โดยงอข้อเข่าขวา ให้ขาซ้ายเหยียดตรงและส้นเท้าแนบกับพื้น หยุดนิ่งค้างไว้ 10 วินาที สลับทำทางด้านซ้ายในลักษณะเดียวกัน ทำซ้ำ 2-3 ครั้ง

11. Shoulder Circumduction

กล้ามเนื้อที่บริหาร : กล้ามเนื้อรอบๆ ข้อไหล่

ท่าเตรียม : ยืนตรง เท้าแยกห่างกันประมาณช่วงไหล่

วิธีปฏิบัติ : ใช้ปลายนิ้วมือทั้ง 2 ข้าง แตะไหล่ทั้งสองข้าง โดยศอกแนบข้างลำตัว หมุนไหล่ไปด้านหน้า 15 ครั้ง หลังจากนั้นหมุนไหล่ไปทางด้านหลังซ้ำอีก 15 ครั้ง

12. Shoulder horizontal abduction and adduction

กล้ามเนื้อที่บริหาร : กล้ามเนื้อรอบๆ ข้อไหล่ (Latissimus Dorsi, Teres Major, Teres Minor, Supraspinatus, Deltoids, Pectoralis major and Anterior deltoid)

ท่าเตรียม : ยืนตรง เท้าแยกห่างกันประมาณช่วงไหล่ งอศอก ต้นแขนกางออกทางด้านข้างลำตัว สูงระดับไหล่ คว่ำฝ่ามือลง

วิธีปฏิบัติ : หุบแขนทั้งสองข้างเข้าหาลำตัวและกางแขนทั้งสองข้างออกจากลำตัว โดยแขนต้องอยู่ด้านข้างลำตัวระดับไหล่ตลอดเวลา ไม่หุบต้นแขนลงข้างลำตัว ทำซ้ำ 15 ครั้ง

13. Marching-in-place

กล้ามเนื้อที่บริหาร : กล้ามเนื้องอสะโพก กางสะโพกและกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า (Iliopsoas, Gluteus medius and Quadriceps femoris)

ท่าเตรียม : ยืนตรง เท้าแยกห่างกันประมาณช่วงไหล่ แขนอยู่ข้างลำตัว

วิธีปฏิบัติ : เริ่มย่ำเท้าอยู่กับที่ โดยเริ่มจากการยกเท้าขวาก่อน ในขณะที่ยก ให้ฝ่าเท้าขวายกสูงกว่าระดับตาตุ่มในของเท้าซ้ายเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และเริ่มทำสลับ ซ้าย-ขวา ทำซ้ำ 15 ครั้ง

ภาคผนวก ณ
ผลการประเมินในการตรวจสอบค่าความตรงเชิงเนื้อหา

ผลการประเมินในการตรวจสอบค่าความตรงเชิงเนื้อหา

ผลการประเมินในการตรวจสอบค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมิน เกณฑ์ในการตัดสินคือค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item Objective Congruence, IOC) ของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งมีรายชื่อดังนี้

1. รองศาสตราจารย์ เจริญ กระบวนรัตน์

   ภาควิชาพลศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์

   แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดรุณวรรณ สุขสม

   แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย

   ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

5. อาจารย์ ดร. ไวพจน์ จันทร์เสม

   คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ สถาบันการพลศึกษา

แบบประเมินความเหมาะสมด้านองค์ประกอบของการออกกำลังกายด้วยยางยืด

เนื้อหา	ระดับความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			ค่าดัชนีความสอดคล้องและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	
1. ท่าทางการออกกำลังกาย 10 ท่า				
1.1 ท่าออกกำลังกายน่าสนใจ	5	0	0	1
1.2 ท่าออกกำลังกายทำได้ง่าย	5	0	0	1
1.3 การเรียงลำดับท่าออกกำลังกายมีความต่อเนื่องสัมพันธ์กันดี	5	0	0	1
1.4 ท่าออกกำลังกายมีการเคลื่อนไหวทุกส่วนของร่างกาย (บริเวณอก ไหล่ หลัง ท้องและลำตัว)	3	2	0	0.6
1.5 ท่าออกกำลังกายสามารถส่งเสริมความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ	4	1	0	0.8
1.6 ท่าออกกำลังกายสามารถส่งเสริมการขยายตัวของทรวงอก	3	2	0	0.6
1.7 ท่าออกกำลังกายสามารถส่งเสริมสมรรถภาพปอด	3	2	0	0.6
1.8 ท่าออกกำลังกายสามารถส่งเสริมสุขสมรรถนะ	4	1	0	0.8
1.9 ท่าออกกำลังกายมีความเหมาะสมสำหรับใช้ออกกำลังกาย	5	0	0	1
1.10 ท่าออกกำลังกายไม่ทำให้เกิดอันตรายแก่หญิงสูงอายุ	5	0	0	1

เนื้อหา	ระดับความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			ค่าดัชนีความสอดคล้องและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	
2. ขั้นตอนการออกกำลังกาย				
2.1 ช่วงอบอุ่นร่างกาย				
2.1.1 การเตรียมความพร้อมของกล้ามเนื้อทำได้ดี	5	0	0	1
2.1.2 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อและข้อต่อทำได้อย่างเหมาะสม	5	0	0	1
2.1.3 มีการจัดเรียงลำดับของท่าได้ต่อเนื่อง	5	0	0	1
2.1.4 มีระยะเวลาที่เหมาะสม (10 นาที)	5	0	0	1
2.2 ช่วงออกกำลังกาย				
2.2.1 ระยะเวลาของการออกกำลังกาย (20 นาที)	3	2	0	0.6
2.2.2 ความหนักของการออกกำลังกาย (10 ครั้ง/เซต จำนวน 3 เซต โดยฝึกต่อเนื่อง 3 เซต พักระหว่างเซต 10 วินาที และพักระหว่างท่า 30 วินาที)	3	2	0	0.6
2.2.3 ความถี่ของการออกกำลังกาย (3 ครั้ง/สัปดาห์)	3	2	0	0.6
2.2.4 ระยะเวลารวมของการออกกำลังกาย (8 สัปดาห์)	3	2	0	0.6
2.3 ช่วงผ่อนคลาย				
2.3.1 การผ่อนคลายกล้ามเนื้อทำได้ดี	5	0	0	1
2.3.2 การผ่อนคลายกล้ามเนื้อและข้อต่อทำได้อย่างเหมาะสม	5	0	0	1
2.3.3 มีการจัดเรียงลำดับของท่าได้ต่อเนื่อง	5	0	0	1
2.3.4 มีระยะเวลาที่เหมาะสม (10 นาที)	5	0	0	1
รวมค่าดัชนีความสอดคล้องในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย				0.85

ภาคผนวก ญ
วิธีการทดสอบข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาทั่วไป

วิธีการทดสอบข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาทั่วไป

การเตรียมตัวของผู้เข้ารับการทดสอบ

1. อธิบายรายละเอียดต่างๆ ให้ผู้เข้ารับการทดสอบได้รับทราบก่อน

2. ผู้เข้ารับการทดสอบได้รับการแนะนำเพื่อเตรียมตัวก่อนการทดสอบ ดังนี้

    2.1 สวมใส่เสื้อผ้าที่สบาย หลวม และเหมาะสมกับการทดสอบ

    2.2 ตลอดช่วง 1 วันก่อนการทดสอบ ให้ดื่มน้ำอย่างให้พอเพียง

    2.3 ให้งดอาหาร บุหรี่ สุรา หรือกาแฟ ก่อนการทดสอบ อย่างน้อยที่สุด 3 ชั่วโมง

    2.4 ในวันที่ทำการทดสอบให้งดการออกกำลังกาย หรือการเคลื่อนไหวที่ทำให้เหน็ดเหนื่อยมาก

    2.5 ในคืนก่อนการทดสอบ นอนหลับให้เพียงพอ (ประมาณ 6-8 ชั่วโมง)

ลำดับการทดสอบข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยาทั่วไป

1. อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักและความดันโลหิตขณะพัก
2. น้ำหนัก
3. ส่วนสูง

1. การวัดอัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิตขณะพัก

อุปกรณ์

เครื่องวัดความดันโลหิต แบบดิจิตอล ยี่ห้อ ออมรอน (Omron) รุ่น SEM-1 model ประเทศญี่ปุ่น

วิธีการ

1. ให้ผู้ทดสอบนั่งพักประมาณ 5 นาที ก่อนทำการวัด
2. ใช้ที่พันแขน (Arm cuff) พันเหนือศอกประมาณ 1 นิ้ว ให้บริเวณที่มีขีดตรงกับหลอดเลือด (Brachail) ปรับให้กระชับพอเหมาะ ไม่แน่น หรือหลวมจนเกินไป
3. ผู้วิจัยเริ่มกดเครื่องวัด และบันทึกความดันขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท) ความดันขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท) และอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที) จากการประมวลผลของเครื่องมือ

2. การวัดน้ำหนัก

อุปกรณ์

เครื่องชั่งน้ำหนักเครื่องชั่งน้ำหนัก (Weight scale) ยี่ห้อ OMRON รุ่น HBF- 362 ประเทศญี่ปุ่น

วิธีการ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบถอดรองเท้าและถุงเท้า
2. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบขึ้นยืนบนเครื่องชั่งน้ำหนัก
3. บันทึกค่าน้ำหนักเป็นกิโลกรัม

3. การวัดส่วนสูง

อุปกรณ์

ไม้วัดส่วนสูงแบบมีฐาน (Height scale) ยี่ห้อ FBT ประเทศไทย

วิธีการ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบถอดรองเท้าและถุงเท้า
2. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบยืนตัวตรง ปลายเท้าชิดกัน พิงศีรษะและหน้ามองตรง
3. บันทึกค่าส่วนสูงเป็นเซนติเมตร

ภาคผนวก ฏ
วิธีการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

วิธีการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ

(วิธีการวัดแรงดันอากาศสูงสุดทางปาก)

(Neder, Andreoni, and Lerario et al.,1999)

อุปกรณ์

เครื่องวัดแรงดันอากาศของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออก (Mouth pressure manometer) ยี่ห้อ Micro Medical รุ่น Micro RPM™ ประเทศอังกฤษ

1. การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า (Maximum inspiratory pressure: MIP)

วิธีการ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบนั่งพัก ประมาณ 5 นาที ก่อนทำการทดสอบ
2. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบจับเครื่องมือวัด ด้วยมือข้างที่ถนัด
3. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบเอาริมฝีปากอมรอบหลอดอมให้แนบสนิท
4. จากนั้นให้ผู้เข้ารับการทดสอบหายใจออกทางปากอย่างช้าๆ จนสุด โดยไม่มีการหายใจออกทางรูจมูก หลังจากนั้นให้หายใจเข้าทางปากอย่างเร็วและแรงเต็มที่อย่างน้อย 1.5 - 2 วินาที
5. ทำการวัดทั้งหมด 5 ครั้ง โดยมีเวลาพักระหว่างการทดสอบ 1 นาที
6. บันทึกค่าแรงดันลบเป็นเซนติเมตรน้ำจากเครื่องมือวัด การทดสอบในแต่ละครั้งจะต้องได้แรงดันลบไม่แตกต่างกันในช่วงระหว่าง 5 - 10 เซนติเมตรน้ำ

2. การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจออก (Maximum expiratory pressure: MEP)

วิธีการ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบจับเครื่องมือวัด ด้วยมือข้างที่ถนัด
2. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบเอาริมฝีปากอมรอบหลอดอมให้แนบสนิท
3. จากนั้นให้ผู้เข้ารับการทดสอบหายใจเข้าทางปากอย่างช้าๆ จนสุด โดยไม่มีการหายใจเข้าทางรูจมูก หลังจากนั้นให้หายใจออกทางปากอย่างเร็วและแรงเต็มที่อย่างน้อย 1.5 - 2 วินาที
4. ทำการวัดทั้งหมด 5 ครั้ง โดยมีเวลาพักระหว่างการทดสอบ 1 นาที
5. บันทึกค่าแรงดันบวกเป็นเซนติเมตรน้ำจากเครื่องมือวัด การทดสอบในแต่ละครั้งจะต้องได้แรงดันบวกไม่แตกต่างกันในช่วงระหว่าง 5 - 10 เซนติเมตรน้ำ

ภาคผนวก ฏ
วิธีการทดสอบการขยายตัวของทรวงอก

วิธีการทดสอบการขยายตัวของทรวงอก

อุปกรณ์

สายวัดแบบพลาสติก (Plastic tape)

1. การวัดการขยายตัวของอกส่วนบน อกส่วนกลางและอกส่วนล่าง

ตำแหน่งการวัดการขยายตัวของทรวงอก

- ทรวงอกส่วนบน วางสายวัดรอบอกใต้รักแร้ กึ่งกลางหน้าอกระหว่างกระดูกซี่โครงที่ 2-4
- ทรวงอกส่วนกลาง วางสายวัดรอบอกระหว่างกระดูกซี่โครงที่ 4-6
- ทรวงอกส่วนล่าง วางสายวัดรอบอกระหว่างกระดูกสันหลังระดับอกที่ 6-10

วิธีการ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบอยู่ในท่ายืนตรง มือวางไว้ข้างลำตัว
2. ผู้วิจัยวางสายวัดรอบผ่านตำแหน่งที่มีการขยายตัวมากที่สุด
3. ผู้วิจัยจับปลายสายวัดด้านหนึ่งตรึงอยู่กับที่ในแนวกลางกระดูกหน้าอกด้านหน้า
4. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบหายใจเข้า-ออกเต็มที่ ผู้วิจัยผ่อนสายวัดให้เลื่อนตามการขยายตัวของทรวงอก
5. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบหายใจออกให้สุด แล้วบันทึกค่าในหน่วยเซนติเมตร
6. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบหายใจเข้าให้สุด แล้วบันทึกค่าในหน่วยเซนติเมตร
7. ทำการวัดทั้งหมด 3 ครั้ง ในแต่ละระดับและใช้ค่าที่มากที่สุด ค่าการขยายตัวของทรวงอกจะเป็นค่าความแตกต่างระหว่างค่าของการหายใจเข้าเต็มที่และค่าของการหายใจออกเต็มที่

ภาคผนวก ฐ
วิธีการทดสอบสมรรถภาพปอด

วิธีการทดสอบสมรรถภาพปอด

(สมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย, 2545)

อุปกรณ์

เครื่องตรวจวัดสมรรถภาพปอด (Spirometer) ยี่ห้อ Spirotouch ประเทศสหรัฐอเมริกา

1. การวัดปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FVC) ปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1) และค่าเปอร์เซ็นต์ FEV1 (FEV1/FVC)

วิธีการ

1. อธิบายให้ผู้เข้ารับการทดสอบเข้าใจถึงวิธีการและขั้นตอนในการทดสอบ จากนั้นผู้วิจัยสาธิตวิธีการใช้เครื่องและให้ผู้เข้ารับการทดสอบใช้เครื่องมือจนเกิดความคุ้นเคย จากนั้นเริ่มทำการทดสอบ
2. นั่งตัวตรงบนเก้าอี้และหน้าตรง เท้าทั้งสองข้างวางราบไปกับพื้น
3. ให้หนีบจมูกด้วยคลิปหนีบจมูก (Nose clip)
4. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบหายใจเข้าเต็มที่ (จนถึง Total lung capacity)
5. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบอมหลอดอมและปิดปากให้แน่นรอบหลอดอม

6. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบหายใจออกให้เร็วและแรงเต็มที่อย่างน้อย 6 วินาที
7. จดบันทึกค่าปริมาตรสูงสุดของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FVC) เป็นลิตร ค่าปริมาตรของอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่ (FEV1) เป็นลิตร และค่าเปอร์เซ็นต์ FEV1 (FEV1/FVC) เป็นเปอร์เซ็นต์ จากหน้าจอแสดงผลของเครื่องมือ
8. ตรวจสอบดูว่าเข้าเกณฑ์ Acceptability & Reproducibility หรือไม่
9. ทำการวัดทั้งหมด 3 ครั้ง โดยมีเวลาพักในแต่ละครั้ง 1 นาที
10. นำค่าที่ดีที่สุดมาใช้วิเคราะห์

2. การวัดปริมาตรของอากาศจากการหายใจเข้า-ออกเต็มที่ในเวลา 12 วินาที (MVV12) (Neder, Andreoni, and Lerario et al.,1999)

วิธีการ

1. นั่งตัวตรงบนเก้าอี้และหน้าตรง เท้าทั้งสองข้างวางราบไปกับพื้น
2. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบอมหลอดอมและปิดปากให้แน่นรอบหลอดอม
3. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบหายใจเข้าและออกให้เร็วและแรงเต็มที่อย่างต่อเนื่องภายในเวลา 12 วินาที ด้วยปริมาตรที่มากกว่าปริมาตรหายใจเข้า-ออกปกติ (Tidal volume : TV) แต่น้อยกว่าความจุชีพ (Vital capacity : VC)
4. จดบันทึกค่าในหน่วยลิตรต่อนาที จากหน้าจอแสดงผลของเครื่องมือ
5. ทำการวัดทั้งหมด 2 ครั้ง และมีเวลาพักในแต่ละครั้ง 1 นาที โดยให้มีความแปรปรวนระหว่างการทดสอบในครั้งแรกและครั้งที่สองไม่เกิน 10%
6. นำค่าที่ดีที่สุดมาใช้วิเคราะห์

ภาคผนวก ฑ
วิธีการทดสอบสุขสมรรถนะ

วิธีการทดสอบสุขสมรรถนะ

(กองออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ, 2552)

การเตรียมตัวของผู้เข้ารับการทดสอบ

1. อธิบายรายละเอียดการทดสอบต่างๆ ให้ผู้เข้ารับการทดสอบได้รับทราบก่อน

2. ผู้เข้ารับการทดสอบได้รับการแนะนำเพื่อเตรียมตัวก่อนการทดสอบดังนี้

2.1 สวมใส่เสื้อผ้าที่สบาย หลวม และเหมาะสมกับการทดสอบ

2.2 ตลอดช่วง 1 วันก่อนการทดสอบ ให้ดื่มน้ำอย่างเพียงพอ

2.3 ให้งดอาหาร บุหรี่ สุรา หรือกาแฟ ก่อนการทดสอบ อย่างน้อยที่สุด 3 ชั่วโมง

2.4 ในวันที่ทำการทดสอบให้งดการออกกำลังกาย หรือการเคลื่อนไหวที่ทำให้เหน็ดเหนื่อยมาก

2.5 ในคืนก่อนการทดสอบ นอนหลับให้เพียงพอ (ประมาณ 6-8 ชั่วโมง)

สภาพแวดล้อมการทดสอบ

1. เงียบสงบและมีความเป็นส่วนตัว

2. มีอากาศถ่ายเทสะดวก ไม่ร้อนและชื้นเกินไป

3. เครื่องมือทดสอบได้มาตรฐานและมีความพร้อม

4. การทดสอบต้องไม่เร่งรีบ และทุกขั้นตอนผู้เข้ารับการทดสอบได้ทำอย่างเต็มที่

5. การทดสอบไม่ก่อให้เกิดการแข่งขันระหว่างผู้เข้ารับการทดสอบ

ลำดับการทดสอบสุขสมรรถนะ

1. องค์ประกอบของร่างกาย (Bioelectrical impedance analysis)

2. ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ได้แก่ การงอข้อศอก (Arm curl test) และการลุก-นั่งเก้าอี้ (Chair stand test)

3. ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ ได้แก่ มือไขว้หลังแตะกันทางด้านหลัง (Back scratch test) และนั่งเก้าอี้แตะปลายเท้า (Chair sit and reach test)

4. ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ ได้แก่ การเดิน 6 นาที (6-minute walk test)

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย

เครื่องมือ

เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย ยี่ห้อ OMRON รุ่น HBF- 362 ประเทศญี่ปุ่น

วิธีการ

1. บันทึกข้อมูล อายุ ส่วนสูง และเพศของผู้เข้ารับการทดสอบ ตามโปรแกรมการทำงานของเครื่องมือวัด
2. ผู้เข้ารับการทดลองถอดรองเท้า และถุงเท้า
3. ขึ้นยืนบนเครื่อง และใช้มือจับตามตำแหน่งที่กำหนด
4. หน้ามองตรง ยืนนิ่งๆ 10 วินาที
5. บันทึกเปอร์เซ็นต์ไขมัน (เปอร์เซ็นต์) มวลไขมัน (กิโลกรัม) และมวลกล้ามเนื้อปราศจากไขมัน (กิโลกรัม) จากการประมวลผลของเครื่องมือ
6. ทำการวัด 2 ครั้ง บันทึกค่าที่วัดได้ทั้ง 2 ครั้ง และเลือกค่าที่ดีที่สุดมาวิเคราะห์

2. การทดสอบความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ

2.1 **การงอข้อศอก** (Arm curl test)

เครื่องมือ

1. เก้าอี้พนักพิงหรือเก้าอี้พับที่ไม่มีที่ท้าวแขน
2. นาฬิกาจับเวลา
3. ดัมเบลล์ น้ำหนัก 5 ปอนด์

วิธีการ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบนั่งบนเก้าอี้หลังตรง เท้าทั้ง 2 ข้างวางแนบพื้น
2. ผู้รับการทดสอบใช้มือข้างที่ถนัดถือดัมเบลล์ลงข้างลำตัว แขนเหยียด หันหน้าแขนเข้าหาลำตัว
3. เมื่อได้รับสัญญาณให้ “ปฏิบัติ” ผู้เข้ารับการทดสอบงอศอกยกน้ำหนักพร้อมกับหมุนหงายหน้าแขนขึ้น พับศอกจนสุด แล้วหย่อนน้ำหนักลงข้างลำตัวกลับสู่ท่าเดิม ทำให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำให้ได้ ภายใน 30 วินาที ระหว่างการยกน้ำหนักให้ลำแขนส่วนบนอยู่นิ่ง
4. นับจำนวนครั้งที่สามารถปฏิบัติได้อย่างสมบูรณ์ในเวลา 30 วินาที ถ้าผู้เข้ารับการทดสอบทำได้เกินครึ่งทางแล้ว ในช่วงวินาทีสุดท้ายให้ถือว่าทำได้สมบูรณ์ และนับเป็น 1 ครั้ง
5. ก่อนปฏิบัติจริงให้ผู้รับเข้ารับการทดสอบฝึกงอศอกโดยไม่มีน้ำหนัก 1-2 ครั้ง เพื่อตรวจสอบท่าทางที่ถูกต้องก่อนการทดสอบจริง
6. ทำการทดสอบ 2 ครั้ง โดยมีเวลาพักระหว่างการทดสอบ 1 นาที และเลือกค่าที่ดีที่สุดเป็นจำนวนครั้ง มาใช้วิเคราะห์

2.2 **การลุก-นั่งเก้าอี้** (Chair stand test)

เครื่องมือ

1. เก้าอี้พนักพิงหรือเก้าอี้พับสูง 17 นิ้ว
2. นาฬิกาจับเวลา

วิธีการ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบนั่งวางก้นบนกลางเก้าอี้ ลำตัวตั้งตรง เท้าทั้ง 2 ข้างวางแนบพื้น มือทั้ง 2 ข้างไขว้ประสานกันกลางหน้าอก
2. เมื่อได้รับสัญญาณให้ "ปฏิบัติ" ผู้เข้ารับการทดสอบลุกขึ้นยืนเข่าเหยียดตรงและกลับลงไปนั่งในท่าเริ่มต้นอีกครั้ง ทำซ้ำ ๆ ให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้
3. นับจำนวนครั้งที่สามารถปฏิบัติได้อย่างสมบูรณ์ในเวลา 30 วินาที ในวินาทีสุดท้าย ถ้าผู้เข้ารับการทดสอบทำได้เกินครึ่งทางแล้ว ให้ถือว่าทำได้อย่างสมบูรณ์และนับเป็น 1 ครั้ง
4. ก่อนปฏิบัติจริง ให้ผู้รับการทดสอบฝึกท่าทางที่ถูกต้อง 1-2 ครั้ง เพื่อตรวจสอบท่าทางที่ถูกต้องก่อนการทดสอบจริง
5. ทำการทดสอบ 2 ครั้ง โดยมีเวลาพักระหว่างการทดสอบ 1 นาที และเลือกค่าที่ดีที่สุดเป็นจำนวนครั้ง มาใช้วิเคราะห์

3. การทดสอบความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ

3.1 **มือไขว้หลังแตะกันทางด้านหลัง** (Back scratch test)

เครื่องมือ

1. ไม้บรรทัด ยาว 18 นิ้ว

วิธีการ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบยืนและยกแขนข้างที่ดีที่สุดขึ้นเหนือศีรษะแล้วงอศอกมาด้านหลังข้ามบ่าข้างเดียวกัน ฝ่ามือคว่ำชี้ลง เหยียดแขนและนิ้วมาที่กลางหลังให้ไกลที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ แขนอีกข้างงอศอกจากเอวขึ้นมาด้านหลัง ฝ่ามือหงายชี้ขึ้น เหยียดแขนและนิ้วไปที่กลางหลัง พยายามเอื้อมแขนให้ปลายนิ้วเข้าใกล้หรือซ้อนกันให้มากที่สุด
2. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบเลือกแขนข้างที่สามารถปฏิบัติได้ดีที่สุด
3. ก่อนปฏิบัติจริง ทดลองให้ผู้เข้ารับการทดสอบฝึกฝึกปฏิบัติ 2 ครั้ง
4. ทำการทดสอบได้ 2 ครั้ง บันทึกค่าที่วัดได้ทั้ง 2 ครั้ง และเลือกค่าที่ดีที่สุดมาวิเคราะห์
5. การวัด ให้วัดระยะทางระหว่างปลายนิ้วกลางที่ห่างหรือซ้อนทับกัน โดยวัดในแนวตรงที่ดีที่สุด ถ้าปลายนิ้วกลางไม่สัมผัสกัน ค่าที่วัดได้มีค่าเป็นลบ (-) ถ้าสัมผัสกันพอดีค่าที่วัดได้เท่ากับ 0 และปลายนิ้วกลางซ้อนทับกัน ค่าที่วัดได้เป็นบวก (+) ระยะทางที่วัดให้ความละเอียดระดับหนึ่งเซนติเมตร
6. ไม่อนุญาตให้ผู้เข้ารับการทดสอบงอนิ้วเพื่อเกาะเกี่ยวกัน

3.2 นั่งเก้าอี้แตะปลายเท้า (Chair sit and reach test)

เครื่องมือ

1. เก้าอี้สูง 17 นิ้ว
2. ไม้บรรทัดยาว 18 นิ้ว

วิธีการ

1. ผู้เข้ารับการทดสอบนั่งบนเก้าอี้ค่อนมาทางด้านหน้า โดยให้รอยพับระหว่างก้นกับสะโพกอยู่ตรงขอบเก้าอี้พอดี
2. เหยียดขาข้างที่เห็นว่าสามารถจะก้มแตะได้ดีออกไปข้างหน้า วางส้นเท้าบนพื้น เข่าเหยียดตรง ข้อเท้าทำมุม 90 องศา ขาอีกข้างวางออกด้านข้าง งอเข่าวางเท้าราบพื้น
3. เหยียดแขนทั้งสองข้างออกไปข้างหน้าหาปลายเท้า โดยมือทั้งสองข้างวางซ้อนกันให้นิ้วกลางวางซ้อนทับกันพอดี ค่อย ๆ โน้มตัวไปข้างหน้าช้า ๆ โดยงอที่ข้อสะโพก ให้ปลายนิ้วมือเข้าใกล้หรือเลยปลายเท้าเท่าที่เป็นไปได้ ถ้าขาข้างที่เหยียดเข่าเริ่มงอบอกให้ผู้เข้ารับการทดสอบค่อย ๆ ยกตัวถอยกลับจนกระทั่งเข่าเหยียดตึงเหมือนเดิม ให้ทำท่าค้างไว้ประมาณ 2 วินาที
4. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบฝึกปฏิบัติทั้ง 2 ข้าง เพื่อเลือกขาข้างที่สามารถก้มให้ปลายนิ้วเข้าใกล้หรือเลยปลายเท้าได้ดีที่สุด
5. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบฝึกก้มแตะปลายเท้าข้างที่ดีที่สุด 2 ครั้ง หลังจากนั้นทำการทดสอบจริง 2 ครั้ง จัดระยะห่างระหว่างปลายนิ้วกลางกับจุดกึ่งกลางของปลายรองเท้า ซึ่งกำหนดให้เป็นจุดศูนย์ ถ้าปลายนิ้วไม่ถึงปลายเท้า ระยะทางที่วัดได้เป็นลบ (-) ถ้าแตะปลายเท้าพอดี บันทึกคะแนนเป็นศูนย์ และถ้าปลายนิ้วเลยปลายเท้า ระยะทางที่วัดได้เป็นบวก (+) ระยะทางที่วัดให้ความละเอียดระดับหนึ่งเซนติเมตร
6. ทำการทดสอบ 2 ครั้ง บันทึกค่าที่วัดได้ทั้ง 2 ครั้ง และเลือกค่าที่ดีที่สุดมาวิเคราะห์

4. การทดสอบความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ

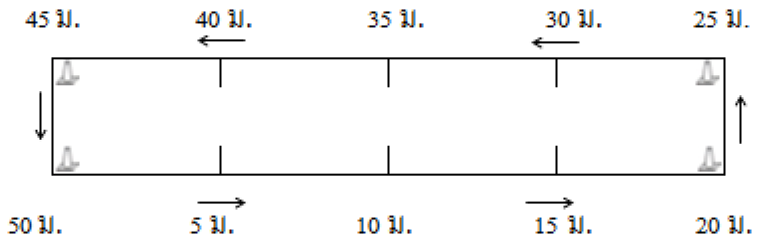
การเดิน 6 นาที (6 Minute walk test)

เครื่องมือ

1. สายเมตร 25 เมตร
2. นาฬิกาจับเวลา
3. กรวยจราจรขนาดเล็ก 4 อัน
4. เทปกาว

การจัดสถานที่ทดสอบ

วัดระยะทางเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ความยาวโดยรอบ 50 เมตร (ยาว 20 เมตร กว้าง 5 เมตร) วางกรวยไว้ด้านในตามมุมทั้ง 4 จุด ทำเครื่องหมายบอกระยะทางทุก ๆ 5 เมตร โดยใช้เทปกาวติดกับพื้น



วิธีการ

1. ทำการทดสอบผู้เข้ารับการทดสอบพร้อมกัน 5 คน
2. โดยมีเวลาปล่อยตัว (และเวลาหยุด) จัดให้ห่างกันทุกๆ 1 นาที

3. เมื่อได้รับสัญญาณให้ "ปฏิบัติ" ให้ผู้เข้ารับการทดสอบออกจากจุดปล่อยตัวทีละคน ตามลำดับการทดสอบของตนเอง
4. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบเดินให้เร็วเท่าที่จะทำได้ (ไม่วิ่ง) ตามเส้นทางสี่เหลี่ยม โดยให้ได้ระยะทางมากที่สุดภายในเวลา 6 นาที
5. เพื่อช่วยให้ผู้รับเข้าการทดสอบรักษาความเร็ว ผู้วิจัยได้บอกให้ผู้เข้ารับการทดสอบทราบว่ายังเหลือเวลาอีกเท่าไหร่ และให้กำลังใจแก่ผู้เข้ารับการทดสอบ เช่น "คุณทำได้ดีทีเดียว" และ "รักษาความเร็วนี้ไว้"
6. เมื่อผู้รับการทดสอบแต่ละคนเดินครบ 6 นาที บอกให้แต่ละคนหยุดเดินและพาตัวออกด้านข้าง (ทางขวา) ใกล้กับเครื่องหมายระยะ 5 เมตรที่ใกล้ที่สุดและให้ซอยเท้าอยู่กับที่ให้ช้าลงสักครู่หนึ่งเพื่อผ่อนหยุด ระยะทางที่เดินได้เท่ากับ จำนวนรอบคูณด้วย 50 เมตร บวกกับระยะทางที่เดินได้ไม่ครบรอบ โดยดูจากเครื่องหมายแสดงระยะทุก ๆ 5 เมตรที่อยู่ใกล้ที่สุด
7. บันทึกระยะทางการเดินภายใน 6 นาที เป็นเมตร โดยทำการทดสอบเพียงครั้งเดียว

ภาคผนวก ฒ
แบบบันทึกข้อมูลการวิจัย

แบบบันทึกข้อมูลการวิจัย

เลขที่ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย____________

ส่วนที่ 1 แบบบันทึกข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา

ชื่อ-สกุล____ วัน/เดือน/ปี(เกิด) ____________

อายุ_________ปี น้ำหนัก____________กิโลกรัม ส่วนสูง_____________เซนติเมตร

- ชีพจรขณะพัก________________ครั้ง/นาที
- ความดันโลหิต________________มิลลิเมตรปรอท

ส่วนที่ 2 แบบบันทึกการทดสอบเกี่ยวกับ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ การขยายตัวของทรวงอก สมรรถภาพปอดและสุขสมรรถนะ

- **ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ**

ค่าที่วัด	**ครั้งที่** 1	**ครั้งที่** 2	**ครั้งที่** 3	**ครั้งที่** 4	**ครั้งที่** 5	**ผลการทดสอบ**
MIP (cmH_20)						
MEP (cmH_20)						

- **การขยายตัวของทรวงอก**

ค่าที่วัด	**ครั้งที่** 1	**ครั้งที่** 2	**ครั้งที่** 3	**ผลการทดสอบ**
Upper chest (cm.)				
Middle chest (cm.)				
Lower chest(cm.)				

❖ สมรรถภาพปอด

ค่าที่วัด	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ผลการทดสอบ
FVC (L.)				
FEV_1 (L.)				
FEV_1/FVC (%)				
MVV12 (L/Min)				

❖ สุขสมรรถนะ

ค่าที่วัด	ผลการทดสอบ		หมายเหตุ
องค์ประกอบทางกาย ○ มวลกล้ามเนื้อปราศจากไขมัน (กิโลกรัม) ○ ไขมัน (กิโลกรัม) ○ เปอร์เซ็นต์ไขมัน (เปอร์เซ็นต์)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ทดสอบ 2 ครั้ง และใช้ค่าที่ดีกว่า
ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ ○ มือไขว้หลังแตะกัน (Back scratch test) (ซม.) ○ นั่งเก้าอี้แตะปลายเท้า (Chair sit and reach test) (ซม.)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ขวาหรือซ้าย มือที่อยู่ด้านบน: ขาที่เหยียด:
ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ○ การงอข้อศอก (Arm curl test) (ครั้ง/30 วินาที) ○ การลุก-นั่งเก้าอี้ (Chair stand test) (ครั้ง/30 วินาที)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ทดสอบ 2 ครั้ง และใช้ค่าที่ดีกว่า
ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ ○ การเดิน 6 นาที (6-minute walk test) (เมตร)			ทดสอบ เพียงครั้งเดียว

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ	:	นายธนวัฒน์ กิจสุขสันต์
เกิดวันที่	:	6 กรกฎาคม 2530
สถานที่เกิด	:	จังหวัดขอนแก่น
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	:	934 ม. 1 ต.ผักปัง อ.ภูเขียว จ.ชัยภูมิ รหัสไปรษณีย์ 36110
ประวัติการศึกษา	:	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชากายภาพบำบัด จากคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปีการศึกษา 2552 เข้าศึกษาต่อปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2553 และได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ จากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย