

การศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบ “ปลั่งลมปราณ” ต่อตัวชี้วัดสุขภาพ

และผลทางสรีรวิทยา

Lom Pran: Physiological and benefits effects on health

วิศาล คันธรัตน์กุล*

กนกกาญจน์ กอบกิจสุขมงคล

เพิ่มสุข เอื้ออารี

บทคัดย่อ

ในรายงานการศึกษานี้จะเป็นผลทางสรีรวิทยาเปรียบเทียบก่อนและหลังการออกกำลังกายแบบใช้ลมปราณ โดยวัดสมรรถภาพของร่างกาย ซึ่งประกอบด้วย ความสมบูรณ์ของระบบไหลเวียนโลหิตเลือดและหัวใจ โดยใช้การวัดการใช้ออกซิเจนสูงสุดทางอ้อม ความตึงตัวของกล้ามเนื้อ โดยการวัดการนั่งและเหยียด และการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยใช้ขนาดของกล้ามเนื้อต้นแขน และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา ระหว่างผู้ที่ออกกำลังกายแบบลมปราณ จำนวน 20 ราย และเปรียบเทียบระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบใช้ลมปราณเมื่อเทียบกับระดับการใช้ออกซิเจนสูงสุด จำนวนผู้เข้าร่วมการศึกษา ผู้ที่มีสุขภาพแข็งแรงอายุระหว่าง 35 ถึง 55 ปี ที่ไม่มีปัญหาทางด้านร่างกายหรือโรคที่จำกัดการออกกำลังกายแบบลมปราณได้คือ ภาวะความดันโลหิตสูงที่ยังคุมไม่ได้ปวดไหล่จากภาวะเอ็นอักเสบ ข้อไหล่ติดจนไม่สามารถยกขึ้นได้ ภาวะทางกระดูกและข้อที่ทำให้ไม่สามารถเดินได้เช่น เข่าอักเสบ ข้อเท้าอักเสบ และสามารถเข้าร่วมการออกกำลังกายได้จนครบ 3 เดือน

โดยผลการศึกษาพบว่าผู้ที่เข้าร่วมการออกกำลังกายแบบใช้ลมปราณมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาโดยพบว่า มีเส้นรอบวงต้นแขนทั้งสองด้าน (both arm circumference: 26.24 V.S. 27.5 cm.) ความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนังที่ท้องแขน (triceps skinfold: 19.53 V.S. 21.6 mm.) กำลังขา (leg strength: 69.45 V.S. 73.26 kg) และความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหลัง (flexibility:

* ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

9.73 V.S. 10.1 cm.) ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญ โดยระดับความหนักของการออกกำลังกายแบบเมื่อแยกการออกกำลังกายแบบใช้ลมปราณเป็นบู้ตึง และแบบเส้าหลิน พบว่าการออกกำลังกายแบบบู้ตึงมีระดับความหนัก (ร้อยละ 32.12 ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด) มากกว่าการออกกำลังกายแบบเส้าหลิน (ร้อยละ 27.26 ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด) และทำบู้ตึงมีค่าชีพจรสูงสุดและระดับความดันสูงสุดในท่าเกร็งแขนคือ 98.87 ครั้งต่อนาที ในขณะที่ท่าเส้าหลินมีระดับการ และมีอัตราการคงออกกำลังกายเท่ากับร้อยละ 75 สรุปจากการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายแบบใช้ลมปราณนั้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดทางสรีระที่เกี่ยวกับสัดส่วนร่างกาย (body composition) และความยืดหยุ่น มากกว่าความสมบูรณ์ของระบบหลอดเลือดและหัวใจ ซึ่งอาจจะเนื่องจากการออกกำลังกายนี้เป็นระดับเบาถึงปานกลาง จึงทำให้อาจจะต้องออกกำลังกายด้วยเวลาที่ ยาวขึ้นจึงจะได้ผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความสมบูรณ์ของปอดและหัวใจ โดยในการศึกษานี้จะยังติดตามผลเพื่อดูอัตราการออกกำลังกายแบบนี้ต่อไปในระยะยาว

บทนำ: ความสำคัญและที่มาของปัญหา

พระราชบัญญัติสุขภาพแห่งชาติ ได้ให้คำจำกัดความของคำว่าสุขภาพกว้างไปถึง สุขภาวะที่สมบูรณ์ทั้งทางกาย จิต สังคมและจิตวิญญาณ(ปัญญา) โดยไม่ใช่แค่เรื่องของอวัยวะและโรค โดย ศาสตราจารย์นายแพทย์ประเวศ วะสี (1) ได้เสนอพฤติกรรมที่ส่งเสริมสุขภาพไว้ 7 ประการ ได้แก่ การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ กินอาหารพอประมาณและได้สัดส่วนครบถ้วน หลีกเลี่ยงการสูบบุหรี่-ดื่มสุรา-สำส่อนทางเพศ-พฤติกรรมเสี่ยงต่ออุบัติเหตุ สร้างทักษะชีวิตเพื่ออยู่อย่างสันติ จัดสิ่งแวดล้อมให้เกื้อกูลต่อสุขภาพทั้งทางกายภาพ-ชีวภาพ-สังคม มีพัฒนาการทางจิตวิญญาณ และมีการเรียนรู้ที่ดี

มีการศึกษาที่สนับสนุนผลของการออกกำลังกายหลากหลายรูปแบบต่อสุขภาพด้านต่างๆ (2-4) โดยเฉพาะอัตราการเสียชีวิตโดยรวม อัตราการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ การป้องกันหรือควบคุมปัจจัยเสี่ยงต่างๆ เช่น เบาหวาน ระดับไขมันในเลือด ระดับความดันโลหิตสูง รวมถึงการป้องกันโรคมะเร็ง ในขณะเดียวกันก็มีองค์กรต่างๆ ก็ได้จัดให้มีการส่งเสริมการออกกำลังกายรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิค การออกกำลังกายแบบไม่พลอง รวมถึงการออกกำลังกายรูปแบบจีนต่างๆ เช่น การรำไทเก๊ก (5-7) จากการรวบรวมการศึกษาในประเทศไทยก็พบว่าคนไทยมีการออกกำลังกายที่เพิ่มขึ้น และในขณะนี้กระแสการออกกำลังกายก็ได้รับการส่งเสริมและสนับสนุนอย่างมาก โดยการใช้รูปแบบต่างๆ ในขณะเดียวกันมีการออกกำลังกายอีกหลายรูปแบบที่เป็นภูมิปัญญาไทยหรือเป็นการคิดรูปแบบประยุกต์โดยคนไทยเอง เช่น การรำฤๅษีตัดตน การออกกำลังกายแบบลู่เซต ซึ่งมีการศึกษาจำนวนหนึ่งที่ศึกษาถึงผลของการออกกำลังกายนั้นต่อสรีรวิทยาและด้านอื่นๆ สำหรับการออกกำลังกายแบบ “พลังลมปราณ” ที่พัฒนาโดย คุณศุภกิจ นิมมานนรเทพ นั้น ยังไม่พบว่ามีการศึกษาในด้านใดๆ ด้วยเหตุนี้ทำให้กลุ่มผู้ทำกรวิจัยสนใจที่จะทำการศึกษาผล

ทางสรีรวิทยาทั้งในแง่การตอบสนอง (acute response) และการปรับตัว (chronic adaptation) ต่อการออกกำลังกายรูปแบบนี้ รวมทั้งในขณะเดียวกัน กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก ซึ่งได้บรรจุแผนการเผยแพร่การออกกำลังกายรูปแบบนี้ให้แก่ชุมชนต่างๆ เนื่องจากความง่ายในการออกกำลังกายทั้งในด้านอุปกรณ์และเวลา

ดังนั้น การศึกษาค้นคว้าจึงเน้นผลของการออกกำลังกายแบบใช้ลมปราณ โดยศึกษาผลทางสรีรวิทยา ผลต่อตัวชี้วัดสุขภาพบางด้าน เช่น น้ำหนัก ระดับความดันโลหิต ระดับไขมันในเลือด

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาผลทางสรีรวิทยา ตัวชี้วัดสุขภาพ บัญญัติเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดหัวใจ
2. เพื่อศึกษาผลแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นในระหว่างการออกกำลังกายแบบลมปราณ
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อรูปแบบการออกกำลังกายแบบลมปราณ
4. เพื่อเป็นแนวทางทางการศึกษารูปแบบการออกกำลังกายแบบต่างๆ ที่มีการพัฒนาโดยภูมิปัญญาพื้นบ้านต่างๆ

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการเก็บข้อมูลการตอบสนองของร่างกาย การทดสอบสมรรถภาพร่างกาย และความพึงพอใจต่อการออกกำลังกายแบบ “พลังลมปราณ”

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

สมรรถภาพร่างกายหรือความสมบูรณ์ของร่างกาย (Physical fitness) หมายถึงความสามารถของร่างกายในการที่จะสามารถกระทำกิจกรรมประจำวันต่างๆ ได้อย่างตื่นตัว ไม่อ่อนล้าง่าย และยังสามารถมีพลังงานเหลือพอที่จะประกอบกิจกรรมเวลาว่างได้ด้วย ซึ่งความสมบูรณ์ของร่างกายมีสองประเภทที่ควรจะได้กล่าวไว้ในที่นี้คือความสมบูรณ์ที่สัมพันธ์กับกิจปฏิบัติ (performance-related physical fitness หรือ skill-related physical fitness) ที่สำคัญคือ ความคล่องตัว (agility) กำลังและความเร็ว (power and speed) เช่นในผู้ที่เล่นกีฬาหรือผู้ที่ยังมีกิจกรรมที่ค่อนข้างมาก เป็นต้น กับความสมบูรณ์ของร่างกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (health-related physical fitness) ที่สำคัญคือความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (muscular strength) ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและข้อ (flexibility) การออกกำลังกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพคือ การเกี่ยวพันกับการเกิดโรคหรือสภาวะต่างๆ หรือการมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นมิติต่างๆ ซึ่งจะเป็นตัวชี้วัดที่วัดในการวิจัยนี้คือผลของการออกกำลังกายต่อ

- สัดส่วนร่างกาย (body composition)
- ผลต่อความสามารถในการใช้ออกซิเจน (aerobic intensity)
- ผลต่อความแข็งแรง (muscular strength)

- ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ (muscular flexibility)

การออกกำลังกายแบบ “พลังลมปราณ” คือ รูปแบบการออกกำลังกายที่ คุณศุภกิจ นิมมานนรเทพ ได้มีการพัฒนาและประยุกต์มาจากรูปแบบการออกกำลังกายของประเทศจีน โดยแบ่งการออกกำลังกายเป็นการออกกำลังกายระดับค่อนข้างหนัก ซึ่งเรียกว่า การออกกำลังกายแบบบู๊ตัง และการออกกำลังกายที่มีระดับเบาลงมาคือ การออกกำลังกายแบบเส้าหลิน

ระเบียบวิธีวิจัย

วิธีการวิจัยและแบบแผนการวิจัย

เป็นการศึกษาแบบสุ่มตัวอย่างเปรียบเทียบ (Randomized controlled trial) โดยเปรียบเทียบผลทางสรีรวิทยา คือ สมรรถภาพของร่างกาย ซึ่งประกอบด้วย ความสมบูรณ์ของระบบไหลเวียนโลหิตเลือดและหัวใจ โดยใช้การวัดการใช้ออกซิเจนสูงสุดทางอ้อม ความตึงตัวของกล้ามเนื้อ โดยการวัดการนั่งและเหยียด และการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยใช้ ขนาดของกล้ามเนื้อต้นแขน และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

บุคลากรของคณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาริบัติที่สามารถเข้าร่วมการออกกำลังกายแบบพลังลมปราณ จำนวน 40 ราย โดยแบ่งเป็นผู้ที่เป็นเบาหวานจำนวน 20 ราย และไม่เป็นเบาหวานจำนวน 20 ราย และผู้ที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิค จำนวน กลุ่มละ 20 ราย โดยจะเปรียบเทียบทางสรีรวิทยากับกลุ่มที่ออกกำลังกายแบบลมปราณประจำเป็นเวลาอย่างน้อย 3 เดือน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบแยกกลุ่ม (Stratified randomization) โดยคัดสุ่มในกลุ่มไม่เป็นเบาหวาน และเป็นเบาหวาน โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกประชากรตัวอย่างในการวิจัยได้แก่

ผู้ที่มีสุขภาพแข็งแรงจำนวน 40 คน สำหรับ 2 กลุ่มที่มีลักษณะดังนี้

1. ผู้ที่มีอายุระหว่าง 35-55 ปี
2. ไม่มีปัญหาทางด้านร่างกายหรือโรคที่จำกัดการออกกำลังกายแบบลมปราณได้ คือ ภาวะความดันโลหิตสูงที่ยังคุมไม่ได้ ปวดไหล่จากภาวะเอ็นอักเสบ ข้อไหล่ติดจนไม่สามารถยกขึ้นได้ ภาวะทางกระดูกและข้อที่ทำให้ไม่สามารถเดินได้ เช่น เข่าอักเสบ ข้อเท้าอักเสบ
3. สามารถเข้าร่วมการออกกำลังกายได้จนครบ 3 เดือน

และผู้ที่เป็นเบาหวานจำนวน 20 คนที่มีลักษณะดังนี้

1. ผู้ที่มีอายุระหว่าง 35-55 ปี
2. ได้รับการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบ 12 lead แล้วพบว่าปกติ

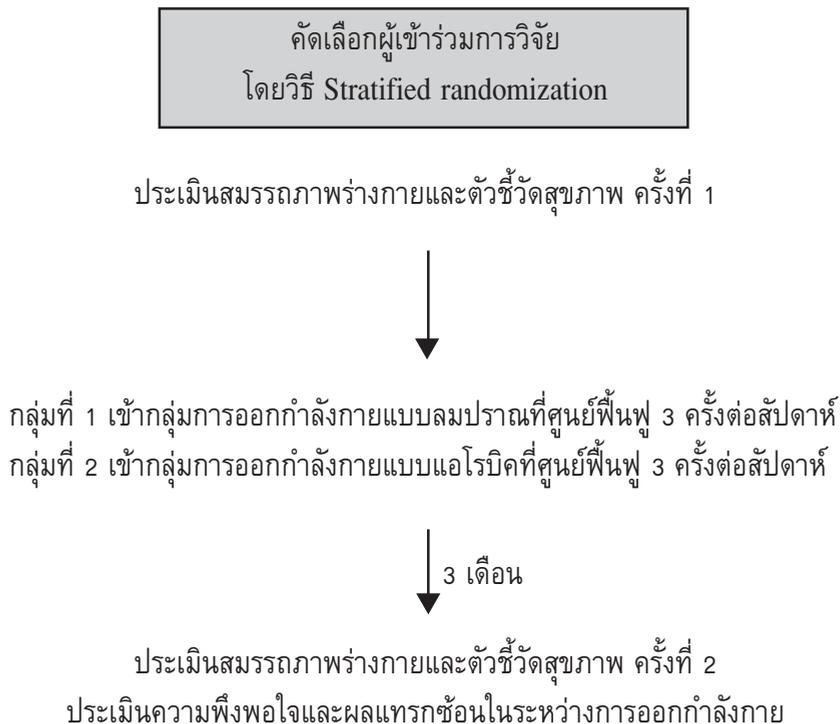
3. สามารถร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายได้จนครบ 3 เดือน
เกณฑ์คัดออกจากการเป็นกลุ่มตัวอย่างได้แก่
 1. ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยจนครบ 3 เดือน
 2. มีระดับความดันโลหิตซิสโตลิกมากกว่า 140 และความดันไดแอสโตลิกมากกว่า 100 มม.ปรอท

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการวัดระดับการใช้ออกซิเจนของการออกกำลังกายแบบ พลังลมปราณ และการทดสอบสมรรถภาพร่างกายมาประมวลและทำการวิเคราะห์และแสดงผลทางสถิติดังนี้

1. ใช้สถิติพื้นฐาน คือ จำนวน ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการศึกษา ลักษณะการกระจายของข้อมูลทั่วไป
2. แสดงค่าเป็นร้อยละของอัตราการใช้ออกซิเจนของการออกกำลังกายเทียบกับอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของแต่ละราย
3. เปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพร่างกาย โดยใช้สถิติ paired t-test

Protocol flow chart



ตัวชี้วัดในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องชั่งน้ำหนัก
2. เครื่องวัดส่วนสูง
3. เทปวัดสำหรับวัดรอบต้นแขน
4. อุปกรณ์สำหรับวัดความยืดหยุ่น
5. dynamometer สำหรับวัดกำลังกล้ามเนื้อต้นขา หลัง และแรงบีบมือ
6. ชันบันไดที่มีขนาด 10 นิ้ว เพื่อใช้ในการทดสอบ step test
7. Holtain skinfold caliper

ตัวแปรที่วัด (ภาคผนวกที่ 1)

- ตัวชี้วัดที่จะดำเนินการวัดก่อนการวิจัยและหลังการวิจัย 3 เดือน คือ

1. ระดับความหนักหรือระดับการเผาผลาญพลังงานของการออกกำลังกาย พลังลมปราณ โดยวัดอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของผู้ที่เข้าฝึก พลังลมปราณ จนสามารถปฏิบัติได้ โดยใช้เครื่องวัดการเผาผลาญพลังงานแบบเคลื่อนที่ (metabolic cart) ซึ่งจะได้ค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดจากการวัด และจะวัดอัตราการใช้ออกซิเจนในระหว่างการออกกำลังกาย “พลังลมปราณ” เพื่อหาระดับความหนัก คิดเป็นสัดส่วนร้อยละเมื่อเทียบกับระดับการใช้ออกซิเจนสูงสุดของบุคคลนั้นๆ การใช้ออกซิเจนสูงสุด ถือได้ว่าเป็นตัววัดสมรรถภาพร่างกายของระบบหัวใจและหลอดเลือดที่ดีที่สุด โดยในการศึกษานี้ได้ทำการสุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 10 ราย เพื่อทำการวัดอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด โดยการใช้ออกซิเจนแบบ Metamax 2B ซึ่งเป็นกรวัดการใช้ออกซิเจนโดยตรงแบบลมต่อลม (breath-by-breath) โดยผู้เข้าร่วมวิจัยจะถึงระดับการใช้ออกซิเจนสูงสุดเมื่อมีข้อใดข้อหนึ่งดังนี้

- มีสัดส่วนการแลกเปลี่ยนก๊าซ (Respiratory Exchange Ratio (RER): VCO_2/VO_2) > 1
- ไม่มีการเพิ่มขึ้นของอัตราการใช้ออกซิเจนเมื่อเพิ่มระดับของการทดสอบ
- มีอัตราการหายใจ >30 ครั้งต่อนาที

โดยเลือกแบบทดสอบโดยใช้ลู่วิ่งโดยแบบ Modified Naughton

2. ผลการตอบสนองของร่างกายต่อการออกกำลังกายแบบ “พลังลมปราณ” โดยการวัดระดับชีพจร ความดันในขณะออกกำลังกาย รวมถึงระดับความหนักเบาเมื่อเทียบกับอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด การวัดระดับชีพจรและระดับความดันโลหิตในระยะพัก และในขณะออกกำลังกาย ทำต่างๆ

3. สมรรถภาพร่างกาย (ภาคผนวกที่ ก-จ) ประกอบด้วย

- สมรรถภาพระบบไหลเวียนจากการวัดโดยใช้ Step test ซึ่งเป็นกรวัดการใช้ออกซิเจนสูงสุด

ออกซิเจนสูงสุดทางอ้อม

- สมรรถภาพกล้ามเนื้อ และความตึงตัวคือ Modified sit and reach และ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา หลัง และแรงบีบมือ
- ตัวชี้วัดสุขภาพอื่นๆ คือ ปัจจัยเสี่ยงต่อภาวะโรค “ได้แก่ น้ำหนัก (Body weight: BW) ดัชนีมวลกาย (Body mass index: BMI) เส้นรอบวงต้นแขน (Arm circumference: AC) การวัดระดับไขมันใต้ผิวหนัง 4 ตำแหน่ง ได้แก่ ต้นแขน (Tricep skinfold: TSF), ชีพจรขณะพัก (Resting heart rate: RHR) ระดับความดันโลหิต (Blood pressure: BP)

ในระหว่างการออกกำลังกายจะบันทึก

- ระดับชีพจรและความดันโลหิต โดยใช้เครื่องวัดความดันโลหิตแบบปรอทและติดแถบวัดไว้ในระหว่างการออกกำลังกายเพื่อจะวัดในระหว่างการออกกำลังกายในแต่ละราย โดยวัดรายละ 1 ครั้งในระหว่างการออกกำลังกายเวียนกันตลอดในระหว่างการออกกำลังกาย
- ผลแทรกซ้อนและความไม่สบายที่เกิดขึ้นระหว่างการออกกำลังกายทั้งสองกลุ่ม
- สอบถามความพึงพอใจต่อการออกกำลังกาย

การทดสอบเปรียบเทียบก่อนและหลังออกกำลังกาย โดย

- การชั่งน้ำหนัก
- วัดระดับชีพจรขณะพัก ความดันโลหิต
- สัดส่วนร่างกาย โดยไขมันในร่างกาย โดยใช้เครื่องวัด Tanita รุ่น ซึ่งใช้การวัดโดยการวัดความต้านทางระหว่างขาสองข้าง และวัดเส้นรอบวงของต้นแขนด้านซ้าย
- วัดระดับการใช้ออกซิเจนสูงสุดแบบทางอ้อม โดยใช้ step test แบบ Astrand
- วัดความยืดหยุ่น โดยใช้การวัดแบบ sit-and-reach
- วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา หลัง และแขน โดยใช้เครื่อง dynamometer

โดยให้ผู้เข้าร่วมการออกกำลังกายมาออกกำลังกายที่หน่วยเวชศาสตร์ฟื้นฟูโรคหัวใจสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ซึ่งในระยะแรกจะได้รับการถ่ายทอดการออกกำลังกายแบบ “พลังลมปราณ” จาก คุณศุภกิจ นิมมานนรเทพ ในสัปดาห์แรกและในระหว่างการออกกำลังกายเพื่อจะได้แก้ไขท่าออกกำลังกายให้ถูกต้อง

การออกกำลังกายแบบ “พลังลมปราณ”

เป็นการเคลื่อนไหวออกกำลังกายที่ประยุกต์มาจากการออกกำลังกายของจีน โดย คุณศุภกิจ นิมมานนรเทพ โดยเป็นการออกกำลังกายที่เน้น การหายใจลึกและกลั้นเพื่อให้มีการกระจายของอากาศให้ทั่วถึง รวมกันการออกกำลังกายของกล้ามเนื้อแขนขา โดยการเกร็ง ยก และย่อเข้าลงนั่ง และประกอบด้วยท่าออกกำลังกาย 2 แบบ (ภาคผนวก ฉ) คือ

- การออกกำลังกายแบบบู๊ติ่ง
- การออกกำลังกายแบบเส้าหลิน

สำหรับการออกกำลังกายแบบบู๊ติ่งจะวัดชีพจรและความดันโลหิต ในขั้นตอนที่ 2 และ 3 เรียกว่า ทำยืน ขั้นตอนที่ 5 เรียกว่า ทำนั่ง และขั้นตอนที่ 6 และ 7 เรียกว่า ทำเกร็งแขน

สำหรับการออกกำลังกายแบบเส้าหลิน จะวัดชีพจร ความดันโลหิต ในขั้นตอนที่ 3 ถึง 5 เรียกว่า ทำยืนและขั้นตอนที่ 7 เรียกว่า ทำนั่ง

ผลการวิเคราะห์ และการอภิปรายผล

เนื่องจากการศึกษาในกลุ่มการออกกำลังกายแบบแอโรบิคมีอัตราการคงออกกำลังกายที่ ศูนย์เวชศาสตร์ฟื้นฟูต่ำมาก รวมถึงกลุ่มที่ผู้เป็นเบาหวานก็ยังไม่สามารถดำเนินการได้ครบ เนื่องจากการเข้าร่วมน้อยกว่าที่จะสามารถนำมาคำนวณได้ จึงจะขอรายงานผลเปรียบเทียบการออกกำลังกาย ก่อนและหลังในกลุ่มการออกกำลังกายแบบพลังลมปราณก่อนในรายงานฉบับนี้

จำนวนและลักษณะของประชากรตัวอย่าง

ในจำนวนอาสาสมัครที่เข้าร่วมการวิจัยจำนวน 22 ราย สามารถคงการออกกำลังกายได้ในระยะ 3 เดือน จำนวน 20 ราย พบว่า เป็นเพศหญิงจำนวน 19 ราย (ร้อยละ 95) อายุอยู่ในช่วง 35-55 ปี (ค่าเฉลี่ย 46.4 ปี) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะของประชากรตัวอย่าง

ตัวแปร	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำที่สุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน
อายุ (ปี)	55	35	46.4	6.858571
น้ำหนัก (กก.)	58.8	52.2	55.96	2.214136
ส่วนสูง (ซม.)	170	151	158.3	6.808818
BMI (kg/m ²)	24.75762	18.06228	22.49032	2.37167

การแสดงผลการตอบสนองในขณะที่ออกกำลังกาย

ในการทดสอบสมรรถภาพสูงสุดโดยการวัดการใช้ออกซิเจนสูงสุด (metabolic cart) ยี่ห้อ Metamax ซึ่งสามารถวัดการหายใจแต่ละครั้ง (breath-by-breath) ได้ผลแสดงค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 6 ราย พบว่ามีอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดเท่ากับ 27-20 มล./กก./นาที (เฉลี่ย 24.4) ซึ่งจะเป็นค่าที่นำไปใช้เพื่อเปรียบเทียบระดับความหนักของการออกกำลังกายทั้งสองแบบต่อไป (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แสดงค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของผู้เข้าร่วมการศึกษา (N=10)

ตัวแปร	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำที่สุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน
VO ₂ max (STPD) (L/min)	1.53	1.12	1.36	0.140712
VO ₂ max/kg (STPD) (ml/kg/min)	27	20	24.4	2.416609
VCO ₂ (STPD) (L/min)	1.41	1.12	1.28	0.112071
VE (BTPS) (L/min)	39.96	31.41	37.558	2.371256

ผลการตอบสนองของการออกกำลังกายแบบบู๊ตึง

พบว่า มีระดับการใช้ออกซิเจนเฉลี่ยในขณะที่ออกกำลังกายเท่ากับ 7.8 มิลลิลิตร/กก./นาที หรือเท่ากับ 2 METS ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 32.12 เมื่อเทียบกับการใช้ออกซิเจนสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งหากคิดเป็นการใช้พลังงานสำหรับบุคคลที่มีน้ำหนัก 60 กิโลกรัมจะเท่ากับ 2 แคลอรีต่อนาที (8) โดยการออกกำลังกายแบบ Tai Chi จะมีความหนักประมาณ 4 METS (9)

การออกกำลังกายในระดับที่น้อยกว่าร้อยละ 40 ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดถือได้ว่าเป็นการออกกำลังกายในระดับเบา (light activity)

นอกจากนี้ยังพบว่า ชีพจรในขณะที่ออกกำลังกายแบบบู๊ตึงจะมีค่าสูงสุดในท่าเกร็ง กางแขน คือ เท่ากับ 98.8 ครั้งต่อนาที โดยมีค่าความดันโลหิตสูงสุดทั้งซิสโตลิกและไดแอสโตลิกในท่านั่งยอง คือ เท่ากับ 139/77 มิลลิเมตรปรอท โดยค่าสูงสุดของชีพจรซิสโตลิกในขณะที่ออกกำลังกาย คือ ในท่านั่ง เท่ากับ 183 มิลลิเมตรปรอท โดยมีอัตราการหายใจเฉลี่ยเท่ากับ 25.8 ครั้งต่อนาที (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 แสดงค่าของการตอบสนองของร่างกายต่อการออกกำลังกายแบบบู๊ตึง

Systolic blood pressure บู๊ตึง ท่านั่ง (mm Hg)	183.3333	110	139.3333	26.28054
Diastolic blood pressure บู๊ตึง ท่านั่ง (mm Hg)	100	70	77.33333	11.62373
Heart rate บู๊ตึง ท่านั่ง (bpm)	109.6667	76.33333	90.53333	11.95891
Systolic blood pressure บู๊ตึง ท่ายืน (mm Hg)	156.6667	100	115.3333	20.93376
Diastolic blood pressure บู๊ตึง ท่ายืน (mm Hg)	93.33333	66.66667	75	9.545241
Heart rate บู๊ตึง ท่ายืน (bpm)	124.3333	80.33333	98.2	15.22914
Systolic blood pressure บู๊ตึง ท่าเกร็งแขน (mm Hg)	163.3333	100	115.3333	24.18448
Diastolic blood pressure บู๊ตึง ท่าเกร็งแขน (mm Hg)	96.66667	70	75.33333	10.66667

ตารางที่ 3 แสดงค่าของการตอบสนองของร่างกายต่อการออกกำลังกายแบบปู้ตึง(ต่อ)

Heart rate ปู้ตึง ท่าเกร็งแขน (bpm)	133	85	98.86667	17.75494
Average Heart rate ปู้ตึง (bpm)	116	69	89.8	15.2368
Average RER ปู้ตึง	1.01	0.85	0.916	0.055714
Average RR ปู้ตึง (bpm)	39	7	25.8	10.70327
Average VE ปู้ตึง (L/min)	20.7	13.3	17.32	2.97953
Average VO ₂ ปู้ตึง (L/min)	0.447	0.401	0.4306	0.018391
Average VO ₂ /kg ปู้ตึง (ml/kg/min)	9	7	7.8	0.748331
% VO ₂ max ปู้ตึง	39.55357	27.2549	32.12012	4.530465

การออกกำลังกายแบบเส้าหลิน

พบว่า มีระดับการใช้ออกซิเจนเฉลี่ยในขณะออกกำลังกายเท่ากับ 6.8 มิลลิลิตร/กก./นาที ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 27.27 เมื่อเทียบกับการใช้ออกซิเจนสูงสุดเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งหากคิดเป็นการใช้พลังงานสำหรับบุคคลที่มีน้ำหนัก 60 กิโลกรัม ซึ่งก็จัดได้ว่าเป็นการออกกำลังกายในระดับเบา (light activity)

นอกจากนี้ยังพบว่า ชีพจรในขณะออกกำลังกายแบบปู้ตึงจะมีค่าสูงสุดในท่าเกร็ง กางแขน คือ เท่ากับ 96.7 ครั้งต่อนาที โดยมีค่าความดันโลหิตสูงสุดทั้งซิสโตลิกและไดแอสโตลิกในท่านั้น คือ เท่ากับ 143/79 มิลลิเมตรปรอท โดยค่าสูงสุดของชีพจรซิสโตลิกในขณะออกกำลังกาย คือ ในท่านั้น เท่ากับ 180 มิลลิเมตรปรอท โดยมีอัตราการหายใจเพียง 22 ครั้งต่อนาที (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แสดงค่าของการตอบสนองของร่างกายต่อการออกกำลังกายแบบเส้าหลิน

Systolic blood pressure เส้าหลิน ท่านั่ง (mm Hg)	180	120	143	23.57965
Diastolic blood pressure เส้าหลิน ท่านั่ง (mm Hg)	105	70	79	13.19091
Heart rate เส้าหลิน ท่านั่ง (bpm)	95.5	74.5	84.3	7.201389
Systolic blood pressure เส้าหลิน ท่ายืน (mm Hg)	160	95	114	23.5372
Diastolic blood pressure เส้าหลิน ท่ายืน (mm Hg)	100	65	75	13.0384
Heart rate เส้าหลิน ท่ายืน (bpm)	116	85.5	96.7	10.34698
Average Heart rate เส้าหลิน (bpm)	103	86	91.8	5.946427
Average RER เส้าหลิน	1.83	0.73	1.008	0.413783
Average RR เส้าหลิน (bpm)	27	14	22.4	4.923413
Average VE เส้าหลิน (L/min)	17.5	8.7	14.02	4.105801

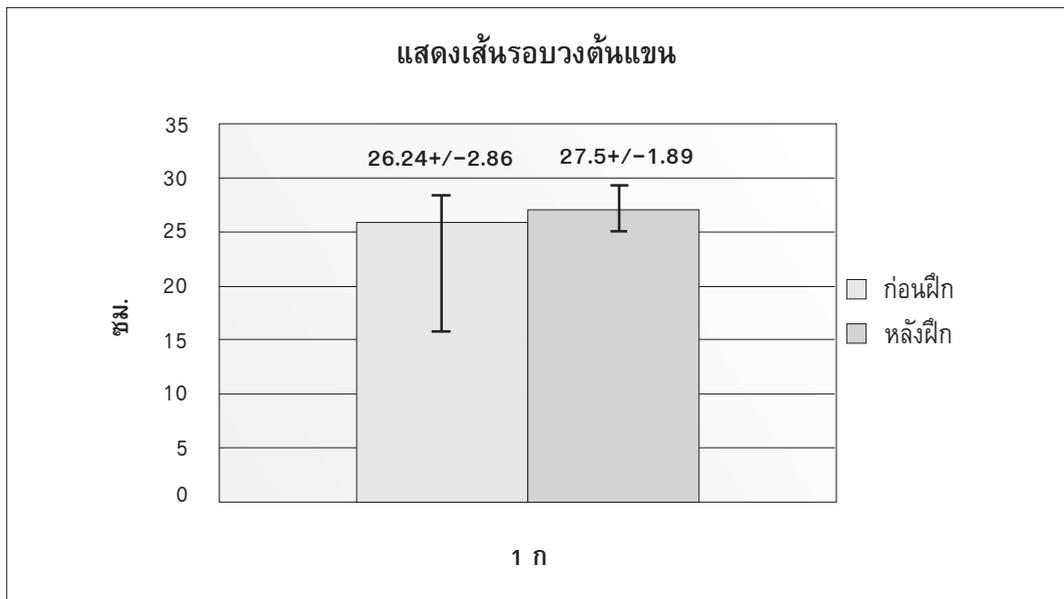
ตารางที่ 4 แสดงค่าของการตอบสนองของร่างกายต่อการออกกำลังกายแบบเส้าหลิน(ต่อ)

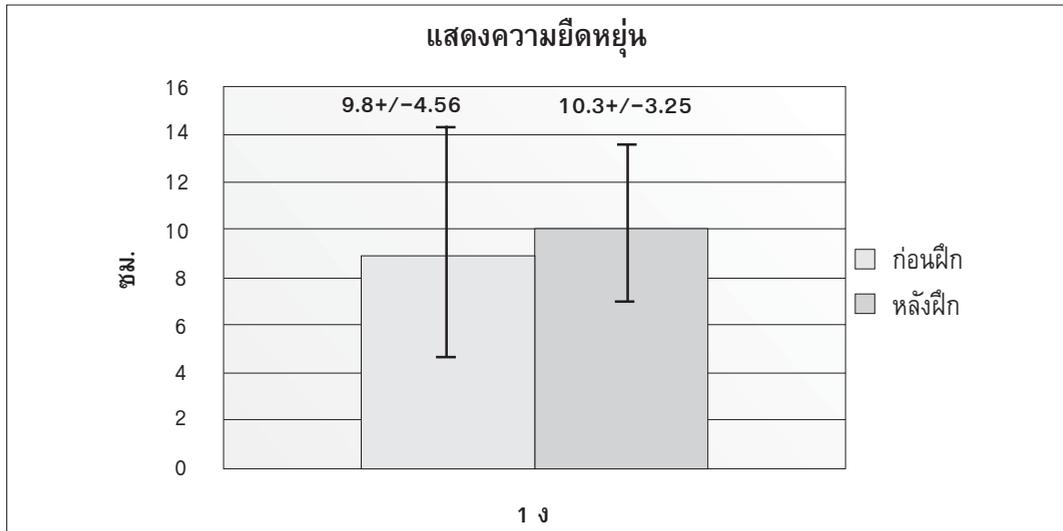
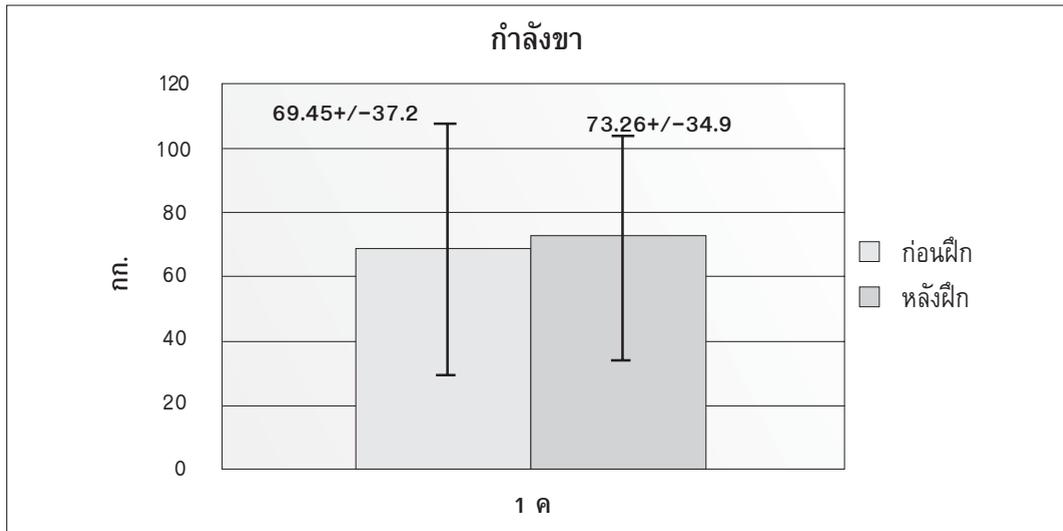
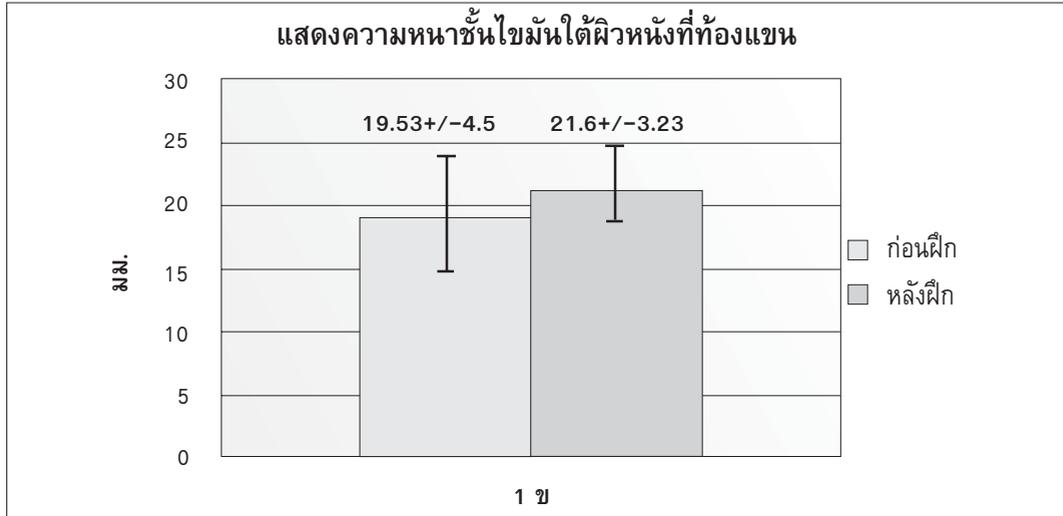
Average VO ₂ เส้าหลิน (L/min)	0.451	0.207	0.3644	0.082732
Average VO ₂ /kg เส้าหลิน (ml/kg/min)	9	4	6.8	1.6
% VO ₂ max เส้าหลิน	34.69231	14.375	27.26639	7.263848

การเปรียบเทียบความแตกต่างของสมรรถภาพร่างกาย ก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกาย 3 เดือน

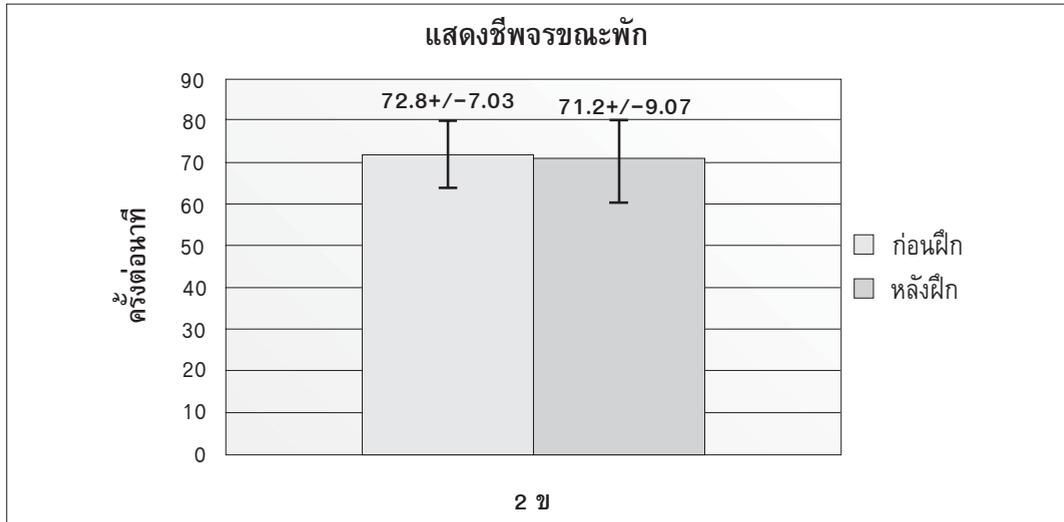
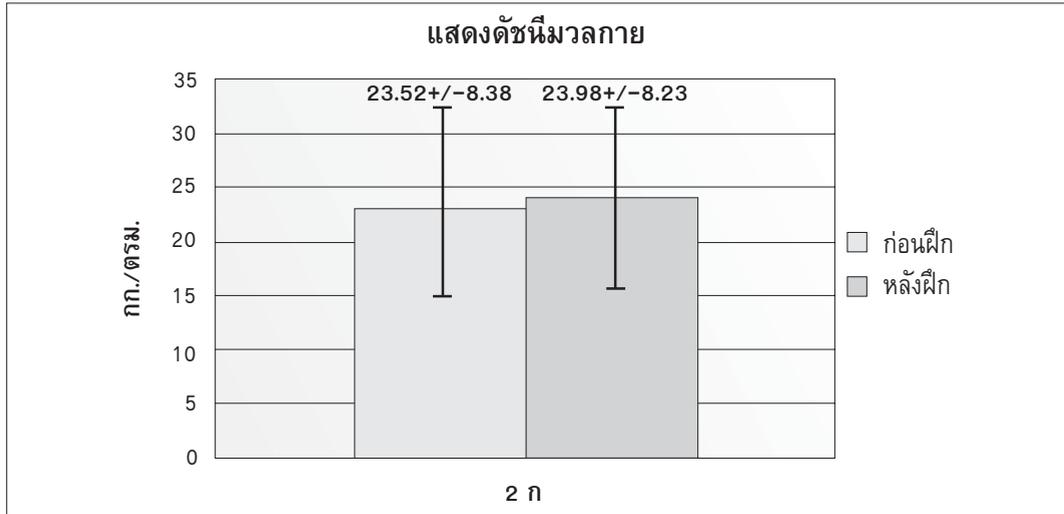
ผู้ที่เข้าร่วมการออกกำลังกายแบบใช้ลมปราณมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา โดยพบว่า มีเส้นรอบวงต้นแขนทั้งสองด้าน (both arm circumference : 26.24 V.S. 27.5 cm) ความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนังที่ท้องแขน (triceps skinfold : 19.53 V.S. 21.6 mm) กำลังขา (leg strength: 69.45 V.S. 73.26 kg) และความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหลัง (flexibility: 9.73 V.S. 10.1 cm.) ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญ

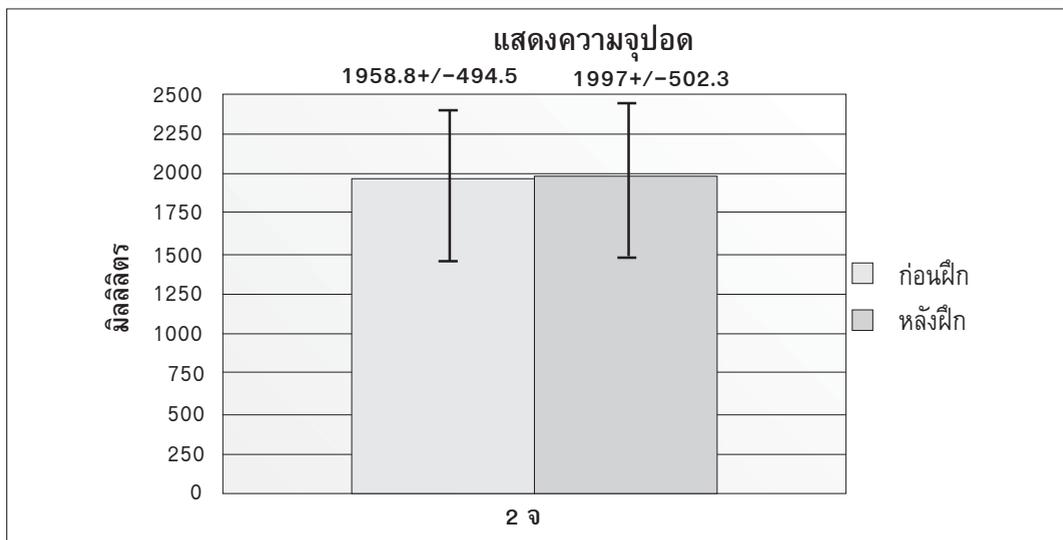
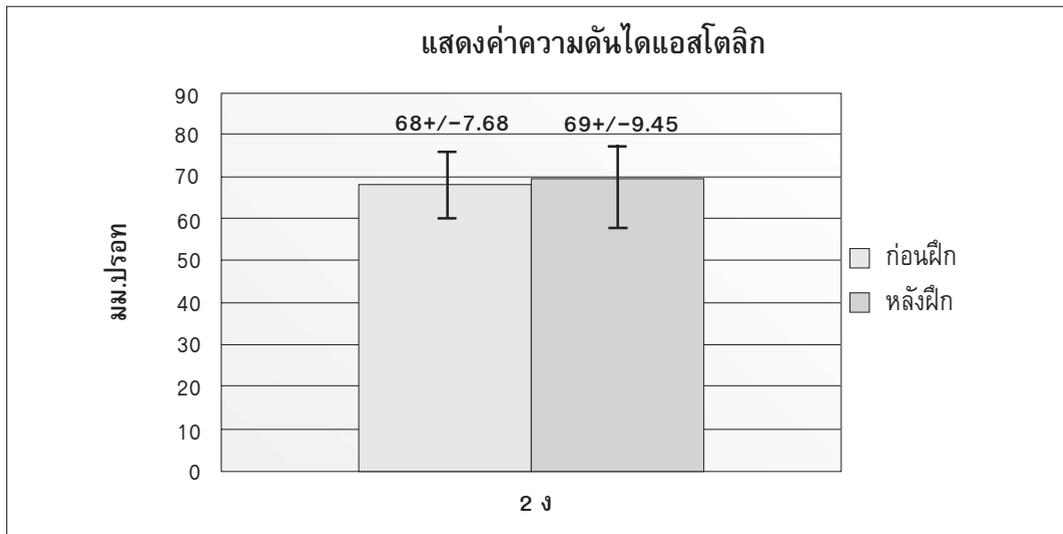
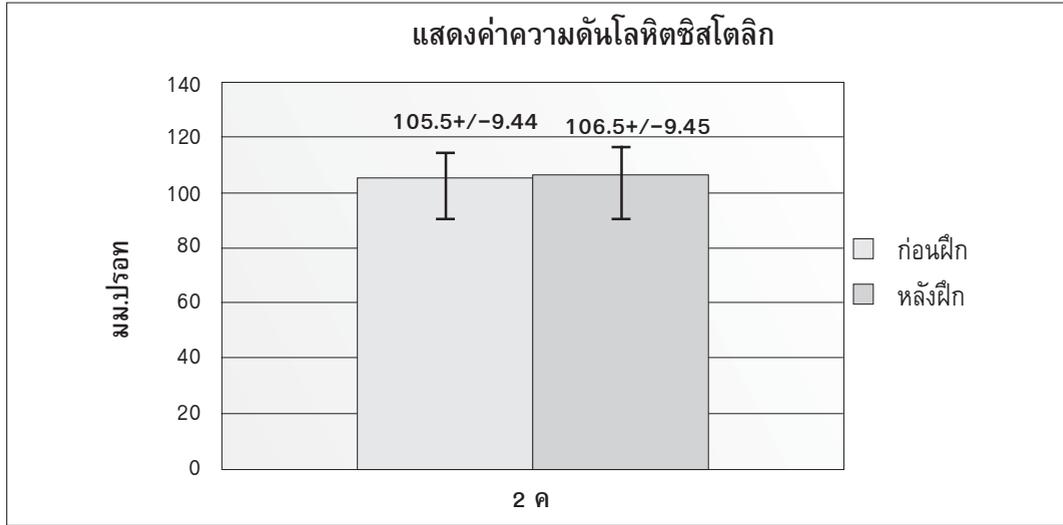
รูปที่ 1 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวชี้วัดที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัย สำคัญ ระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึกพลังลมปราณ ได้แก่ เส้นรอบวงต้นแขน (1 ก) ความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนังที่ท้องแขน (1 ข) กำลังขา (1 ค) และความยืดหยุ่นของหลัง (1 ง) (N=20)

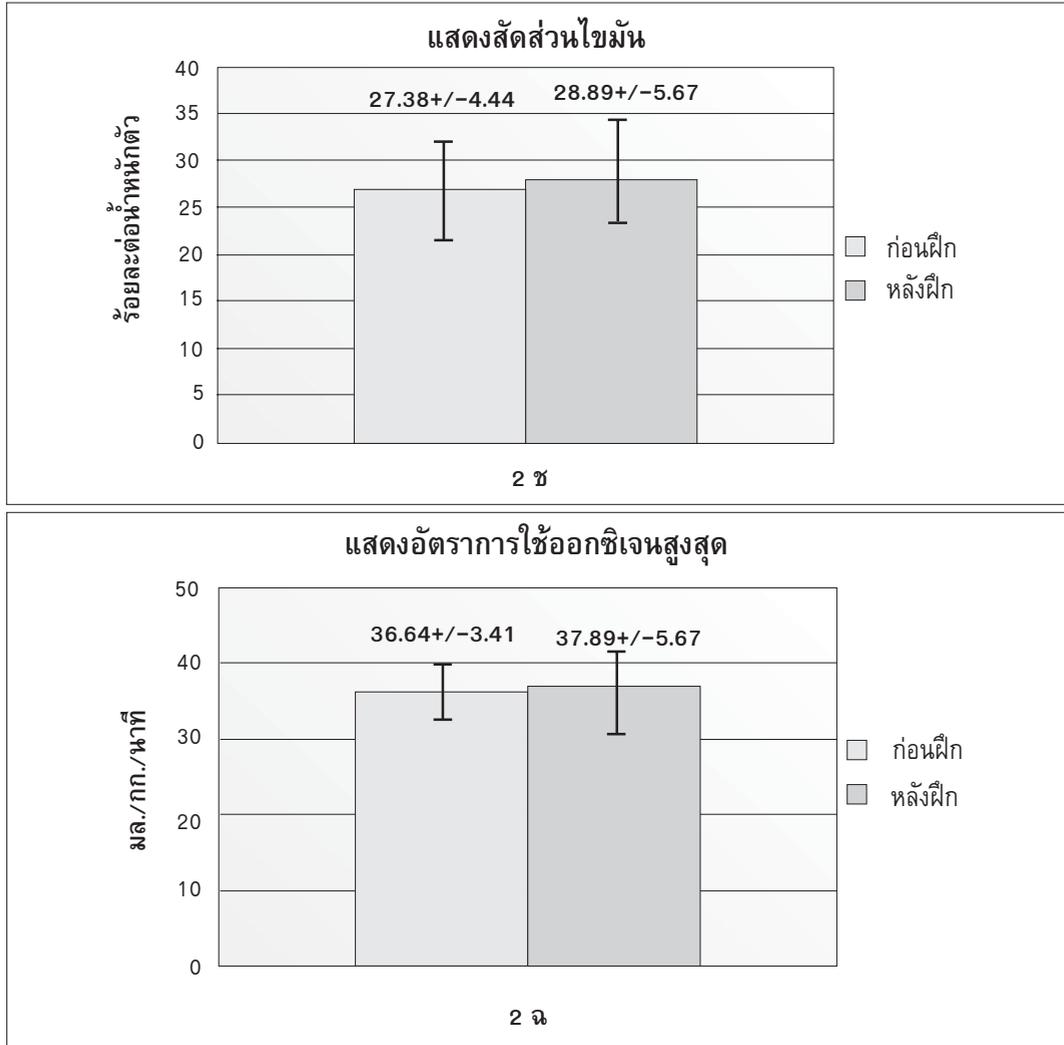




รูปที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึกพลังลมปราณ ได้แก่ ดัชนีมวลกาย (2ก) ซีพจรขณะพัก (2ข) ค่าความดันซิสโตลิก (2ค) ค่าความดันไดแอสโตลิก (2ง) ค่าความจุปอด (2จ) สัดส่วนไขมัน (2ฉ) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (2ช) (N=20)







สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายแบบ **พลังลมปราณ** นั้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ **ตัวชี้วัดทางสรีระ** ที่เกี่ยวกับสัดส่วนร่างกาย (body composition) ได้แก่ **เส้นรอบวงต้นแขน** **ชั้นไขมันใต้ผิวหนังที่ท้องแขน** **กำลังขา** และ **ความยืดหยุ่น** มากกว่าความสมบูรณ์ของระบบหลอดเลือดและหัวใจ ซึ่งได้แก่ **ชีพจรขณะพัก** **ความดันโลหิต** **ความจุปอด** และ **อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด** เนื่องจากการออกกำลังกายนี้เป็นระดับเบา โดยพบว่า **มีอัตราการใช้ออกซิเจนประมาณร้อยละ 27-32** ของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด หรือใช้พลังงานประมาณ **2 กิโลแคลอรีต่อนาที** สำหรับผู้ที่มีน้ำหนัก **60 กิโลกรัม** จึงทำให้อาจจะต้องออกกำลังกายด้วยเวลาที่ยาวขึ้นจึงจะได้ผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความสมบูรณ์ของปอดและหัวใจ โดยในการศึกษานี้จะยังติดตามผลเพื่อดูอัตราการออกกำลังกายแบบนี้ต่อไปในระยะยาว

เอกสารอ้างอิง

1. ประเวศ วะสี, บนเส้นทางใหม่การส่งเสริมสุขภาพ อภิวัฒน์ชีวิตและสังคม.กรุงเทพมหานคร : หมอชาวบ้าน.2541.
2. Anonymous. American College of Sports Medicine Position Stand and American Heart Association. Recommendations for cardiovascular screening, staffing, and emergency policies at health/fitness facilities. *Med Sci sports Exerc* 1998;30(6):1009-18.
3. Anonymous. American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in health adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30(6):975-91.
4. Anonymous. American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30(6):992-1008.
5. Hong Y, Li JX, Robinson PD. Balance control, flexibility, and cardiorespiratory fitness among older Tai Chi practitioners. *Br J Sports Med* 2000;31(1):29-34
6. Jin P. Changes in heart rate, noradrenaline, cortisol and mood during Tai Chi. *J Psychosom Res* 1989;33(2):197-206.
7. Li JX, Hong Y, Chan KM. Tai chi: physiological characteristics and beneficial effects on health. *Br J Sports Med* 2001;35(3):148-56.
8. Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, Jacobs DR, Jr., Montoye HJ, Sallis JF, et al. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities [see comments]. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25(1):71-80.
9. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt, MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, et al. Compendium of Physical Activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(9):S498-S498-S516.

ภาคผนวก ก

การวัดสัดส่วนไขมันในร่างกายโดยการวัด Skinfold measurement

จุดประสงค์ เพื่อประเมินปริมาณไขมันในร่างกาย (Body fat)

เครื่องมือ Lange skinfold caliper

วิธีการ 1. ใช้หลักการของ Durnin and Womersley และตำแหน่งที่วัดไขมันใต้ผิวหนัง มี 4 จุด คือ Biceps, Triceps, Subscapular และ Suprailiac

Triceps : หยิบผิวหนังให้เป็นสันในแนวตั้ง บริเวณเส้นกลางด้านหลังต้นแขนระดับกึ่งกลางระหว่าง Acromion process และ Olecranon process โดยปล่อยแขนอิสระข้างลำตัว ไม่เกร็ง หนีฝ่ามือเข้าหาลำตัว

Biceps : หยิบผิวหนังให้เป็นสันในแนวตั้ง บริเวณเส้นกลางด้านหน้าต้นแขนระดับเดียวกับที่วัด Triceps หรืออาจสูงกว่า 1 ซม.

Subscapular : หยิบผิวหนังให้เป็นสันในแนวทำมุมกับกระดูกสันหลัง 45 องศา ต่ำกว่า inferior angle ของ Scapular ประมาณ 1-2 ซม.

Suprailiac : หยิบผิวหนังให้เป็นสันตามแนวรอยย่นผิวหนังเหนือ iliac crest บริเวณเส้น anterior axillary line

ทั้งนี้ ก่อนการวัดอาจใช้ดินสอ หรือปากกาที่ลบได้ทำเครื่องหมายที่บริเวณแต่ละจุดไว้ก่อนก็ได้

2. การวัดทุกจุดให้วัดที่ด้านขวาของผู้ทดสอบ

3. ใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้มือซ้ายหยิบผิวหนังให้กระชับขึ้นมาให้ตั้งเป็นสัน สูงประมาณ 1 ซม. โดยไม่มีเนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อติด การหยิบให้กางนิ้วหัวแม่มือและปลายนิ้วชี้ห่างกันประมาณ 8 ซม. เป็นแนวตั้งฉากกับเส้นของผิวหนังที่จะหยิบ

4. วางปากกาของ Caliper ให้ตั้งฉากกับเส้นผิวหนัง และห่างหรือต่ำลงมาจากปลายนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ที่หยิบประมาณ 1 ซม. และอยู่กึ่งกลางระหว่างสันผิวหนังและฐาน

5. อ่านค่าหลังจากปล่อยให้ Caliper กดผิวหนังประมาณ 2 วินาที ขณะที่นิ้วมือก็หยิบผิวหนังให้เป็นสันไว้ตลอดช่วงของการวัด

6. ทำการวัดค่าอย่างน้อย จุดละ 2 ครั้ง ถ้าค่าที่อ่านได้แตกต่างกันมากกว่า 1-2 มิลลิเมตร ($\pm 10\%$) ให้วัดซ้ำครั้งที่สาม

7. ทำการวัดโดยหมุนตำแหน่งไปตามลำดับมากกว่าวัดซ้ำ ณ จุดนั้นๆ เลย หรือให้เวลากับผิวหนังในการกลับคืนสู่สภาพเดิม

8. ผิวหนังของผู้ทดสอบที่จะวัดต้องแห้ง ไม่ทาโลชั่น และไม่ทำการวัดทันทีหลังผู้ทดสอบหยุดออกกำลังกาย

ภาคผนวก ข

การทดสอบความทนทานของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิตโดยวิธี Forest Service Step Test

จุดประสงค์ เพื่อประเมินสมรรถภาพ หรือความอดทนของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิต หรือระดับความฟิต เหมาะสมสำหรับการติดตามผลของการออกกำลังกาย

- เครื่องมือ
1. Bench 40 cm height for men, and 33 cm for women
 2. Metronome set 90 bpm
 3. HR monitor
 4. Stopwatch

- วิธีการ
1. ตั้ง Metronome ที่ 90 bpm พร้อมกับติดตั้ง HR monitor ให้กับผู้ถูกทดสอบ
 2. สาธิตการก้าวขึ้นลงบน Step ให้ผู้ทดสอบดู โดยยืนห่างจาก step พอสมควร ก้าวเท้าซ้ายวางบนม้า นับ 1 แล้วตั้งเท้าหลังตามขึ้นมาขึ้นบนม้า เข้าตรง นับ 2 ตั้งเท้าแรกก้าวถอยหลังลงวางบนพื้น นับ 3 และตั้งเท้าหลังลงมายืนบนพื้น นับ 4 ครบ 1 รอบ โดยก้าวขึ้นลงให้เข้ากับเสียงเคาะจังหวะ
 3. ผู้ถูกทดสอบฝึกก้าวขึ้นลงบน step ตามจังหวะ เป็นเวลา 15 วินาที เพื่อปรับให้ก้าวเข้ากับจังหวะ
 4. ผู้ถูกทดสอบทำการทดสอบโดยการก้าวขึ้นลงตามจังหวะเป็นเวลา 5 นาที อาจให้สัญญาณ โดยการช่วยนับ “ซัวร์ 1 2 3หยุด”
 5. ให้ผู้ถูกทดสอบนั่งลงทันทีและจับชีพจรหลังจากหยุดการทดสอบ 15 วินาที เป็นเวลา 15 วินาที โดยเริ่มจากวินาทีที่ 15 ถึง วินาทีที่ 30
 6. บันทึกค่าหัวใจที่ได้นำไปคำนวณและเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

ภาคผนวก ค

การทดสอบความอ่อนตัว (Flexibility Testing)

จุดประสงค์ เพื่อประเมินความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหลังระดับเอว และกล้ามเนื้อต้นขาด้านหลัง
เครื่องมือ Sit and Reach box

วิธีการ

1. ก่อนทำการทดสอบ ให้ผู้ทดสอบอบอุ่นร่างกายก่อน
2. ให้ผู้ทดสอบถอดรองเท้าและนั่งเหยียดขาตรงสอดเข้าใต้ม้าวัด ฝ่าเท้าตั้งฉากกับพื้น และจรดแนบกับที่ยันเท้าของม้าวัด เท้าชิดกัน
3. เหยียดแขนตรงไปข้างหน้าแล้วก้มตัวไปข้างหน้า มือวางอยู่บนม้าวัดค่อยๆ ก้มตัวลงให้มือเคลื่อนต้นไม้บรรทัด อย่างนุ่มนวลไปบนม้าวัดให้ใกล้ที่สุด
4. ห้ามโยกตัวหรืออตัวแรงๆ กระแทกไม้บรรทัด ขณะก้มตัว เขาต้องตั้ง
5. วัดระยะทางเป็นเซนติเมตร จากจุด 0 ถึงปลายนิ้วมือ ถ้าปลายนิ้วมือเหยียดเลยปลายเท้า หรือจุดศูนย์ บันทึกราค่าเป็นบวก ถ้าไม่ถึงปลายเท้าค่าเป็นลบ
6. ทำการทดสอบ 3 ครั้ง ใช้ค่าที่ดีที่สุด

ภาคผนวก ง

การทดสอบความแข็งแรง (Strengthening testing)

แรงบีบมือ (Grip Strength)

จุดประสงค์ เพื่อประเมินความแข็งแรงจากการเกร็ง (Static strength) ของกล้ามเนื้อและแขนส่วนปลาย

เครื่องมือ Hand Grip Dynamometer

วิธีการ

1. จัดระดับที่จับของเครื่องมือให้เหมาะสมกับผู้ทดสอบ
2. ให้ผู้ทดสอบปล่อยแขนตามสบายข้างลำตัว มือกำที่จับ ห้ามแนบลำตัว
3. ให้ออกแรงกำมือให้แรงที่สุด
4. ทำการทดสอบ 2 ครั้ง ใช้ค่ามากที่สุด
5. การทดสอบที่วัดได้เป็นกิโลกรัม นำผลที่ได้มาหารด้วยน้ำหนักตัวของผู้ทดสอบ

แรงเหยียดขา (Leg Strength)

จุดประสงค์ เพื่อประเมินความแข็งแรงจากการเกร็ง (Static strength) ของกล้ามเนื้อขา

เครื่องมือ Back and Leg Dynamometer

วิธีการ

1. ให้ผู้ทดสอบยืนบนที่วางเท้าของเครื่องมือ
2. ย่อเข่าลงและแยกออกเล็กน้อย หลังและแขนตรง
3. จับที่ดิ่งในท่ามือคว่ำเหนือระหว่างเข่าทั้งสอง จัดสายให้พอเหมาะ
4. ออกแรงเหยียดขาให้เต็มที่
5. ทำ 2 ครั้ง ใช้ค่าที่มากที่สุด
6. บันทึกผลการวัดเป็นกิโลกรัม หารด้วยน้ำหนักตัว

ภาคผนวก จ

การวัดความจุปอด

จุดประสงค์ เพื่อประเมินปริมาตรความจุของปอด

เครื่องมือ Spirometer

- วิธีการ
1. ตั้งระดับสเกลให้อยู่ที่ศูนย์ (0)
 2. ให้ผู้ทดสอบยืนตัวตรงหน้าเครื่อง จับหลอดเป่าอยู่ระดับปาก
 3. หายใจเข้าเต็มที่สุด และเป่าลมเข้าในหลอดให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (ระวังอย่าให้ตัวงอหรือแขนบีบหน้าอก)
 4. ทดสอบ 2 ครั้ง ใช้ค่ามาก
 5. ผลการทดสอบวัดเป็นมิลลิลิตร นำผลที่ได้มาหารด้วยน้ำหนักตัวผู้ทดสอบเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

ภาคผนวก จ

การออกกำลังกายแบบ “พลังลมปราณ”

การออกกำลังกายแบบบู้ตึง ประกอบด้วยท่า 7 ขั้นตอนดังนี้

1. - ยืนตัวตรงเท้าห่างกันเล็กน้อย
 - มือกำแน่นเกร็งกล้ามเนื้อ หายใจลึกๆ 3 ครั้ง
 - ค่อยๆ กางแขนซ้ายๆ เสมือนหนึ่งที่กำลังยกลูกตุ้มหนักๆ ขึ้นจนเสมอไหล่
2. - กางแขนเหยียดฝ่ามือออกสุดๆ
 - หายใจลึกๆ เต็มปอด 3 ครั้ง
 - เกร็งกล้ามเนื้อแขนขนานพื้นตลอดเวลา
 - ค่อยๆ พลิกฝ่ามือหงายขึ้นซ้ายๆ เสมือนผลึกประตูผีตุงๆ
3. - จนมือหงายขนานพื้น
 - หายใจลึกๆ เต็มปอด 3 ครั้ง
 - แขนตึงค่อยๆ ยกแขนหุบขึ้นซ้ายๆ
 - เกร็งกล้ามเนื้อเสมือนยกของหนักๆ ขึ้นไป
 - จนแขนขึ้นสูงสุด ท้องแขนกระทบใบหู ยึดตัวตรง หายใจลึกๆ 3 ครั้ง
4. - เกร็งกล้ามเนื้อเสมือนยกของหนักๆ
 - ชะลอลงมาซ้ายๆ
 - จนฝ่ามือทั้งสองขนานกันอยู่ในระดับใบหน้า ยังเกร็งกล้ามเนื้ออยู่
5. - ค่อยๆ ย่อตัวลงซ้ายๆ จนนั่งเท้าราบ
 - หายใจให้เต็มปอด 3 ครั้ง
 - มือทั้งสองข้างยังคงขนานกันอยู่ท่าเดิม
(สำหรับผู้ที่มิมีปัญหา นั่งไม่ได้ ก็ข้ามไปหรือเพียงย่อตัวลงหน่อย)
6. - ค่อยๆ ลุกขึ้นมาซ้ายๆ จนตัวตรง แล้วเกร็งกล้ามเนื้อแขน
 - ขยายฝ่ามือออกซ้ายๆ เสมือนกระถางเหล็กขยายตัวออก
 - เราต้องเกร็งกล้ามเนื้อกดต้านกันไว้
 - หายใจเร็วแรงกระชั้นเสมือนเรากำลังปล้ำสู้กันอยู่กับผู้ร้าย
7. - โดยกระถางเหล็กจะขยายออกแรงกว่า
 - ดันมือค่อยๆ กางออกจนสุดแขนเหยียดตรงฝ่ามือคว่ำลง
 - ยึดอกเต็มที่หายใจลึกๆ เต็มปอด 3 ครั้ง
 - ค่อยๆ ลดมือลงซ้ายๆ จนมาแนบตัว

การออกกำลังกายแบบเส้าหลิน ประกอบด้วยท่า 7 ขั้นตอนดังนี้

1. - ยืนตรงแยกเท้าเล็กน้อยสะบัดมือ 2-3 ที ยืดอก
 - หายใจเข้าลึกๆ ระบายลมออกช้าๆ ทางปาก 3 ครั้ง
2. - กางแขนขึ้นช้าๆ
 - ฝ่ามือคว่ำจนแขนกางตรงระดับไหล่
 - ยืดอกหายใจลึกๆ 3 ครั้ง
3. - ค่อยๆ พลิกฝ่ามือช้าๆ จนหงายขึ้นเต็มที่ (แขนตรง)
 - ยกแขนทั้งสองข้างหุบขึ้นไปช้าๆ จนฝ่ามือทั้งสองข้างขนานกันอยู่เหนือศีรษะ
 - แขนเหยียดตรงยืดอกหายใจลึกๆ 3 ครั้ง
4. - ค่อยๆ งอข้อศอกลงมา ปลายมือจรดกันอยู่เกือบแตะศีรษะ
 - แเบะอกเต็มที่ข้อศอกเป็นกง หายใจลึกๆ 3 ครั้ง
5. - ค่อยๆ พลิกเฉพาะฝ่ามือให้หงายขึ้นช้าๆ
 - จนหงายขึ้นเต็มที่แล้ว
 - ค่อยๆ ยกฝ่ามือดันขึ้นฟ้าอย่างช้าๆ จนฝ่ามือชูสูงสุด (คล้ายคนยอมแพ้)
6. - ค่อยๆ กวักฝ่ามือลงมาช้าๆ แขนตรงตลอดเวลา
 - ครั้นฝ่ามือลงมาขนานโคนขา ให้ค่อยๆ ก้มตัวลงช้าๆ ตามจังหวะฝ่ามือที่เลยไปข้างหลัง ขาตรง ไม่งอ
7. - เมื่อก้มจนสุดเท่าที่จะทำได้แล้ว ให้ค่อยๆ ยืนขึ้นจนตัวตรง
 - หายใจลึกๆ 3 ครั้ง แล้วค่อยๆ ย่อตัวลงนั่งยองๆ เท้าราบ เอื้อมมือโอบเข้า
 - หงายฝ่ามือจรดปลายนิ้วเข้าหากัน หายใจเต็มปุง 3 ครั้ง
8. - คลายมือออกแล้วค่อยๆ ทรงตัวขึ้นยืน หงายฝ่ามือปลายนิ้วจรดกัน
 - ค่อยๆ ยกฝ่ามือขึ้นมาตามจังหวะการทรงตัวจนตัวตรง
 - ฝ่ามือขึ้นมาถึงระดับอก ค่อยๆ พลิกฝ่ามือคว่ำลง ปลายนิ้วจรดกันอยู่
 - ค่อยๆ ลดลงไปจนฝ่ามือสุดแล้ววกมาแนบลำตัว