



ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็ก
บนพื้นทรายที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ
ในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน



ณัฐศักดิ์ ภู่งามชื่น

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาพลศึกษาและวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็ก
บนพื้นทรายที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ
ในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาพลศึกษาและวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็ก
บนพื้นทรายที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ
ในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน"
ของ ณิชศักดิ์ ภู่งามชื่น
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษาและวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิฑิต มิตรานันท์)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนาศ จารุชาติ)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์เอก สุขใส)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวิศักดิ์ สว่างเมฆ)

อนุมัติ

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.กรรองกาญจน์ ชูทิพย์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็ก บนพื้นทรายที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ ในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน
ผู้วิจัย	ณัฐศักดิ์ ภู่งามชื่น
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนาศ จารุชาติ
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์เอก สุขใส
ประเภทสารนิพนธ์	วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พลศึกษาและวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2567
คำสำคัญ	ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ, สุขสมรรถนะ, ระบบประสาทอัตโนมัติ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนที่มีอายุ 13 – 15 ปี จำนวน 34 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 17 คน โดยกลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่ฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงบนพื้นทรายด้วยยางยืดห่วงเล็ก (EX) ที่ความหนักระดับสูง (80-90%HRR) เป็นเวลา 40 – 47 นาทีต่อวัน จำนวน 3 วันต่อสัปดาห์ และกลุ่มควบคุม (CON) เป็นกลุ่มที่ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ จำนวน 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลตัวแปร สุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจก่อนและหลังการทดลอง แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการทดสอบความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ และสถิติแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลองมีดัชนีมวลกายเปอร์เซ็นต์ไขมัน รอบเอว รอบสะโพก สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก มวลร่างกายปราศจากไขมัน ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว และความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจดีขึ้น โดยพบว่า ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมัน อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก รอบเอว รอบสะโพก ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว และความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจของกลุ่มทดลองดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมถึงค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่สูง (High frequency; HF) และความ

แปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจรวม (Total power; TP) ของกลุ่มทดลองมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจสัดส่วนความถี่ต่ำต่อความถี่สูง (LF/HF Ratio) ลดลง บ่งชี้ถึงการปรับปรุงการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติในกลุ่มทดลอง โดยเป็นการเพิ่มการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก



Title	EFFECTS OF HIGH INTENSITY INTERVAL TRAINING WITH MINIBAND ON SAND ON HEALTH – RELATED PHYSICAL FITNESS AND HEART RATE VARIABILITY IN OVERWEIGHT AND OBESE CHILDREN
Author	Nattasak Pungamchun
Advisor	Assistant Professor Tussana Jaruchart, Ph.D.
Co-Advisor	Assistant Professor Phong-ek Suksai, Ph.D.
Academic Paper	M.Ed. Thesis in Physical Education and Exercise Science - (Type A2), Naresuan University, 2024
Keywords	Heart rate variability, Health – related physical fitness, Autonomic nervous system

ABSTRACT

The objectives of the study were to examine and compare the effects of high intensity interval training (HIIT) with miniband on sand on health – related physical fitness and heart rate variability (HRV) in overweight and obese children. The thirty – four participants were the children aged 13 – 15 years. They were equally divided into 2 groups, the experimental (EX) group (n=17) and the control (CON) group (n=17). The EX group underwent HIIT exercise program with miniband at vigorous (80 – 90%HRR), 40 – 47 minutes per day, 3 days a week for 8 weeks, while the CON group did regular daily life. The health – related physical fitness and HRV were measured before and after program. The outcomes were analyzed using Two – way ANOVA with repeated measures and non – parametric statistic at statistically significant difference at .05 level. The results showed that after 8 weeks of training, body mass index (BMI), body fat percentage, waist circumference, hip circumference, waist to hip ratio (WHR), lean body mass, muscular strength and endurance, flexibility, and cardiorespiratory endurance in EX group were greater than CON group at .05 level. Moreover, high frequency (HF) and total power (TP) of HRV increased only in EX group ($p<0.05$) including a decrease in LF/HF ratio was observed only in

the EX group ($P < 0.05$). These results indicated that there was an improvement in the function of the autonomic nervous system (ANS) in EX group, in favor of an enhance parasympathetic activity.



ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความมีเมตตากรุณา เอาใจใส่ และช่วยเหลือดูแลของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนาศา จารุชาติ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์เอก สุขใส ที่ท่านได้เสียสละเวลาให้ความรู้ คำแนะนำ ข้อคิด แนวทางแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และให้กำลังใจเป็นอย่างดีตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิฑิต มิตรานันท์ ประธานการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ สว่างเมฆ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และกรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์ที่ให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ เพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ตลอดจนคณาจารย์ภาควิชาพลศึกษาและวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรทุกท่านที่ได้สั่งสอนวิชาความรู้และมอบประสบการณ์อันมีค่าแก่ผู้วิจัย

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าในการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือและให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณนายอภิชาติ อาบเงิน ผู้อำนวยการโรงเรียนสักรามวิทยา และคณะครูและบุคลากรทางการศึกษาโรงเรียนสักรามวิทยาทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือระหว่างทำการเก็บข้อมูลการวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณมารดา นางเนาวรัตน์ ภู่งามชื่น ที่อบรมสั่งสอน ให้โอกาสทางการศึกษาคอยสนับสนุน ให้ความช่วยเหลือและกำลังใจ ตลอดจนผลักดันให้ผู้วิจัยศึกษาและดำเนินการทำวิจัยจนประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณนักเรียนโรงเรียนสักรามวิทยา ที่ให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมการวิจัย ตลอดจนการเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบแด่มารดา ครูบาอาจารย์ และท่านทั้งหลายที่ได้อบรม เลี้ยงดู และสนับสนุนผู้วิจัยในทุกด้าน ด้วยความรักความห่วงใยอันหาที่เปรียบมิได้ ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ณัฐศักดิ์ ภู่งามชื่น

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
ประกาศคุณูปการ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
ตาราง.....	ฅ
ภาพ.....	๗
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....	6
ขอบเขตของงานวิจัย.....	7
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
สมมติฐานของการวิจัย.....	8
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
1. ภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน.....	10
2. สุขสมรรถนะ.....	18
3. ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ.....	25
4. การออกกำลังกาย.....	31

5. การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง	36
6. การออกกำลังกายบนพื้นทราย.....	39
7. การออกกำลังกายด้วยยางยืด.....	41
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	44
9. กรอบแนวคิดการวิจัย	49
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	50
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	50
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย	53
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	53
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	59
ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	60
การวิเคราะห์ข้อมูล	62
บทที่ 4 ผลการวิจัย	63
ตอนที่ 1 ผลการศึกษานำร่องเพื่อทดสอบผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบหนัก สลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทาง สรีรวิทยา และความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนัก เกินและอ้วน.....	64
ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของตัวแปร ด้านสรีรวิทยาและสุขสมรรถนะของร่างกาย ก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกายของ กลุ่มทดลอง (Ex) และกลุ่มควบคุม (Con).....	67
ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐาน (Median) ของตัวแปรความแปรปรวนของอัตรา การเต้นของหัวใจ ก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกายของกลุ่มทดลอง (Ex) และกลุ่ม ควบคุม (Con).....	68

บทที่ 5 บทสรุป	75
สรุปผลการวิจัย.....	76
อภิปรายผล	78
สรุปผลวิจัย.....	87
ข้อเสนอแนะ	88
ข้อจำกัดในการวิจัย.....	89
บรรณานุกรม.....	90
ภาคผนวก.....	107
ภาคผนวก ก รายงานผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ.....	107
ภาคผนวก ข ผลการตรวจสอบเชิงเนื้อหา.....	108
ภาคผนวก ค หนังสือขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	110
ภาคผนวก ง หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์.....	115
ภาคผนวก จ โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน.....	117
ภาคผนวก ฉ วิธีการทดสอบสุขสมรรถนะ.....	121
ภาคผนวก ช การอบอุ่นร่างกายและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ.....	126
ภาคผนวก ซ ท่าการฝึกออกกำลังกาย.....	134
ภาคผนวก ฌ แบบบันทึกสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ.....	146
ภาคผนวก ญ แบบบันทึกผลการทดสอบ 20m Shuttle run test.....	147
ภาคผนวก ฎ แบบประเมินความพร้อมก่อนออกกำลังกายสำหรับเด็ก.....	148

ภาคผนวก ฎ	แบบคัดกรองอาสาสมัครตามเกณฑ์คัดเข้า - เกณฑ์คัดออก.....	149
ภาคผนวก ฏ	แบบประเมินความเจ็บปวดสำหรับอาสาสมัคร	150
ภาคผนวก ฐ	แบบบันทึกการเข้าร่วมการฝึกออกกำลังกายตามโปรแกรมออกกำลังกาย แบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อสุข สมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนัก เกินและอ้วน.....	151
ภาคผนวก ซ	การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป G*Power 3.1.9.2	152
ภาคผนวก ฅ	ภาพการดำเนินโครงการวิจัย	153
ประวัติผู้วิจัย	.....	155



ตาราง

	หน้า
ตาราง 1 การแปลผลน้ำหนักกับค่ามัธยฐานของน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงของเด็กไทย อายุ 1 วัน - 19 ปี.....	15
ตาราง 2 ตารางแสดงช่วงของดัชนีมวลกายสำหรับประชากรเอเชีย.....	16
ตาราง 3 การแปลผลน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงของเด็กไทยอายุ 6 – 19 ปี.....	16
ตาราง 4 รายการทดสอบสุขสมรรถนะและวิธีการทดสอบ.....	21
ตาราง 5 รายการทดสอบความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจและวิธีการทดสอบ.....	21
ตาราง 6 เกณฑ์มาตรฐานรายการดัชนีมวลกาย (Body composition) (กิโลกรัม/ตารางเมตร).....	22
ตาราง 7 แสดงเกณฑ์มาตรฐานสุขสมรรถนะ นั่งอตัวไปข้างหน้า (Sit and reach) (ซม.).....	22
ตาราง 8 แสดงเกณฑ์มาตรฐานสุขสมรรถนะ ดันพื้นประยุกต์ 30 วินาที (30 Seconds modified push ups)(ครั้ง).....	23
ตาราง 9 แสดงเกณฑ์มาตรฐานสุขสมรรถนะ ลูก - นั่ง 60 วินาที (60 Seconds sit ups) (ครั้ง).....	23
ตาราง 10 แสดงความเร็วในการวิ่งและระยะทางที่วิ่งได้จากการทดสอบ 20m Shuttle run test.....	24
ตาราง 11 แสดงองค์ประกอบของแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายของยูโรฟิต (Eurofit).....	24
ตาราง 12 ตัวแปรและความหมายของความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จากการวิเคราะห์ช่วงความถี่.....	28
ตาราง 13 ตัวแปรและความหมายของความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จากการวิเคราะห์ช่วงความถี่.....	29

ตาราง 14 เกณฑ์การพิจารณาความหนักในการฝึก.....	42
ตาราง 15 โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักด้วยยางยืดห่วง เล็กบนพื้นทรายอย่างสรุป	62
ตาราง 16 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของตัวแปร ด้านสรีรวิทยา ของกลุ่มทดลองที่ 1 (HIIT) และกลุ่มทดลองที่ 2 (CON)	64
ตาราง 17 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐาน (Median) ของความแปรปรวนของอัตราการเต้น ของหัวใจ (Heart rate variability; HRV) ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 (HIIT) และกลุ่มทดลองที่ 2 (CON) และระหว่างก่อน และหลังฝึก.....	65
ตาราง 18 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของตัวแปร ด้านสรีรวิทยา และสุขสมรรถนะของกลุ่มทดลอง (Ex) และกลุ่มควบคุม (Con).....	67
ตาราง 19 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐาน (Median) ของความแปรปรวนของอัตราการเต้น ของหัวใจ.....	68

ภาพ

หน้า

ภาพ 1 เกณฑ์อ้างอิงการเจริญเติบโต ของเพศหญิง อายุ 6 – 19 ปี	17
ภาพ 2 เกณฑ์อ้างอิงการเจริญเติบโต ของเพศชาย อายุ 6 – 19 ปี	18
ภาพ 3 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของค่าความถี่ต่ำ (LF) ความถี่สูง (HF) และความถี่รวม (TP) ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกนาที่ที่ 0 หลังฝึกที่ 30 หลังฝึกที่ 60 และหลังสิ้นสุดการฝึก 66	
ภาพ 4 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของสัดส่วนความถี่ต่ำต่อความถี่สูง (LF/HF) ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกนาที่ที่ 0 หลังฝึกนาที่ที่ 30 หลังฝึกนาที่ที่ 60 และหลังสิ้นสุดการฝึก.....	66
ภาพ 5 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของค่าความถี่ต่ำ (LF) ระหว่างก่อนฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง (Ex) และกลุ่มควบคุม (Con).....	69
ภาพ 6 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของค่าความถี่สูง (HF) ระหว่างก่อนฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง (Ex) และกลุ่มควบคุม (Con)	69
ภาพ 7 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของสัดส่วนความถี่ต่ำต่อความถี่สูง (LF/HF Ratio) ระหว่างก่อนการฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง (Ex) และกลุ่มควบคุม (Con)	70
ภาพ 8 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของค่าความถี่รวม (Total power) ระหว่างก่อนฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง (Ex) และกลุ่มควบคุม (Con)	70
ภาพ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (X) ของน้ำหนัก (กิโลกรัม) ระหว่างก่อนฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	70
ภาพ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (X) ของดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร) ระหว่างก่อนฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	71
ภาพ 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (X) ของเปอร์เซ็นต์ไขมัน (เปอร์เซ็นต์) และมวลร่างกายปราศจากไขมัน (กิโลกรัม) ระหว่างก่อนฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	71

ภาพ 12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (X) ของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท) และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท) ระหว่างก่อนฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	72
ภาพ 13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (X) ของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที) ระหว่างก่อนฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	72
ภาพ 14 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (X) ของรอบเอว (เซนติเมตร) รอบสะโพก (เซนติเมตร) และสัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก ระหว่างก่อนฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	72
ภาพ 15 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (X) ของดัชนีพื้นประยুক্ত 30 วินาที (ครั้ง) และลูกนั่ง 60 วินาที ระหว่างก่อนฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	73
ภาพ 16 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (X) ของนั่งอตัวไปข้างหน้า (เซนติเมตร) ระหว่างก่อนฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	73
ภาพ 17 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (X) ของความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) ระหว่างก่อนฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	73
ภาพ 18 สรุปผลการวิจัยในภาพรวม.....	74

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ทรัพยากรมนุษย์ถือเป็นสิ่งสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศในทุกมิติให้ไปสู่เป้าหมาย ดังนั้น การวางรากฐานการโดยการมุ่งเน้นพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้เป็นทรัพยากรที่มีคุณภาพ จึงเป็นพื้นฐานในการขับเคลื่อนประเทศในด้านต่างๆที่ต้องใช้แรงงานมนุษย์ ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ที่ 3 ในด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์จากแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ที่มุ่งเน้นเสริมสร้างคนไทยให้มีสุขภาพที่ดี ครอบคลุมทั้งด้านร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และสังคม มุ่งเน้นการเสริมสร้างการจัดการสุขภาพในทุกรูปแบบที่นำไปสู่ศักยภาพในการจัดการสุขภาพที่ดีได้ด้วยตัวเอง โดยเริ่มจากการสร้างความรอบรู้ด้านสุขภาพ การป้องกัน และควบคุมความเสี่ยงที่คุกคามต่อการมีสุขภาพที่ดี รวมถึงการพัฒนาและส่งเสริมระบบบริการสุขภาพที่ทันสมัยในทุกพื้นที่ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ที่ 1 ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ที่มุ่งเน้นการเสริมสร้างและพัฒนาศักยภาพทุนมนุษย์ และหนึ่งในเป้าหมายที่สำคัญคือ ประชากรไทยมีภาวะน้ำหนักเกินลดลง โดยมีแนวทางส่งเสริมให้คนมีกิจกรรมทางสุขภาพที่เหมาะสมกับวัย ทั้งรูปแบบการออกกำลังกาย และโภชนาการที่เหมาะสม เพื่อลดปัจจัยเสี่ยงที่อาจทำให้เกิดปัญหาสุขภาพในอนาคต (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560)

เนื่องด้วยสถานการณ์ของการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ตั้งแต่ปี 2562 - 2565 ส่งผลกระทบต่อปัญหาสุขภาพของเด็กไทย เนื่องจากสถานการณ์ดังกล่าวทำให้เด็กไทยมีการเคลื่อนไหวทางกาย น้อยลง และส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว (สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล, 2564) โดยกรมอนามัยรายงานการสำรวจเด็กวัยเรียนที่มีอายุ 6 - 14 ปี ในปี พ.ศ. 2564 พบว่ามีเด็กในภาวะน้ำหนักเกิน ร้อยละ 13.40 หรือมีจำนวนมากกว่า 390,000 คน (กรมอนามัย, 2565) เช่นเดียวกับการสำรวจภาวะโภชนาการของเด็กวัยเรียนที่มี อายุ 6 - 14 ปี ของเขตสุขภาพ ที่ 3 จังหวัดกำแพงเพชร ปีงบประมาณ 2565 พบว่ามีเด็กอยู่ในภาวะน้ำหนักเกิน จำนวน 3,820 คน จากเด็กทั้งสิ้น 29,087 คน คิดเป็นร้อยละ 13.13 และเด็กวัยรุ่นที่มีอายุ 15 - 18 ปี พบว่าอยู่ในภาวะน้ำหนักเกิน จำนวน 2,586 คน จากเด็กทั้งสิ้น 17,367 คน คิดเป็นร้อยละ 14.89 (สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดกำแพงเพชร, 2565) ผลการสำรวจดังกล่าวทำให้เห็นถึงปัญหาเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินที่ต้องเร่งแก้ไขโดยด่วน เนื่องจากปัญหาภาวะน้ำหนักเกินในเด็กส่งผลถึงการมีภาวะน้ำหนักเกินในผู้ใหญ่และพัฒนาไปสู่โรคอ้วน อันเป็นสาเหตุของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังต่างๆ ทั้งนี้

ภาวะน้ำหนักเกินในเด็กมีสาเหตุหลายประการได้แก่ ปัญหาจากสภาพแวดล้อม พันธุกรรม รวมถึง ภาวะที่ร่างกายขาดความสมดุลของพลังงานที่ได้รับเข้าและพลังงานที่ใช้ไป ส่งผลให้เกิดการสะสมของ ปริมาณไขมัน (Ghouse, Barwel, and Wattamwar, 2016; Miller, 2019) นอกจากนี้การ พัฒนาของเทคโนโลยีและการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ที่ส่งผลให้เด็กวัยเรียนหรือวัยรุ่นมีกิจกรรม ทางกายน้อยลง โดยการสำรวจของศูนย์พัฒนาองค์ความรู้ด้านกิจกรรมทางกายประเทศไทย (Thailand physical activity knowledge development centre ; TPAK) มหาวิทยาลัยมหิดล พบว่าในปี พ.ศ. 2564 เด็กไทยมีกิจกรรมทางกายเพียงพอเพียง ร้อยละ 24.2 ซึ่งลดลงจากปี พ.ศ. 2555 ที่พบว่าเด็กมีกิจกรรมกายที่เพียงพอร้อยละ 24.9 (สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล, 2564) การมีกิจกรรมทางกายที่น้อยลงนี้เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดภาวะน้ำหนัก เกินในเด็กและพัฒนาไปสู่ภาวะอ้วน ซึ่งเกี่ยวข้องอย่างมากกับการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร เนื่องด้วย ภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังต่างๆ อาทิ โรคหัวใจ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง เป็นต้น ซึ่งจากศึกษาวิจัยของ Polsky และคณะในปี 2015 พบว่า เด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนมีความเสี่ยงของการมีภาวะต่ออินซูลินและระดับกลูโคสในกระแส เลือดสูงซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการเป็นโรคไขมันในเลือดสูง โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคความดันโลหิต สูง โรคเบาหวานชนิดที่ 2 รวมถึงมะเร็งบางชนิด เช่น มะเร็งเต้านม มะเร็งลำไส้ เป็นต้น (Polksy, 2015) และยังมีรายงานว่าผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนนั้นเกิดภาวะหายใจลำบาก มีอาการ นอนกรน เสี่ยงต่อภาวะหยุดหายใจขณะนอนหลับ (Obstructive sleep apnea) ได้ (Patel et al., 2015)

นอกจากนี้ องค์ประกอบต่างๆ ของร่างกาย (Body composition) อาทิ ปริมาณไขมัน มวลกล้ามเนื้อ หรือแม้กระทั่งมวลกระดูกนั้นมีความสัมพันธ์กับคุณภาพชีวิตของเด็กเป็นอย่างมาก จากการรายงานผลการศึกษาของ Morrison และคณะ (2015) พบว่าการมีไขมันในร่างกายสูงจะ ส่งผลต่อการเป็นภาวะซึมเศร้าหรือมีคุณภาพชีวิตที่ต่ำลง และส่งผลต่อสุขภาพทำให้ร่างกายไม่แข็งแรง โดยมีการศึกษาของ Shoup และคณะในปี 2008 พบว่าน้ำหนักตัวที่มากขึ้นในเด็กทำให้เด็กมีกิจกรรม ทางกายต่ำลงส่งผลให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงน้อยลง (Shoup, 2008) จากความสำคัญดังกล่าวทำให้ เห็นว่า ภาวะน้ำหนักเกินนั้นส่งผลต่อสุขสมรรถนะโดยตรง และเป็นที่ยอมรับกันอยู่แล้วว่าสุข สมรรถนะนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในเด็ก เนื่องด้วยสุขสมรรถนะนั้นเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสามารถของ บุคคลที่สามารถปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการทำกิจกรรมใดๆ โดยไม่ เหนื่อยล้าและยังมีกำลังในการทำกิจกรรมนันทนาการอื่นๆ (อรทัย กัลยาวิฑู, 2563) ซึ่งสอดคล้องกับ ถนัดมวงค์ กฤษณ์เพ็ชร (2550) ได้กล่าวว่าสุขสมรรถนะคือความสามารถในการทำกิจกรรมต่างๆใน ชีวิตประจำวันได้อย่างต่อเนื่องด้วยความกระฉับกระเฉงและตื่นตัวรวมถึงเป็นการลดอัตราเสี่ยงต่อการ เกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) คือ

องค์ประกอบที่อยู่ภายในร่างกายซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ น้ำหนักตัวปราศจากไขมันซึ่งเป็นเนื้อเยื่อที่ไม่มีไขมันเป็นส่วนประกอบ เช่น กระดูก กล้ามเนื้อ แร่ธาตุ เป็นต้น เป็นต้น ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular strength and endurance) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกแรงและการรักษาระดับของแรงในการทำงานโดยไม่เกิดความเมื่อยล้า ความอ่อนตัว (Flexibility) คือ ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ เอ็นยึดข้อต่อ เอ็นยึดกล้ามเนื้อที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อในร่างกาย ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ (Cardiorespiratory endurance) คือ ความสามารถของหัวใจ หลอดเลือด เม็ดเลือดที่นำออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อรวมถึงความสามารถของกล้ามเนื้อที่ใช้ออกซิเจนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ถนอมวงษ์ กฤษณ์เพชร, 2555)

ภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการทำงานของหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งเกี่ยวข้องกับการทำงานที่ไม่สมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติซึ่งมีการลดการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเธติก และมีการทำงานที่เพิ่มขึ้นของระบบประสาทซิมพาเธติก วิธีการประเมินการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติสามารถประเมินด้วยวิธีการวัดค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate variability; HRV) ซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย ไม่เป็นอันตรายและมีประสิทธิภาพในการประเมินปัจจัยทางสรีรวิทยาที่มีอิทธิพลต่อจังหวะการเต้นของหัวใจ (วิไลวรรณ กฤษณะพันธ์ และคณะ, 2554) โดยค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจที่สูงขึ้นเป็นสัญญาณของการมีสุขภาพที่ดี ในทางตรงกันข้ามหากค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจมีค่าต่ำลงมักจะแสดงถึงการทำงานที่ผิดปกติของระบบประสาทอัตโนมัติ และยังมีการศึกษารายงานว่า การที่มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system; CNS) ในสมองส่วนของการทำหน้าที่ความคิดความเข้าใจ (Cognitive function) และน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นนี้มีความสัมพันธ์กับความผิดปกติทางระบบประสาทอย่างชัดเจน อาทิ โรคอัลไซเมอร์และภาวะสมองเสื่อมโดยผู้ที่มีน้ำหนักเกินเกณฑ์มีความเสี่ยงเป็นโรคอัลไซเมอร์มากถึง 2 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่มีน้ำหนักตัวปกติ (O'Brien, Hinder, Callaghan, Feldman, 2017) ซึ่งเป็นผลมาจากภาวะน้ำหนักตัวเกินทำให้เกิดการสูญเสียหน้าที่ของระบบประสาทอัตโนมัติซึ่งทำให้เกิดความผิดปกติของการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตและการเผาผลาญพลังงาน รวมถึงยังมีการเพิ่มการทำงานของระบบประสาทซิมพาเธติกทำให้มีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดด้วย (Guarino et al., 2017) ดังเช่นรายงานการวิจัยของ ทศนา จารุชาติ ในปี 2563 กล่าวว่า การมีรอบเอวเกินและมีปริมาณไขมันในช่องท้องมากขึ้นจะนำไปสู่ภาวะดื้อต่อการออกฤทธิ์ของอินซูลินและการสูญเสียหน้าที่ของเยื่อบุผนังหลอดเลือด (Endothelial dysfunction) จนเกิดเป็นกลุ่มอาการเมตะบอลิก เบาหวาน และหลอดเลือดแข็ง โดยเฉพาะค่าสัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพกซึ่งบ่งชี้ถึงการมีไขมันในช่องท้องมากขึ้นนั้นมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มการทำงานของระบบประสาท

ซิมพาเรติกที่มากขึ้นและลดการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเรติกลงอันแสดงถึงการสูญเสียหน้าที่ของระบบประสาทอัตโนมัติ (ทัศนาศา จารุชาติ, 2563)

การศึกษาของ Costa และคณะในปี 2019 ที่ได้ศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวที่มีผลต่อการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติพบว่า การควบคุมอาหารและ การออกกำลังกายสามารถเพิ่มการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเรติกและลดการทำงานของระบบประสาทซิมพาเรติกได้ (Costa et al., 2019) อีกทั้งการศึกษาวิจัยของ Farah และคณะในปี 2018 ได้ศึกษาเกี่ยวกับการมีกิจกรรมทางกายที่ความสัมพันธ์กับความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็ก อ้วนลงพุงพบว่า เด็กที่มีกิจกรรมทางกายที่สูงขึ้นมีความสัมพันธ์กับค่าของความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจที่ดีขึ้น (Farah et al., 2018) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Saechee (2019) ที่ศึกษา ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในผู้ที่ เป็นโรคอ้วนและผู้ที่มีดัชนีมวลกายปกติ พบว่า ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจของผู้ที่เป็นโรคอ้วนวิเคราะห์ด้วยช่วงเวลามีค่าต่ำกว่าผู้ที่มีน้ำหนักปกติ และค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจที่วิเคราะห์ด้วยช่วงความถี่ต่ำและ สัดส่วนของความถี่ต่ำต่อความถี่สูงมีค่าสูงกว่าผู้ที่มีดัชนีมวลกายปกติ ซึ่งบ่งชี้ถึงการทำงานที่เพิ่มขึ้นของระบบประสาทซิมพาเรติกซึ่งเป็นการทำงานผิดปกติของระบบประสาทอัตโนมัติ (Autonomic dysfunction) เมื่อเทียบกับผู้ที่มีค่าดัชนีมวลกายปกติ อย่างไรก็ตามการลดน้ำหนักตัวและการออกกำลังกายเป็นประจำสามารถช่วยปรับปรุงการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติได้ (ทัศนาศา จารุชาติ, 2563) อีกทั้งยังเสริมสร้างสุขสมรรถนะให้ดีขึ้นได้อีกด้วย (ดร.ณัฐวรรณ สุขสม, สุพรรณณ สุขอรุณ และ สุวิมล ทรัพย์วิโรบล, 2553)

จากการรายงานของ American college of sport medicine ในปี 2022 พบว่าการออกกำลังกายในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด19 นั้น การออกกำลังกายแบบหนัก สลับช่วง (High intensity interval training) เป็นการออกกำลังกายรูปแบบหนึ่งที่ยังได้รับความนิยมในการเสริมสร้างสุขภาพ (Thompson, 2022) สำหรับการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (High intensity interval training; HIIT) เป็นการออกกำลังกายที่สามารถพัฒนาได้ทั้งระบบแอโรบิกและ แอนแอโรบิก โดยจะมีทั้งการออกกำลังกายที่ความหนักสูงกับการพัก การกระตุ้นด้วยความหนักสูงกว่าปกติส่งผลให้เกิดความเครียดให้กับระบบพลังงาน เช่นเดียวกับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในระยะยาว ซึ่งการศึกษาของ Abdullah และคณะ (2018) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีความหนักในระดับสูงกับการฝึกแบบต่อเนื่องที่มีความหนักในระดับปานกลางที่มีต่อความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในผู้ใหญ่ที่ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำพบว่า การออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาสามารถปรับปรุงความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในผู้ใหญ่ที่ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำได้ และยังประหยัดเวลาในการออกกำลังกายมากกว่าการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องที่มีความหนักในระดับปานกลาง และมีการศึกษาวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกาย

กายแบบหนักสลับช่วงส่งผลต่อระบบเผาผลาญพลังงานดีกว่าหรือเทียบเท่ากับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกแบบต่อเนื่อง (Freyssin et al., 2016) จากที่กล่าวมาข้างต้นพบว่า การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงนั้นเป็นการออกกำลังกายที่ใช้ระยะเวลาในการออกกำลังกายน้อยและสามารถเผาผลาญพลังงานมากกว่าการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องที่ความหนักระดับปานกลาง นอกจากนี้ยังมีการรายงานวิจัยของ ดรณวรรณ สุขสม, ฮีโรฟูมิ ทานากะ, และ นภัสกร ชื่นศิริ (2559) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการฝึกแบบหนักสลับช่วงที่มีความหนักระดับสูงและสูงมากต่อองค์ประกอบของร่างกายและการตอบสนองของหลอดเลือดในเด็กอ้วนพบว่า การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่มีความหนักสูงมาก 170%VO₂peak สามารถนำมาใช้ออกกำลังกายในเด็กอ้วนได้โดยพัฒนาโครงสร้างและการทำงานของหลอดเลือด ทำให้เห็นว่าการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่มีความหนักระดับสูงและสูงมากสามารถนำมาใช้เป็นแบบฝึกในการออกกำลังกายของเด็กอ้วนได้ (ดรณวรรณ สุขสม, ฮีโรฟูมิ ทานากะ, และ นภัสกร ชื่นศิริ, 2559) เช่นเดียวกับ นภัสกร ชื่นศิริ (2557) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบผลการฝึกออกกำลังกายแบบสลับช่วงที่มีความหนักสูงและที่ความหนักสูงต่อการใช้พลังงานองค์ประกอบของร่างกาย และการทำงานของหลอดเลือดในเด็กอ้วน พบว่าการออกกำลังกายแบบสลับช่วงที่มีความหนักระดับสูงมากสามารถพัฒนาโครงสร้างและการทำงานของหลอดเลือด ซึ่งสอดคล้องกับ วรรุญา ทองใบ (2563) ที่ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาที่มีต่อสุขสมรรถนะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีภาวะน้ำหนักเกินพบว่า โปรแกรมการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาสามารถพัฒนาสุขสมรรถนะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีภาวะน้ำหนักเกินได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีต่อองค์ประกอบของร่างกายและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีภาวะอ้วน ซึ่งพบว่า การฝึกแบบหนักสลับเบาในระยะเวลา 12 สัปดาห์สามารถพัฒนาองค์ประกอบของร่างกายและสมรรถภาพปอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีภาวะอ้วนได้ (สรวิศ ลาภธนชัย, 2562) จึงสามารถสรุปได้ว่าการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาเป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่มีประสิทธิภาพในด้านของการพัฒนาองค์ประกอบทางสรีรวิทยา ผู้วิจัยสามารถนำรูปแบบการออกกำลังกายนี้มาใช้กับเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนได้

อย่างไรก็ตามการออกกำลังกายในกลุ่มที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนนั้นมักจะใช้วิธีการปั่นจักรยานหรือแม้กระทั่งการเดินบนลู่วิ่ง แต่ในปัจจุบันมีการศึกษาการออกกำลังกายบนพื้นทรายที่ใช้ในการฝึกในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนด้วย ดังการศึกษาของ Seyam (2020) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยการเดินบนพื้นทรายร่วมกับการควบคุมอาหารในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 พบว่า สามารถทำให้ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 มีรอบเอวและค่าดัชนีมวลกายลดลง นอกจากนี้ยังมีการรายงานการศึกษาการเปรียบเทียบระหว่างการออกกำลังกายบนพื้นทรายและพื้นแข็งต่อความสามารถในการวิ่งและการกระโดดพบว่า พื้นทรายสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการวิ่ง

และการกระโดดได้ดีกว่าพื้นแข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งหมายความว่า การออกกำลังกายสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ดีกว่าพื้นแข็ง นอกจากนี้ การศึกษายังพบว่าการออกกำลังกายบนพื้นทรายส่งผลให้มีการใช้พลังงานมากกว่าปกติ และยังสามารถช่วยบรรเทาอาการบาดเจ็บจากการออกกำลังกายที่อาจเกิดจากการบาดเจ็บจากการออกกำลังกายได้ ซึ่งเหมาะสำหรับผู้ที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดอาการบาดเจ็บจากการออกกำลังกายที่มีแรงกระแทกสูง (Kim, 2017)

อีกทั้งในปี 2564 การศึกษาของ อรณภา ทศนัยนา ที่ได้้นำการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านจากยางยืด พบว่าโปรแกรมการออกกำลังกายที่ผสมผสานการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านจากยางยืดนั้นทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันลดลงและมีมวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (อรณภา ทศนัยนา, 2564) จากการศึกษาข้างต้นนั้นทำให้เห็นว่าการออกกำลังกายด้วยยางยืดสามารถพัฒนาสุขสมรรถนะของผู้ที่ภาวะน้ำหนักเกินได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่าการออกกำลังกายด้วยยางยืดเป็นการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่สามารถพัฒนาสุขสมรรถนะ การทำงานของระบบต่างๆ ภายในร่างกาย ตัวแปรทางสรีรวิทยาต่างๆ และมีความปลอดภัยเหมาะสมกับการนำมาเป็นอุปกรณ์ในการออกกำลังกายสำหรับกลุ่มคนที่ไม่แข็งแรง เช่น ผู้สูงอายุ เด็กอ้วน หรือแม้กระทั่งผู้ป่วยที่ป่วยเป็นโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เป็นต้น จากการออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นการเพิ่มการใช้พลังงานของกล้ามเนื้อและการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านเป็นการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อทำให้มีการเผาผลาญพลังงานเพิ่มขึ้น (Sarsan et al., 2006)

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนในเด็กเป็นปัญหาสำคัญที่ต้องเร่งแก้ไข เนื่องจากภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนในเด็กนั้นสามารถพัฒนาไปสู่โรคอ้วนในผู้ใหญ่ และส่งผลให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังต่างๆ ซึ่งผู้วิจัยจะประยุกต์ใช้การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงโดยการเดินบนพื้นทราย ร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านจากยางยืด เพื่อที่จะพัฒนาสุขสมรรถนะและปรับปรุงความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนที่มีอายุ 13 – 15 ปี โดยผลของโปรแกรมการออกกำลังกายนี้จะเป็นทางเลือกหนึ่งในการออกกำลังกายที่ไม่ต้องพึ่งพาจักรยานหรือลู่วิ่ง อันจะช่วยเสริมสร้างสุขสมรรถนะและปรับปรุงการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติของเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนต่อไป

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนที่มีอายุ 13 – 15 ปี

ขอบเขตของงานวิจัย

ประชากร

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาโรงเรียนสั๊กงามวิทยา จังหวัดกำแพงเพชร ปีการศึกษา 2566 จำนวน 494 คน

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนสั๊กงามวิทยา จังหวัดกำแพงเพชร ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนเพศชายและหญิง ที่มีอายุ 13 – 15 ปี ที่มีค่ามัธยฐานของน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงมากกว่า +2S.D. เมื่อเทียบกับน้ำหนักกับค่ามัธยฐานของน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงโดยใช้กราฟแสดงเกณฑ์อ้างอิงการเจริญเติบโตน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงของเด็กไทยอายุ 6 – 19 ปี จำแนกตามเพศของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2563 (กรมอนามัย, 2564)

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรต้น คือ โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทราย

ตัวแปรตาม คือ สุขสมรรถนะ และความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ

ข้อตกลงเบื้องต้น

ในการทำวิจัยครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนในจังหวัดกำแพงเพชร ทั้งเพศชายและหญิง ที่มีอายุระหว่าง 13 – 15 ปี และมีความสมัครใจเข้าร่วมในการทำวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

เด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนในจังหวัดกำแพงเพชร ปีการศึกษา 2565 ที่มีอายุ 13 – 15 ปี เพศชายและเพศหญิง ที่มีค่ามัธยฐานของน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงมากกว่า +2S.D. เมื่อเทียบกับน้ำหนักกับค่ามัธยฐานของน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงโดยใช้กราฟแสดงเกณฑ์อ้างอิงการเจริญเติบโตน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงของเด็กไทยอายุ 6 – 19 ปี จำแนกตามเพศของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2563 (กรมอนามัย, 2564)

การฝึกออกกำลังกายแบบสลับช่วง หมายถึง การฝึกออกกำลังกายที่มีช่วงสลับระหว่างช่วงที่ออกกำลังกายหนักกับช่วงที่ออกกำลังกายเบา

การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูง หมายถึง การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง โดยมีช่วงความหนักระดับสูงที่ 60 - 89%HRR สลับกับความหนักระดับเบาที่ 30 -

39%HRR ซึ่งในงานวิจัยนี้ฝึกออกกำลังกายที่ความหนักระดับสูงด้วยการเดินบนพื้นทรายร่วมกับการใช้ยางยืดห่วงเล็กสลับกับการลดความเร็วของการเดินและลดการใช้ยางยืด โดยใช้เวลาในการออกกำลังกายทั้งหมด 40 – 47 นาที

สุขสมรรถนะ หมายถึง ความสามารถทางกายในการทำกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคที่เกิดจากการขาดการออกกำลังกายได้ ประกอบด้วย องค์ประกอบของร่างกาย ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ

ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ หมายถึง ตัวบ่งชี้ถึงการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ ได้แก่ ระบบประสาทซิมพาเทติก และระบบประสาทพาราซิมพาเทติก ซึ่งสะท้อนถึงความสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติโดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลและประเมินการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจที่มีการผันผวนในช่วงเวลาระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจในแต่ละครั้งด้วยวิธีการประเมินที่ไม่มีการนำอุปกรณ์ใส่เข้าไปในร่างกาย

สมมติฐานของการวิจัย

การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนช่วยปรับปรุงสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจดีกว่ากลุ่มควบคุม

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้ทราบถึงผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน
2. ได้องค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับวิธีการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน
3. เป็นแนวทางในการวางแผนจัดโปรแกรมกิจกรรมทางกายสำหรับเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนที่เหมาะสม
4. เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับงานวิจัยในอนาคต

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเรื่อง ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกิน ดังนั้นจึงได้รวบรวมเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศไว้เป็นข้อมูลในการศึกษาค้นคว้า วิจัย ซึ่งนำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน
 - 1.1 ความหมายของภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน
 - 1.2 สาเหตุของภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน
 - 1.3 ผลกระทบจากภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน
 - 1.4 การประเมินภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน
2. สุขสมรรถนะ
 - 2.1 ความหมายและความสำคัญของสุขสมรรถนะ
 - 2.2 องค์ประกอบของสุขสมรรถนะ
 - 2.3 การทดสอบสุขสมรรถนะ
3. ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ
 - 3.1 ความหมายของความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ
 - 3.2 สมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน
 - 3.3 วิธีการวัดความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ
 - 3.4 ประโยชน์ของค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ
4. การออกกำลังกาย
 - 4.1 ความหมายของการออกกำลังกาย
 - 4.2 ประเภทของการออกกำลังกาย
 - 4.3 หลักการออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกาย
5. การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง
 - 5.1 ความหมายของการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง
 - 5.2 หลักการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง
 - 5.3 การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงกับเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน

6. การออกกำลังกายบนพื้นทราย
 - 6.1 รูปแบบการออกกำลังกายบนพื้นทราย
 - 6.2 ประโยชน์ของการออกกำลังกายบนพื้นทราย
 - 6.3 ผลของการออกกำลังกายบนพื้นทราย
7. การออกกำลังกายด้วยยางยืด
 - 7.1 การออกกำลังกายด้วยยางยืด
 - 7.2 หลักการออกกำลังกายด้วยยางยืด
 - 7.3 พื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ของการฝึกด้วยแรงต้านจากยางยืด
 - 7.4 ประโยชน์ของการฝึกด้วยแรงต้านจากยางยืด
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 8.2 งานวิจัยต่างประเทศ
9. กรอบแนวคิดการวิจัย

1. ภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน

1.1 ความหมายของภาวะน้ำหนักเกิน

ภาวะน้ำหนักเกิน (Overweight) หมายถึง ภาวะที่เกิดจากการได้รับพลังงานจากอาหารเกินความต้องการของร่างกาย และเก็บสะสมไว้จนเกิดอาการปรากฏ เช่น ได้รับสารอาหารที่ให้พลังงานมากเกินไปจนมีการสะสมพลังงานไว้ในร่างกายในรูปของไขมันเพิ่มขึ้นทำให้เกิดโรคอ้วน (Obesity) ตามมาซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบในภายหลังได้ (Kantachuvessiri, 2010)

ภาวะน้ำหนักเกินเป็นภาวะที่ร่างกายมีน้ำหนักมากกว่าปกติ โดยมีการสะสมของไขมัน ได้ผิวหนังซึ่งเกินไปจากมาตรฐานที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก (WHO, 2004) ตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไป ส่วนภาวะอ้วน หมายถึงสภาวะร่างกายที่มีน้ำหนักเกินกว่าปกติ โดยมีการสะสมไขมัน (Body fat) ทั้งร่างกายมากกว่าปกติ หรือมีไขมันภายในช่องท้องและไขมันใต้ผิวหนังหน้าท้องเพิ่มขึ้นหรืออ้วนลงพุง ที่เกิดจากการได้รับปริมาณสารอาหารมากกว่าพลังงานที่ถูกใช้ไป ซึ่งอาจส่งผลเสียต่อสุขภาพ (กฤษดา ศิรามพุช, 2549)

ภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน หมายถึง ภาวะที่มีน้ำหนักสูงกว่ามาตรฐาน เนื่องจากมีไขมันมาก การพิจารณาว่ามีภาวะน้ำหนักเกินนั้นจะใช้น้ำหนักเทียบกับส่วนสูง ซึ่งการที่จะบ่งบอกได้ว่าบุคคลใดมีภาวะน้ำหนักและอ้วนนั้นสามารถตรวจสอบจากการวัดค่าดัชนีมวลกาย (Body mass index; BMI)

ซึ่งคำนวณโดยน้ำหนักตัว (กิโลกรัม) หารด้วยส่วนสูง (เมตร) ยกกำลังสองซึ่งกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้กำหนดช่วงของดัชนีมวลกายสำหรับประชากรเอเชียไว้ ดังนี้

ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) < 18.5	หมายถึง ผอม
= 18.5 – 22.9	หมายถึง ปกติ
= 23.0 – 24.9	หมายถึง น้ำหนักเกิน
= 25.0 – 29.0	หมายถึง อ้วนระดับ 1
≥ 30	หมายถึง อ้วนระดับ 2

(กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2566)

ภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน (Overweight and obese) สรุปได้ว่า เป็นภาวะที่ร่างกายมีการสะสมของไขมันในส่วนต่างๆ ของร่างกายมากกว่าปกติ โดยจะพิจารณาจากการนำน้ำหนักเทียบกับส่วนสูง โดยมีดัชนีมวลกายมากกว่า 22.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตร แต่หากค่าดัชนีมวลกายมากกว่า 24.9 กิโลกรัมต่อตารางเมตรจะถือว่าเป็นภาวะอ้วน

1.2 สาเหตุของภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน

ภาวะน้ำหนักเกิน เป็นการขาดสมดุลของร่างกายระหว่างพลังงานที่รับและพลังงานที่ใช้ไป เมื่อพลังงานที่ได้รับถูกใช้ไปไม่หมดก็จะเกิดการสะสมในรูปของไขมัน ทำให้มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลจากหลายปัจจัยร่วมกันดังนี้

พันธุกรรม

การศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยทางพันธุกรรมนั้น จากการศึกษาของ Reilly และคณะ (2005) พบว่าในเด็กโรคอ้วนแต่กำเนิดจำนวน 8,234 ราย เด็กที่เกิดในครอบครัวที่เป็นโรคอ้วนทั้งบิดาและมารดาเด็กจะมีโอกาสเป็นโรคอ้วนถึง 10 เท่า หากบิดาหรือมารดาเป็นโรคอ้วนเท่านั้นเด็กก็มีโอกาสเป็นโรค อ้วนถึง 4 เท่า เมื่อเทียบกับเด็กในครอบครัวที่ไม่มีใครอ้วนเลยในครอบครัว (Reilly et al., 2005)

การเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน

การเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน (Hormonal changes) จากการศึกษาพบว่าเพศหญิงเมื่อเข้าสู่วัยหมด ประจำเดือนจะมีการสร้างฮอร์โมนเอสโตรเจนลดลงส่งผลให้อัตราการเผาผลาญลดลงทำให้เกิดโรคอ้วนลงพุง และ เพศหญิงที่มีประจำเดือนเร็วมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคอ้วนลงพุงสูงกว่าที่มีประจำเดือนตามปกติ จากการศึกษาในกลุ่ม ตัวอย่างเพศหญิงจำนวน 1,207 ราย พบว่าหญิงที่เป็นประจำเดือนครั้งแรกก่อนอายุ 12 ปี (ร้อยละ 25) มีความเสี่ยงในการเกิดโรคอ้วนลงพุงสูงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่มีประจำเดือนครั้งแรกที่อายุมากกว่า 14 ปี (ร้อยละ 22.4) (Anagnostis et al., 2009)

ความเครียด

ความเครียดอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานส่งผลให้เกิดความผิดปกติทางระบบเมตาบอลิซึม โดยเมื่อเกิดความเครียด ร่างกายจะหลั่งฮอร์โมนจากต่อมหมวกไตที่เรียกว่ากลูโคคอร์ติคอยด์ (Glucocorticoids) ได้แก่ คอร์ติซอล (Cortisol) ซึ่งจะไปลดการใช้กลูโคสที่เนื้อเยื่อต่างๆ เช่น กล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อไขมัน โดยกระตุ้นเซลล์ ให้ใช้โปรตีนและไขมันเป็นแหล่งพลังงานแทน และเพิ่มการขับกลูโคสออกจากตับทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น และ นำเอากลูโคสส่วนเกินไปสร้างเป็นไกลโคเจนเก็บสะสมไว้ที่ตับนอกจากนี้ยังออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของอินซูลินทำให้เกิดภาวะน้ำตาลในเลือดสูงโดยเฉพาะในผู้ป่วยเบาหวาน (Jellinger et al., 2012)

สิ่งแวดล้อมและรูปแบบการดำรงชีวิต

สิ่งสำคัญของสภาพแวดล้อมของเด็กในปัจจุบันคือการมีวิถีชีวิตที่สะดวกสบายขึ้นกว่าอดีต และการขาดการเคลื่อนไหวของร่างกาย เด็กไทยมักจะใช้เวลาดูโทรทัศน์นานถึงหนึ่งในห้าของเวลาว่าง ทั้งวันทำให้มีการใช้พลังงานลดน้อยลงโดยทั่วไปความต้องการพลังงานของคนเราต่อวันประมาณ 20-35 แคลอรีต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ต้องใช้มากน้อยในแต่ละวันวิธีการคำนวณแคลอรีที่ต้องการใช้ในแต่ละวันในเพศชายเท่ากับน้ำหนักตัวเป็นกิโลกรัมคูณด้วย 31 โดยเฉลี่ยประมาณ 2,000 กิโลแคลอรีส่วนเพศหญิงเท่ากับน้ำหนักตัวเป็นกิโลกรัมคูณด้วย 27 โดยเฉลี่ยประมาณ 1,600 กิโลแคลอรี (Abegg et al., 2017)

การออกกำลังกายหรือการมีกิจกรรมทางกาย

ปกติร่างกายจะนำพลังงานที่ได้จากการดูดซึมอาหารไปใช้เรียกว่าการใช้พลังงานทั้งหมดในแต่ละวัน (Total daily energy expenditure; TDEE) ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ปัจจัย ได้แก่

1) อัตราการเผาผลาญพลังงานพื้นฐาน (Basal metabolic rate; BMR) เช่นการเต้นของหัวใจเพื่อสูบฉีดเลือด, การผลิตฮอร์โมนรวมถึงการทำงานของอวัยวะต่างๆในร่างกายใช้พลังงาน 60 - 80% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดในแต่ละวัน

2) พลังงานที่ใช้ในการย่อยอาหาร (Thermic effect of food) 10% ของการใช้พลังงานทั้งหมดในแต่ละวัน

3) การใช้พลังงานในกิจกรรมทางกายด้วยการออกกำลังกาย 15 - 30% ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดในแต่ละวันซึ่งอาจมีการใช้พลังงานในส่วนนี้น้อยจะทำให้มีการสะสมของพลังงานตามส่วนต่างๆของร่างกายในรูปแบบของไขมัน (Heydenreich. J. et al., 2017) ซึ่งในแต่ละบุคคลจะใช้พลังงานในแต่ละวันไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับความหนักของกิจกรรมเพศ วัย และองค์ประกอบของร่างกาย โดยการมีกิจกรรมทางกายที่มากขึ้นจะใช้พลังงานมากขึ้นและเพศชายใช้พลังงานมากกว่าเพศหญิงเนื่องจากมีมวลกล้ามเนื้อที่มากกว่า (Kazunori et al., 2012)

การนอน

มีการศึกษาในเด็กที่เสี่ยงต่อภาวะน้ำหนักเกินพบว่าจะมีระยะเวลาการนอนน้อยกว่าเด็กรูปร่างปกติซึ่งการนอนน้อยนั้นจะมีผลต่อการลดของสารเลปตินส่งผลต่อสมองส่วนไฮโปทาลามัส อย่างไรก็ตามระยะเวลาที่นอนกับความเสี่ยงต่อโรคอ้วนในเด็กนั้นไม่เพียงแต่เด็กที่นอนน้อยจะเสี่ยงต่อโรคอ้วนเท่านั้น เด็กที่นอนมากเกินไปก็เสี่ยงต่อโรคอ้วนเช่นกัน จากการศึกษาของ Chaput และคณะ (2014) ได้ติดตามอาสาสมัครระยะเวลาเฉลี่ย 6 ปี พบว่าการนอนไม่เกิน 6 ชั่วโมงหรือนอนมากกว่า 9 ชั่วโมง จะมีการเพิ่มขึ้นของเนื้อเยื่อไขมัน (Adipose tissue) เมื่อเทียบกับกลุ่มที่นอน 7-8 ชั่วโมง และยังพบอีกว่าการปรับพฤติกรรมนอนของกลุ่มที่นอนน้อยกว่า 6 ชั่วโมงให้มานอน 7 - 8 ชั่วโมงมีผลทำให้เนื้อเยื่อไขมันในร่างกายลดลงด้วยเช่นกัน (Chaput et al., 2014)

1.3 ผลกระทบจากภาวะน้ำหนักเกิน

จากการศึกษาคนที่มีความเสี่ยงน้ำหนักเกินมักจะมีอายุที่สั้นกว่าคนที่มีความเสี่ยงต่ำกว่าเกณฑ์ เนื่องจากภาวะน้ำหนักเกินนำไปสู่การเป็นโรคอ้วน และยังเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังต่างๆ ได้แก่

โรคหัวใจและหลอดเลือด

เด็กโรคอ้วนมักมีความดันเลือดสูงโดยเฉพาะเด็กที่มีน้ำหนักแรกเกิดน้อย และความดันเลือดสูงสัมพันธ์กับมวลไขมันอย่างมีนัยสำคัญโดยที่ไม่มีอาการอาจพบการทำงานของหลอดเลือดผิดปกติ หลอดเลือดแดงมีผนังหนาและอุดตันกล้ามเนื้อหัวใจทำงานผิดปกติและเกิดโรคหัวใจขาดเลือดเด็กที่เป็นโรคอ้วนรุนแรงอาจพบความดันเลือดสูงในปอดสูง และหัวใจซีกขวาล้มเหลวเกิดอันตรายรุนแรงหรือเสียชีวิตได้ ความชุกของโรคความดันโลหิตสูงพบสูงขึ้นในเด็กที่เป็นโรคอ้วนถึง 8.5 เท่า และพบโรคไขมันในเลือดสูง ถึง 3.1-8.3 เท่า เมื่อเทียบกับเด็กน้ำหนักตัวปกติในวัยเดียวกัน (Piernas et al., 2016)

โรคทางเดินหายใจ

เด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินจะมีไขมันสะสมในร่างกายสูงและการทำงานในการหายใจเพิ่มขึ้น ทำให้มีสมรรถภาพปอดลดลงอาจมีปัญหาลดลงของการหยุดหายใจขณะหลับจากภาวะทางเดินหายใจอุดกั้น (Obstructive sleep apnea; OSA) (Kassim et al., 2016) โดยมักมีอาการนอนกรนเสียงดัง และมีอาการหยุดหายใจ ผวาตื่นฝันร้าย หรือปัสสาวะรดที่นอนเวลากลางคืน ปวดศีรษะและง่วงนอนเวลากลางวันรวมทั้งผลการเรียนตกต่ำถ้ามีการวัดระดับความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดจะพบว่าต่ำกว่าร้อยละ 90 ตั้งแต่ช่วงเวลาของการนอนหลับอย่างน้อย 6 ชั่วโมงขึ้นไป ในโรคอ้วนที่รุนแรงอาจพบการหายใจไม่พอมีภาวะคาร์บอนไดออกไซด์คั่งและขาดออกซิเจน เรียกกลุ่มอาการนี้ว่า Pickwicklan syndrome ซึ่งหากไม่ได้รับการแก้ไขจะเกิดความดันเลือดสูงในปอดสูง (สุนทรี รัตนเอก และคณะ,

2557) โรคทางเดินหายใจอุดกั้นขณะหลับ (Obstructive sleep apnea; OSA) มักพบกลุ่มอาการนี้ในเด็กโรคอ้วนมากกว่าน้ำหนักปกติถึง 6 เท่า (Kaditis et al., 2016)

ข้อต่อ (ข้อเสื่อม)

เมื่อแบ่งการกระจายตัวของน้ำหนักเป็นร้อยละ พบว่าผู้ที่มีน้ำหนักตัวอยู่ในช่วงมากกว่าร้อยละ 20 มีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคข้อเข่าเสื่อม 7 – 10 เท่าของผู้มีน้ำหนักปกติ และพบว่าการลดน้ำหนักในคนอ้วนช่วยป้องกันอาการเริ่มต้นของโรคข้อเข่าเสื่อมและบรรเทาอาการในผู้ที่เป็นโรคข้อเข่าเสื่อม (ศศิธร อุตสาหกิจ, 2551)

นอกจากนี้การที่มีน้ำหนักตัวที่มากทำให้น้ำหนักตัวกดลงบนกระดูกข้อเข่าและข้อเท้าทำอันตรายต่อแผ่นเยื่อเจริญกระดูกเข่าด้านใน (Proximal medial tibial growth plate) ทำให้เกิดขาโก่ง (Blount disease) สำหรับวัยรุ่นโรคอ้วนมักมีต้นขาใหญ่ทำให้เกิดโรคหัวกระดูกสะโพกเลื่อน (Slipped capital femoral epiphysis) ขาฉิ่ง (Knock knee) และเกิดกระดูกหักได้เวลาล้ม (สุนทรีรัตน์เอก และคณะ, 2557) และภาวะเยื่อเจริญของหัวกระดูกต้นขาเคลื่อนในเด็ก (Slipped capital femoral epiphysis) จากการศึกษา พบว่าเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินเกณฑ์มาตรฐานมีคะแนนคุณภาพชีวิต (Morbidity score) ต่ำกว่าเด็กที่มีน้ำหนักตัวอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ($17.0-6.8$ และ 11.6 ± 2.8 ตามลำดับ) และเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินเกณฑ์มาตรฐานมีปัญหาเรื่องเจ็บบริเวณส่วนหน้าของเข่าได้ถึงร้อยละ 21.4 เมื่อเทียบกับเด็กที่มีน้ำหนักตัวอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานพบเพียงร้อยละ 16.73 (Taylor et al., 2006)

เบาหวานชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2

เกิดจากความผิดปกติของกระบวนการเผาผลาญพลังงานที่มาจากการไม่หลั่งอินซูลิน รวมถึงความผิดปกติของเบต้าเซลล์ไอส์ลอปแลงเกอร์ฮาน (β – Langerhans islet cells) ที่ทำหน้าที่ในการหลั่งอินซูลินและมีจำนวนถึง 70% ของจำนวนเซลล์ทั้งหมดในตับอ่อน (Pancreas) หรืออาจเกิดจากความบกพร่องของเนื้อเยื่อที่ติดต่ออินซูลิน ซึ่งเบาหวานชนิดที่ 2 กับโรคอ้วนนั้นมีความสัมพันธ์กันโดยมีการต้านทานอินซูลิน และพบว่าดัชนีมวลกายที่มากขึ้นมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับการโรคเบาหวานและการต้านทานอินซูลินที่สูงขึ้น (Goblan, Alfi and Khan, 2014)

โรคหืด

MacBean และคณะ (2017) ได้กล่าวว่าเด็กที่ป่วยเป็นโรคหืดและมีค่าดัชนีมวลกายที่เพิ่มขึ้นทำให้ความสามารถในการควบคุมอาการหืดลดลง และส่งผลให้อาการหืดสามารถกำเริบได้ง่ายกว่าปกติซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Bender, Fuhlbrigge, Walders, and Lening. (2007) ที่พบว่าเด็กอ้วนและมีโรคหืดเป็นโรคประจำตัวจะมีแนวโน้มในการออกกำลังกายน้อยลงซึ่งเป็นผลมาจากระดับของค่าดัชนีมวลกาย (Body mass index; BMI) เพิ่มขึ้นส่งผลให้เกิดอาการเหนื่อยง่ายจนสามารถนำมาสู่การกำเริบของโรคหืดได้

1.4 การประเมินภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน

ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน หมายถึง การสะสมไขมันที่ผิดปกติหรือมากเกินไปซึ่งทำให้เกิดปัจจัยเสี่ยงต่อสุขภาพ การประเมินภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนสำหรับวัยเรียนและวัยรุ่นไทยมีหลายเกณฑ์ สำหรับเกณฑ์ที่นิยมนำมาใช้ ได้แก่

การเปรียบเทียบน้ำหนักกับค่ามัธยฐานของน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง (Median weight for height) โดยใช้กราฟแสดงเกณฑ์อ้างอิงน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงของเด็กไทยอายุ 1 วัน -19 ปี

การเปรียบเทียบน้ำหนักกับค่ามัธยฐานของน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง (Median weight for height) โดยใช้กราฟแสดงเกณฑ์อ้างอิงน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงของเด็กไทยอายุ 1 วัน -19 ปี จำแนกตามเพศ ของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2542 และแปลผล ดังตารางที่ 1

ตาราง 1 การแปลผลน้ำหนักกับค่ามัธยฐานของน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงของเด็กไทยอายุ 1 วัน - 19 ปี

ค่ามัธยฐานของน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง	การแปลผล
> +2 S.D. ถึง ≤ + 3S.D.	ภาวะน้ำหนักเกิน
> + 3 S.D.	อ้วน

หมายเหตุ. จาก “ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในวัยเรียนและวัยรุ่นไทย,” โดย กัลยาณี โนนินทร์, 2553, วารสารพยาบาลทหารบก, 18(พิเศษ), น.3.

ดัชนีมวลกาย (Body mass index หรือ BMI)

ดัชนีมวลกายเป็นเกณฑ์มาตรฐานสากลในการจำแนกน้ำหนักของร่างกายในผู้ใหญ่ตั้งแต่อายุ 20 ปีขึ้นไป ที่ประเทศต่างๆ ทั่วโลกนิยมนำไปใช้เนื่องจากวิธีการประเมินไม่ยุ่งยาก และเป็นการวัดปริมาณไขมันที่สะสมในร่างกายทั้งหมด (Total body fat) แต่มีข้อจำกัดคือไม่สามารถจำแนกได้ว่าเป็น ไขมันในช่องท้อง (Visceral fat) หรือไขมันที่อยู่ใต้ผิวหนัง (Subcutaneous fat) ดัชนีมวลกายคำนวณได้จากน้ำหนักหน่วยเป็นกิโลกรัมหารด้วยความสูงหน่วยเมตรยกกำลังสองซึ่งกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้กำหนดช่วงของดัชนีมวลกายสำหรับประชากรเอเชียไว้ ดังตารางที่ 2

ตาราง 2 ตารางแสดงช่วงของดัชนีมวลกายสำหรับประชากรเอเชีย

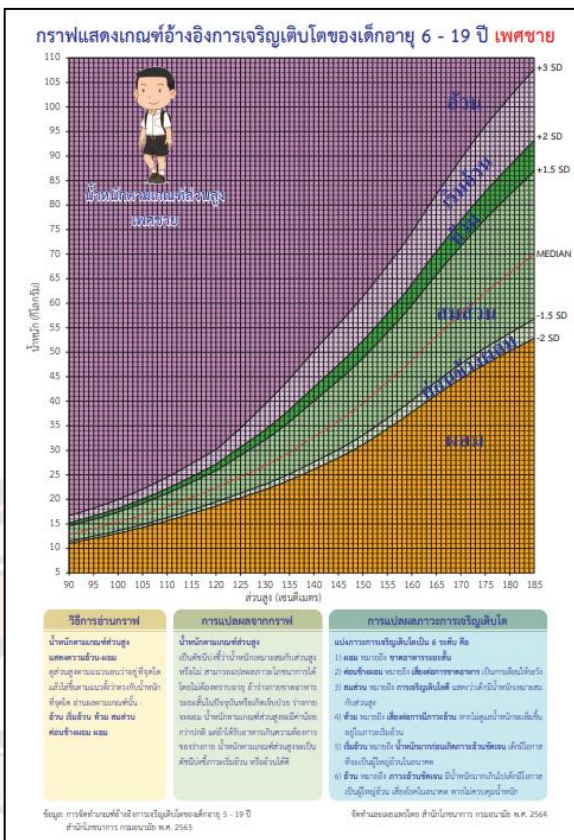
ดัชนีมวลกาย	การแปลผล
< 18.5	ผอม
18.5 – 22.9	ปกติ
23.0 – 24.9	น้ำหนักเกิน
25.0 – 29.0	อ้วนระดับ 1
≥ 30	อ้วนระดับ 2

การประเมินภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน โดยใช้เกณฑ์น้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงของเด็กไทยอายุ 5-18 ปี จำแนกตามเพศของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2563 การประเมินภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนโดยใช้เกณฑ์น้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงของเด็กไทยอายุ 6 - 19 ปี จำแนกตามเพศของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2563 และแปลผล ดังตารางที่ 3

ตาราง 3 การแปลผลน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงของเด็กไทยอายุ 6 – 19 ปี

น้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง	การแปลผล
≥ -1.5 S.D. ถึง + 1.5 S.D.	ปกติ
> +1.5 S.D. ถึง ≤ + 2 S.D.	ท้วม
> +2 S.D. ถึง ≤ + 3 S.D.	เริ่มอ้วน
> + 3 S.D.	อ้วน

หมายเหตุ. จาก “คู่มือการใช้เกณฑ์อ้างอิงการเจริญเติบโตของเด็กอายุ 6 – 19 ปี (พิมพ์ครั้งที่ 2 น. 26),” โดย สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2564, โดยบริษัททีเอส อินเทอร์เน็ต จำกัด.



ภาพ 2 เกณฑ์อ้างอิงการเจริญเติบโต ของเพศชาย อายุ 6 – 19 ปี

หมายเหตุ. จาก “คู่มือการใช้เกณฑ์อ้างอิงการเจริญเติบโตของเด็กอายุ 6 – 19 ปี (พิมพ์ครั้งที่ 2 น. 58),” โดย สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2564, โดยบริษัททีเอส อินเทอร์เน็ต จำกัด.

2. สุขสมรรถนะ

2.1 ความหมายและความสำคัญของสุขสมรรถนะ

ถนนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร (2555) กล่าวว่า สุขสมรรถนะ หมายถึงความสามารถของร่างกาย ในการประกอบภารกิจประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่เหน็ดเหนื่อยง่ายประกอบด้วย องค์ประกอบของร่างกาย ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอดทนของระบบ ไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจและความอ่อนตัว

กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา (2556) กล่าวว่า สุขสมรรถนะ หมายถึง สมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาและเพิ่มการทำงานของร่างกายซึ่งจะมีส่วนช่วยลดปัจจัย

เสี่ยงในการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังต่างๆ ได้ เช่น โรคความดันโลหิตสูงตลอดจนปัญหาสุขภาพต่างๆ ที่เกิดจากการไม่ออกกำลังกาย

สุขสมรรถนะ (Health-related physical fitness) หมายถึง ความสามารถประกอบกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีพลังงานเหลือพอที่จะสามารถใช้ในการกิจกรรมนันทนาการในเวลาว่างและในยามฉุกเฉินได้ประกอบด้วย คือ องค์ประกอบของร่างกาย (Body Composition) ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular strength and endurance) ความอ่อนตัว (Flexibility) ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ (Cardiorespiratory endurance) (ธีระวรรณ สุธรรม 2559)

ฉัตรพร ตระกูลศรี (2563) กล่าวว่า สุขสมรรถนะ คือ ความสามารถของร่างกายในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างดีอันจะส่งเสริมให้ร่างกายเกิดสมรรถภาพทางกายที่สามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคที่เกิดจากการขาดการออกกำลังกายได้

ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า สุขสมรรถนะ หมายถึง ความสามารถทางกายในการทำกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคที่เกิดจากการขาดการออกกำลังกายได้ ประกอบด้วย องค์ประกอบของร่างกาย ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ

2.2 องค์ประกอบของสุขสมรรถนะ

สุขสมรรถนะ หมายถึง สุขสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสุขภาพและเพิ่มความสามารถในการทำงานของร่างกายซึ่งจะมีส่วนช่วยในการลดปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรคต่างๆ ได้ เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจโรคความดันโลหิตสูงโรคปวดหลังตลอดจนปัญหาต่างๆ ที่เกิดจากการขาดการออกกำลังกาย (สุพิตร สมานิติ, 2549) ซึ่งประกอบด้วย

2.2.1 องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) หมายถึง ส่วนต่างๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นน้ำหนักตัวของร่างกายโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นไขมัน (Fat mass) และส่วนที่ปราศจากไขมัน (Fat - free mass) เช่น กระดูกกล้ามเนื้อและแร่ธาตุต่างๆ ในร่างกายโดยทั่วไป องค์ประกอบของร่างกายจะเป็นดัชนีประมาณค่าที่ทำให้ทราบถึงร้อยละของน้ำหนักที่เป็นส่วนของไขมันที่มีอยู่ในร่างกายซึ่งอาจจะหาค่าตอบที่เป็นสัดส่วนกันได้ระหว่างไขมันในร่างกายกับน้ำหนักของส่วนอื่นๆ ที่เป็นองค์ประกอบ เช่น ส่วนของกระดูก กล้ามเนื้อ และอวัยวะต่างๆ การรักษาร่างกายให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมจะช่วยลดโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคอ้วนซึ่งโรคอ้วนจะเป็นจุดเริ่มต้นของการเป็นโรคที่เสี่ยงต่ออันตรายต่อไปอีกมาก เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ หัวใจวาย และ โรคเบาหวาน เป็นต้น

2.2.2 ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular strength and endurance) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อหรือกลุ่มกล้ามเนื้อที่ออกแรงด้วยความพยายามในครั้งหนึ่งๆ เพื่อด้านกับแรงต้านทานความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะทำให้เกิดความตึงตัวเพื่อใช้แรงในการดึงหรือยกของต่างๆ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะช่วยทำให้ร่างกายทรงตัวเป็นรูปร่างขึ้นมาได้หรือที่เรียกว่าความแข็งแรงเพื่อรักษาทรงตัวซึ่งจะเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่ช่วยให้ร่างกายทรงตัวต้านกับแรงโน้มถ่วงของโลกให้อยู่ได้โดยไม่ล้มเป็นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวขั้นพื้นฐาน เช่น การวิ่ง การกระโดด การเขย่ง การกระโจน การกระโดดขาเดียว การกระโดดสลับเท้า เป็นต้น ความแข็งแรงอีกชนิดหนึ่งของกล้ามเนื้อเรียกว่าความแข็งแรงเพื่อเคลื่อนไหวในมุมต่างๆ ได้แก่ การเคลื่อนไหวแขนและขาในมุมต่างๆ เพื่อเล่นเกมกีฬา การออกกำลังกาย หรือการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวัน เป็นต้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการเกร็งเป็นความสามารถของร่างกายหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายในการต้านทานแรงที่มากระทำจากภายนอกได้โดยไม่ล้มหรือสูญเสียการทรงตัว และในส่วนของความอดทนของกล้ามเนื้อเป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะรักษาระดับการใช้แรงปานกลางได้เป็นเวลานานโดยการออกแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ติดต่อกันเป็นเวลานานๆ หรือหลายครั้งติดต่อกันความอดทนของกล้ามเนื้อสามารถเพิ่มมากขึ้นได้โดยการเพิ่มจำนวนครั้งในการปฏิบัติกิจกรรมซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยเช่น อายุ เพศ ระดับสมรรถภาพทางกาย และชนิดของการออกกำลังกาย

2.2.3 ความอ่อนตัว (Flexibility) เป็นความสามารถของข้อต่อต่างๆ ของร่างกายที่เคลื่อนไหวได้เต็มช่วงของการเคลื่อนไหวการพัฒนาด้านความอ่อนตัวทำได้โดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและเอ็นหรือการใช้แรงต้านทานในกล้ามเนื้อและเอ็นให้ต้องทำงานมากขึ้นการยืดเหยียดของกล้ามเนื้อทำได้ทั้งแบบอยู่กับที่หรือแบบที่มีการเคลื่อนไหวเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดควรใช้การยืดเหยียดของกล้ามเนื้อในลักษณะอยู่กับที่คืออวัยวะส่วนแขนและขาหรือลำตัวจะต้องเหยียดจนกว่ากล้ามเนื้อจะรู้สึกตึงและอยู่ในท่าเหยียดกล้ามเนื้อในลักษณะนี้ประมาณ 10-15 วินาที

2.2.4 ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ (Cardiorespiratory endurance) เป็นความสามารถของหัวใจและหลอดเลือดที่จะลำเลียงออกซิเจนและสารอาหารต่างๆ ไปยังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกแรงในขณะทำงานทำให้ร่างกายทำงานได้เป็นระยะเวลาเวลานาน และขณะเดียวกันก็นำสารที่ไม่ต้องการซึ่งเกิดขึ้นภายหลังการทำงานของกล้ามเนื้อออกจากกล้ามเนื้อที่ใช้งานในการพัฒนาหรือเสริมสร้างสมรรถภาพด้านนี้จะต้องให้มีการเคลื่อนไหวร่างกายโดยใช้ระยะเวลาติดต่อกันประมาณ 10-15 นาทีขึ้นไป

2.3 การทดสอบสุขสมรรถนะ

ตาราง 4 รายการทดสอบสุขสมรรถนะและวิธีการทดสอบ

รายการทดสอบสุขสมรรถนะ	วิธีการทดสอบ
องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)	นำค่าน้ำหนักส่วนสูงที่ได้มาคำนวณหาค่าดัชนีมวลกาย (Body mass index)
ความอ่อนตัว (Flexibility)	นั่งงอตัวไปข้างหน้า (Sit and reach)
ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular strength and endurance)	ดันพื้นประยุกต์ 30 วินาที (30 Seconds modified push ups) ลูก – นั่ง 60 วินาที (60 Seconds sit ups)

หมายเหตุ. จาก “คู่มือแบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายของเด็กเยาวชน และประชาชนไทย (น.13),” โดย สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2562, กรุงเทพฯ: บริษัท เวิลด์ เอ็กซ์เพิร์ท จำกัด.

ตาราง 5 รายการทดสอบความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจและวิธีการทดสอบ

รายการทดสอบ	วิธีการทดสอบ
ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ (Cardiorespiratory endurance)	การทดสอบ 20m Shuttle run test

หมายเหตุ. จาก “สมรรถภาพทางกายในเด็กไทยที่มีภาวะน้ำหนักเกิน/อ้วน โดยใช้รูปแบบการทดสอบสมรรถภาพทางกาย Eurofit เยาวชน และประชาชนไทย” โดย นลินรัตน์ สมหวัง, กรกฎพานิช, และอมรพันธ์ อัจฉิมภาพร 2560, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา, 17(1), น.58.

ตาราง 6 เกณฑ์มาตรฐานรายการดัชนีมวลกาย (Body composition) (กิโลกรัม/ตารางเมตร)

อายุ (ปี)	เพศชาย					เพศหญิง				
	พอมมาก	พอม	สมส่วน	ท้วม	อ้วน	พอมมาก	พอม	สมส่วน	ท้วม	อ้วน
7	10.23	10.24 -	13.64 -	16.94 -	20.17	10.96	10.97 -	14.28 -	17.37 -	20.50
	ลงมา	13.63	16.93	20.16	ขึ้นไป	ลงมา	14.27	17.36	20.49	ขึ้นไป
8	10.47	10.48 -	14.87 -	17.96 -	21.04	10.99	11.00 -	14.90 -	18.21 -	21.55
	ลงมา	14.86	17.95	21.03	ขึ้นไป	ลงมา	14.89	18.20	21.54	ขึ้นไป
9	10.86	10.89 -	15.02 -	18.59 -	22.15	11.03	11.04 -	15.08 -	18.76 -	22.40
	ลงมา	15.01	18.58	22.14	ขึ้นไป	ลงมา	15.07	18.75	22.39	ขึ้นไป
10	10.97	10.98 -	15.27 -	19.23 -	23.19	11.25	11.26 -	15.90 -	19.76 -	23.64
	ลงมา	15.26	19.22	23.18	ขึ้นไป	ลงมา	15.89	19.75	23.63	ขึ้นไป
11	11.57	11.58 -	16.46 -	20.46 -	24.46	11.90	11.91 -	16.42 -	20.51 -	24.62
	ลงมา	16.45	20.45	24.45	ขึ้นไป	ลงมา	16.41	20.50	24.61	ขึ้นไป
12	11.89	11.90 -	17.06 -	21.27 -	25.42	11.94	11.95 -	17.28 -	21.59 -	25.88
	ลงมา	17.05	21.26	25.41	ขึ้นไป	ลงมา	17.27	21.58	25.87	ขึ้นไป
13	12.02	12.03 -	17.43 -	21.61 -	25.77	12.74	12.75 -	17.37 -	21.65 -	25.86
	ลงมา	17.42	21.60	25.76	ขึ้นไป	ลงมา	17.36	21.64	25.85	ขึ้นไป
14	12.53	12.54 -	17.66 -	21.96 -	26.27	13.19	13.20 -	18.06 -	22.94 -	26.92
	ลงมา	17.65	21.95	26.26	ขึ้นไป	ลงมา	18.05	22.98	26.94	ขึ้นไป
15	12.72	12.73 -	18.66 -	23.25 -	27.42	13.65	13.66 -	19.66 -	23.81 -	27.90
	ลงมา	18.65	23.24	27.41	ขึ้นไป	ลงมา	19.65	23.80	27.89	ขึ้นไป

หมายเหตุ. จาก “คู่มือแบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายของเด็กเยาวชน และประชาชนไทย (น.74),” โดย สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2562, กรุงเทพฯ: บริษัท เวิลด์ เอ็กซ์เพิร์ท จำกัด.

ตาราง 7 แสดงเกณฑ์มาตรฐานสุขสมรรถนะ นั่งอตัวไปข้างหน้า (Sit and reach) (ซม.)

อายุ (ปี)	เพศชาย					เพศหญิง				
	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	ดี	ดีมาก	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	ดี	ดีมาก
7	0ลงมา	1-3	4-6	7-10	11ขึ้นไป	0ลงมา	1-4	5-8	9-12	13ขึ้นไป
8	1ลงมา	2-4	5-7	8-10	11ขึ้นไป	1ลงมา	2-4	5-8	9-12	13ขึ้นไป
9	1ลงมา	2-5	6-8	9-11	12ขึ้นไป	1ลงมา	2-5	6-9	10-14	15ขึ้นไป
10	3ลงมา	4-7	8-12	13-16	17ขึ้นไป	4ลงมา	5-9	10-14	15-18	19ขึ้นไป
11	4ลงมา	5-9	10-14	15-18	19ขึ้นไป	4ลงมา	5-10	11-15	16-20	21ขึ้นไป
12	4ลงมา	5-9	10-14	15-19	20ขึ้นไป	5ลงมา	6-10	11-15	16-20	21ขึ้นไป
13	5ลงมา	6-10	11-15	16-20	21ขึ้นไป	5ลงมา	6-11	12-16	17-22	23ขึ้นไป
14	5ลงมา	6-11	12-16	17-22	23ขึ้นไป	7ลงมา	8-13	14-18	19-23	24ขึ้นไป
15	7ลงมา	8-13	14-19	20-24	25ขึ้นไป	7ลงมา	8-14	15-20	21-26	27ขึ้นไป

หมายเหตุ. จาก “คู่มือแบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายของเด็กเยาวชน และประชาชนไทย (น.75),” โดย สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2562, กรุงเทพฯ: บริษัท เวิลด์ เอ็กซ์เพิร์ท จำกัด.

ตาราง 8 แสดงเกณฑ์มาตรฐานสุขสมรรถนะ ดันพื้นประยุกต์ 30 วินาที (30 Seconds modified push ups)(ครั้ง)

อายุ (ปี)	เพศชาย					เพศหญิง				
	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	ดี	ดีมาก	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	ดี	ดีมาก
7	7ลงมา	8-14	15-20	21-26	27ขึ้นไป	5ลงมา	6-11	12-16	17-22	23ขึ้นไป
8	8ลงมา	9-15	16-22	23-28	29ขึ้นไป	7ลงมา	8-13	14-19	20-25	26ขึ้นไป
9	9ลงมา	10-16	17-22	23-29	30ขึ้นไป	8ลงมา	9-14	15-19	20-25	26ขึ้นไป
10	10ลงมา	11-16	17-23	24-30	31ขึ้นไป	9ลงมา	10-14	15-20	21-26	27ขึ้นไป
11	11ลงมา	12-17	18-24	25-30	31ขึ้นไป	9ลงมา	10-15	16-22	23-28	29ขึ้นไป
12	11ลงมา	12-18	19-24	25-31	32ขึ้นไป	10ลงมา	11-16	17-22	23-28	29ขึ้นไป
13	11ลงมา	12-19	20-26	27-33	34ขึ้นไป	10ลงมา	11-17	18-23	24-29	30ขึ้นไป
14	13ลงมา	14-20	21-27	28-35	36ขึ้นไป	11ลงมา	12-17	18-24	25-30	31ขึ้นไป
15	14ลงมา	15-22	23-29	30-37	38ขึ้นไป	12ลงมา	13-19	20-26	27-33	34ขึ้นไป

หมายเหตุ. จาก “คู่มือแบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายของเด็กเยาวชน และประชาชนไทย (น.78),” โดย สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2562, กรุงเทพฯ: บริษัท เวิลด์ เอ็กซ์เพิร์ท จำกัด.

ตาราง 9 แสดงเกณฑ์มาตรฐานสุขสมรรถนะ ลูก - นั่ง 60 วินาที (60 Seconds sit ups) (ครั้ง)

อายุ (ปี)	เพศชาย					เพศหญิง				
	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	ดี	ดีมาก	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	ดี	ดีมาก
7	9ลงมา	10-15	16-21	22-27	28ขึ้นไป	8ลงมา	9-13	14-19	20-24	25ขึ้นไป
8	10ลงมา	11-17	18-24	25-31	32ขึ้นไป	9ลงมา	10-16	17-22	23-29	30ขึ้นไป
9	11ลงมา	12-19	20-26	27-34	35ขึ้นไป	10ลงมา	11-18	19-26	27-33	34ขึ้นไป
10	14ลงมา	15-21	22-29	30-36	37ขึ้นไป	11ลงมา	12-19	20-27	28-34	35ขึ้นไป
11	16ลงมา	17-24	25-32	33-40	41ขึ้นไป	12ลงมา	13-19	20-27	28-35	36ขึ้นไป
12	16ลงมา	17-25	26-34	35-43	44ขึ้นไป	14ลงมา	15-21	22-28	29-35	36ขึ้นไป
13	18ลงมา	19-27	28-37	38-46	47ขึ้นไป	15ลงมา	16-23	24-32	33-40	41ขึ้นไป
14	19ลงมา	20-29	30-38	39-48	49ขึ้นไป	15ลงมา	16-24	25-33	34-42	43ขึ้นไป
15	20ลงมา	21-30	31-39	40-49	50ขึ้นไป	18ลงมา	19-26	27-35	36-44	45ขึ้นไป

หมายเหตุ. จาก “คู่มือแบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายของเด็กเยาวชน และประชาชนไทย (น.79),” โดย สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2562, กรุงเทพฯ: บริษัท เวิลด์ เอ็กซ์เพิร์ท จำกัด.

ตาราง 10 แสดงความเร็วในการวิ่งและระยะทางที่วิ่งได้จากการทดสอบ 20m Shuttle run test

Level	ความเร็ว (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ระยะทาง (เมตร)	Level	ความเร็ว (กิโลเมตร/ชั่วโมง)	ระยะทาง (เมตร)
1	8.50	140	11	13.50	2,120
2	9.00	300	12	14.00	2,360
3	9.50	460	13	14.50	2,620
4	10.00	640	14	15.00	2,880
5	10.50	820	15	15.50	3,140
6	11.00	1,020	16	16.00	3,420
7	11.50	1,220	17	16.50	3,700
8	12.00	1,440	18	17.00	4,000
9	12.50	1,660	19	17.50	4,300
10	13.00	1,880	20	18.00	4,620

หมายเหตุ. จาก “การทดสอบสมรรถภาพทางกายภาคสนาม (น.76),” โดย สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2553, กรุงเทพฯ: บริษัท ชัน แพคเกจจิ้ง (2014) จำกัด.

นอกจากนี้ยังมีแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายของยูโรฟิต (Eurofit) โดยสภายุโรป ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีมาตรฐาน และเหมาะสำหรับเยาวชนในช่วงอายุ 6 – 18 ปี โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้

ตาราง 11 แสดงองค์ประกอบของแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายของยูโรฟิต (Eurofit)

องค์ประกอบ	แบบทดสอบ
องค์ประกอบของร่างกาย	ค่าดัชนีมวลกาย (Body mass index; BMI)
ความอ่อนตัว	นั่งงอตัวไปข้างหน้า (Sit and reach)
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	แรงบีบมือ (Hand grip)
	ยืนกระโดดไกล (Standing broad jump)
ความอดทนของกล้ามเนื้อ	งอแขนห้อยตัว (Bent arm hang)
	ลูกนั่ง (Sit ups)
ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต และหายใจ	การวิ่งเพิ่มระยะ 20 เมตร (20 m Shuttle run test)
	การปั่นจักรยานวัดงาน (Bicycle ergometer test)

หมายเหตุ. จาก “สมรรถภาพทางกายในเด็กไทยที่มีภาวะน้ำหนักเกิน/อ้วน โดยใช้รูปแบบการทดสอบสมรรถภาพทางกาย Eurofit เยาวชน และประชาชนไทย” โดย นลินรัตน์ สมหวัง, กรกฎพานิช, และอมรพันธ์ อัจฉิมพร 2560, วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา, 17(1), น.61.

จากการศึกษาของ อรวรรณ เจริญผล, นลินรัตน์ สมหวัง, กรกฎ พานิช, และอมรพันธ์ อัจจิมาพร ในปี 2558 ซึ่งได้ทำการศึกษาสมรรถภาพทางกายของยูวชนที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายยูวชนรักกีฬาภาคฤดูร้อน ประจำปี 2558 เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ณ วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นยูวชนอายุ 6 – 12 ปี จำนวน 146 คน ซึ่งทำการทดสอบดัชนีมวลกาย วัดแรงบีบมือ งอแขนยกน้ำหนัก 30 วินาที ยืนกระโดดไกล วิ่งต่อเนื่องระยะทาง 20 เมตร พบว่าหลังจากการเข้าค่ายยูวชนรักกีฬาภาคฤดูร้อน กลุ่มตัวอย่างมีค่าดัชนีมวลกายที่ลดลง ค่าแรงบีบมือเฉลี่ยเพิ่มขึ้น ค่ายืนกระโดดไกลเฉลี่ยเพิ่มขึ้น จำนวนครั้งของการงอแขนพับศอก 30 วินาทีเพิ่มขึ้น การทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (อรวรรณ เจริญผล, นลินรัตน์ สมหวัง, กรกฎ พานิช, และอมรพันธ์ อัจจิมาพร, 2558) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Tung และคณะในปี 2021 ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของสมรรถภาพทางกายของเด็กที่เป็นโรคอ้วนที่ส่งผลต่อการเป็นโรคอ้วนในวัยรุ่นของนักเรียนนักศึกษาจีนในฮ่องกง จำนวน 18,863 คน โดยการศึกษาครั้งนี้เป็นการนำข้อมูลสมรรถภาพทางกายของนักเรียนมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยทำการทดสอบสมรรถภาพทางกายจากแบบทดสอบสมรรถภาพทางกาย Eurofit พบว่าหนึ่งในสามของนักเรียนที่ป่วยเป็นโรคอ้วนในวัยเด็กส่งผลถึงการป่วยเป็นโรคอ้วนในวัยรุ่นซึ่งระดับสมรรถภาพทางกายพื้นฐานไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนาสมรรถภาพทางกายในอนาคตของนักเรียนที่ป่วยเป็นโรคอ้วน (Tung et al., 2021)

ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายของกรมพลศึกษา และแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายยูโรฟิต (Eurofit) เป็นแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายที่มีคุณภาพ และสามารถนำมาทดสอบสมรรถภาพทางกายในเด็กได้

3. ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ

3.1 ความหมายของความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ

ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ เป็นการประเมินสมดุลของการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด (ทัศนาศา จารุชาติ, 2563)

ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ เป็นการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจที่เกิดจากการผันผวนของช่วงเวลาระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจในแต่ละครั้ง ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถของหัวใจในการปรับตัวในสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่ไม่อาจคาดการณ์ได้ได้อย่างรวดเร็ว (Rejendra et al., 2006)

ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ เป็นตัวบ่งชี้ที่ถูกนำมาใช้ในทางเวชปฏิบัติเพื่อประเมินประสิทธิภาพของการทำงานของหัวใจ พยากรณ์โรค รวมถึงประเมินการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติอีกด้วย (ทัศนาศา จารุชาติ, 2563)

สรุปได้ว่า ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ คือ ตัวบ่งชี้ถึงการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติได้แก่ ระบบประสาทซิมพาเทติก และระบบประสาทพาราซิมพาเทติกซึ่งสะท้อนถึงความสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติโดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลและประเมินการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจที่มีการผันผวนในช่วงเวลาระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจในแต่ละครั้งด้วยวิธีการประเมินที่ไม่มีการนำอุปกรณ์ใส่เข้าไปในร่างกาย

3.2 สมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน

สมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติในภาวะที่ร่างกายเป็นปกติ การทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติทั้ง 2 ระบบจะทำงานสมดุลกัน กล่าวคือเมื่อร่างกายมีสภาวะตื่นตัวเมื่อเวลาผ่านไปร่างกายจะกลับเข้าสู่สภาวะพักตัวได้ด้วยตัวเอง แต่ในบางคนเกิดการดำเนินงานที่ไม่สมดุลกันเกิดความผิดปกติการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกหรือสภาวะตื่นตัวที่เกิดขึ้นและยังคงเกิดอยู่ต่อเนื่องทำให้เหนื่อยเนื่องการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติกหรือสภาวะพักตัวจนร่างกายไม่สามารถที่จะผ่อนคลายได้ถ้าอาการเช่นนี้เกิดขึ้นอย่างเรื้อรังปัญหาเรื่องความเครียดและอาการเจ็บป่วยก็จะเกิดขึ้นตามมา (Remackers, 1998)

ระบบประสาทอัตโนมัติกับการควบคุมการทำงานของหัวใจ หัวใจจะถูกควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนมัติจากบริเวณก้านสมอง (Brainstem) ด้วยเส้นประสาทจากสมอง 2 ชนิด คือ เส้นประสาทซิมพาเทติก (Sympathetic nerve fibers) และเส้นประสาทเวกัส (Vagal motor nerve fibers) ซึ่งจะส่งสัญญาณประสาทมาที่ Sympathetic activities node โดยที่เส้นประสาทซิมพาเทติกจะทำให้ Sympathetic activities node ทำงานเร็วขึ้นทำให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น ขณะที่เส้นประสาทเวกัสจะทำให้ Sympathetic activities node ทำงานช้าลงทำให้หัวใจทำงานช้าลง นอกจากนี้ส่วนของหัวใจและหลอดเลือดจะประกอบด้วยตัวรับสัญญาณประสาทที่เรียกว่า Receptors ซึ่งจะถูควบคุมทั้งจากระบบประสาทซิมพาเทติกและระบบประสาทพาราซิมพาเทติกอันจะมีผลต่อความเร็วและความแรงในการบีบตัวของหัวใจ การหดและขยายตัวของหลอดเลือด

ระบบประสาทอัตโนมัติกับผู้ที่ภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน จากการทำงานไม่สมดุลกันของระบบประสาทซิมพาเทติก และระบบประสาทพาราซิมพาเทติกในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน โดยในการเปลี่ยนแปลงของการทำหน้าที่ดังกล่าว สามารถประเมินด้วยวิธีวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งพบว่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจมีค่าลดลงในผู้ที่ป่วยเป็นโรคอ้วน และโรคเบาหวานรวมถึงกลุ่มอาการเมแทบอลิก (Adam et al., 2017) ซึ่งสะท้อนการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกที่เป็นตัวหลักและมีอิทธิพลต่อการทำงานของหัวใจ

(Rajalakshmi et al., 2012) นอกจากนี้ยังมีการรายงานว่า มารดาที่ตั้งครรภ์และมีภาวะน้ำหนักเกิน จะมีอัตราการการเต้นของหัวใจสูงขึ้น ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในทารกลดต่ำลง เมื่อเทียบกับมารดาตั้งครรภ์ที่มีน้ำหนักปกติ (Husin et al., 2020) ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจเป็นการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจที่เกิดจากการผันผวนของช่วงเวลาระหว่างอัตราการเต้นของหัวใจในแต่ละครั้ง ซึ่งในผู้ที่มีโรคอ้วนนั้นส่งผลต่อการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก โดยระยะเวลาในการเป็นโรคอ้วนมีความสัมพันธ์ต่อการลดลงของการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติทั้งหมด (Yadav et al., 2017)

3.3 วิธีการวัดความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (ณัฐชนน พรหมประสิทธิ์, 2560) การวัดค่าความแปรปรวนของระยะห่างจากคลื่นอาร์ถึงอาร์ (R – R interval) ที่ต่อเนื่องกันของกราฟคลื่นไฟฟ้าหัวใจ โดยมีการเปลี่ยนแปลงสัญญาณต่อเนื่อง (Analogue) เป็นสัญญาณตัวเลข (Digital) จากนั้นทำการวิเคราะห์ช่วงเวลา (Time domain analysis) และการวิเคราะห์ช่วงคลื่นความถี่ (Frequency domain)

3.3.1 การวิเคราะห์ช่วงเวลา (Time domain analysis) (ทัศนาศ จารุชาติ, 2563) เป็นวิธีการวัดที่เป็นปริมาณซึ่งจะได้ค่าพารามิเตอร์หรือตัวบ่งชี้ที่สามารถบ่งชี้ถึงการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ ซึ่งค่าพารามิเตอร์หรือตัวบ่งชี้ที่นิยมใช้ในการบอกค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ ได้แก่

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation of the normal to normal interval; SDNN) ถ้าค่า SDNN มีค่ามากแสดงว่ามีความแปรปรวนของการทำงานของหัวใจที่ส่งผ่านมาทางเส้นประสาทพาราซิมพาเทติกมาก และถ้าค่า SDNN มีค่าน้อยลงแสดงว่ามีความแปรปรวนของการทำงานของหัวใจที่ส่งผ่านมาทางเส้นประสาทพาราซิมพาเทติกน้อยลง รากของค่าเฉลี่ยของความแตกต่างของ NN intervals ที่อยู่ติดกันยกกำลังสอง (The root mean square successive difference of intervals; RMSSD) เป็นค่าที่บ่งชี้ถึงการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติกมีหน่วยเป็นมิลลิวินาที

จำนวนคู่ของ NN intervals ที่ต่างกันมากกว่า 50 มิลลิวินาที (หน่วยเป็นจำนวนคู่) (The number of NN intervals differing by >50 ms, NN50) เป็นการบ่งชี้ถึงการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก

สัดส่วนของ NN50 หาด้วยจำนวนคู่ของ NN intervals ทั้งหมด (หน่วยเป็น %) (The proportion of differences between adjacent normal interbeat intervals that are > 50ms, PNN50) เป็นการบ่งชี้ถึงการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก

ตาราง 12 ตัวแปรและความหมายของความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จากการวิเคราะห์ช่วงความถี่

ตัวแปร	ความหมาย
SDNN	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (Standard deviation of the normal to normal interval; SDNN) ความแปรปรวนของระยะเวลาระหว่างการเต้นของหัวใจแต่ละครั้งในช่วงเวลาที่บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ สะท้อนถึงการทำงานของระบบประสาททั้ง 2 ระบบ
RMSSD	บ่งชี้ถึงการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติกมีหน่วยเป็นมิลลิวินาที
NN50	บ่งชี้ถึงการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติก
pNN50	บ่งชี้ถึงการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก

หมายเหตุ. จาก “การทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในโรคอ้วน,” โดย ทศนา จารุชาติ, 2563, วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ, 21(2), น.186.

3.3.2 การวิเคราะห์ช่วงความถี่ (Frequency domain/spectral analysis) (ทศนา จารุชาติ, 2563) เป็นการวิเคราะห์ที่ใช้อัลกอริทึมทางคณิตศาสตร์ โดยช่วงสัญญาณความถี่ของการเต้นของหัวใจจะบ่งชี้ถึงการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ และช่วงสัญญาณความถี่ที่สำคัญ มีดังนี้

1. ช่วงคลื่นความถี่ต่ำ (Low frequency; LF) มีช่วงความถี่อยู่ระหว่าง 0.04 ถึง 0.15 เฮิร์ตซ์แสดงให้เห็นถึงการทำงานของแสดงถึงการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกที่มากขึ้น

2. ช่วงคลื่นความถี่สูง (High frequency; HF) มีช่วงความถี่อยู่ที่ 0.15 ถึง 0.4 เฮิร์ตซ์ แสดงให้เห็นถึงการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติกที่มากขึ้น (Bassett D, 2016)

3. ค่าอัตราส่วนช่วงความถี่ต่ำ/ความถี่สูง (LF/HF ratio) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงความสมดุลระหว่างระบบประสาทอัตโนมัติทั้ง 2 ระบบ หาก LF/HF ratio มีค่าสูงสะท้อนให้เห็นว่าระบบประสาทซิมพาเทติกมีความโดดเด่น แต่ถ้ามีค่าน้อยสะท้อนให้เห็นว่าระบบประสาทพาราซิมพาเทติกมีความโดดเด่นกว่า (Aubert AE et al., 2003)

ตาราง 13 ตัวแปรและความหมายของความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้จากการวิเคราะห์ช่วงความถี่

ตัวแปร	ความหมาย
LF	ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจช่วงความถี่ต่ำ (Low frequency; LF) สะท้อนถึงการทำงานของระบบประสาททั้ง 2 ระบบ โดยค่า LF ที่สูงแสดงถึงการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกที่มากขึ้น
HF	ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจช่วงความถี่สูง (High frequency; HF) สะท้อนถึงการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก โดยค่า HF ที่สูง แสดงให้เห็นถึงการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติกที่มากขึ้น
LF/HF	ค่าอัตราส่วนช่วงความถี่ต่ำ/ความถี่สูง (LF/HF ratio) สะท้อนถึงการทำงานของระบบประสาททั้ง 2 ระบบ ค่ายิ่งมากระบบประสาทซิมพาเทติกทำงานมากขึ้น ถ้ามีค่าน้อยจะสะท้อนให้เห็นว่าระบบประสาทพาราซิมพาเทติกทำงานมากขึ้น

หมายเหตุ. จาก “การทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในโรคอ้วน,” โดย ทศนา จารุชาติ, 2563, วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ, 21(2), น.187

3.4 ประโยชน์ของค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (พินธุธิฐ กลิ่นขจร, 2552) ความสัมพันธ์ของความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจที่มีต่อระบบในร่างกาย ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจสามารถวิเคราะห์ได้จากการบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจสามารถสื่อให้เห็นถึงสภาวะการทำงานของระบบควบคุมเชิงสรีระภายในร่างกายของมนุษย์ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ ดังนี้

3.4.1 ระบบควบคุมแรงดันเลือด (Vasomotor system) แรงดันเลือดในร่างกายมนุษย์ควบคุมโดยเนื้อเยื่อที่ไวต่อแรงดันที่เรียกว่า Baroreceptor เป็นกลุ่มเซลล์ประสาทสัมผัสแรงดันในกระแสเลือดบริเวณเส้นเลือดแดงใหญ่ที่หัวใจ (Aorta) และเส้นเลือดแดงใหญ่ที่ลำคอ (Carotidarteries) จากนั้นจึงส่งสัญญาณประสาทไปยังระบบประสาทอัตโนมัติทั้งสองระบบ คืออัตราการเต้นของหัวใจและระดับความแรงของเลือดที่ขับออกจากหัวใจ

3.4.2 ระบบหายใจ (Respiratory system) ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจแสดงจังหวะในช่วงความถี่ต่ำซึ่งสอดคล้องกับอัตราการเต้นของหัวใจ (Respiratory sinus arrhythmia) เป็นผลจากการสั่งการของระบบประสาทพาราซิมพาเทติกเนื่องจากความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจเป็นผลมาจากการทำงานของ Pacemaker มีการเหนี่ยวนำสัญญาณไฟฟ้าขึ้นด้วย

ตนเองและส่งสัญญาณนั้นผ่านไปยังกล้ามเนื้อหัวใจในส่วนอื่น โดยจังหวะการสร้างสัญญาณไฟฟ้าและการเต้นของหัวใจอยู่ภายใต้อิทธิพลของระบบประสาทอัตโนมัติทั้งสอง และสัมพันธ์กับอัตราการเต้นของหัวใจโดยตรงเริ่มจากการหายใจเข้ามีผลต่อระบบประสาทพาราซิมพาเธติกไปกระตุ้นให้เต้นเร็วและแรงขึ้น แต่เมื่อหายใจออกกลไกการกระตุ้นของหัวใจจะเปลี่ยนไปในทางตรงข้ามสืบเนื่องจากการทำงานของระบบประสาทซิมพาเธติกผลจากการทำงานของระบบหายใจนั้นจะปรากฏให้เห็นในค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในช่วงความถี่ประมาณ 0.15-0.4 เฮิร์ต หรือช่วงความถี่สูง (High frequency; HF)

3.4.3 ระบบควบคุมอุณหภูมิ (Thermoregulatory system) ระดับอุณหภูมิในร่างกายนั้นจะส่งผลให้ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจเปลี่ยนแปลงไปจากปกติเล็กน้อย คือถ้าร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้นหัวใจจะเต้นเร็ว หรือในเวลาที่พักร่างกายมีอุณหภูมิลดลงหัวใจจะเต้นช้าเพราะมีการส่งเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายลดลง ผลจากการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมินั้นจะปรากฏให้เห็นในค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในช่วงความถี่ประมาณ 0.04 - 0.15 เฮิร์ต หรือช่วงความถี่ต่ำ (Low frequency; LF)

3.4.4 ระบบควบคุมการไหลเวียนโลหิต (Cardiovascular system) ผลจากการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาตรเลือดในร่างกายตลอดจนระดับเกลือแร่ในเลือดทำให้กระตุ้นการทำงานของระบบ Renin angiotensin system ส่งผลให้ค่าของความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจมีการเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากระบบประสาทอัตโนมัติพยายามปรับตัวตามปริมาณและแรงดันของเลือดให้กลับสู่ภาวะสมดุล ผลจากการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมินั้นจะปรากฏให้เห็นในค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในช่วงความถี่ประมาณ 0.0033 - 0.04 เฮิร์ต

3.4.5 ระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสมอง ส่งผลให้ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น อารมณ์ ความเครียด หรือการพักผ่อนซึ่งในภาวะเครียดจะทำให้ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจมีค่าลดต่ำลง ในขณะเดียวกันในภาวะปกติค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจจะมีค่าสูงผลจากการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางนั้นจะปรากฏให้เห็นในค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในช่วงอัตราส่วนความถี่สูงต่อความถี่ต่ำประมาณ 1.0 - 2.0 เฮิร์ต จากหลาย ๆ การศึกษาวิจัยที่ผ่านมาได้มีการศึกษาถึงสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติที่มีผลต่อการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือดในผู้ที่มีภาวะอ้วนด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจซึ่งข้อมูลที่ได้จะสามารถใช้ในการบ่งชี้ถึงสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติและความผิดปกติของการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายดังนั้นค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจจึงเป็นตัวบ่งชี้ที่ในการประเมินการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ

3.4.6 พยากรณ์ภาวะความรุนแรงของการเกิดภาวะอาการกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลัน (Myocardial infraction prognosis) ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจที่ลดลงจะบ่งบอกว่าระบบประสาทพาราซิมพาเธติกมีระดับการทำงานลดลงซึ่งนำไปสู่ภาวะกระแสไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อหัวใจที่ไม่เสถียร จากการติดตามผลการรักษาโรคกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลัน พบว่าผู้ป่วยที่มีระดับพลังงานรวมและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในช่วงความถี่สูงค่อนข้างต่ำจะมีอัตราการเสียชีวิตสูงกว่าผู้ป่วยกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลันกลุ่มอื่น ซึ่งสอดคล้องกับความเชื่อของแพทย์ที่ว่าการทำงานที่เพิ่มขึ้นของระบบประสาทพาราซิมพาเธติกเพิ่มโอกาสเสี่ยงต่อการเป็นภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะปัจจุบันการตรวจวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจจึงนิยมนำมาพยากรณ์โรคกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลัน

3.4.7 วินิจฉัยหาอาการความดันโลหิตสูง โดยภาวะความดันโลหิตสูงเป็นผลมาจากการทำงานที่ลดลงของระบบประสาทพาราซิมพาเธติกร่วมกับผลการทำงานที่เพิ่มขึ้นของระบบประสาทพาราซิมพาเธติกจึงมีการนำค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจมาศึกษาในคนที่มีภาวะความดันโลหิตสูง

4. การออกกำลังกาย

4.1 ความหมายของการออกกำลังกาย

การออกกำลังกาย หมายถึง การเคลื่อนไหวร่างกายโดยใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่และเล็กในการทำกิจกรรมต่างๆ เช่น เดิน วิ่ง ขี่จักรยาน ว่ายน้ำ เป็นต้น เพื่อส่งเสริมให้สุขภาพแข็งแรงความแตกต่างระหว่างการออกกำลังกายกับกิจกรรมเคลื่อนไหวร่างกายทั่ว ๆ ไป คือ การออกกำลังกายต้องมีการวางแผนในการเคลื่อนไหวร่างกาย ระดับความหนักที่ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจสูงมากกว่าขณะพักและมีการเคลื่อนไหวนานเป็นระยะเวลาหนึ่งซึ่งจะส่งผลดีต่อสุขภาพ (สิทธา พงษ์พิบูลย์, 2556)

การออกกำลังกาย คือ ส่วนหนึ่งของกิจกรรมทางกายประกอบด้วย การวางแผน มีโครงสร้าง มีการเคลื่อนไหวร่างกายซ้ำๆอย่างเป็นระบบและมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มหรือคงสภาพขององค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งของสมรรถภาพทางกาย (American college of sports medicine, 2018)

การออกกำลังกาย หมายถึง การเคลื่อนไหวร่างกายอย่างต่อเนื่องที่ทำให้อวัยวะต่างๆ เช่น กระดูก กล้ามเนื้อ หัวใจ ปอด และหลอดเลือดได้ทำงานมากขึ้นจากภาวะปกติเมื่อปฏิบัติซ้ำๆ อย่างเหมาะสมและสม่ำเสมอเป็นระยะเวลาหนึ่งจะทำให้อวัยวะต่างๆ เหล่านี้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นการป้องกันและลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคภัยไข้เจ็บต่างๆ (ดร.ณวรรณ สุขสม, 2561)

ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การออกกำลังกายหมายถึง การเคลื่อนไหวร่างกายโดยใช้กล้ามเนื้อมัดต่างๆ ในการทำกิจกรรมอย่างต่อเนื่องโดยเป็นการพัฒนากระดูก กล้ามเนื้อ หัวใจ ปอดให้ทำงานมากขึ้นกว่า

ปกติและเมื่อปฏิบัติซ้ำๆ จะทำให้อวัยวะเหล่านั้นทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและส่งผลต่อการพัฒนาหรือคงสภาพของสุขภาพร่างกายอีกด้วย

4.2 ประเภทของการออกกำลังกาย

ประเภทของการออกกำลังกายสามารถจำแนกได้ 3 ประเภทตามลักษณะการใช้พลังงานของร่างกาย

4.2.1 การออกกำลังกายแบบแอโรบิก

การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic exercise) เป็นการออกกำลังกายที่ใช้ ออกซิเจนในกระบวนการเมตาบอลิซึม ซึ่งเป็นการออกกำลังกายที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพของระบบ ไหลเวียนโลหิตและหายใจซึ่งเป็นการพัฒนาสมรรถภาพการใช้ ออกซิเจนของร่างกายทำให้หัวใจและ ปอดมีการพัฒนาประสิทธิภาพในการทำงาน ซึ่งความหนักของการออกกำลังกายประเภทนี้มักจะอยู่ที่ ระดับต่ำจนถึงปานกลาง (นักสรีร ชื่นศิริ, 2559) ซึ่ง ACSM แนะนำความหนักของการออกกำลังกาย แบบแอโรบิกอยู่ที่ระดับ 64%/70% - 94% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (HR_{max}) หรือ 40%/50% - 85% ของออกซิเจนย้อนกลับ (VO_2R) หรือ 40% - 60% ของอัตราการเต้นของหัวใจย้อนกลับ (HRR) (ต้อง คงวิเศษ, 2560) โดยการออกกำลังกายประเภทแอโรบิก ได้แก่ การปั่นจักรยาน การเดิน การวิ่ง ระยะไกล เป็นต้น

4.2.2 การออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิก

การออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic exercise) เป็นการออกกำลังกายที่ไม่ ใช้ ออกซิเจนในกระบวนการสร้างพลังงานโดยการออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิกนั้นจะใช้พลังงานสูง ในระยะเวลาอันสั้น โดยปกติการออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิกจะเป็นการออกกำลังกายที่มีความ หนักสูง และจะใช้ระยะเวลาออกกำลังกายไม่เกิน 2 นาที ซึ่งการออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิกที่เป็น ที่นิยม คือ การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Strength exercise) โดยจะใช้แรง ต้านในการทำงานของกล้ามเนื้อเพื่อเพิ่มความแข็งแรง รวมถึงเพิ่มความอดทนของระบบแอนแอโรบิก ได้แก่ การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน การยกน้ำหนัก เป็นต้น โดยสามารถแบ่งได้ 2 ประเภทดังนี้

- 1) Isometric exercise เป็นการออกกำลังกายที่มีการเกร็งค้างในลักษณะที่กล้ามเนื้อออกแรงต้านอยู่
- 2) Dynamic resistance exercise เป็นการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านและมีการเคลื่อนไหวของ กล้ามเนื้อและข้อต่อ โดยสามารถใช้แรงต้านของน้ำหนักตัว หรือเครื่องออกกำลังกายได้โดยการออก กำลังกายแบบแอนแอโรบิกมีประโยชน์ในเรื่องของการพัฒนาความแข็งแรงและความอดทนของ กล้ามเนื้อ กระดูก และข้อต่อ (นักสรีร ชื่นศิริ, 2559)

4.2.3 การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง

การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงเป็นการออกกำลังกายที่ผสมผสานระหว่างการออก กำลังกายแบบแอโรบิกและแบบแอนแอโรบิกโดยเป็นการออกกำลังกายที่มีการแบ่งช่วงของออกกำลัง

กายออกเป็นช่วงๆ ซึ่งแบ่งเป็นช่วงของการออกกำลังกายที่มีความหนักในระดับสูง สลับกับช่วงของการออกกำลังกายที่มีความหนักในระดับเบาหรือพักโดยสมบูรณ์

การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงมีประโยชน์ในการพัฒนาความแข็งแรง (Strength) กำลัง (Power) ความเร็ว (Speed) รวมถึงเพิ่มการใช้พลังงานจากไขมัน (Fat metabolism) ได้ดีกว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic exercise) และยังสามารถเพิ่มปริมาณของการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2R) (นักสกร ซีนศิริ, 2559) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ ปิยะพงษ์ สายสวาท (2558) พบว่าการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ใช้เวลา 30 นาทีจะเทียบได้กับการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องที่ใช้เวลา 60 นาที และการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงในระยะเวลา 3 วันต่อสัปดาห์เท่ากับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในระยะเวลา 4 – 6 วันต่อสัปดาห์ (ปิยะพงษ์ สายสวาท, 2558)

4.3 หลักการออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกาย

American college of sports medicine (2014, อ้างถึงใน ดร.ณวรรณ สุขสม, 2561) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของโปรแกรมการฝึกคือ FITT ไว้ดังนี้

1) ความถี่ของการฝึก (Frequency) คือ จำนวนครั้งของการออกกำลังกายใน 1 สัปดาห์ การออกกำลังกายจะต้องทำอย่างสม่ำเสมอจึงจะได้ประโยชน์ โดยทั่วไปแล้วกำหนดให้มีการออกกำลังกายอย่างน้อย 3 วัน จนถึง 6 วันต่อสัปดาห์ ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทของกิจกรรมการออกกำลังกายและความคาดหวังกับผลที่เกิดขึ้นจากการออกกำลังกายนั้นๆ

2) ความหนักของการฝึก (Intensity) คือ ขนาดของปริมาณงานที่กระทำในการออกกำลังกาย โดยจะต้องมีความหนัก (Intensity) ที่ทำให้เกิดการเพิ่มปริมาณงานมากกว่าปกติ (Overload) เพื่อที่จะทำให้เกิดประโยชน์ของการออกกำลังกายนั้นๆ ความหนักของการออกกำลังกายเป็นปัจจัยสำคัญในการเสริมสร้างสุขภาพ ถ้าออกกำลังกายโดยมีความหนักไม่พอ ประโยชน์ที่ได้ก็อาจจะเล็กน้อย เช่น มีผลต่อการเพิ่มพลังงานของร่างกาย แต่ไม่เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ เป็นต้น ในทางกลับกันการออกกำลังกายที่หนักจนเกินก็อาจทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ หรือภาวะฉุกเฉินได้ ดังนั้นความหนักของการออกกำลังกายจึงควรอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับสมรรถภาพร่างกายของแต่ละบุคคล และวัตถุประสงค์ของการออกกำลังกายนั้นๆ

3) เวลาในการฝึก (Time) คือ ช่วงเวลาในการออกกำลังกายต่อ 1 ครั้ง การออกกำลังกายจะต้องมีความยาวของการออกกำลังกายอย่างเหมาะสมในแต่ละครั้ง ซึ่งจะทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดระยะเวลาของกิจกรรมแต่ละครั้งขึ้นอยู่กับชนิดของการออกกำลังกาย และประโยชน์ของการออกกำลังกายที่คาดหวัง

4) ชนิดการออกกำลังกาย (Type) คือ รูปแบบต่างๆ ของการออกกำลังกายในแต่ละประเภท ชนิดของการออกกำลังกายมีหลากหลายรูปแบบ เช่น การออกกำลังกายแบบแอโรบิก ได้แก่

เดิน วิ่ง ว่ายน้ำ ซี่จักรยาน เป็นต้น การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน ได้แก่ ยกน้ำหนัก (Free weight) ใช้อุปกรณ์กำหนดน้ำหนัก (Weight machine) และใช้น้ำหนักตัว (Body weight) เป็นต้น

สมาคมเวชศาสตร์การกีฬาของประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดหลักการออกกำลังกายสำหรับเด็กตามหลักการออกกำลังกาย (The FITT principle) ดังนี้ (American college of sport medicine, 2014; Williamson, 2011)

การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (ดร.ณวรรณ สุขสม, 2561)

1. ความถี่ของการออกกำลังกาย (Frequency) มากกว่า 5 วันต่อสัปดาห์ ที่ความหนักระดับปานกลาง หรือมากกว่าหรือเท่ากับ 3 วันต่อสัปดาห์ที่ความหนักระดับสูง หรือผสมผสานความหนักระดับปานกลางและสูง และมากกว่าหรือเท่ากับ 3 – 5 วันต่อสัปดาห์ สำหรับวัยผู้ใหญ่

2. ความหนักของการออกกำลังกาย (Intensity) 30% – 40%ของอัตราการเต้นของหัวใจ สำหรับผู้ที่เพิ่งเริ่มออกกำลังกาย

3. ระยะเวลาในการออกกำลังกาย (Time) 30 – 60 นาทีต่อวัน หรือ 150 นาทีต่อสัปดาห์ ที่ความหนักระดับปานกลาง และ 20 – 60 นาทีต่อวัน หรือ 75 นาทีต่อสัปดาห์ที่ความหนักระดับสูง หรือผสมผสานความหนักระดับปานกลางและสูง

4. ชนิดของการออกกำลังกาย (Type) กิจกรรมที่ทำให้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ได้เคลื่อนไหวออกแรงอย่างต่อเนื่อง

การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน (ดร.ณวรรณ สุขสม, 2561)

1. ความถี่ของการออกกำลังกาย (Frequency) 2 – 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ในแต่ละกลุ่มกล้ามเนื้อหลัก เช่น ต้นแขนด้านหน้า (Biceps) ต้นแขนด้านหลัง (Triceps) ต้นขาด้านหน้า (Quadriceps) ต้นขาด้านหลัง (Hamstring)

2. ความหนักของการออกกำลังกาย (Intensity) 60% - 70% ของน้ำหนักที่ยกได้สูงสุด (1RM) (ความหนักระดับปานกลางถึงสูง) สำหรับผู้ที่เริ่มออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความหนัก 80% ของน้ำหนักที่ยกได้สูงสุด (1RM) (ความหนักระดับสูงถึงสูงมาก) สำหรับผู้ที่มีประสบการณ์แล้ว เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ส่วนความหนัก 40% - 50% ของน้ำหนักที่ยกได้สูงสุด (1RM) (ความหนักระดับเบาถึงเบา) อาจมีประโยชน์สำหรับผู้ที่ยังต้องการเริ่มออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยความหนักน้อยกว่า 50% ของน้ำหนักที่ยกได้สูงสุด (1RM) (ความหนักระดับเบาถึงปานกลาง) จะใช้ในการเสริมสร้างความอดทนของกล้ามเนื้อ และความหนัก 20% - 50%ของน้ำหนักที่ยกได้สูงสุด (1RM) สำหรับผู้สูงอายุที่ต้องการเสริมสร้างกล้ามเนื้อ

3. ระยะเวลาในการออกกำลังกาย (Time) ไม่มีข้อกำหนดของระยะเวลาในการฝึก

4. ชนิดของการออกกำลังกาย (Type) เป็นกิจกรรมที่ใช้แรงต้านในกลุ่มกล้ามเนื้อหลัก โดยใช้อุปกรณ์ที่หลากหลาย เช่น เครื่องกำหนดน้ำหนัก (Weight machine) น้ำหนักตัว (Body weight) บาร์เบล (Barbell) ดรัมเบลล์ (Dumbell) และยางยืด (Elastic tube) เป็นต้น

การออกกำลังกายสำหรับผู้ที่มีภาวะอ้วนและน้ำหนักเกิน

1. ความถี่ของการออกกำลังกาย (Frequency) ควรออกกำลังกายมากกว่า 5 ครั้ง/สัปดาห์ เพื่อที่จะใช้พลังงานให้มากที่สุด

2. ความหนักของการออกกำลังกาย (Intensity) สำหรับผู้ที่มีภาวะอ้วนและน้ำหนักเกิน ระดับความหนักที่เหมาะสมควรอยู่ที่ความหนักปานกลางถึงความหนักหนักสูงมาก (Moderate - vigorous) ควรเริ่มการออกกำลังกายที่ความหนักปานกลางก่อน (40% - <60% VO_2R or HRR) แล้วจึงเพิ่มขึ้นจนถึงความหนักสูงมาก (>60% VO_2R or HRR) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสุขภาพและสมรรถภาพของแต่ละคนด้วย

3. ระยะเวลาในการออกกำลังกาย (Time) สำหรับผู้ที่มีภาวะอ้วนและน้ำหนักเกินควรออกกำลังกายอย่างน้อย 30 - 60 นาทีต่อวัน หรือรวมระยะเวลาอย่างน้อย 150 นาทีต่อสัปดาห์ สำหรับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีความหนักปานกลาง (Moderate aerobic exercise) ในการเพิ่มการออกกำลังกายด้วยความหนักสูงมาก เพื่อที่จะเพิ่มผลของการออกกำลังกายควรคำนึงถึงความสามารถและความต้องการในการออกกำลังกายของผู้ออกกำลังกายด้วย และต้องระมัดระวังการบาดเจ็บที่อาจจะเกิดขึ้นได้ง่ายจากการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องที่มีความหนักสูงมาก จึงมีการแนะนำทางเลือกในการออกกำลังกายแทนการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องที่มีความหนักสูงมาก โดยใช้การออกกำลังกายแบบสลับช่วงพัก (Intermittent exercise) ที่ความหนักสูงมาก เพื่อลดระยะเวลาที่ร่างกายจะต้องออกกำลังกายต่อเนื่องกัน และเพิ่มระยะเวลาในการพัก การออกกำลังกายแบบนี้ควรออกกำลังกายอย่างน้อย 10 นาที ซึ่งจะได้ผลดีเช่นเดียวกันกับการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องที่มีความหนักสูงมากและอาจจะเหมาะสมสำหรับผู้เริ่มต้นออกกำลังกายที่ความหนักสูงมาก

4. ชนิดของการออกกำลังกาย (Type) การออกกำลังกายสำหรับผู้ที่มีภาวะอ้วนและน้ำหนักเกินในระยะแรกเริ่มควรเป็นกิจกรรมทางกายแบบแอโรบิกที่ใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ อีกทั้งควรมีการเพิ่มการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน และความอ่อนตัวด้วย

กล่าวโดยสรุป ในการออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกายนั้นต้องสร้างโปรแกรมให้ตรงกับจุดประสงค์ในการออกกำลังกายและมีการพิจารณาองค์ประกอบของการออกกำลังกายตามหลัก FITT ดังต่อไปนี้

1. ความถี่ (Frequency) ควรมีการออกกำลังกายเป็นประจำประมาณ 3 – 5 ครั้ง/สัปดาห์
2. ความหนักในการออกกำลังกาย (Intensity) ระดับความหนักขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการออกกำลังกาย เช่น การออกกำลังกายที่มีความหนักสูงในนักกีฬาเพื่อพัฒนาระบบต่างๆภายในร่างกาย หรือการออกกำลังกายที่มีความหนักไม่สูงมากสำหรับผู้ที่มีภาวะอ้วน หรือผู้สูงอายุ
3. ระยะเวลาในการออกกำลังกาย (Time) ระยะเวลาในการออกกำลังกายขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของสมรรถนะที่เราต้องการ
4. ชนิดของการออกกำลังกาย (Type) ควรเลือกกิจกรรมที่เหมาะสมกับองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย เช่น ต้องการพัฒนาร่างกายด้านความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจควรเลือกการออกกำลังกายแบบแอโรบิก เป็นต้น และการออกกำลังกายทุกๆครั้งควรจะเริ่มต้นด้วยการอบอุ่นร่างกาย (Warm - up) จะช่วยให้กล้ามเนื้อและมีการยืดตัวได้มากขึ้นและมีความพร้อมต่อการตอบสนองสำหรับเหตุการณ์ต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น และจบด้วยการคลายอุ่น (Cool - down) เสมอเพื่อเป็นการช่วยลดการบาดเจ็บอีกทางหนึ่ง

การออกกำลังกายผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินแล้วนั้น ประเภทของการออกกำลังกายนั้นต้องมีเหมาะสมซึ่งไม่ควรเป็นการออกกำลังกายที่มีการปะทะหรือแรงกระแทกที่กระทำต่อกระดูกและข้อต่อเนื่องจากเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนนั้นต้องแบกรับน้ำหนักที่มากกว่าปกติจึงมีโอกาสเสี่ยงที่จะได้รับบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและข้อต่อได้มากกว่าเด็กที่มีน้ำหนักปกติ ซึ่งการออกกำลังกายที่เหมาะสมจึงควรเป็นการออกกำลังกายที่มีแรงกระแทกต่อกระดูกและข้อต่อน้อย เช่น การเดินเร็ว ปั่นจักรยาน ว่ายน้ำ เป็นต้น หรือในผู้ที่มีภาวะอ้วนมากๆ รวมทั้งผู้ที่มีโรคความดันโลหิตสูง หัวใจโต ไม่ควรออกกำลังกายที่มีความหนักสูง เพราะมีโอกาสที่หัวใจต้องทำงานมากขึ้น ซึ่งอาจเกิดอันตรายได้

5. การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง

5.1 ความหมายของการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง

การฝึกแบบสลับช่วง (Interval training) เป็นการออกกำลังกายที่แบ่งออกเป็นช่วงๆ โดยมีช่วงของการฟื้นฟูสภาพในระหว่างการฝึกหรือการออกกำลังกาย การฝึกแบบสลับช่วงส่งผลให้ร่างกายใช้พลังงานแบบใช้ออกซิเจน และส่งผลให้ร่างกายมีการพัฒนาความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น (อมรเทพ วันดี, 2558)

การฝึกแบบหนักสลับช่วง (Interval training) เป็นวิธีการที่ผู้ฝึกสอนและนักกีฬาทั่วไปนำมาใช้ในการฝึกอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะการเชื่อมโยงต่อจากการฝึกแบบต่อเนื่อง การฝึกแบบหนักสลับเบาเป็นวิธีการที่ร่างกายทำงานหนักขึ้นแต่จะมีช่วงพัก โดยการลดระดับความหนักลงหรือหยุดพักช่วงสั้นๆ แล้วปฏิบัติในรูปแบบเดิม ซึ่งมีจำนวนเที่ยวหรือจำนวนครั้งตามที่กำหนด ทั้งนี้การให้ฝึกในลักษณะนี้จะทำให้ร่างกายออกแรงเคลื่อนไหวโดยใช้ความหนักสูงและมีจังหวะพักสลับด้วยการ

ลดระดับความหนักลงซึ่งเป็นการเคลื่อนที่หรือหยุดพักอยู่กับที่แล้วเริ่มเคลื่อนที่ด้วยกิจกรรมหรือเวลาเท่าเดิมด้วยการปฏิบัติตามจำนวนที่กำหนด การฝึกแบบนี้มักใช้การวิ่งในสนามกีฬา ปั่นจักรยานอยู่กับที่ วิ่งบนลู่วิ่ง เพื่อให้ร่างกายทำงานที่ความหนักระดับสูงแล้วผ่อนคลายในช่วงพักด้วยการลดระดับความหนักลง (Recovery) ด้วยการเดิน วิ่งเหยาะ หรือผ่อนความเร็ว จนครบระยะทางหรือเวลาที่กำหนด เพื่อให้ร่างกายได้พักแบบมีกิจกรรม (Active rest) (เจริญ กระบวนรัตน์, 2557)

American college of sports medicine (ACSM) ให้ความหมายของการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงไว้ว่า เป็นการออกกำลังกายโดยมีช่วงความหนักเป็นระยะเวลาสั้นๆ (อาจอยู่ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ 5 วินาทีถึง 8 นาที) ด้วยอัตราการเต้นของหัวใจ 60% - 89% ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (Heart rate reserve; HRR) สลับกับช่วงพักด้วยการออกกำลังกายแบบเบาที่ความ 30% - 39% ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (Heart rate reserve; HRR) หรืออาจหยุดพักโดยสมบูรณ์ (Complete resting)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่า การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง (Interval training) คือ การออกกำลังกายแบ่งออกเป็นช่วงๆ โดยมีช่วงความหนักที่มีความหนัก 60% - 89% ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (Heart rate reserve; HRR) สลับกับช่วงพักด้วยการออกกำลังกายแบบเบาที่ความหนัก 30% - 39% ของอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง (Heart rate reserve; HRR) หรืออาจหยุดพักโดยสมบูรณ์ (Complete resting) แล้วปฏิบัติในรูปแบบเดิม โดยมีจำนวนเที่ยวหรือจำนวนครั้งตามที่กำหนด

5.2 ประโยชน์ของการฝึกแบบหนักสลับช่วง

5.2.1 การเผาผลาญไขมัน จากการศึกษาของ King และคณะ (2002) ได้ทำการเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบหนักสลับช่วง และการฝึกวิ่งแบบต่อเนื่องในผู้หญิงที่มีน้ำหนักตัวเกินที่มีต่อการเผาผลาญไขมัน พบว่าการฝึกแบบหนักสลับช่วงช่วยลดปริมาณไขมันในร่างกายได้ดีกว่าการฝึกวิ่งแบบต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hetletid และคณะ (2009) ที่ได้เปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานรวมและอัตราการเผาผลาญไขมันของผู้ที่ฝึกเป็นอย่างดีและผู้ que ออกกำลังกายเป็นประจำ โดยการฝึกวิ่งแบบหนักสลับช่วงบนลู่วิ่งกลเป็นเวลา 30 นาที 6 เซตซึ่งให้วิ่งด้วยความเร็วเต็มที่เท่าที่จะสามารถวิ่งได้ใน 4 นาที สลับกับช่วงเบา 2 นาที พบว่าผู้ที่ฝึกเป็นอย่างดีมีอัตราการเผาผลาญไขมันสูงถึง 35 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานรวมทั้งหมด

5.2.2 เพิ่มสมรรถภาพเชิงแอโรบิกและความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) จากการศึกษาของ Mahdi และคณะ (2011) ซึ่งได้ศึกษาวิธีการออกกำลังกายแบบ Low-volume high-intensity interval training โดยการปั่นจักรยานเต็มสปีด 30 วินาที พัก 4 นาที 3-5 เซต 3 ครั้งต่อสัปดาห์ และการปั่นจักรยานความหนักอยู่ที่ 125 เปอร์เซ็นต์ของ

ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) เป็นเวลา 30 วินาที พัก 2 นาที จำนวน 6-10 เซต เป็นระยะเวลา 3 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยทั้ง 2 วิธีฝึกใช้เวลาทั้งหมด 4 สัปดาห์พบว่ามีการเพิ่มประสิทธิภาพของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$)

5.2.3 ประหยัดเวลาในการออกกำลังกาย จากการศึกษาพบว่าการฝึกแบบหนักสลับช่วงที่ใช้เวลา 30 นาที จะเทียบได้กับการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกทั่วไป 60 นาที (วิรัตน์ สนจันทร์, 2555) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ปิยะพงษ์ สายสวาท (2558) พบว่าการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ใช้เวลา 30 นาทีจะเทียบได้กับการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องที่ใช้เวลา 60 นาที และการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงในระยะเวลา 3 วันต่อสัปดาห์เท่ากับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในระยะเวลา 4 – 6 วันต่อสัปดาห์ (ปิยะพงษ์ สายสวาท, 2558)

5.3 การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงกับเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน

การออกกำลังกายหนักสลับช่วง (High intensity interval training) เป็นการออกกำลังกายแบบมีลักษณะของการปฏิบัติกิจกรรมหนักแบบซ้ำๆ หลายครั้งและสลับด้วยการพัก ซึ่งประโยชน์ของการฝึกหนักสลับช่วงในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนมีดังนี้

5.3.1 ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด Weston และคณะ (2014) ได้เปรียบเทียบการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงกับการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องที่ความหนักปานกลางในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินพบว่าการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงสามารถพัฒนาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้ดีกว่าการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องที่ความหนักปานกลาง (Weston et al., 2014) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Chuensiri, Suksom and Tanaka (2018) โดยได้ศึกษาผลของการฝึกหนักสลับเบาที่มีต่อการทำงานของหลอดเลือดในเด็กชายที่มีภาวะอ้วน ซึ่งใช้โปรแกรมการฝึกหนักสลับเบาที่มีต่อโครงสร้างและการทำงานของหลอดเลือดในเด็กชายที่มีภาวะอ้วน พบว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกหนักสลับเบา และกลุ่มที่ได้รับการฝึกหนักสลับเบาที่มีความหนักสูงมีความสามารถในการใช้ออกซิเจนเพิ่มมากขึ้น

5.3.2 สุขสมรรถนะ จากการศึกษาของ วรัญญา ทองใบ (2563) ที่ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาที่มีต่อสุขสมรรถนะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีภาวะน้ำหนักเกิน โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร ปีการศึกษา 2563 จำนวน 30 คน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 15 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 15 คน โดยให้กลุ่มควบคุมใช้ชีวิตประจำวันปกติและกลุ่มทดลองออกกำลังกายตามโปรแกรมการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าค่าดัชนีมวลกาย ยืนยกเข้าขึ้นลง 3 นาที ความอ่อนตัว ดันพื้น 30 วินาที และลุก-นั่ง 60 วินาที แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับ วิภาดา พ่วงพี, ญัฐิกา เพ็งสี และวิชาญ มะวีญธร

(2562) ที่ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกแบบวงจรโดยใช้แอโรบิกแบบหนักสลับเบาเป็นฐานที่มีต่อสมรรถภาพทางกายของนักเรียนชายอ้วน ในการศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชายชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงของกระทรวงสาธารณสุข อยู่ระหว่างเส้น +2S.D. ถึง +3S.D. จำนวน 50 คน โดยแบ่งกลุ่มการทดลองเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่เข้าร่วมโปรแกรมการฝึกแบบวงจรโดยใช้แอโรบิกแบบหนักสลับเบาเป็นฐาน และกลุ่มควบคุมที่ปฏิบัติกิจวัตรประจำวันตามเวลาของโรงเรียน พบว่านักเรียนที่เข้าร่วมโปรแกรมการฝึกแบบวงจรโดยใช้แอโรบิกแบบหนักสลับเบาเป็นฐานมีสมรรถภาพทางกายดีกว่านักเรียนที่ไม่ได้เข้าร่วมการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. การออกกำลังกายบนพื้นทราย

6.1 รูปแบบการออกกำลังกายบนพื้นทราย

การศึกษาของ Impellizzeri และคณะ (2008) ที่ได้เปรียบเทียบผลของการฝึกพลัยโอเมตริกบนทรายและพื้นหญ้าที่มีต่อความสามารถในการกระโดดและความสามารถในการวิ่งในนักกีฬาฟุตบอลชาย จำนวน 18 คน พบว่าในนักกีฬาฟุตบอลที่ทำการฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นทรายสามารถพัฒนาความสามารถในการกระโดดได้ดีกว่าการฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นหญ้า นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Cetolin และคณะ (2021) ที่ได้ศึกษาผลของการฝึกแบบหนักสลับเบาที่ความหนักระดับสูงบนพื้นทรายในนักกีฬาฟุตบอล โดยแบ่งกลุ่มเป็นนักฟุตบอลทีมชาติบราซิลที่มีอายุเฉลี่ย 18.37 ปี จำนวน 7 คน พบว่าหลังจากฝึกแบบหนักสลับเบาที่ความหนักระดับสูงบนพื้นทรายสามารถพัฒนาอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของนักฟุตบอลได้ดีกว่าการฝึกหนักสลับเบาที่ความหนักระดับสูงบนพื้นหญ้า นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Seyam และคณะ (2020) ได้ทำการศึกษาผลของการเดินบนพื้นทรายร่วมกับการควบคุมอาหารในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 โดยกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยในครั้งนี้เป็นผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 66 คน ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มที่ออกกำลังกายด้วยการเดินบนพื้นทรายจำนวน 33 คน และกลุ่มที่เดินบนพื้นราบแข็งจำนวน 33 คน โดยทำการออกกำลังกายด้วยการเดินเป็นเวลา 30 นาที ด้วยความหนักระดับปานกลาง สัปดาห์ละ 3 ครั้ง เป็นเวลา 4 เดือน หลังการทดลองพบว่า รอบเอวและคุณภาพชีวิตของผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ออกกำลังกายด้วยการเดินบนพื้นทรายดีกว่าผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินที่ป่วยเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ออกกำลังกายด้วยการเดินบนพื้นราบแข็งและยังมีการศึกษาของ Morrison และคณะ (2009) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการเดินบนพื้นทรายและพื้นราบแข็งที่มีต่อสุขภาพ ความแข็งแรง และสมรรถภาพของผู้หญิงที่มีอายุ 60 – 75 ปี โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้เป็นผู้หญิงที่มีอายุ 60 – 75 ปี จำนวน 38 คน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เดินบนพื้นทรายจำนวน 19 คน และกลุ่มที่เดินบนพื้นราบแข็ง จำนวน 19 คน พบว่ากลุ่มที่เดินบนพื้น

ทรายมีระดับไขมันในเลือดลดลง สมรรถภาพทางกายและกล้ามเนื้อมีความแข็งแรงมีการพัฒนา มากกว่ากลุ่มที่เดินบนพื้นราบแข็งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สามารถสรุปได้ว่า การออกกำลังกายบนพื้นทรายสามารถทำได้หลายรูปแบบทั้งในรูปแบบ ที่เป็นการออกกำลังกายที่มีแรงกระแทกสูง เช่น การออกกำลังกายแบบพลัยโอเมตริก หรือแม้กระทั่ง การออกกำลังกายแบบแอโรบิก เช่น การเดิน การวิ่ง เป็นต้น นอกจากนี้จากการศึกษาข้างต้น พบว่า การออกกำลังกายบนพื้นทรายสามารถพัฒนารูปแบบการออกกำลังกายบนพื้นทรายในบุคคลหลาย กลุ่ม เช่น กลุ่มผู้สูงอายุ กลุ่มผู้มีภาวะน้ำหนักเกินหรืออ้วน หรือแม้กระทั่งกลุ่มนักกีฬา

6.2 ประโยชน์ของการออกกำลังกายบนพื้นทราย

จากกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่ 3 กฎของการกระทำ (Law of action) ที่กล่าวว่า แรง กิริยาเท่ากับแรงปฏิกิริยา (Action force = Reaction force) นั้นหมายถึงการออกแรงกระทำต่อพื้น เรียบด้วยแรงทั้งหมดของร่างกาย โดยเมื่อออกแรงวิ่งหรือกระโดดด้วยแรงที่กระทำต่อพื้นเรียบจะเกิด แรงกระทำตอบจากพื้นเรียบด้วยขนาดที่เท่ากันแต่อยู่ในทิศตรงข้ามจึงเป็นผลให้สามารถพุ่งหรือ เคลื่อนที่ได้ แต่หากเป็นการวิ่งหรือการกระโดดบนพื้นทราย ทรายจะมีการกระจายตัวออกทำให้ต้อง ออกแรงพยายามในการกระทำต่อพื้นมากกว่าปกติเพื่อให้มีแรงในการเคลื่อนที่เท่ากับการเคลื่อนที่บน พื้นเรียบ (ปวีณา คำราพิช, 2547)

การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพสำหรับบุคคลทั่วไป จะมีความแตกต่างกับการพัฒนา ความสามารถทางกีฬาโดยการออกกำลังกายบนพื้นทรายเป็นการออกกำลังกายที่มีประสิทธิภาพใน การพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ เนื่องจากทรายจะมีการกระจายตัวออกทำให้ต้องออกแรงกระทำต่อพื้นมากกว่าปกติเพื่อให้มีแรงใน การเคลื่อนที่เท่ากับการเคลื่อนที่บนพื้นปกติ โดยพื้นที่ทรายจะช่วยลดแรงกระแทกขณะที่เท้าสัมผัส พื้น ทำให้ข้อต่อไม่ต้องรับแรงกระแทกมากเท่ากับการเคลื่อนที่บนพื้นเรียบ (สุรัสมิภา เจริญสุข และธน พล แก้ววงษ์, 2563)

6.3 ผลของการออกกำลังกายบนพื้นทราย

การออกกำลังกายบนพื้นทรายมีประสิทธิภาพการพัฒนาร่างกายประกอบต่างๆ ของร่างกาย รวมถึงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หรือแม้กระทั่งความคล่องแคล่วว่องไว (กรัณย์ ปัญโญ, 2554) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Binnie (2013) ได้ทำการเปรียบเทียบผลของการฝึกบนพื้นหญ้าและพื้น ทรายที่มีต่อประสิทธิภาพของการวิ่งระยะ 20 เมตร โดยผลการศึกษาพบว่าการฝึกวิ่งบนพื้นทราย สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการวิ่งได้มากกว่าการฝึกวิ่งบนพื้นหญ้า นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการ ฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นทรายร่วมกับการฝึกความทนทานในการวิ่งบนลู่วิ่งที่ส่งผลต่อสมรรถภาพ ทางกายในวัยรุ่นชาย พบว่าการฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นทรายร่วมกับการฝึกความทนทานในการวิ่ง สามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายของวัยรุ่นชายได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Singh et

al., 2022) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Durai และคณะ (2019) ที่ได้ทำการศึกษามูลของการฝึกวิ่งบนพื้นทรายที่มีต่อความเร็วในการวิ่งของวัยรุ่นชาย โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษากับนักเรียนเพศชายที่มีอายุระหว่าง 17 – 19 ปี จำนวน 20 คน พบว่าหลังจากการฝึกวิ่งบนพื้นทรายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ความเร็วในการวิ่งมีความแตกต่างกับก่อนทำการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าการออกกำลังกายบนพื้นทรายสามารถพัฒนาความสามารถต่างๆ ของร่างกายทั้งด้านขององค์ประกอบของร่างกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการวิ่ง นอกจากนี้ยังมีการรายงานของ Brown และคณะ (2017) พบว่าการออกกำลังกายบนพื้นหญ้าและยังเพิ่มการใช้พลังงานในการออกกำลังกายมากกว่าการออกกำลังกายบนพื้นราบแข็งอีกด้วย (Binnie, 2014)

7. การออกกำลังกายด้วยยางยืด

7.1 การออกกำลังกายด้วยยางยืด

ยางยืดเป็นหนึ่งในแนวคิดที่ถูกนำมาประยุกต์ดัดแปลงใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับออกกำลังกาย เพื่อช่วยพัฒนาเสริมสร้างความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ประกอบการออกกำลังกายที่สะดวก ประหยัด สามารถจัดทำได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังสามารถพกพา หรือนำติดตัวเพื่อนำไปใช้ประกอบการออกกำลังกายได้ทุกสถานที่และทุกเวลา โดยสามารถฝึกออกกำลังกายหรือการบริหารร่างกายได้ทุกส่วนหรือเฉพาะส่วนที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ (เจริญ กระบวนรัตน์, 2550)

7.2 หลักการฝึกยางยืด

ERT (Elastic resistance training) เป็นการออกกำลังกายที่สามารถทำที่บ้านได้หรือแม้แต่ขณะเราออกเดินทางก็สามารถทำได้ โดยการออกกำลังกายด้วยยางยืดเป็นแรงต้านนั้น (Elastic resistance exercise) ให้ผลดีด้านสรีรวิทยาการออกกำลังกาย ทั้งนี้การฝึก ERT (Elastic resistant training) สามารถทำให้เกิดการเคลื่อนไหวได้ โดยไม่มีขีดจำกัดจากแรงโน้มถ่วงของโลกทำให้มีรูปแบบการเคลื่อนไหวเช่นเดียวกับเครื่องออกกำลังกาย โดยหลักการฝึกเน้นรูปแบบการเคลื่อนไหวอย่างเป็นระบบ มีการปรับเปลี่ยนระดับของแรงต้านทาน จำนวนครั้ง และความถี่ในการฝึกโปรแกรมการเสริมสร้างความแข็งแรง ซึ่งวิธีในการกำหนดความหนักของการออกกำลังกายใช้วิธี Multiple RM ซึ่งเป็นจำนวนครั้งสูงสุดของความต้านทานในแต่ละท่าการออกกำลังกายโดยไม่ต้องคำนวณ 1 RM โดยมีเกณฑ์การพิจารณาความหนักในการฝึกดังตารางที่ 14

ตาราง 14 เกณฑ์การพิจารณาความหนักในการฝึก

เป้าหมาย	ความหนัก (% 1RM)	ความหนัก (Multiple RM)
ความแข็งแรงและพลัง	85 - 90% 1RM	3 - 6 RM
ความอดทนและความเร็ว (ความหนักสูง)	70 - 75% 1RM	10 - 12 RM
ความอดทน (ความหนักต่ำ)	55 - 60% 1RM	20 - 25 RM

หมายเหตุ. จาก “ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยยางยืดร่วมกับการส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพต่อการชะลอโรคข้อเข่าเสื่อมของผู้สูงอายุตำบลกุดแห่ อำเภอลำดวน จังหวัด โยธธร,” โดย ดวงมล สีมันตะ, 2560, (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษาด้านการศึกษาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์, คณะศึกษาศาสตร์. น.21.

ซึ่งการฝึกด้วยแรงต้านจากยางยืดควรเริ่มด้วยยางยืดที่มีระดับเบามากเพื่อให้ได้ทำฝึกและการเคลื่อนไหวที่ถูกต้อง (เจริญ กระบวนรัตน์, 2548) โดยมีหลักการออกกำลังกายเช่นเดียวกับการออกกำลังกายทั่วไปประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนอบอุ่นร่างกาย (Warm - up) ขั้นตอนเสริมสร้าง (Conditioning) และขั้นคลายอุ่น (Cool - down) (American college of sports medicine, 2021; Gibson et al., 2019) ในการออกกำลังกายแต่ละครั้งควรที่กำหนดวัตถุประสงค์ของการออกกำลังกาย รวมถึงประเภทของการออกกำลังกาย (McGowan et al., 2015)

ขั้นตอนอบอุ่นร่างกาย (Warm - up) เป็นขั้นตอนที่ทำให้ร่างกายสามารถปรับตัวต่อความต้องการทางสรีรวิทยา ชีวกลศาสตร์ และชีวพลังงานที่เฉพาะเจาะจงต่อการที่จะออกกำลังกาย ควรที่จะใช้กิจกรรมที่ความหนักระดับเบาถึงปานกลางที่เฉพาะกับกลุ่มกล้ามเนื้อที่จะใช้งานขณะออกกำลังกาย การอบอุ่นร่างกายนั้นสามารถเพิ่มพิสัยของข้อต่อ และลดการบาดเจ็บขณะออกกำลังกายได้ การอบอุ่นร่างกายแบบมีการเคลื่อนไหว (Dynamic stretching) นั้นมีการใช้กล้ามเนื้อกลุ่มใหญ่เข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการยืดเหยียดแบบคงค้างไว้ (Static stretching) เพื่อที่จะพัฒนาความสามารถของความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ การออกกำลังกายประเภทแอโรบิก กีฬา หรือการออกกำลังกายประเภทใช้แรงต้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกิจกรรมที่ใช้ระยะเวลาอันยาวนานและมีการทำซ้ำ ๆ หลายครั้ง ซึ่งระยะเวลาในการอบอุ่นร่างกายนั้นอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระดับพลังงานที่จะใช้ขณะมีกิจกรรม ซึ่งมีการศึกษาพบว่าการอบอุ่นร่างกายนั้นควรจะมีการจำกัดเวลาให้น้อยกว่า 15 นาที (McGowan et al., 2015)

ขั้นตอนเสริมสร้างการออกกำลังกาย (Conditioning) อาจรวมถึงกิจกรรมประเภทแอโรบิก การใช้แรงต้าน การยืดหยุ่น หรือ/และกีฬาขึ้นอยู่กับเป้าหมายของการออกกำลังกายในแต่ละครั้ง

การเสริมสร้างในโปรแกรมการออกกำลังกายใดๆ ควรใช้ระยะเวลาระหว่าง 10 - 60 นาที ขึ้นอยู่กับความหนักของกิจกรรม

ขั้นการคลายอุ่น (Cool - down) เป็นขั้นตอนที่แนะนำให้ทำเพื่อให้การออกกำลังกายในแต่ละครั้งนั้นครบถ้วน โดยจากการศึกษาของ Hooren and Peake (2018) พบว่าการคลายอุ่นนั้นมีผลกระทบต่อการพัฒนาตัวบ่งชี้ทางจิตชีววิทยา (Psychobiological markers) ในการฟื้นตัว แต่การคลายอุ่นนั้นอาจจะมีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น ระดับของปริมาณการใช้ออกซิเจน อัตราการเต้นหัวใจได้กลับไปอยู่ในใกล้เคียงกับระดับขณะพัก (Near-resting levels) หลังจากการออกกำลังกาย การใช้การออกกำลังกายประเภทการยืดหยุ่น เช่น การยืดเหยียดแบบหยุดนิ่งขณะการคลายอุ่นนั้นอาจจะช่วยผ่อนคลายทางสรีรวิทยา (Behm, 2018)

7.3 พื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์ของการฝึกด้วยแรงต้านจากยางยืด

การฝึกกล้ามเนื้อโดยปกติมักอยู่ภายใต้เงื่อนไขการออกกำลังกายในรูปแบบไอโซโทนิค (Isotonic) ไอโซคิเนติก (Isokinetic) และไอโซเมทริก (Isometric) รูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบของการฝึกไอโซโทนิคที่มีการยกหรือเคลื่อนย้ายน้ำหนักที่มีความคงที่ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว ซึ่งมักใช้อุปกรณ์อิสระในการออกกำลังกายภายใต้เงื่อนไขของไอโซโทนิค ส่วนรูปแบบการฝึกแบบไอโซคิเนติกต้องมีการพึ่งพาในเรื่องอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ เนื่องจากการออกกำลังกายในรูปแบบนี้ต้องมีการควบคุมความเร็วให้เท่ากันตลอดช่วงของการเคลื่อนไหวโดยแรงต้านจะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนระดับแรงทอร์ก ซึ่งมีความเร็วในการเคลื่อนไหวตลอดช่วงคงที่ และรูปแบบการฝึกแบบไอโซเมทริกมักใช้ความหนักในการฝึกที่ระดับเกือบสูงสุด (Sub maximum) หรือที่ระดับสูงสุด (Maximum) โดยทั้งนี้ต้องไม่เกิดการเคลื่อนไหวของข้อต่อ อีกทั้งยังเป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่ไม่จำเป็นต้องมีเครื่องมือที่มีความจำเพาะเจาะจง

Morrissey และคณะ (Morrissey et al., 1995) กล่าวว่า การออกกำลังกายด้วยแรงต้านด้วยยางยืดไม่ได้อยู่ภายใต้เงื่อนไขของรูปแบบการออกกำลังกายทั้ง 3 เพียงรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งที่กล่าวมาข้างต้น กล่าวคือ ไอโซโทนิค ไอโซคิเนติก และไอโซเมทริก ซึ่งการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านด้วยยางยืดมีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวซึ่งจะแตกต่างออกไปจากเงื่อนไขตามหลักการข้างต้น ซึ่งบ่งชี้ให้เห็นถึงลักษณะสำคัญที่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้ยางยืดเพื่อจัดเป็นโปรแกรมการฝึกการออกกำลังกาย ซึ่งงานวิจัยนี้จะช่วยให้เกิดองค์ความรู้ด้านการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินทั้งทางด้านรูปแบบและความเหมาะสมของการออกกำลังกายต่อไป

7.4 ประโยชน์ของการฝึกด้วยแรงต้านจากยางยืด

ยางยืดสามารถใช้สำหรับการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ในหลายๆกลุ่มกล้ามเนื้อ เช่นเดียวกับเครื่องออกกำลังกาย หรืออุปกรณ์การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านชนิดอื่นๆ ดังการศึกษาของ เฟื่องลดา บุญเลิศ ในปี 2564 ที่ได้ทำการศึกษาผลของ

โปรแกรมการฝึกโดยใช้ยางยืดแบบสถานีที่มีต่อสุขสมรรถนะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 40 คน ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกโดยใช้ยางยืดแบบสถานี จำนวน 20 คน และกลุ่มควบคุมออกกำลังกายตามปกติ โดยใช้เวลาในการฝึกทั้งหมด 8 สัปดาห์ พบว่าหลังจากการทดลองกลุ่มทดลองมีสุขสมรรถนะ ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (เฟื่องลดา บุญเลิศ, 2564) อีกทั้งยังสอดคล้องกับ ชาติรีตีประดวง (2556) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้พลศึกษาโดยใช้โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อสุขสมรรถนะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 40 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 20 คน พบว่าหลังจากการทดลอง 8 สัปดาห์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในกลุ่มทดลองมีสุขสมรรถนะดีขึ้นกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ชาติรีตีประดวง, 2556)

จึงสามารถสรุปได้ว่า การออกกำลังกายด้วยยางยืดสามารถพัฒนาองค์ประกอบของร่างกาย ความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว และความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต และหายใจในเด็กนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นได้เป็นอย่างดี

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยในประเทศ

สว่างจิต แซ่โจ้ว (2552) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายแบบวงจรมีต่อสุขสมรรถนะของเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกิน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกิน อายุ 10 – 12 ปี จำนวน 50 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองฝึกตามโปรแกรมการออกกำลังกายแบบวงจร 8 สถานี จำนวน 25 คน และกลุ่มควบคุมที่ดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติ จำนวน 25 คน พบว่าหลังการทดลอง 8 สัปดาห์กลุ่มที่ฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายแบบวงจรมีสุขสมรรถนะ ดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เสาวลักษณ์ สุนทรลักษณ์ และ ดรุณวรรณ สุขสม (2552) ได้ศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการใช้แรงต้านที่มีต่อการเผาผลาญพลังงานและการไหลเลือดชั้นคิวทาเนียสในหญิงน้ำหนักปกติและหญิงน้ำหนักเกิน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตหญิงจำนวนทั้งสิ้น 42 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มน้ำหนักปกติ 20 คนและน้ำหนักเกิน 22 คน ทั้งสองกลุ่มแบ่งเป็นสองกลุ่มย่อย คือ กลุ่มออกกำลังกายแบบแอโรบิกด้วยการปั่นจักรยาน และกลุ่มออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการใช้แรงต้านด้วยการปั่นจักรยานกับการใช้ยางยืด พบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับแรงต้านมีการเผาผลาญพลังงานมากกว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างเดียวทั้งในผู้ที่มีน้ำหนักปกติและผู้ที่มีน้ำหนักเกินโดยไม่เกิดความแตกต่างของหน้าที่การทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือด

ชาตรี ติประดวง (2556) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้พลศึกษาโดยใช้โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสุรวิทยาคาร อายุระหว่าง 13 – 15 ปี จำนวน 40 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองซึ่งดำเนินการฝึกออกกำลังกายด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยยางยืด จำนวน 20 คน และกลุ่มควบคุมที่ดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติจำนวน 20 คน พบว่ากลุ่มทดลองที่ใช้โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยยางยืดมีสมรรถภาพทางกายดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ดร.ณรรณ สุขสม, อิโรฟุมิ ทานากะ, และ นภัสร ชื่นศิริ (2559) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักระดับสูงและสูงมากต่อองค์ประกอบของร่างกายและการตอบสนองของหลอดเลือดในเด็กอ้วน โดยในกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยเป็นเด็กชายที่น้ำหนักปกติและภาวะอ้วน อายุ 8 – 12 ปี จำนวน 35 คน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มทดลอง ซึ่งในกลุ่มทดลองที่ 1 เป็นกลุ่มเด็กชายที่น้ำหนักปกติ จำนวน 18 คน และกลุ่มทดลองที่ 2 เป็นเด็กชายที่ภาวะอ้วนจำนวน 17 คน ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงด้วยการปั่นจักรยานที่ความหนักสูงมาก 100, 130 และ 170 เปอร์เซ็นต์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด พบว่า เด็กชายอายุ 8 - 12 ปีที่มีภาวะอ้วน หลังการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่มีความหนักสูงมาก มีการใช้พลังงานมากกว่าเด็กน้ำหนักปกติทั้ง 3 ความหนักของการออกกำลังกาย และในเด็กที่มีภาวะอ้วนและเด็กน้ำหนักปกติมีการขยายตัวของหลอดเลือดเมื่อถูกปิดกั้นการไหลเวียนสูงกว่าก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นภัสร ชื่นศิริ (2557) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบสลับช่วงที่ความหนักสูงและที่ความหนักสูงมากต่อการใช้พลังงาน องค์ประกอบของร่างกาย และการทำงานของหลอดเลือดในเด็กอ้วน โดยในการวิจัยในครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 การศึกษา สำหรับการศึกษที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กชายอายุ 8 – 12 ปี โดยแบ่งเป็นเด็กน้ำหนักปกติ 17 คน และเด็กอ้วน 18 คน ซึ่งทำการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงด้วยการปั่นจักรยานที่ความหนักสูงมาก 100, 130 และ 170 เปอร์เซ็นต์ของค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และในการศึกษาที่ 2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นเด็กชายที่มีน้ำหนักปกติและอ้วนจำนวน 37 คน ซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มควบคุม จำนวน 11 คน กลุ่มออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงด้วยการปั่นจักรยานที่ความหนักสูง 90%VO₂peak และกลุ่มที่ออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงมาก 170%VO₂peak มีการเผาผลาญพลังงานขณะพักสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรวิศ ลาภธนชัย (2562) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีต่อองค์ประกอบของร่างกายและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีภาวะอ้วน โดยกลุ่ม

ตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนิสิตหรือบุคลากรจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อายุ 18 – 45 ปี จำนวน 32 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง เป็นกลุ่มที่รับการฝึกแบบหนักสลับเบา จำนวน 16 คน และกลุ่มควบคุมที่ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ จำนวน 16 คน ซึ่งพบว่าการฝึกแบบหนักสลับเบาในระยะเวลา 12 สัปดาห์สามารถพัฒนาองค์ประกอบของร่างกายและสมรรถภาพอดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีภาวะอ้วนได้

ประสิทธิ์ ปัทม และ อัจฉริยะ อนน (2562) ได้ศึกษาผลการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักสูงเหนือจุดสูงสุดที่มีต่อมวลไขมันและมวลกล้ามเนื้อในนักกีฬาวิ่งชาย โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬา จำนวน 45 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่ม 15 คน ได้แก่ กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุด และกลุ่มที่ฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับนักกีฬา พบว่าการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนัก ระดับสูงเหนือจุดสูงสุด และการฝึกแบบหนักสลับพัก ที่ความหนักระดับสูงเหนือจุดสูงสุดแบบเฉพาะเจาะจงกับกีฬา ส่งผลต่อการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อ และลดมวลไขมันที่บริเวณขา

วรัญญา ทองใบ (2563) ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาที่มีต่อสุขสมรรถนะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีภาวะน้ำหนักเกิน โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีภาวะน้ำหนักเกิน จำนวน 30 คน ซึ่งแบ่งออกเป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 15 คน และกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกแบบหนักสลับเบา จำนวน 15 คน พบว่าหลังใช้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาที่มีต่อสุขสมรรถนะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีภาวะน้ำหนักเกิน 8 สัปดาห์มีค่าดัชนีมวลกาย ความอ่อนตัว ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต และระบบหายใจ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความอดทนของกล้ามเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

ธัญยานต์ วรเศรษฐวัฒน์ (2563) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกสลับช่วงประกอบน้ำหนักต่อองค์ประกอบของร่างกายและการทำงานของหลอดเลือดในผู้ที่มีภาวะอ้วนรุนแรง โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชายและเพศหญิงอายุ 18 – 50 ปี ที่มีน้ำหนักปกติ จำนวน 12 คน และมีภาวะอ้วนรุนแรง จำนวน 12 คน รวม 24 คน และแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่ได้รับการออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง จำนวน 12 คน และกลุ่มที่ 2 เป็นที่ได้รับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกสลับช่วงประกอบน้ำหนัก จำนวน 12 คน พบว่าผู้ที่มีภาวะอ้วนรุนแรงมีมวลกล้ามเนื้อ มวลกระดูก และมีเปอร์เซ็นต์การขยายตัวของหลอดเลือดเมื่อถูกปิดกั้นการไหลเวียนเพิ่มสูงขึ้นและมีความหนาของผนังหลอดเลือดลดลง และมีการเผาผลาญไขมันเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธนวรรณ ศรีเมือง, ธีระศักดิ์ วรรณสา และ พินิจ ชัยศิริรินทร์ (2564) ได้ศึกษาผลของการใช้ยางยืดออกกำลังกายเพื่อฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนที่มีผลต่อความแม่นยำในการโยนลูกเบตองของนักกีฬาเบตองมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้เป็น

นักกีฬาเปตองชาย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 12 คน โดยทำการออกกำลังกายด้วย ยางยืดเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน พบว่าหลังการทดลองนักกีฬาเปตองมีกล้ามเนื้อแขนที่ แข็งแรงขึ้น และมีความแม่นยำในการโยนลูกเปตองเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนทำการทดลองอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสามารถสรุปได้ว่าการออกกำลังกายด้วยยางยืดสามารถเพิ่มความ แข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนได้

8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Rakobowchuk และคณะ (2015) ได้ทำการศึกษา การออกกำลังกายแบบสลับช่วงที่ความ หนักสูงมากเปรียบเทียบกับออกกำลังกายแบบต่อเนื่องที่โดยการออกกำลังกายแบบสลับช่วงที่ ความหนักสูงมากและใช้เวลาในการออกกำลังกายน้อยมาก (Low-volume, Sprint interval) โดย การปั่นจักรยานแบบเร็วที่สุด 30 วินาทีสลับกับหยุดพัก 45 วินาทีจำนวน 4-6 ครั้งต่อเนื่องกัน (4 - 6x 30 sec "all out" spint) 3 ครั้งต่อสัปดาห์เป็นเวลา 6 สัปดาห์ในผู้ใหญ่ พบว่าการออกกำลังกายแบบ สลับช่วงที่ความหนักสูงมากสามารถพัฒนาโครงสร้างและการทำงานของหลอดเลือดแดงส่วนปลายได้ เมื่อเปรียบเทียบกับออกกำลังกายแบบต่อเนื่องที่ความหนักปานกลาง 65 เปอร์เซ็นต์ของค่า สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (65% VO₂peak) ที่ใช้ระยะเวลาในการออกกำลังกาย 40-60 นาที

Abdullah Alansare, Ken Alford, Sukho Lee, Tommie Church และ Hyun Chul Jung (2018) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลของการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีความหนักในระดับสูงกับ การฝึกแบบต่อเนื่องที่มีความหนักในระดับปานกลางที่มีต่อความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ ในผู้ใหญ่ที่ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำ พบว่าการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาสามารถปรับปรุง ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในผู้ใหญ่ที่ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำ

Marzouki และคณะ (2022) ได้ทำการศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากชนิดของพื้นผิวในการฝึกพลัย โอมेटริกที่มีต่อสุขสมรรถนะในเด็กวัยเรียน โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียน จำนวน 120 คน แบ่งเป็นนักเรียนชาย จำนวน 60 คน และนักเรียนหญิง จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่ม ทดลองซึ่งทำการฝึกพลัยโอมेटริกบนพื้นทรายจำนวน 60 คน และกลุ่มควบคุมซึ่งทำฝึกพลัยโอมेटริก บนพื้นแข็งจำนวน 60 คน เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า หลังการทดลองกลุ่มทดลองมีการพัฒนา ของสุขสมรรถนะเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Morrison และคณะ (2009) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลของการเดินบนพื้นแข็งและพื้น ทรายต่อสุขภาพ ความแข็งแรง และสมรรถภาพทางกายในผู้สูงอายุเพศหญิงที่มีอายุ 60 – 75 ปี โดย กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้หญิงอายุเพศหญิงที่มีอายุ 60 – 75 จำนวน 38 คน โดยแบ่งเป็น กลุ่มทดลอง ซึ่งทำการเดินบนพื้นทราย จำนวน 19 คน และกลุ่มควบคุม ซึ่งทำการเดินบนพื้นแข็ง จำนวน 19 คน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าหลังจากการทดลองกลุ่มทดลองที่ทำการเดินบนพื้น

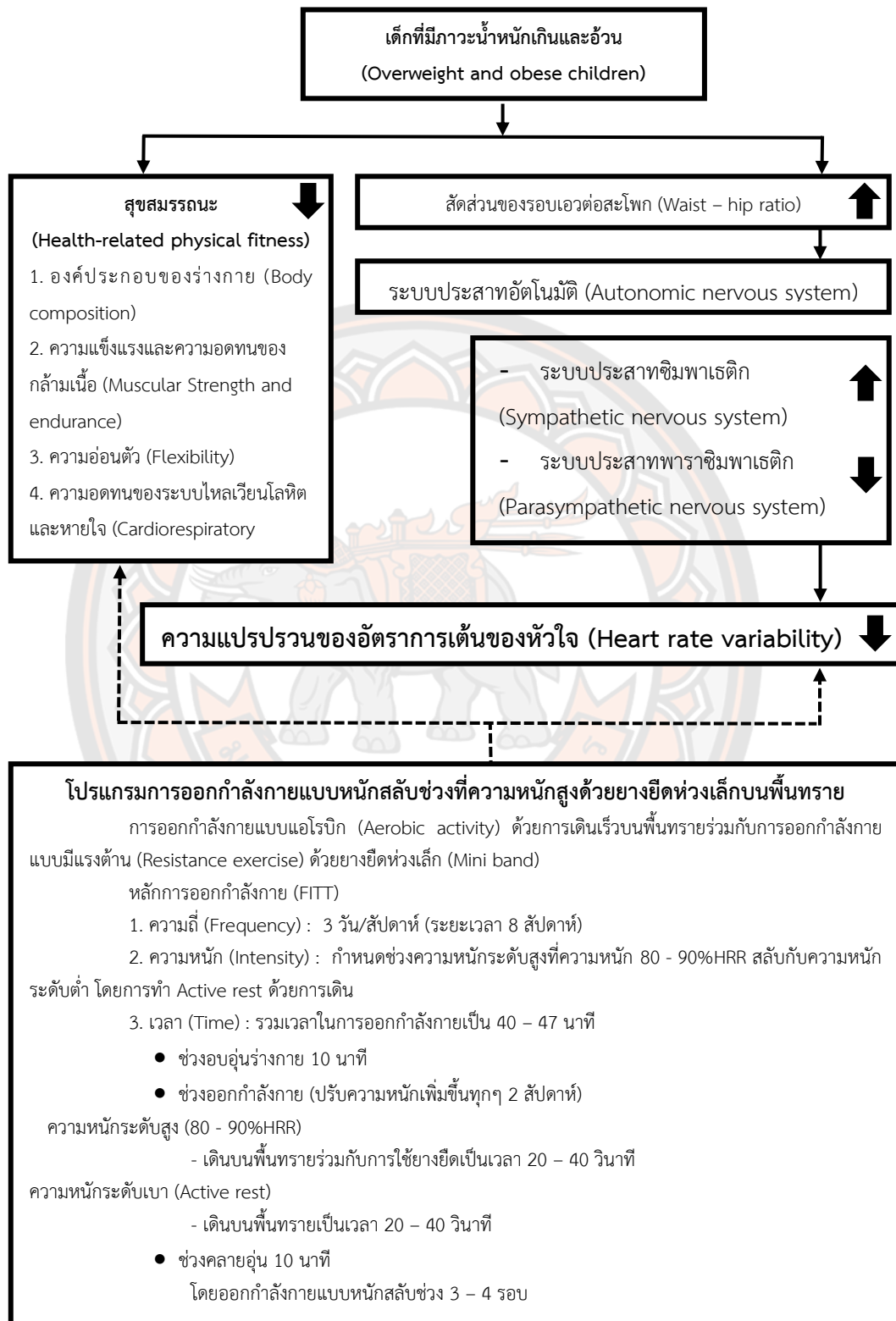
ทรายมีไขมันในลดลงมากกว่ากลุ่มควบคุม สมรรถภาพของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ รวมถึงความแข็งแรงมีการพัฒนาขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Kwak และคณะ (2016) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแรงต้านโดยใช้ยางยืดที่ส่งผลต่อการเคลื่อนไหว ความสามารถในการเดิน ความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพของการทรงตัวในผู้สูงอายุ โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นผู้สูงอายุ จำนวน 45 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ทำกายภาพร่วมกับยางยืด จำนวน 23 คน ซึ่งจะทำกายภาพร่วมกับยางยืด 3 ครั้งต่อสัปดาห์เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ และกลุ่มที่ทำกายภาพอย่างเดียว จำนวน 22 คน หลังการทดลองพบว่ากลุ่มที่ทำกายภาพร่วมกับยางยืดมีการเคลื่อนไหว ความสามารถในการเดิน ความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพของการทรงตัวดีกว่ากลุ่มที่ทำกายภาพอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Salafi และคณะ (2022) ได้ศึกษาผลของการเปรียบเทียบการออกกำลังกายบนพื้นทรายและการออกกำลังกายในน้ำที่มีต่อพลังของกล้ามเนื้อขาและความคล่องแคล่วว่องไวในนักกีฬาบาสเกตบอล โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักกีฬาบาสเกตบอลชาย จำนวน 36 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ออกกำลังกายบนพื้นทรายและกลุ่มที่ออกกำลังกายในน้ำ ซึ่งทำการฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าหลังจากการฝึกนักกีฬาบาสเกตบอลในกลุ่มที่ออกกำลังกายบนพื้นทรายมีพลังของกล้ามเนื้อขาและความคล่องแคล่วว่องไวมากกว่านักกีฬาบาสเกตบอลที่ออกกำลังกายในน้ำ

จึงสามารถสรุปได้ว่าการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายเป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่สามารถประยุกต์ใช้กับบุคคลเพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางกายได้ โดยช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดอาการบาดเจ็บบริเวณข้อต่อต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นระหว่างออกกำลังกาย อีกทั้งยังสามารถพัฒนาสุขสมรรถนะ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ อัตราการเผาผลาญพลังงาน การขยายตัวของหลอดเลือด รวมถึงสามารถพัฒนาความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อได้อีกด้วย

9. กรอบแนวคิดการวิจัย



บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental study design) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่มีความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนที่มีอายุ 13 – 15 ปี โดยได้รับการรับรองจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (COA No.197/2023 NU-IRB No.P1-0023/2566) มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาโรงเรียนสัคนามวิทยา ปีการศึกษา 2566 จำนวน 494 คน

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนสัคนามวิทยา จังหวัดกำแพงเพชร ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนเพศชายและเพศหญิง ที่มีอายุ 13 – 15 ปี ที่มีค่ามัธยฐานของน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงมากกว่า +2S.D. เมื่อเทียบกับน้ำหนักกับค่ามัธยฐานของน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงโดยใช้กราฟแสดงเกณฑ์อ้างอิงการเจริญเติบโตน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงของเด็กไทยอายุ 6 – 19 ปี จำแนกตามเพศของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2563 (กรมอนามัย, 2564)

การคำนวณขนาดตัวอย่าง

การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการคำนวณทางสถิติของการศึกษาก่อนหน้า (Gamelin, 2009) โดยงานวิจัยได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่มีต่อความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่กำลังเข้าสู่วัยรุ่น ซึ่งมีอายุเฉลี่ย 9.6 ปี จำนวน 38 คน พบว่า การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงสามารถปรับปรุงความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่กำลังเข้าสู่วัยรุ่นได้ และผลการศึกษาดังที่ได้ผู้วิจัยนำมาคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างสำหรับงานวิจัย โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป G*Power 3.1.9.2 กำหนดอำนาจของการทดสอบ (Power of statistical) เท่ากับ 0.80 และค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ 0.45 จากการคำนวณจะต้องใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 28 คน แต่เพื่อป้องกันการสูญหาย (Drop out) ของอาสาสมัครระหว่างเก็บข้อมูลและเพื่อให้ผลการศึกษาเป็นที่น่าเชื่อถือ ในการวิจัยนี้จึงได้เพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างอีกร้อยละ 20 ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จะใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 34 คน

ผู้วิจัยแบ่งกลุ่มอาสาสมัครที่เป็นเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนเพศชายและเพศหญิง เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 17 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 17 คน ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วย เด็กที่ภาวะน้ำหนักเกิน จำนวน 9 คน และเด็กที่มีภาวะอ้วน จำนวน 8 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบ เฉพาะเจาะจง (Purposive selection) จากนั้นการจับคู่รายบุคคล (Matched subject) ซึ่งใช้ค่า ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) ที่ได้จากการคำนวณจากจำนวนขั้น และจำนวน เที้ยวของการทดสอบ 20m Shuttle run test เข้ามาจับคู่รายบุคคลโดยเรียงจากน้อยไปมาก จากนั้น จึงทำการจับสลากเพื่อสุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งกลุ่มตัวอย่างจะเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ของการวิจัยโดยผ่านเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria) และเกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria)

เกณฑ์ในการคัดเข้า

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนสั๊กงามวิทยา จังหวัด กำแพงเพชรเพศชายและหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน อายุ 13 – 15 ปี ที่มีค่ามัธยฐานของ น้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงมากกว่า +2S.D. เมื่อกับน้ำหนักกับค่ามัธยฐานของน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง โดยใช้กราฟแสดงเกณฑ์อ้างอิงการเจริญเติบโตน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงของเด็กไทยอายุ 6 – 19 ปี จำแนกตามเพศของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2563 (กรมอนามัย, 2564)
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีสุขภาพดีแข็งแรงปราศจากโรค และประเมินความพร้อมก่อน ออกกำลังกายสำหรับเด็ก (Physical activity readiness question for children; PAR-Q for children) ซึ่งผู้ปกครองของผู้วิจัยตอบว่า “ไม่” ทุกข้อจึงจะผ่านเกณฑ์การประเมิน
3. ผู้เข้าร่วมวิจัยออกกำลังกายน้อยกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์ (การออกกำลังกายในข้อนี้ หมายถึง การออกกำลังกาย 3 ประเภท ได้แก่ การออกกำลังกายแบบแอโรบิก การออกกำลังกายแบบ มีแรงต้าน และการออกกำลังกายแบบยืดเหยียด ทั้งนี้ไม่รวมการทำงานอาชีพ การเดินทาง และงาน บ้าน)
4. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีความสมัครใจเข้าร่วมในการวิจัย ยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมวิจัย และได้รับความยินยอมจากผู้ปกครองในการลงนามใบยินยอมการวิจัย

เกณฑ์ในการคัดออก

กลุ่มอาสาสมัครเป็นโรคที่แพทย์ห้ามออกกำลังกาย และโรคที่มีระดับความรุนแรงของโรคสูง ได้แก่ โรคกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลัน, โรคหัวใจเต้นผิดจังหวะเฉียบพลัน, โรคหัวใจวายเฉียบพลัน, โรคปอด, โรคตับ, โรคไตที่รุนแรงระดับเฉียบพลัน, มีอาการบาดเจ็บของกระดูกและกล้ามเนื้อที่ยัง ไม่ได้รับการรักษา (ผู้วิจัยเป็นผู้บันทึกข้อมูล โดยให้อาสาสมัครกรอกข้อมูลลงในแบบบันทึกข้อมูล ลักษณะทางประชากร โดยอาสาสมัครจะต้องกรอกข้อมูลตามความเป็นจริง ซึ่งจะต้องเป็นข้อมูลที่ ผ่านการวินิจฉัยจากแพทย์แล้ว)

เกณฑ์การถอดถอน

1. อาสาสมัครที่มีเหตุหรือภาวะเจ็บป่วย ที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น หกล้ม ข้อเท้าแพลง เลือดออก หรือมีการผิดปกติของอวัยวะที่มีอาการปวดระดับ 7 ขึ้นไป ตามมาตราวัดความเจ็บปวดแบบเส้นตรงเรียงลำดับ (Numeric rating scale) (ปริศนา วานิช, 2560) เป็นต้น
2. อาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัยไม่ครบ 24 ครั้ง หรือ 8 สัปดาห์
3. อาสาสมัครที่ขอยกเลิกเข้าร่วมกิจกรรม
4. อาสาสมัครที่ได้รับบาดเจ็บขณะเข้าร่วมกิจกรรม
5. อาสาสมัครถอนคำยินยอมระหว่างการดำเนินโครงการ
6. ผู้วิจัยได้รับข้อมูลการทดสอบสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ จากอาสาสมัครไม่ครบ 2 ครั้ง เป็นเหตุให้ไม่สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ได้

เกณฑ์การยุติโครงการวิจัย

หากอาสาสมัครที่มีเหตุหรือภาวะเจ็บป่วย ที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อได้ เช่น หกล้ม ข้อเท้าแพลง เลือดออก หรือมีการผิดปกติของอวัยวะที่มีอาการปวดระดับ 7 ขึ้นไป ตามมาตราวัดความเจ็บปวดแบบเส้นตรงเรียงลำดับ (Numeric rating scale) (ปริศนา วานิช, 2560) หรือมีเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์อื่น ๆ เกิดขึ้นจนทำให้มีอาสาสมัครออกจากการวิจัยมากกว่า 5 ราย หากมีเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ชนิดร้ายเกิดขึ้นระหว่างการวิจัยก็จะยุติโครงการทันที

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental study design) มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินซึ่งมีรูปแบบการทดลองดังนี้

E	O_1	X	O_2
C	O_3	-	O_4

- X แทน ตัวแปรต้น หรือตัวแปรทดลอง (Treatment variable)
- E แทน กลุ่มทดลอง (Experimental group)
- C แทน กลุ่มควบคุม (Control group)
- O_i แทน การวัดค่าตัวแปรตามครั้งที่ $1, 2, \dots, i$ โดย O_i ที่ปรากฏก่อนหน้า X หรือหน้าเครื่องหมาย - หมายถึง การวัดค่าตัวแปรตามก่อนทดลอง (Pre - test) และ O_i ที่ปรากฏหลัง X หรือหลังเครื่องหมาย - หมายถึงการวัดค่าตัวแปรตามหลังการทดลอง (Post - test)

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น ได้แก่ โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทราย

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. สุขสมรรถนะ ประกอบด้วย องค์ประกอบของร่างกาย ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ
2. ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทราย

2. แบบบันทึกสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ
3. แบบบันทึกผลการทดสอบ 20m Shuttle run test
4. ตารางบันทึกการเข้าร่วมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูง
5. แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายสำหรับเด็กและเยาวชน อายุ 7 – 18 ปี (กรมพลศึกษา, 2562) ประกอบด้วยอุปกรณ์สำหรับวัดตัวแปรทางสุขสมรรถนะ ดังนี้

5.1 เครื่องชั่งน้ำหนักยี่ห้อ TANITA รุ่น BC-730

5.2 เครื่องวัดส่วนสูง

5.3 สายวัดตัว

5.4 เครื่องวัดความดันโลหิตยี่ห้อ OMRON รุ่น HEM-8712

5.5 เครื่องวัดความอ่อนตัว ยี่ห้อ FBT รุ่น 69302

5.6 นกหวีด

5.7 นาฬิกาจับเวลา ยี่ห้อ SEIKO รุ่น CAL, W037

5.8 กรวย

5.9 ตลับเมตร

5.10 เบาะพองน้ำ

5.11 โปรแกรมซอร์ฟแวร์เสียง 20m Shuttle run test audio (for beginner)

6. ประเมินความพร้อมก่อนออกกำลังกายสำหรับเด็ก (Physical activity readiness question for children; PAR-Q for children)

เครื่องมือที่ใช้วัดความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ

เครื่องมือวัดความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ ได้แก่ สายคาดอกวัดชีพจร (HR Sensor, Polar H10)

2. เครื่องกำกับจังหวะ (Metronome)
3. โปรแกรมวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate variability analysis software, Kubios HRV standard version 3.3.1)

เครื่องมือที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย

1. ยางยืดประเภทห่วงเล็ก (Mini band) ยี่ห้อ Super sport
 - 1.1 ยางยืดที่มีแรงต้านระดับเบามากมีค่าแรงดึง (Pull strength) เท่ากับ 5 – 10 ปอนด์
 - 1.2 ยางยืดที่มีแรงต้านระดับเบา มีค่าแรงดึง (Pull strength) เท่ากับ 10 – 15 ปอนด์
2. สายคาดหน้าอกวัดชีพจร (HR Sensor, Polar H10)

ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทราย

1. ค้นคว้าเอกสาร บทความ งานวิจัย และข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง การออกกำลังกายบนพื้นทราย และความเหมาะสมของรูปแบบการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกิน เพื่อนำมาเป็นข้อมูลประกอบการทำวิจัย
2. สร้างและออกแบบโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทราย เพื่อพัฒนาสุขสมรรถนะ และความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ โดยพัฒนาโปรแกรมจากการเห็นร่วมกันของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญหรือมีประสบการณ์ในด้านสรีรวิทยาการออกกำลังกาย ด้านการออกกำลังกายในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน และด้านการฝึกออกกำลังกายเพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางกาย โดยพิจารณาความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายต่อวัตถุประสงค์งานวิจัย ใช้เกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item objective congruence; IOC) ที่คำนวณได้ต้องมากกว่า 0.50 (Cox and Vagas, 1966) เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะต่างๆ

ทั้งนี้ โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายประกอบด้วยกิจกรรมที่มุ่งเน้นเสริมสร้างสุขสมรรถนะและปรับปรุงความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดระยะเวลาในการเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน โดยค่อยๆ ปรับความหนักของกิจกรรมการฝึกออกกำลังเพิ่มขึ้น

จนครบ 8 สัปดาห์ โดยการหาคุณภาพของโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความสูง ด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายในงานวิจัยครั้งนี้มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาเท่ากับ 0.88

การหาคุณภาพของโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูง

1. นำโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่ออกแบบไว้ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ จำนวน 5 ท่าน ได้ตรวจสอบความเที่ยงของกิจกรรมและพิจารณาความสอดคล้องของเนื้อหาในโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายต่อวัตถุประสงค์งานวิจัย ใช้เกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item objective congruence; IOC) เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆ ซึ่งมีเกณฑ์มากกว่า 0.50 ขึ้นไป โดยผู้เชี่ยวชาญต้องเป็นผู้มีประสบการณ์ในการทำงานหรือประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับด้านต่าง ๆ ไม่น้อยกว่า 5 ปี ดังนี้

1.1 ด้านสรีรวิทยาการออกกำลังกาย

1.2 ด้านการออกกำลังกายในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน

1.3 ด้านการฝึกออกกำลังกายเพื่อส่งเสริมสมรรถภาพทางกาย

2. นำข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญมาทำการประมวลและปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงและส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบอีกครั้ง

3. นำโปรแกรมโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายไปทดลองใช้ (Try-out) กับอาสาสมัครที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน (Student, 1908; วัฒนา สุนทรชัย และวนิดา คูชัยสิทธิ์, 2558) เพื่อหาจุดบกพร่องและแก้ไข แล้วนำปัญหาที่เกิดขึ้นไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักและร่วมในการพิจารณาแก้ไขสำหรับนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ขั้นตอนการศึกษานำร่อง (Try-out)

ในการศึกษานำร่องนี้จะทำการศึกษาในอาสาสมัครที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนเพศชายและเพศหญิง อายุ 13 – 15 ปี โรงเรียนนครไตรตรึงษ์ อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 30 คน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยติดต่อและคัดเลือกอาสาสมัครที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน โดยสมัครใจเข้าร่วมการวิจัย และแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน โดยการจับคู่รายบุคคล (Matched subject) ซึ่งใช้ค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) ที่ได้จากการคำนวณจากจำนวนขั้น และจำนวนเที่ยวของการทดสอบ 20m Shuttle run test เข้ามาจับคู่รายบุคคลโดยเรียงจากน้อยไปมาก จากนั้นจึงทำการจับสลากเพื่อสุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งกลุ่มตัวอย่างจะเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยผ่านเกณฑ์การคัดเลือก (Inclusion criteria) และเกณฑ์การคัดออก

(Exclusion criteria) ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ จำนวน 3 วัน (วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์) วันละ 40 - 47 นาที

2. ผู้วิจัยดำเนินการขอความยินยอมจากอาสาสมัครที่สมัครใจในการศึกษาครั้งนี้ โดยสมัครใจเข้าร่วมการทดลอง ซึ่งจะได้รับคำชี้แจงและคำอธิบายจากผู้วิจัยเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ รายละเอียดของการทดสอบ วิธีการเก็บข้อมูล ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา รวมถึงการเตรียมตัวก่อนเข้ารับการทดลองซึ่งเกี่ยวข้องกับการวิจัย

3. ทีมผู้วิจัยทำการคัดกรองอาสาสมัครตามเกณฑ์คัดเข้า - คัดออก

4. อาสาสมัครลงชื่อในใบยินยอม

5. อาสาสมัครตรวจวัดค่าตัวแปรทางสรีรวิทยาต่างๆ ดังนี้ รอบเอว รอบสะโพก สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก อัตราการเต้นของหัวใจ และความดันโลหิต

6. ทำการทดสอบค่าตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

6.1 แบ่งอาสาสมัครเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน โดยการจับคู่รายบุคคล (Matched subject) ซึ่งใช้ค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) ที่ได้จากการคำนวณจากจำนวนขั้น และจำนวนเที่ยวของการทดสอบ 20m Shuttle run test

6.2 การจับสลากเพื่อสุ่มเข้ากลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยอาสาสมัครในกลุ่มทดลองที่ 1 จะได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทราย ที่ความหนักระดับสูง 80 - 90%HRR เป็นเวลา 40-47 นาที และกลุ่มทดลองที่ 2 จะได้รับการฝึกออกกำลังกายด้วยการเดินอย่างต่อเนื่องบนพื้นทรายที่ความหนักระดับปานกลางถึงสูง 50 - 60%HRR เป็นเวลา 30 นาที

6.3 ตรวจวัดค่าตัวแปรทางสรีรวิทยา ก่อนฝึก และหลังสิ้นสุดการฝึก ได้แก่ รอบเอว รอบสะโพก สัดส่วนรอบเอวต่อสะโพก และความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ

6.4 ตรวจวัดค่าตัวแปรทางสรีรวิทยา ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจ และความดันโลหิต ก่อนฝึก หลังการฝึกทันที หลังการฝึกนาทีที่ 30 หลังการฝึกนาทีที่ 60 และหลังสิ้นสุดการฝึก

6.5 ตรวจวัดค่าตัวแปรความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจก่อนฝึก หลังฝึกทันที หลังการฝึกนาทีที่ 30 หลังการฝึกนาทีที่ 60 และหลังสิ้นสุดการฝึก

7. ทำการนัดหมายอาสาสมัครกลุ่มนาร่องเพื่ออธิบายถึงท่าในการฝึกออกกำลังกาย และนัดหมายสถานที่ที่ใช้ฝึกออกกำลังกาย คือ โรงเรียนนครไตรตรึงษ์ อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร

8. ทำการฝึกออกกำลังกายจากนั้นนำข้อบกพร่องและปัญหาที่เกิดขึ้นไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักและร่วมในการพิจารณาแก้ไขสำหรับนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป โดยผลการศึกษานาร่องครั้งนี้ (ภาคผนวก ฅ) แสดงให้เห็นว่าในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนมีการ

ทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ผิดปกติ นั่นคือระบบประสาทซิมพาเทติกและระบบประสาทพาราซิมพาเทติกทำงานไม่สมดุลกัน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการควบคุมการทำงานของหัวใจ แบบทดสอบสุขสมรรถนะและการวัดความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ

แบบทดสอบสุขสมรรถนะ เป็นแบบทดสอบตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบสมรรถภาพทางกายสำหรับเด็กและเยาวชน อายุ 7 – 18 ปี โดยสำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา เป็นคู่มือที่จัดพิมพ์ขึ้นเพื่อให้มีแบบทดสอบที่เป็นมาตรฐาน และมีเกณฑ์มาตรฐานสำหรับเด็กและเยาวชนในการทดสอบสมรรถภาพทางกาย โดยงานวิจัยชิ้นนี้ได้ใช้เฉพาะเกณฑ์การทดสอบสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ รวมถึงการทดสอบความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ ซึ่งใช้การทดสอบสมรรถภาพทางกาย Eurofit (นลินรัตน์ สมหวัง, กรกฎ พานิช, และอมรพันธ์ อัจฉิมภาพร, 2560) ประกอบด้วยการทดสอบต่างๆ ดังนี้

1. องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) วัดโดยการใช้เครื่องชั่งน้ำหนัก และเครื่องวัดส่วนสูง โดยทำการชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง เปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลกล้ามเนื้อ และคำนวณดัชนีมวลกาย

2. ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular strength and endurance) โดยใช้วิธีการดันพื้นประยุกต์ 30 วินาที (30 Seconds modified pushups) และการลุกนั่ง 60 วินาที (60 Seconds sit ups)

3. ความอ่อนตัว (Flexibility) วัดโดยการนั่งงอตัวไปข้างหน้า (Sit and reach)

4. ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ (Cardiorespiratory endurance) วัดจากค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) ที่ได้จากการทดสอบ 20m Shuttle run test (Raghuveer et al., 2020)

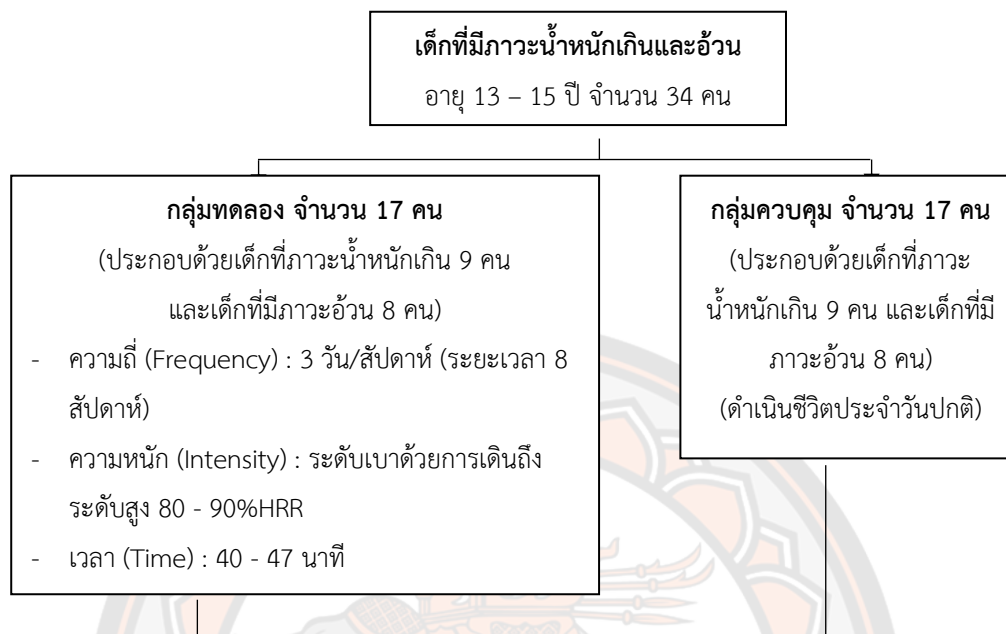
การวัดความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งพักในท่าที่สบายอย่างน้อย 5 นาที ก่อนการทดสอบงดการสนทนาและการเคลื่อนไหวร่างกาย หลังจากนั้นผู้เข้าร่วมวิจัยคาดสายคาดหน้าอกวัดชีพจร เพื่อตรวจและวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจด้วยช่วงความถี่ (Frequency domain) ประกอบด้วย ความถี่ต่ำ (Low frequency; LF) ซึ่งมีช่วงความถี่ที่ 0.04 – 0.15 เฮิรตซ์ (หน่วยเป็นมิลลิวินาที²) เมื่อค่าความถี่สูงขึ้นสะท้อนถึงการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกและระบบประสาทพาราซิมพาเทติก ความถี่สูง (High frequency; HF) ซึ่งมีช่วงความถี่ที่ 0.15 – 0.40 เฮิรตซ์ (หน่วยเป็นมิลลิวินาที²) เมื่อค่าความถี่สูงขึ้นสะท้อนถึงการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติกที่ทำงานมากขึ้น อัตราส่วนความถี่ต่ำต่อความถี่สูง (LF/HF ratio) โดยสัดส่วนช่วงความถี่ที่มีค่าสูงจะสะท้อนการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกที่ทำงานเพิ่มขึ้น และสัดส่วนช่วงความถี่ที่มีค่าต่ำจะสะท้อนถึงการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติกที่

ทำงานเพิ่มขึ้น และความถี่รวม (Total power; TP) ซึ่งเกิดจากการรวมกันของความถี่ต่ำมาก (Very low frequency; VLF) ความถี่ต่ำ (Low frequency) และความถี่สูง (High frequency; HF) ซึ่งค่าที่สูงขึ้นจะสัมพันธ์กับสุขภาพที่ดี โดยจะใช้เวลาในการทดสอบ 10 นาที มีขั้นตอนดังนี้

1. ช่วงเวลา 5 นาทีแรกกำหนดให้ผู้เข้าร่วมวิจัยหายใจเข้า-ออกตามจังหวะปกติของตนเอง (Spontaneous respiration)
2. ช่วงเวลา 5 นาทีหลัง กำหนดให้ผู้เข้าร่วมวิจัย หายใจเข้า-ออกตามจังหวะของเครื่องกำกับจังหวะ (Metronome) (Control for respiratory) ที่อัตราการหายใจ จำนวน 20 ครั้ง/นาที
3. บันทึกข้อมูลความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้ และนำไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (HRV analysis software, Kubios HRV standard 3.3.1)



การเก็บรวบรวมข้อมูล



การเก็บข้อมูลและการตรวจวัดค่าตัวแปรต่างๆ ก่อนและหลังทดลองสัปดาห์ที่ 8

ข้อมูลลักษณะทางประชากร	ข้อมูลทางสรีรวิทยา	ข้อมูลสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ
1. เพศ (Sex)	1. รอบเอว (Waist circumference)	1. องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)
2. อายุ (Age)	2. รอบสะโพก (Hip circumference)	2. ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular strength and endurance)
3. โรคประจำตัว (Congenital disease)	3. สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก (Waist – Hip ratio; WHR)	3. ความอ่อนตัว (Flexibility)
	4. อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (Resting heart rate; RHR)	4. ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ (Cardiorespiratory endurance)
	5. ความดันโลหิตขณะพัก (Blood pressure; BP)	5. ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate variability)

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. กำหนดกลุ่มทดลอง/กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) และแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลอง (ผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน จำนวน 9 คน และผู้ที่มีภาวะอ้วน จำนวน 8 คน) (กลุ่มที่เข้าร่วมการฝึกออกกำลังกายแบบหนัก สลับช่วงที่ความหนักสูง) และกลุ่มควบคุม (ผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน จำนวน 9 คน และผู้ที่มีภาวะอ้วน จำนวน 8 คน) (ดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติ) โดยการจับคู่รายบุคคล (Matched subjects) ซึ่งใช้ค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) ที่ได้จากการคำนวณจากจำนวนขั้น และจำนวนเที่ยวของการทดสอบ 20m Shuttle run test เข้ามาจับคู่รายบุคคลโดยเรียงจากน้อยไปมาก จากนั้นจึงทำการจับสลากเพื่อสุ่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งกลุ่มตัวอย่างจะเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยโดยผ่านเกณฑ์การคัดเลือก (Inclusion criteria) และ เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria)

2. ทำการเก็บข้อมูลของอาสาสมัคร ได้แก่ ข้อมูลลักษณะประชากร ข้อมูลด้านสรีรวิทยา ข้อมูลด้านสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ โดยอาสาสมัครต้องมีคุณสมบัติผ่านเกณฑ์การคัดเลือก – เกณฑ์การคัดออกจึงจะสามารถเข้าร่วมโครงการวิจัยได้ จากนั้นจึงจะทำการนัดหมายอาสาสมัครที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือก – เกณฑ์การคัดออกของงานวิจัย

3. ทำการเก็บข้อมูลทางสรีรวิทยา ได้แก่ รอบเอว รอบสะโพก สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก และความดันโลหิตขณะพัก

4. ทำการทดสอบระดับสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ ในอาสาสมัครกลุ่มทดลอง ก่อนการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูง และทำการทดสอบระดับสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในอาสาสมัครกลุ่มควบคุม ก่อนการดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติ โดยจะได้รับการทดสอบ (Pre - test) ผู้วิจัยและผู้ช่วยผู้วิจัยจะเป็นผู้ทดสอบระดับสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ โดยไม่มีการปกปิด (Blind) ผู้ประเมินระดับสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ ดังนี้

4.1 องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) วัดโดยการใช้เครื่องชั่งน้ำหนักเครื่องวัดส่วนสูง และวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย

4.2 ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular strength and endurance) โดยใช้วิธีการดันพื้นประยุกต์ 30 วินาที (30 Seconds modified pushups) และการลุกนั่ง 60 วินาที (60 Seconds sit ups) และบันทึกค่าข้อมูลเป็นจำนวนครั้ง

4.3 ความอ่อนตัว (Flexibility) วัดโดยการนั่งงอตัวไปข้างหน้า (Sit and reach) และบันทึกค่าข้อมูลเป็นเซนติเมตร

4.4 ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ (Cardiorespiratory endurance) วัดจากค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) ที่ได้จากการทดสอบ 20m Shuttle run test โดยทำการวิ่งไปและกลับในระยะ 20 เมตร ซึ่งต้องวิ่งให้ทันตามความเร็วที่กำหนดจากสัญญาณเสียง ด้วยความเร็วเริ่มต้น 8.5 กิโลเมตร/ชั่วโมง และเพิ่มความเร็วของการวิ่งนาทีละ 0.5 กิโลเมตร/ชั่วโมง หากไม่สามารถรักษาระดับความเร็วในการวิ่งให้ทันตามสัญญาณเสียงที่กำหนดได้ ต่อเนื่องสองเที่ยวจะยุติการทดสอบ และนำจำนวนชั้น (Level) และจำนวนเที่ยว (Shuttle) ที่ทำได้ มาคำนวณหาค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) (รายละเอียดดังภาคผนวก ค)

4.5 ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate variability; HRV) วัดโดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งพักในท่าที่สบายอย่างน้อย 5 นาที ก่อนการทดสอบงดการสนทนาและการเคลื่อนไหวร่างกาย จากนั้นผู้เข้าร่วมวิจัยคาดสายคาดหน้าอกวัดชีพจร ใช้เวลาในการทดสอบ 10 นาที โดยในช่วงเวลา 5 นาทีแรก กำหนดให้ผู้เข้าร่วมวิจัยหายใจเข้า-ออกตามจังหวะปกติของตนเอง (Spontaneous respiration) และในช่วงเวลา 5 นาทีหลัง กำหนดให้ผู้เข้าร่วมวิจัย หายใจเข้า-ออกตามจังหวะของเครื่องกำกับจังหวะ (Metronome) (Control for respiratory) ที่อัตราการหายใจจำนวน 20 ครั้ง/นาที จากนั้นบันทึกข้อมูลความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้ และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (HRV analysis software, Kubios HRV standard 3.3.1)

5. ดำเนินการทดลอง โดยให้กลุ่มทดลองเข้าร่วมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง ครั้งละ 40 - 47 นาที ซึ่งผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องสวมใส่รองเท้าออกกำลังกายทุกครั้งก่อนทำการฝึก โดยในสัปดาห์ที่ 1 - 2 ใช้เวลาในการเข้าร่วมโปรแกรมทั้งหมด 40 นาที โดยแบ่งเป็นการอบอุ่นร่างกาย 10 นาที การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงบนพื้นทรายทั้งหมด 20 นาที และการคลายอุ่น 10 นาที ซึ่งใช้อัตราส่วนในการฝึกออกกำลังกายเป็น 1:2 ในสัปดาห์ที่ 3 - 4 ใช้เวลาในการเข้าร่วมโปรแกรมทั้งหมด 46 นาที โดยแบ่งเป็นการอบอุ่นร่างกาย 10 นาที การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายทั้งหมด 26 นาที และการคลายอุ่น 10 นาที มีการเพิ่มระยะเวลาการออกกำลังกายในช่วงหนัก ซึ่งใช้อัตราส่วนในการฝึกออกกำลังกายเป็น 1:1 และมีการใช้ยางยืดห่วงเล็กที่ความหนักของแรงต้านในระดับเบา (ค่าแรงดึง 5 - 10 ปอนด์) สัปดาห์ที่ 5 - 6 ใช้เวลาในการเข้าร่วมโปรแกรมทั้งหมด 47 นาที โดยแบ่งเป็นการอบอุ่นร่างกาย 10 นาที การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายทั้งหมด 27 นาที และการคลายอุ่น 10 นาที ซึ่งใช้อัตราส่วนในการฝึกออกกำลังกายเป็น 2:1 และเพิ่มจำนวนรอบของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่มีความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทราย และ

เพิ่มความหนักของแรงต้านจากยางยืดห่วงเล็กจากแรงต้านในระดับเบามากเป็นแรงต้านในระดับปานกลาง (ค่าแรงดึง 10 - 15 ปอนด์) และในสัปดาห์ที่ 7 - 8 ใช้เวลาในการเข้าร่วมโปรแกรมทั้งหมด 47 นาที โดยแบ่งเป็นการอบอุ่นร่างกาย 10 นาที การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายทั้งหมด 27 นาที และการคลายอุ่น 10 นาที ซึ่งใช้อัตราส่วนในการฝึกออกกำลังกายเป็น 2:1 ส่วนกลุ่มควบคุมดำเนินชีวิตประจำวันของตนตามปกติ (ภาคผนวก จ)

ตาราง 15 โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายอย่างสรุป

สัปดาห์	ลำดับที่	การเดินบนพื้นทรายร่วมกับการใช้ยางยืดห่วงเล็ก (การออกกำลังกายในช่วงหนัก)			การออกกำลังกายบนพื้นทราย (การออกกำลังกายในช่วงเบา)		ความถี่
		ความหนัก	ระยะเวลา	ความหนักของยางยืด	ทำฝึกบนพื้นทราย	ความหนัก ระยะเวลา	
ยืดเหยียดกล้ามเนื้อและอบอุ่นร่างกาย 10 นาที							
1-8	1	80-90%HRR	20 วินาที	สัปดาห์ที่ 1-2 : ไม่มีการใช้ยางยืด สัปดาห์ที่ 3-4 : ระดับเบา สัปดาห์ที่ 5-8 : ระดับเบา	การเดิน	Active rest 20-40 วินาที	3 วัน / สัปดาห์ ระยะ เวลา 8 สัปดาห์
	2	80-90%HRR	20 วินาที		การเดิน	Active rest 20-40 วินาที	
	3	80-90%HRR	20 วินาที		การเดิน	Active rest 20-40 วินาที	
	4	80-90%HRR	20 วินาที		การเดิน	Active rest 20-40 วินาที	
	5	80-90%HRR	20 วินาที		การเดิน	Active rest 20-40 วินาที	
	6	80-90%HRR	20 วินาที		การเดิน	Active rest 20-40 วินาที	
พักระหว่างเซต 60 วินาที จากนั้นทำซ้ำข้อ 1 - 6 จำนวน 2-3 รอบ โดยรวมคิดเป็นการออกกำลังกายจำนวน 3-4 รอบ ใช้เวลา 20-27 นาที คลายอุ่นร่างกาย 10 นาที							

6. ดำเนินการทดสอบ (Post - test) หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 โดยทำการทดสอบตัวแปรสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ เช่นเดียวกับก่อนทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ร้อยละ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่ามัธยฐาน (Median) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย Two way ANOVA with repeated measures แบบ 2x2 (กลุ่ม x ช่วงเวลาที่วัดตัวแปรทั้งก่อนและหลังทดลอง) โดยใช้วิธีทดสอบของ LSD เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ เมื่อทดสอบการกระจายของข้อมูลพบว่าการกระจายแบบไม่ปกติ ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย Nonparametric statistics ได้แก่ The mann whitney u test และ Wilcoxon paired signed - rank test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่ามัธยฐานของตัวแปรความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ ระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่มตามลำดับ โดยทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูล ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง ที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน โดยใช้แบบทดสอบสุขสมรรถนะ ซึ่งเป็นแบบทดสอบตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบสมรรถภาพทางกายสำหรับเด็กและเยาวชน อายุ 7 – 18 ปี โดยสำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา และการทดสอบความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ หลังการฝึก 8 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม และนำเสนอข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ในรูปตารางประกอบความเรียง ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาสำรวจเพื่อทดสอบผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วง ที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของตัวแปรด้านสรีรวิทยาและองค์ประกอบของร่างกาย ก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกายของกลุ่มทดลอง (Ex) และกลุ่มควบคุม (Con)

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐาน (Median) ของตัวแปรความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ ก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกายของกลุ่มทดลอง (Ex) และกลุ่มควบคุม (Con)

ตอนที่ 1 ผลการศึกษานำร่องเพื่อทดสอบผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน

ตาราง 16 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของตัวแปรด้านสรีรวิทยาของกลุ่มทดลองที่ 1 (HIIT) และกลุ่มทดลองที่ 2 (CON)

ตัวแปรด้านสรีรวิทยา	กลุ่มทดลองที่ 1 (HIIT)		กลุ่มทดลองที่ 2 (CON)	
	ก่อนฝึก	หลังฝึก	ก่อนฝึก	หลังฝึก
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	74.27±10.41	74.22±10.94	77.21±15.81	77.45±15.44
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	161.47±5.84		164.80±8.87	
ค่าดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ²)	28.42±3.07	28.42±3.07	28.38±4.28	28.14±4.86
เปอร์เซ็นต์ไขมัน (เปอร์เซ็นต์)	35.62±6.70	33.37±3.71	34.91±8.39	36.88±9.71
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	96.27±17.71	94.13±21.80	83.33±12.70	84.67±12.43
รอบเอว (เซนติเมตร)	89.29±5.03	87.57±6.57	90.42±6.25	90.85±10.23
ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	33.92±3.18	37.27±3.87 [†]	34.17±2.24	36.31±3.47

จากตาราง 16 แสดงให้เห็นว่า ตัวแปรทางสรีรวิทยาหลังการฝึกออกกำลังกาย 1 สัปดาห์ในกลุ่มทดลองที่ 1 (HIIT) ไม่แตกต่างกับก่อนฝึกออกกำลังกาย และไม่แตกต่างกับกลุ่มทดลองที่ 2 (CON) แต่พบว่า ค่าความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจของกลุ่มทดลองที่ 1 (HIIT) แตกต่างจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

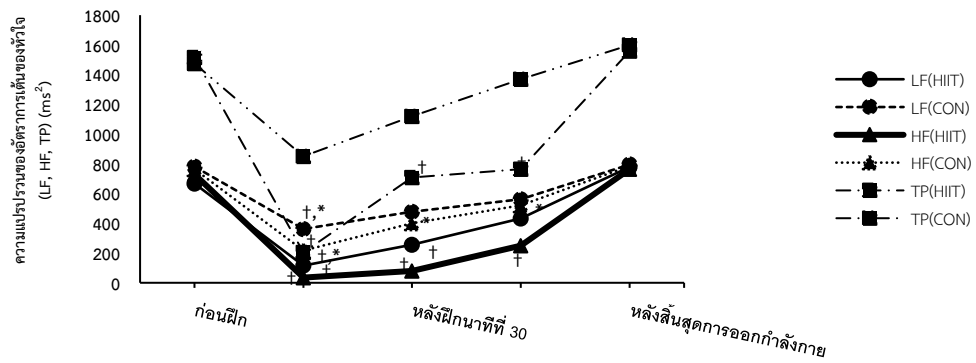
ตาราง 17 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐาน (Median) ของความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate variability; HRV) ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 (HIIT) และกลุ่มทดลองที่ 2 (CON) และระหว่างก่อน และหลังฝึก

ความแปรปรวนของ อัตราการเต้นของหัวใจ	กลุ่มทดลองที่ 1 (HIIT)						กลุ่มทดลองที่ 2 (CON)			
	หลังฝึก			หลังฝึก			หลังฝึก			
	ก่อนฝึก	นาทีที่ 0	นาทีที่ 30	นาทีที่ 60	สิ้นสุด	ก่อนฝึก	นาทีที่ 0	นาทีที่ 30	นาทีที่ 60	สิ้นสุด
ความแปรปรวนของอัตราการเต้น ของหัวใจความถี่ต่ำ (LF) (ms ²)	667	115.50 [†]	257 [†]	432	779.5	782	362 ^{†*}	478	561	795.50
ความแปรปรวนของอัตราการเต้น ของหัวใจความถี่สูง (HF) (ms ²)	730	35 [†]	80 [†]	249 [†]	764.5	764	217 ^{†*}	399.50 [*]	521.50 [*]	786
สัดส่วนของค่าความถี่ต่ำต่อความถี่ สูง (LF/HF)	0.638	3.625 [†]	2.309 [†]	1.876 [†]	0.742	1.108	2.202 ^{†*}	1.823 [†]	1.631 [†]	1.218
ความแปรปรวนของอัตราการเต้น ของหัวใจรวม (Total power) (ms ²)	1516	204.25 [†]	707.50 [†]	764 [†]	1558	1474	850.75	1120	1370	1599

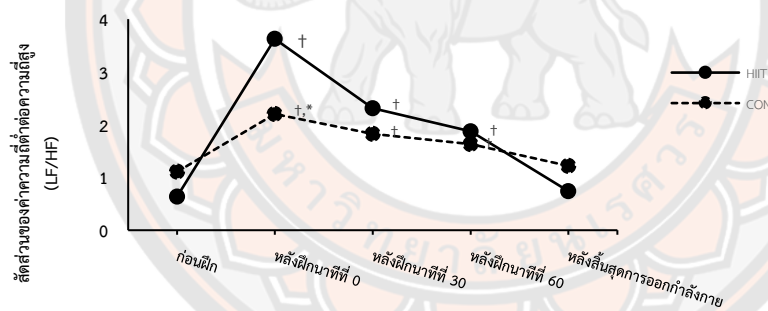
* p<.05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มออกกำลังกายแบบหนักสุดช่วงที่ความหนักสูงบนพื้นฐานด้วยยัติวงเล็ก

† p<.05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนทดลอง

จากตาราง 17 แสดงให้เห็นว่า ตัวแปรความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในกลุ่มทดลองที่ 1 (HIIT) และกลุ่มทดลองที่ 2 (CON) มีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะหลังฝึกนาทีที่ 0 ซึ่งตัวแปรค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่ต่ำ (LF) ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่สูง (HF) สัดส่วนความถี่ต่อความถี่สูง (LF/HF) ของกลุ่มทดลองที่ 1 (HIIT) แตกต่างกับกลุ่มทดลองที่ 2 (CON) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงของตัวแปรความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายโดยใช้โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสุดกลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยัติวงเล็กบนพื้นฐาน



ภาพ 3 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของค่าความถี่ต่ำ (LF) ความถี่สูง (HF) และความถี่รวม (TP) ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกนาทิตี่ 0 หลังฝึกที่ 30 หลังฝึกที่ 60 และหลังสิ้นสุดการฝึก



ภาพ 4 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของสัดส่วนความถี่ต่ำต่อความถี่สูง (LF/HF) ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกนาทิตี่ 0 หลังฝึกนาทิตี่ 30 หลังฝึกนาทิตี่ 60 และหลังสิ้นสุดการฝึก

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของตัวแปรด้านสรีรวิทยาและสุขสมรรถนะของร่างกาย ก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกายของกลุ่มทดลอง (Ex) และกลุ่มควบคุม (Con)

ตาราง 18 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของตัวแปรด้านสรีรวิทยาและสุขสมรรถนะของกลุ่มทดลอง (Ex) และกลุ่มควบคุม (Con)

ตัวแปรด้านสรีรวิทยา	กลุ่มทดลอง (Ex) (n=17)		กลุ่มควบคุม (Con) (n=17)	
	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก
อายุ (ปี)	14.35		14.35	
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	73.14±11.40	70.59±11.83 [†]	74.38±13.80	75.48±14.28 [†]
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	163.06±7.82	163.06±7.82	162.65±7.85	162.65±7.85
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร)	27.08±3.21	25.92±3.32 [†]	29.26±4.81	29.88±5.06 ^{*†}
เปอร์เซ็นต์ไขมัน (เปอร์เซ็นต์)	33.38±8.73	31.08±8.49 [†]	36.24±7.70	40.76±8.52 ^{*†}
มวลร่างกายปราศจากไขมัน (กิโลกรัม)	51.87±8.69	53.03±8.80 [†]	51.39±8.53	51.19±8.97
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท)	111.31±9.53	111.46±11.46	110.42±6.42	112.33±9.86
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท)	66.75±6.59	67.44±5.53	73.41±11.67	72.00±7.66
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	89.18±12.20	78.12±10.43 [†]	92.06±8.24	87.88±8.27 [*]
รอบเอว (เซนติเมตร)	93.41±12.03	86.88±10.95 [†]	96.76±9.71	95.12±9.68 [*]
รอบสะโพก (เซนติเมตร)	100.29±10.38	96.41±9.90 [†]	105.00±9.80	104.94±9.06 [*]
สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก	0.93±0.07	0.90±0.04 [†]	0.92±0.05	0.91±0.06
ดันพื้นประยุกต์ 30 วินาที (ครั้ง)	15.56±5.18	19.56±5.97 [†]	12.88±3.87	13.59±4.12 [*]
ลูกนั่ง 60 วินาที (ครั้ง)	23.93±7.55	26.79±8.23 [†]	20.79±7.24	20.64±6.43 [*]
นั่งอตัวไปข้างหน้า (เซนติเมตร)	6.70±7.95	11.18±7.18 [†]	1.94±11.07	2.00±10.69 [*]
ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต และหายใจ (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)	36.27±3.63	38.27±3.61 [†]	35.82±3.55	32.60±3.13 ^{*†}

*p<.05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงบนพื้นทรายด้วยยางยืดห่วงเล็ก

†p<.05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก

จากตาราง 18 แสดงให้เห็นว่า ตัวแปรทางสรีรวิทยาของกลุ่มทดลองหลังการฝึกออกกำลังกาย ได้แก่ น้ำหนัก ค่าดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลร่างกายปราศจากไขมัน อัตราการเต้นของ

หัวใจขณะพัก รอบแวน รอบสะโพก สัดส่วนรอบแวนต่อรอบสะโพก ดันพื้นประยุกต์ 30 วินาที ลูกนั่ง 60 วินาที และความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจแตกต่างกันก่อนฝึกออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อย่างไรก็ตาม ตัวแปรทางสรีรวิทยาหลังการฝึกออกกำลังกาย ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูง มวลร่างกายปราศจากไขมัน ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว และสัดส่วนรอบแวนต่อรอบสะโพกระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ค่าดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมัน อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก รอบแวน รอบสะโพก ดันพื้นประยุกต์ ลูกนั่ง 60 วินาที นั่งอตัวไปข้างหน้า และความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐาน (Median) ของตัวแปรความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ ก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกายของกลุ่มทดลอง (Ex) และกลุ่มควบคุม (Con)

ตาราง 19 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐาน (Median) ของความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ

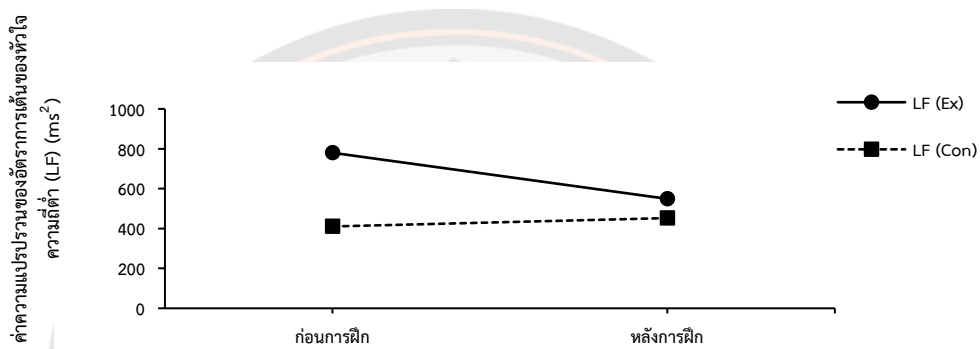
ตัวแปรความแปรปรวนของ อัตราการเต้นของหัวใจ	กลุ่มทดลอง (Ex) (n=17)		กลุ่มควบคุม (Con) (n=17)	
	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก	ก่อนการฝึก	หลังการฝึก
ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ ความถี่ต่ำ (LF) (ms ²)	780	549	410.50	452.50
ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ ความถี่สูง (HF) (ms ²)	382	1322 [†]	406	452.50*
สัดส่วนของค่าความถี่ต่ำต่อความถี่สูง (LF/HF Ratio)	1.58	0.64 [†]	1.23	1.17*
ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ รวม (Total power) (ms ²)	1134.50	2194 [†]	881	968*

*p<.05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงบนพื้นทรายด้วยยางยืดห่วงเล็ก

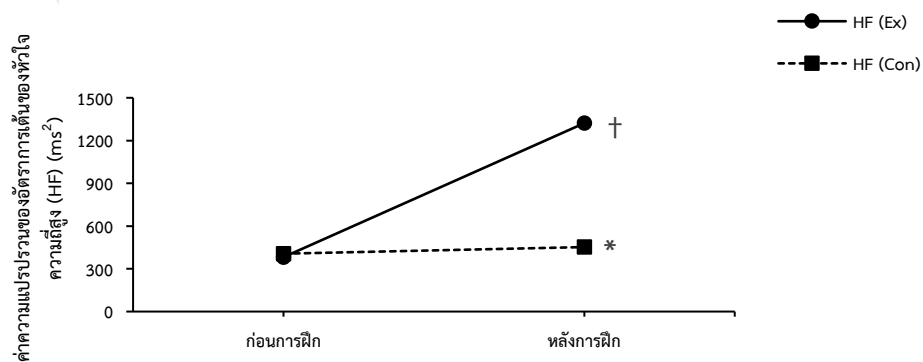
†p<.05 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก

จากตาราง 19 แสดงให้เห็นว่า ตัวแปรความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจหลังการฝึกออกกำลังกายในกลุ่มทดลองมีค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่ต่ำ (LF) ไม่แตกต่างกับก่อนฝึกออกกำลังกาย แต่กลับพบว่า ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่สูง (HF) สัดส่วนความถี่ต่ำต่อความถี่สูง (LF/HF Ratio) และค่าแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจรวม (Total power) แตกต่างกับก่อนฝึกออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังพบว่า ตัวแปรค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของ

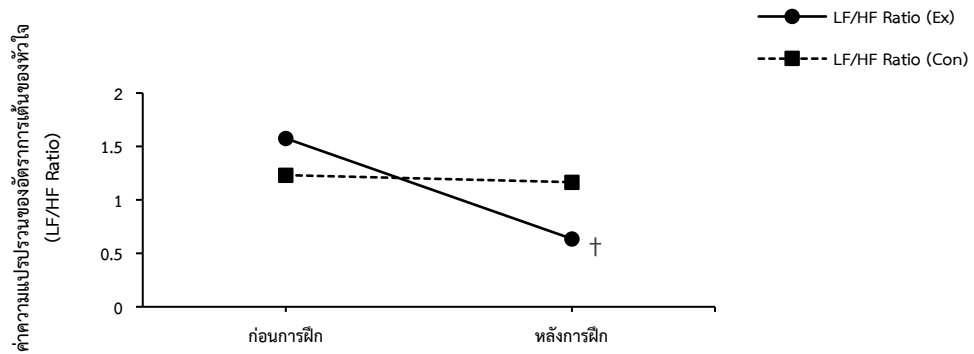
หัวใจหลังการฝึกออกกำลังกายระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเฉพาะตัวแปรค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่สูง (HF) สัดส่วนความถี่ต่ำต่อความถี่สูง (LF/HF Ratio) และค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่รวม (Total power) ส่วนค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจค่าความถี่ต่ำ (LF) ไม่แตกต่างกัน



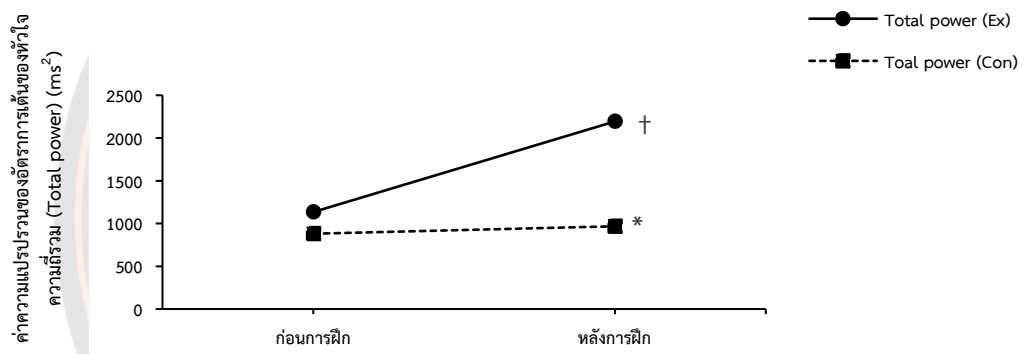
ภาพ 5 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของค่าความถี่ต่ำ (LF) ระหว่างก่อนฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง (Ex) และกลุ่มควบคุม (Con)



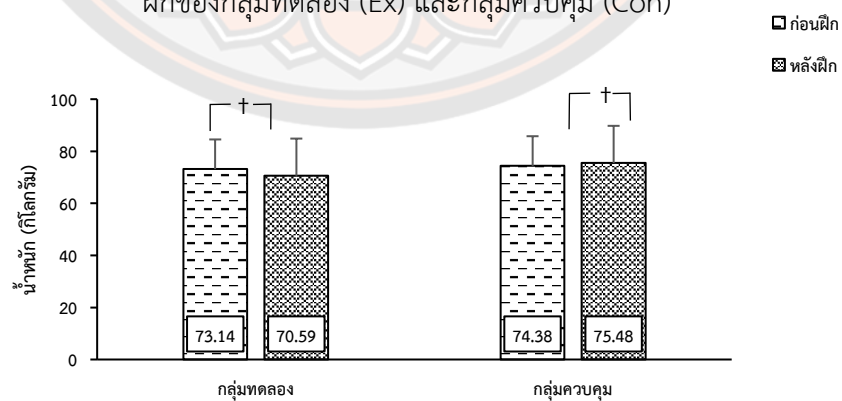
ภาพ 6 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของค่าความถี่สูง (HF) ระหว่างก่อนฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง (Ex) และกลุ่มควบคุม (Con)



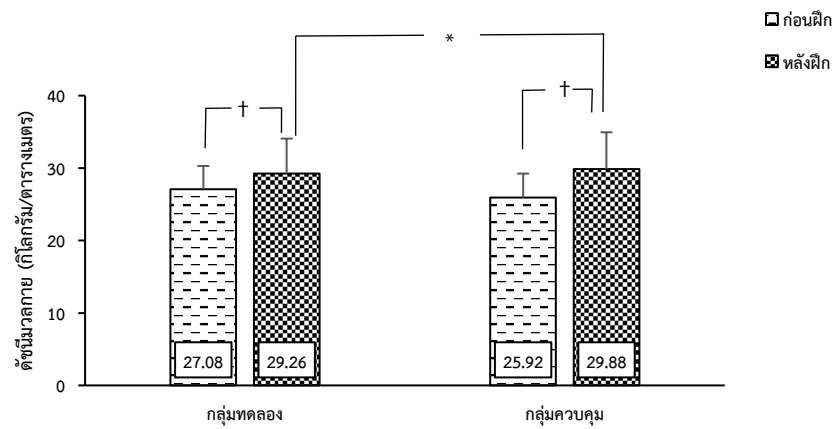
ภาพ 7 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของสัดส่วนความถี่ต่ำต่อความถี่สูง (LF/HF Ratio) ระหว่างก่อนการฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง (Ex) และกลุ่มควบคุม (Con)



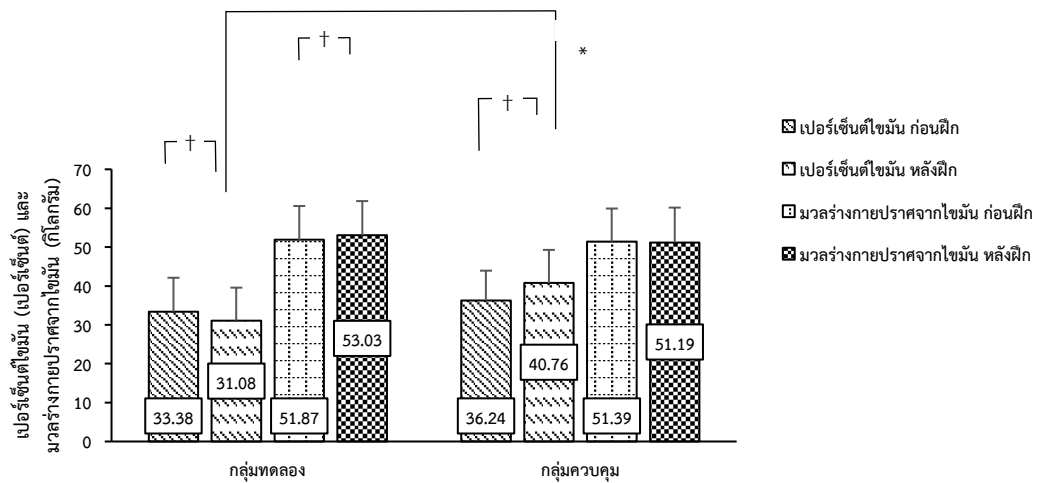
ภาพ 8 การเปรียบเทียบค่ามัธยฐานของค่าความถี่รวม (Total power) ระหว่างก่อนฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง (Ex) และกลุ่มควบคุม (Con)



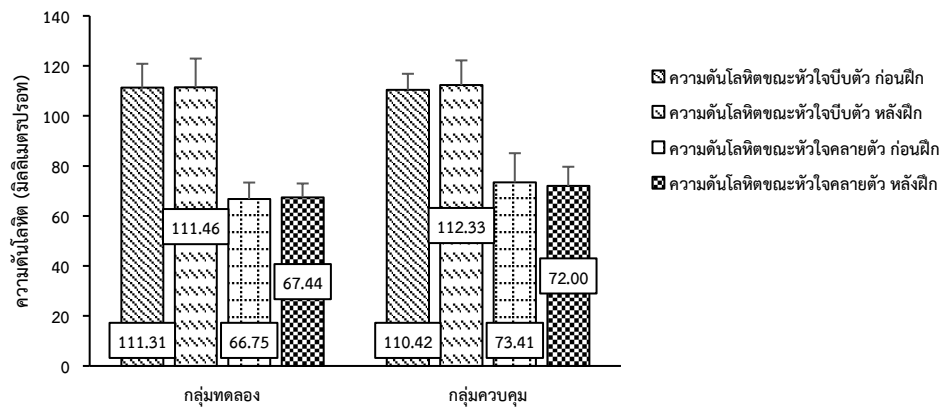
ภาพ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของน้ำหนัก (กิโลกรัม) ระหว่างก่อนฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม



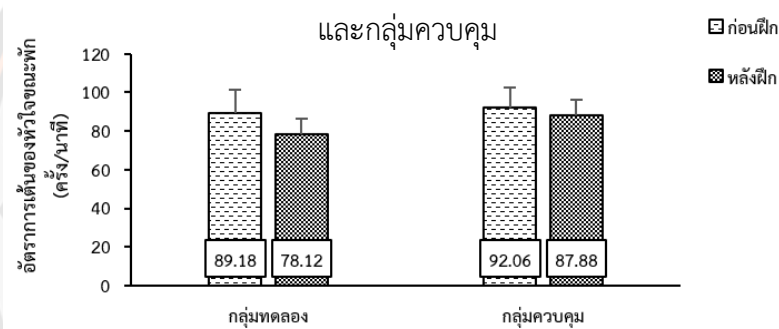
ภาพ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร) ระหว่างก่อนฝึก และ หลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม



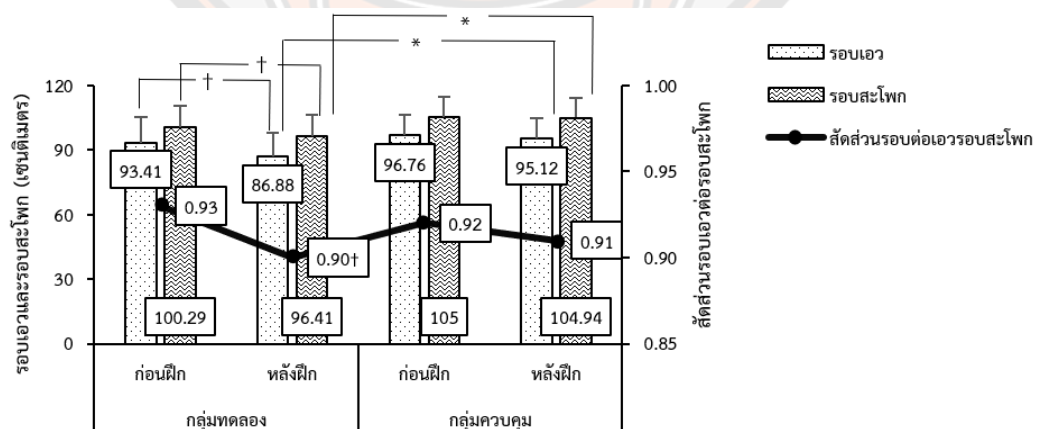
ภาพ 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของเปอร์เซ็นต์ไขมัน (เปอร์เซ็นต์) และมวลร่างกายปราศจากไขมัน (กิโลกรัม) ระหว่างก่อนฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม



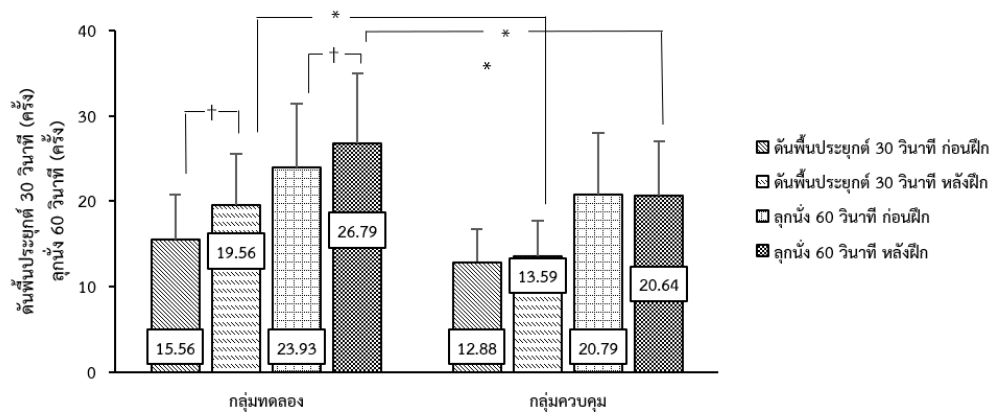
ภาพ 12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท) และ ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท) ระหว่างก่อนฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลอง



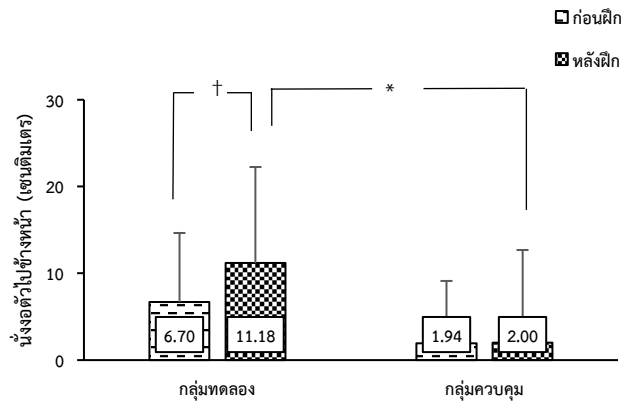
ภาพ 13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที) ระหว่างก่อน ฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม



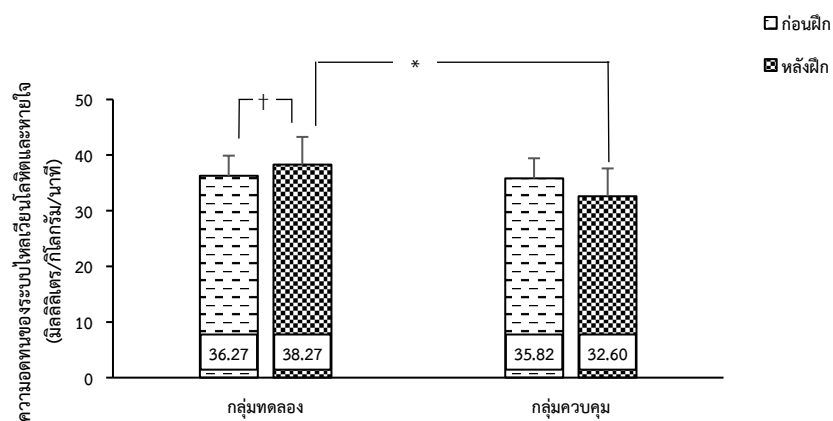
ภาพ 14 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของรอบเอา (เซนติเมตร) รอบสะโพก (เซนติเมตร) และ สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก ระหว่างก่อนฝึก และหลังการฝึกของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม



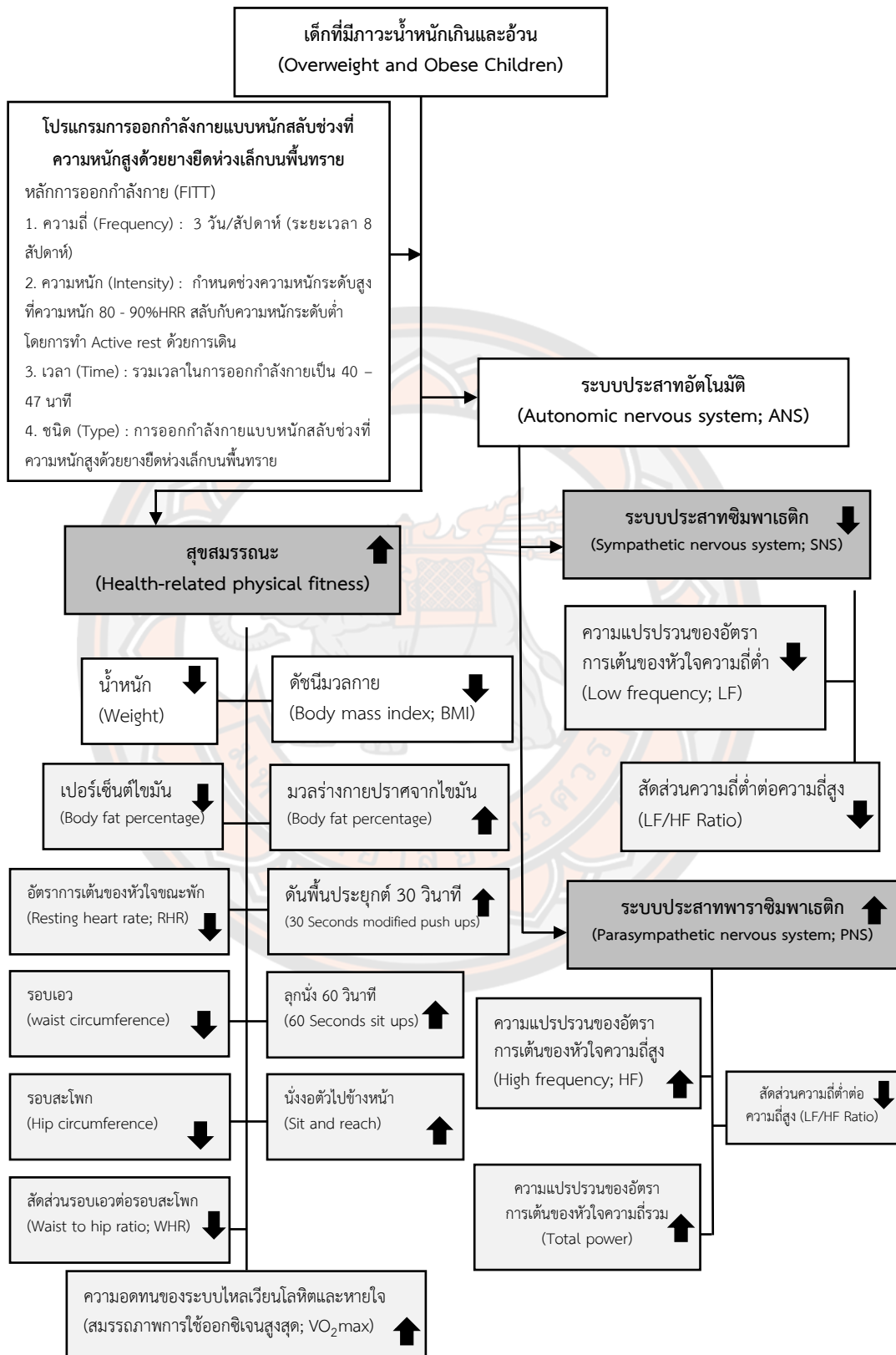
ภาพ 15 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของต้นพืชอายุ 30 วินาที (ครึ่ง) และลูกนึ่ง 60 วินาที ระหว่างก่อนฝัก และหลังการฝักของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม



ภาพ 16 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของนึ่งอดตัวไปข้างหน้า (เซนติเมตร) ระหว่างก่อนฝัก และหลังการฝักของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม



ภาพ 17 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) ระหว่างก่อนฝัก และหลังการฝักของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม



ภาพ 18 สรุปผลการวิจัยในภาพรวม

บทที่ 5

บทสรุป

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยวงเล็บบนพื้นทรายของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนที่มีอายุ 13 – 15 ปี ผู้เข้าร่วมวิจัยมีคุณสมบัติตามเกณฑ์คัดเข้า และไม่เป็นโรคที่แพทย์ห้ามออกกำลังกาย เช่น โรคกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลัน, โรคหัวใจเต้นผิดจังหวะเฉียบพลัน, โรคหัวใจวายเฉียบพลัน, โรคปอด, โรคตับ, โรคไตที่รุนแรงระดับเฉียบพลัน, มีอาการบาดเจ็บของกระดูกและกล้ามเนื้อที่ยังไม่ได้รับการรักษา ถูกสู่มเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive selection) จากนั้นการจับคู่รายบุคคล (Matched subject) ซึ่งใช้ค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) ที่ได้จากการคำนวณจำนวนขั้น และจำนวนเที่ยวของการทดสอบ 20m Shuttle run test เข้ามาจับคู่รายบุคคลโดยเรียงจากน้อยไปมาก จำนวนกลุ่มละ 17 คน

กลุ่มทดลองจะทำการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยวงเล็บบนพื้นทราย 3 วัน/สัปดาห์ เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุมให้ดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติ ทั้งสองกลุ่มจะได้รับการทดสอบตัวแปรทางสรีรวิทยา สุขสมรรถนะ และความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจก่อนและหลังการทดลอง จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ร้อยละ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่ามัธยฐาน (Median) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย Two way ANOVA with repeated measures แบบ 2×2 (กลุ่ม x ช่วงเวลาที่วัดตัวแปรทั้งก่อนและหลังทดลอง) โดยใช้วิธีทดสอบของ LSD เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปร สุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ เมื่อทดสอบการกระจายของข้อมูลพบว่ามีกรกระจายแบบไม่ปกติ ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย Nonparametric statistics ได้แก่ The mann whitney u test และ Wilcoxon paired signed – rank test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่ามัธยฐานของตัวแปรความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ ระหว่างกลุ่มและภายในกลุ่มตามลำดับ โดยทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

1. ผลจับพลาของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีตัวแปรทางสรีรวิทยา

1.1 ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจในกลุ่มทดลองที่ 1 (HIIT) เฉลี่ยเพิ่มขึ้นหลังจากทำการฝึกออกกำลังกายเป็นเวลา 1 สัปดาห์เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนฝึกออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลจับพลาของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีตัวแปรความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ

2.1 ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่ต่ำ (LF) ในกลุ่มทดลองที่ 1 แตกต่างของค่ามัธยฐานระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึกออกกำลังกายนาที่ที่ 0 และแตกต่างกับกลุ่มทดลองที่ 2

2.2 ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่สูง (HF) ในกลุ่มทดลองที่ 1 แตกต่างของค่ามัธยฐานระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึกออกกำลังกายนาที่ที่ 0 และแตกต่างกับกลุ่มทดลองที่ 2

2.3 ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจสัดส่วนความถี่ต่ำต่อความถี่สูง (LF/HF) ในกลุ่มทดลองที่ 1 แตกต่างของค่ามัธยฐานระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึกออกกำลังกายนาที่ที่ 0 และแตกต่างกับกลุ่มทดลองที่ 2

2.4 ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่รวม (Total power) ในกลุ่มทดลองที่ 1 แตกต่างของค่ามัธยฐานระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึกออกกำลังกายนาที่ที่ 0 และแตกต่างกับกลุ่มทดลองที่ 2

3. ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อองค์ประกอบของร่างกาย

3.1 น้ำหนักของกลุ่มทดลองเฉลี่ยลดลงหลังจากทำฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนฝึกออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทางกลับกันพบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมเพิ่มขึ้นหลังจากผ่านไปเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

3.2 ดัชนีมวลกายของกลุ่มทดลองเฉลี่ยลดลงหลังทำการฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนฝึกออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังแตกต่างกับกลุ่มควบคุมหลังสิ้นสุดการฝึกออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 เปอร์เซ็นต์ไขมันของกลุ่มทดลองเฉลี่ยลดลงหลังทำการฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับก่อนฝึกออกกำลังกาย และแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.4 มวลร่างกายปราศจากไขมันของกลุ่มทดลองเฉลี่ยเพิ่มขึ้นหลังทำการฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับก่อนฝึกออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.5 รอบเอวของกลุ่มทดลองเฉลี่ยลดลงหลังทำการฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับก่อนฝึกออกกำลังกาย และแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.6 รอบสะโพกของกลุ่มทดลองเฉลี่ยลดลงหลังทำการฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับก่อนฝึกออกกำลังกาย และแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.7 สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพกของกลุ่มทดลองเฉลี่ยลดลงหลังทำการฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับก่อนฝึกออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่ออัตราการเต้นของหัวใจ และความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ

4.1 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักของกลุ่มทดลองเฉลี่ยลดลงหลังทำการฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับก่อนฝึกออกกำลังกาย และแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจของกลุ่มทดลองเฉลี่ยเพิ่มขึ้นหลังทำการฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับก่อนฝึกออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ

5.1 การทดสอบดันพื้นประยุกต์ 30 วินาที พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นหลังจากทำการฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับก่อนฝึกออกกำลังกาย และแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 การทดสอบลุกนั่ง 60 วินาที พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นหลังจากทำการฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับก่อนฝึกออกกำลังกาย และแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3 การทดสอบนั่งงอตัวไปข้างหน้าพบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นหลังจากทำการฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับก่อนฝึกออกกำลังกาย และแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ

6.1 ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่ต่ำ (LF) ไม่พบความแตกต่างของค่ามัธยฐานระหว่างก่อนฝึกและหลังฝึกออกกำลังกาย ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

6.2 ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่สูง (HF) พบว่า มีค่ามัธยฐานของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นหลังทำการฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับก่อนฝึก และแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.3 ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจสัดส่วนความถี่ต่ำต่อความถี่สูง (LF/HF Ratio) พบว่า มีค่ามัธยฐานของกลุ่มทดลองลดลงหลังทำการฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับก่อนฝึก และแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.4 ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจรวม (Total power) พบว่า มีค่ามัธยฐานของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นหลังทำการฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับก่อนฝึก และแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

ผลฉับพลันของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อตัวแปรความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ

จากการศึกษาพบว่า ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจในกลุ่มที่ทดลองที่ 1 (HIIT) มีความแตกต่างกับก่อนออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Schaun และคณะ ในปี 2017 ได้ศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงกับการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องที่ความหนักปานกลางที่มีต่อระบบหายใจและไหลเวียนโลหิตในชายที่มีสุขภาพดี จำนวน 26 คน พบว่า หลังการออกกำลังกายในกลุ่มที่ออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงมีค่าความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจสูงกว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับการศึกษาของ Letícia และคณะในปี 2023 ซึ่งศึกษาผลฉับพลันของการตอบสนองของระบบหัวใจและปอดระหว่างการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงร่วมกับแรงต้านจากยางยืด และการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงบนลู่วิ่งซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นวัยกลางคนที่มีสุขภาพดีจำนวน 22 คน พบว่า หลังออกกำลังกายกลุ่มที่ออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงร่วมกับแรงต้านจากยางยืดมีค่าความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจสูงกว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงบนลู่วิ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ส่งผลฉับพลันต่อการเพิ่มขึ้นของความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจนี้ เป็นไปได้ว่าการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจที่สูงขึ้นเมื่อถูกกระตุ้นด้วยการออก

กำลังกายเกี่ยวข้องกับการส่งผลให้ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจเพิ่มขึ้น (Poole and Jones, 2012)

ผลจับพลันของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อตัวแปรความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ

ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่ต่ำ (LF) หลังฝึกออกกำลังกายลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก โดยในกลุ่มทดลองที่ 1 (HIIT) มีการลดลงมากกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 (CON) โดยผู้ที่มีน้ำหนักที่อยู่ในเกณฑ์ปกติจะมีค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่ต่ำ (LF) ขณะออกกำลังกายเพิ่มขึ้น ซึ่งบ่งชี้การทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกเมื่อมีอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น (Bentley et al., 2023) สำหรับอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนกลับพบการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกที่ต่างออกไป กล่าวคือการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกมีแนวโน้มลดลงแล้วจึงค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนกลับสู่สภาวะปกติ ซึ่งเป็นไปได้ว่า เกิดจากการทำงานไม่สมดุลกันของระบบประสาทซิมพาเทติก และระบบประสาทพาราซิมพาเทติก ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของหัวใจและหลอดเลือดได้ (ทัศนาศา จารุชาติ, 2563)

อีกทั้งค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่สูง (HF) เมื่อออกกำลังกายมีค่าลดลงมากหลังฝึกนาที่ที่ 0 โดยในกลุ่มทดลองที่ 1 (HIIT) มีค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่สูง (HF) ลดลงมากกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 (CON) และค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนกลับสู่สภาวะปกติ โดยค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่สูง (HF) นี้บ่งชี้ถึงการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก และการเพิ่มขึ้นของค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่สูง (HF) เป็นผลมาจากการตอบสนองต่อการผ่อนคลายที่มีการนำกระแสประสาทเข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลาง เช่น บาโรรีเซปเตอร์ (Baroreceptor) และเมคคาโนรีเซปเตอร์ (Mechanoreceptor) ซึ่งกระตุ้นให้ระบบประสาทพาราซิมพาเทติกทำงานมากขึ้น (Tiffany Field et al., 2007)

สำหรับค่าสัดส่วนความถี่ต่ำต่อความถี่สูง (LF/HF) เป็นตัวบ่งชี้ถึงสมดุลของการทำงานของระบบอัตโนมัติ โดยค่าที่สูงขึ้นแสดงถึงการทำงานที่เด่นชัดของระบบประสาทซิมพาเทติก ในทางกลับกันหากค่าสัดส่วนความถี่ต่ำต่อความถี่สูง (LF/HF) มีค่าลดลง แสดงถึงการทำงานที่เด่นชัดกว่าของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก (ณัฐเศรษฐ มนินนากร และคณะ, 2561) จากผลการออกกำลังกายกลุ่มทดลองที่ 1 (HIIT) และกลุ่มทดลองที่ 2 (CON) หลังฝึกนาที่ที่ 0 ค่าสัดส่วนความถี่ต่ำต่อความถี่สูง (LF/HF) มีค่าเพิ่มขึ้น โดยในกลุ่มทดลองที่ 1 (HIIT) มีค่าสัดส่วนความถี่ต่ำต่อความถี่สูง (LF/HF) เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 (CON) ในช่วงหลังฝึกนาที่ที่ 0 และค่อยๆ ลดลงจนกลับสู่สภาวะปกติ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการทำงานที่เด่นชัดของระบบประสาทซิมพาเทติกขณะมีการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทราย

นอกจากนี้ ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจรวม (Total power) พบว่า หลังฝึกนาทิตี 0 ค่าความถี่รวม (Total power) ลดลง โดยในกลุ่มทดลองที่ 1 (HIIT) มีค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจรวม (Total power) ลดลงมากกว่ากลุ่มทดลองที่ 2 (CON) และจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นกลับสู่สภาวะปกติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ในกลุ่มตัวอย่างที่ไม่สามารถควบคุมสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติได้ โดยทำการฝึกออกกำลังกายด้วยการปั่นจักรยานที่มีความหนักต่างกัน พบว่า หลังจากออกกำลังกายค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจรวม (Total power) จะลดลงอย่างชัดเจน (Denise and Fernhall, 2011) เนื่องด้วยในกลุ่มที่ไม่สามารถควบคุมสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติได้มีการลดลงของการทำงานของระบบประสาททั้งสองระบบ (Yadav, 2017) จึงส่งผลให้ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจรวม (Total power) มีค่าลดลง

ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อองค์ประกอบของร่างกาย

จากการศึกษาพบว่า การฝึกออกกำลังกายหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ส่งผลให้ตัวแปรด้านองค์ประกอบของร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงจากก่อนทำการฝึกออกกำลังกาย ได้แก่ น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย เเปอร์เซ็นต์ไขมัน รอบเอว รอบสะโพก สัดส่วนรอบเอวสะโพกมีค่าลดลง จากการศึกษาที่ผ่านพบว่า การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์ไขมันค่อนข้างมาก ดังเช่น การศึกษาของ Fatemeh และคณะ ในปี 2023 พบว่า การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงส่งผลต่อการลดลงของมวลไขมันในร่างกาย และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย เช่นเดียวกับการศึกษา Fauza และคณะในปี 2022 ที่ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงด้วยการวิ่งบนลู่วิ่งกล (Treadmill) ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายในผู้ที่ภาวะน้ำหนักเกิน พบว่าหลังจากการฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย รอบเอว รอบสะโพก สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพกลดลงเนื่องจากเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายลดลง

อีกทั้งยังสอดคล้องกับ Luca และคณะในปี 2020 ได้ศึกษาผลของการเปรียบเทียบการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงกับการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องที่ความหนักปานกลางที่มีต่อเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย และสัดส่วนของผู้ที่ภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน โดยทำการฝึกออกกำลังกาย 3 วัน/สัปดาห์ พบว่าหลังผ่านไป 6 สัปดาห์ กลุ่มที่ทำการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงมีการลดลงของค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย และสัดส่วนในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนมากกว่ากลุ่มที่ทำการฝึกออกกำลังกายแบบต่อเนื่องด้วยความหนักปานกลาง จากการปรับปรุงของร่างกายดังกล่าวเป็นไปได้ว่าการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงส่งผลต่อการเพิ่มกระบวนการเผาผลาญของร่างกาย โดยจะมีการนำไขมันที่สะสมมาใช้เป็นพลังงานเพิ่มมากขึ้น อีก

ทั้งช่วงของการฝึกออกกำลังกายที่มีความหนักระดับสูง ร่างกายจะมีการใช้พลังงานในระบบแอนแอโรบิกเป็นหลัก คือ ATP-phosphocreatine (ATP - CP) ด้วย ทั้งนี้ ภายหลังการฝึกออกกำลังกาย ร่างกายจะยังมีการเผาผลาญไขมันในระดับสูงอยู่ตลอดทั้งวันหรืออาจถึง 48 ชั่วโมง (มาโนช บุตรเมือง , 2564) เนื่องมาจากการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นหลังการออกกำลังกาย (EPOC) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Gustavo และคณะ ในปี 2023 ที่พบว่า การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงมีการเพิ่มปริมาณการใช้ออกซิเจนหลังการออกกำลังกาย (Excess post – exercise oxygen consumption; EPOC) มากกว่าการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องที่ความหนักปานกลาง (Gustavo, 2023)

ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่า การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยัดยัดห่วงเล็กบนพื้นทรายช่วยเพิ่มอัตราการเผาผลาญไขมันในช่วงที่หยุดพักส่งผลดีต่อระบบเมตาบอลิกจึงทำให้ระดับไขมันในร่างกายลดลง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการลดลงของน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย รอบเอว รอบสะโพก และสัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก

นอกจากนี้ยังพบการเพิ่มขึ้นของมวลร่างกายปราศจากไขมันในกลุ่มทดลองหลังจากทำการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยัดยัดห่วงเล็กบนพื้นทรายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ด้วย โดยมวลร่างกายปราศจากไขมันประกอบด้วย มวลกระดูก มวลของอวัยวะภายใน มวลกล้ามเนื้อ มวลของน้ำในร่างกาย เป็นต้น เมื่อออกกำลังกายดังเช่นโปรแกรมฝึกในงานวิจัยครั้งนี้แล้ว พบการเพิ่มขึ้นของมวลร่างกายปราศจากไขมัน อาจเป็นเพราะการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงด้วยยัดยัดห่วงเล็กบนพื้นทรายมีการผสมผสานระหว่างการออกกำลังกายบนพื้นทราย และการออกกำลังกายด้วยแรงต้านจากยัดยัดห่วงเล็ก ซึ่งการออกกำลังกายบนพื้นทรายเป็นการออกกำลังกายที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ เนื่องจากทรายจะมีการกระจายตัวออกทำให้ต้องออกแรงกระทำต่อพื้นมากกว่าปกติ เพื่อให้มีแรงในการเคลื่อนที่เท่ากับการเคลื่อนที่บนพื้นปกติ โดยพื้นที่ทรายจะช่วยลดแรงกระแทกขณะที่เท้าสัมผัสพื้น ทำให้ข้อต่อไม่ต้องรับแรงกระแทกมากเท่ากับการเคลื่อนที่บนพื้นเรียบ (สุริยาภิ เจริญสุข และธนพล แก้ววงษ์, 2563) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Durai และคณะ (2019) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกวิ่งบนพื้นทรายที่มีต่อความเร็วในการวิ่งของวัยรุ่นชาย ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษากับนักเรียนเพศชายที่มีอายุระหว่าง 17 – 19 ปี จำนวน 20 คน พบว่า หลังจากการฝึกวิ่งบนพื้นทรายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ความเร็วในการวิ่งมีความแตกต่างกับก่อนทำการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่าง นอกจากนี้ยังพบว่า การออกกำลังกายด้วยแรงต้านจากยัดยัดห่วงเล็กสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออันเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของอาทิพย์ ปัญญาคำ, ขวิศ วงษ์เขียว และจรัสศรี ศรีโกคา (2566) พบว่า การฝึกด้วยแรงต้านจากยัดยัดห่วงเล็กสามารถ

พัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน และกล้ามเนื้อขาในนักกีฬาโอลิมปิกระดับเยาวชนได้ อีกทั้งยังมีการศึกษาของ Chun-De Liao และคณะในปี 2018 ที่ศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยแรงต้านจากยางยืดในกลุ่มสตรีสูงอายุที่มีภาวะอ้วนและมวลกล้ามเนื้อน้อย พบว่าการออกกำลังกายด้วยแรงต้านจากยางยืดส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของมวลร่างกายปราศจากไขมัน อันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อในกลุ่มสตรีสูงอายุที่มีภาวะอ้วนและมวลกล้ามเนื้อน้อย

ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่า การเพิ่มขึ้นของมวลร่างกายปราศจากไขมันจากการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทราย อาจเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อจากการออกกำลังกายด้วยยางยืดห่วงเล็กของร่างกายช่วงบน และการออกกำลังกายบนพื้นทรายของร่างกายช่วงล่าง ซึ่งการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายส่งผลต่อการลดลงของค่าเฉลี่ยองค์ประกอบของร่างกาย อาทิ น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย รอบเอว รอบสะโพก สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก และยังส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าเฉลี่ยมวลร่างกายปราศจากไขมัน

ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่ออัตราการเต้นของหัวใจ และความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองที่ทำการฝึกออกกำลังกายหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจ และความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจมีการเปลี่ยนแปลง โดยพบว่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักลดลงเมื่อเทียบกับก่อนทำการฝึกออกกำลังกาย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าขณะฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงส่งผลให้หัวใจทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการพัฒนาการทำหน้าที่ของระบบไหลเวียนโลหิต เพื่อนำโลหิตไปยังอวัยวะต่างๆ ในร่างกาย (ติณณฉชัย ธิรัชย์ภวัฒน์กุล, 2562) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Bull ในปี 2018 ซึ่งพบว่า การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักลดลงหลังจากทำการฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ อีกทั้ง Victor และคณะ ในปี 2020 ที่เปรียบเทียบการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูง การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักปานกลาง และการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับพักในหญิงสูงวัย พบว่าหลังทำการฝึกออกกำลังกาย 8 สัปดาห์ กลุ่มที่ทำการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงมีอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักลดลงมากกว่า กลุ่มที่ทำการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักปานกลาง และกลุ่มที่ทำการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับพัก นอกจากนี้ยังพบว่าความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจเพิ่มขึ้นหลังทำการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ เนื่องด้วยการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจที่สูงขึ้นเมื่อถูกกระตุ้นด้วยการออกกำลังกาย

กายที่ส่งผลดีช่วยให้ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจเพิ่มขึ้น (Poole and Jones, 2012)

การศึกษาที่ผ่านมารายงานว่าการฝึกแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงมีทิศทางในการพัฒนาสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) ให้เพิ่มสูงขึ้น (มาโนช บุตรเมือง, 2564) ซึ่งสัมพันธ์กับความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจ โดยสอดคล้องกับการศึกษาของ วรัญญา ทองใบ (2563) ที่ศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่มีต่อสมรรถนะของนักเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกิน พบว่าหลังการฝึกออกกำลังกายระยะเวลา 8 สัปดาห์ กลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยมีความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการฝึก นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Schaun และคณะ ในปี 2017 ได้ศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงกับการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องที่ความหนักปานกลางที่มีต่อระบบหายใจและไหลเวียนโลหิตในชายที่มีสุขภาพดี จำนวน 26 คน พบว่า หลังการออกกำลังกายในกลุ่มที่ออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงมีความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจสูงกว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายแบบต่อเนื่องอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับ Leticia และคณะในปี 2023 ซึ่งศึกษาผลฉับพลันของการตอบสนองของระบบหัวใจและปอดระหว่างการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงร่วมกับแรงต้านจากยางยืด และการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงบนลู่วิ่ง กลุ่มตัวอย่างเป็นวัยกลางคนที่มีสุขภาพดี จำนวน 22 คน พบว่า หลังออกกำลังกายกลุ่มที่ออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงร่วมกับแรงต้านจากยางยืดมีความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจสูงกว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงบนลู่วิ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจนี้ เป็นไปได้ว่าเกิดจากการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจที่สูงขึ้นเมื่อถูกกระตุ้นด้วยการออกกำลังกาย ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่า การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห้วงเล็กบนพื้นทรายส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจในกลุ่มทดลองเฉลี่ยลดลงต่ำกว่าก่อนการฝึก อีกทั้งยังมีการเพิ่มขึ้นของความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจอีกด้วย

ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห้วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อสมรรถภาพของกล้ามเนื้อ

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองที่ทำการฝึกออกกำลังกายหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห้วงเล็กบนพื้นทรายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ส่งผลปรับปรุงสมรรถภาพของกล้ามเนื้อได้ กล่าวคือ มีการเพิ่มขึ้นของการทดสอบต้นพื้นประยุกต์ 30 วินาที และการทดสอบลูกนั่ง 60 วินาที แสดงให้เห็นว่าเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงด้วยยางยืดห้วงเล็กบนพื้นทรายมีการใช้ยางยืดห้วงเล็กเป็นการฝึกกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านในส่วนของร่างกายท่อนบน โดยการศึกษาของ อาทิตย์ ปัญญาคำ, ชวิศ

วงศ์เขียว และจรัสศรี ศรีโกศา (2566) พบว่า การฝึกด้วยแรงต้านจากยางยืดสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ เฟื่องลดา บุญเลิศ ในปี 2564 ที่ได้ทำการศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกโดยใช้ยางยืดแบบสถานีที่มีต่อสุขสมรรถนะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 40 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกโดยใช้ยางยืดแบบสถานี จำนวน 20 คน และกลุ่มควบคุมออกกำลังกายตามปกติ โดยใช้เวลาในการฝึกทั้งหมด 8 สัปดาห์ พบว่า หลังจากการทดลองกลุ่มทดลองมีสุขสมรรถนะดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับ ชาติรี ตีประดวง (2556) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้พลศึกษาโดยใช้โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 40 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 20 คน พบว่า หลังจากการทดลอง 8 สัปดาห์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในกลุ่มทดลองมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อดีขึ้นกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากการใช้ยางยืดกับร่างกายท่อนบนแล้ว การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายยังเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ในลักษณะต่างๆ บนพื้นทรายด้วยความรวดเร็วที่ความหนักระดับสูง โดยการเคลื่อนที่บนพื้นทรายเป็นการออกกำลังกายที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เนื่องจากทรายจะมีการกระจายตัวออกทำให้ต้องออกแรงกระทำต่อพื้นมากกว่าปกติ เพื่อให้มีแรงในการเคลื่อนที่เท่ากับการเคลื่อนที่บนพื้นปกติ โดยพื้นที่ทรายจะช่วยลดแรงกระแทกขณะที่เท้าสัมผัสพื้น ทำให้ข้อต่อไม่ต้องรับแรงกระแทกมากเท่ากับการเคลื่อนที่บนพื้นเรียบ (สุรัมย์ภา เจริญสุข และชนพล แก้ววงษ์, 2563) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Morrison และคณะ ในปี 2009 ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลของการเดินบนพื้นแข็งและพื้นทรายต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และองค์ประกอบของร่างกายในผู้สูงอายุเพศหญิงที่มีอายุ 60 – 75 ปี จำนวน 38 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งทำการเดินบนพื้นทราย จำนวน 19 คน และกลุ่มควบคุม ซึ่งทำการเดินบนพื้นแข็ง จำนวน 19 คน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า หลังจากการทดลองกลุ่มทดลองที่ทำการเดินบนพื้นทรายมีไขมันในลดลงมากกว่ากลุ่มควบคุม และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีการพัฒนาขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแล้ว หลังทำการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ยังส่งผลดีต่อความอ่อนตัวเมื่อเทียบกับก่อนการฝึกออกกำลังกาย ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและอบอุ่นร่างกาย รวมถึงการคลายอุ่นร่างกายหลังทำการฝึกออกกำลังกาย โดยมีการยืดเหยียดแบบอยู่กับที่ และแบบเคลื่อนที่ จำนวน 3 วัน/สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์อย่างต่อเนื่อง ซึ่งส่งผลให้เส้นใยกล้ามเนื้อและเอ็นถูกยืดเหยียดออก กระตุ้นตัวรับความรู้สึก กอลจิ เทนดอน (Golgi tendon) ส่งสัญญาณ

ประสาทประสาทไปยังไขสันหลังและสมอง เพื่อยับยั้งการทำงานของกล้ามเนื้อทำให้กล้ามเนื้อคลายตัวและสามารถยืดเหยียดกล้ามเนื้อได้มากขึ้น (นิวัฒน์ บุญสม, 2560) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ วชิรวิทย์ พงษ์จีน (2564) ที่ศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยการกระโดดเชือกแบบหนัก สลับเบาที่มีต่อความอ่อนตัว และสมรรถภาพทางกายของนิสิตนักศึกษา โดยกลุ่มตัวอย่างเป็น นิสิตนักศึกษา จำนวน 50 คน หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าความอ่อนตัวเพิ่มขึ้นกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่า การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความอ่อนตัวในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนได้ โดยสังเกตได้จากการปรับปรุงของร่างกายในผลการทดสอบการดันพื้นประยুক্ত 30 วินาที การทดสอบลุกนั่ง 60 วินาที และการทดสอบนั่งงอตัวไปข้างหน้า

ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ

ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่สูง (High frequency; HF) หลังฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทราย เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยในกลุ่มทดลองมีค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่สูงเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้ ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่สูง บ่งชี้ถึงการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเธติก ซึ่งการเพิ่มขึ้นของค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่สูง เป็นผลมาจากการตอบสนองต่อการผ่อนคลายที่มีการนำกระแสประสาทเข้าสู่ระบบประสาทส่วนกลาง เช่น บาร์เรเซปเตอร์ (Baroreceptor) และเมคคาโนรีเซปเตอร์ (Mechanoreceptor) ที่กระตุ้นให้ระบบประสาทพาราซิมพาเธติกทำงานมากขึ้น (Tiffany Field et al., 2007) นอกจากนี้ ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่สูงยังสัมพันธ์กับระบบหายใจ โดยการหายใจเข้าและออก มีความสัมพันธ์กับการทำงานที่เพิ่มขึ้นและลดลงของระบบประสาทพาราซิมพาเธติก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Phoemsapthawee, Prasertsri and Leelayuwat ในปี 2019 พบว่า การออกกำลังกายที่มีรูปแบบผสมสานทั้งแอโรบิก และแอนแอโรบิก เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ สามารถปรับปรุงสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติได้โดยมีการเพิ่มขึ้นของค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่สูง ซึ่งบ่งชี้ถึงการทำงานที่เพิ่มขึ้นของระบบประสาทพาราซิมพาเธติก นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Songsorn และคณะในปี 2022 ที่ศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงในผู้สูงอายุที่มีกิจกรรมทางกายต่ำพบว่า หลังการฝึกออกกำลังกาย 6 สัปดาห์ ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นหัวใจความถี่สูงเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนฝึกออกกำลังกาย อีกทั้งยังสอดคล้องกับ Jingyun และคณะในปี 2022 ที่ศึกษาผลจากการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ส่งผลต่อภาวะการแข็งตัวของหลอดเลือดแดงในนักศึกษาชาวจีนพบว่า หลังทำการฝึกออกกำลังกาย

เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักลดลงมากกว่าก่อนทำการฝึกออกกำลังกาย แสดงให้เห็นว่ามีการเพิ่มขึ้นของการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเธติก ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่สูง

สำหรับค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจสัดส่วนความถี่ต่ำต่อความถี่สูง (LF/HF Ratio) ในกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยลดลงมากกว่ากลุ่มควบคุม โดยค่าสัดส่วนความถี่ต่ำต่อความถี่สูงเป็นตัวบ่งชี้ถึงสมดุลของการทำงานของระบบอัตโนมัติ ค่าที่สูงขึ้นแสดงถึงการทำงานที่เด่นชัดกว่าของระบบประสาทซิมพาเธติก ในทางกลับกันหากค่าสัดส่วนความถี่ต่ำต่อความถี่สูงมีค่าลดลง แสดงถึงการทำงานที่เด่นชัดกว่าของระบบประสาทพาราซิมพาเธติก (ทัศนาศา จารุชาติ, 2563) ซึ่งค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจสัดส่วนความถี่ต่ำต่อความถี่สูงที่ลดลงจากก่อนการฝึกออกกำลังกายในกลุ่มทดลองแสดงให้เห็นว่า หลังจากทำการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ สามารถปรับปรุงสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติได้ โดยค่าที่ลดลงแสดงให้เห็นถึงการลดการทำงานของระบบประสาทซิมพาเธติก และการทำงานที่เพิ่มขึ้นของระบบประสาทพาราซิมพาเธติก ซึ่งมีการศึกษารายงานว่าการออกกำลังกายในรูปแบบต่างๆ สามารถปรับปรุงสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติได้ (Phoemsapthawee, Prasertsri and Leelayuwat, 2019) และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Ariningsih และคณะในปี 2021 ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาที่มีต่อความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน หลังการทดลองพบว่า ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจสัดส่วนความถี่ต่ำต่อความถี่สูง (LF/HF Ratio) ในผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนสูงลดลงมากกว่าก่อนทำการฝึกออกกำลังกาย

นอกจากนี้ ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่รวม (Total power; TP) เกิดจากการรวมกันของค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่ต่ำมาก (Very low frequency : VLF) ความถี่ต่ำ (Low frequency; LF) และความถี่สูง (High frequency; HF) จากการศึกษาทดลองในงานวิจัยนี้พบว่า หลังการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายในสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มทดลองมีค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่รวมแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีการปรับปรุงเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนทำการฝึกออกกำลังกาย บ่งชี้ถึงร่างกายมีการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเธติกที่มากขึ้น และแสดงให้เห็นถึงสุขภาพที่ดีขึ้น (ทัศนาศา จารุชาติ, 2563) เนื่องจากในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนนั้นมีการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติที่ผิดปกติ โดยมีหลายการศึกษาที่รายงานถึงความผิดปกติทั้งการทำงานที่เพิ่มขึ้นหรือน้อยลงของระบบประสาทซิมพาเธติก (Rajalakshmi et al., 2012) แต่หลังจากทำการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทราย กลับพบว่าค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่สูงเพิ่มขึ้นกว่าก่อนออก

กำลังกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ สัดส่วนความถี่ต่ำต่อความถี่สูงลดลง ซึ่งบ่งชี้ถึงการทำงานที่เพิ่มขึ้นของระบบประสาทพาราซิมพาเธติก โดยการเพิ่มขึ้นของค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่สูงส่งผลโดยตรงให้ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่รวมเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนออกกำลังกาย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ García-Suárez และคณะในปี 2022 ที่ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่มีต่อความทนทานของกล้ามเนื้อและการควบคุมการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติในเด็กวัยรุ่น พบว่าหลังทำการฝึกออกกำลังกาย 8 สัปดาห์ ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่รวมเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนฝึกออกกำลังกาย นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Gidon และคณะ ในปี 2022 ที่ศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงที่ส่งผลต่อการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติในผู้ชายที่มีภาวะอ้วนและเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 พบว่า หลังการฝึกออกกำลังกาย 12 สัปดาห์ ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่รวม (Total power) มีค่าเพิ่มขึ้น (Gidon et.al., 2022)

ผู้วิจัยจึงสามารถสรุปได้ว่า การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายสามารถปรับปรุงสมรรถการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติได้ หลังทำการฝึกออกกำลังกาย 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลองมีการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเธติกที่มากขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม โดยสังเกตได้จากการเพิ่มขึ้นของค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่สูง (HF) การลดลงของค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจสัดส่วนความถี่ต่ำต่อความถี่สูง (LF/HF Ratio) และการเพิ่มขึ้นของค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่รวม (Total power) ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงสุขภาพที่ดีขึ้นในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

สรุปผลวิจัย

การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทราย เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ส่งผลดีต่อเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน โดยเฉพาะการปรับปรุงด้านองค์ประกอบของร่างกาย ได้แก่ น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมัน รอบเอว รอบสะโพก สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก และมวลร่างกายปราศจากไขมัน นอกจากนี้ ยังพบว่าอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักลดลง และความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและหายใจเพิ่มขึ้น รวมถึงสมรรถภาพของกล้ามเนื้อก็มีความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น อีกทั้งความอ่อนตัวมากกว่าก่อนฝึกออกกำลังกาย ซึ่งสังเกตได้จากผลของการทดสอบดันพื้นประยุกต์ 30 วินาที การทดสอบลุกนั่ง 60 วินาที และการทดสอบนั่งอตัวไปข้างหน้า

สำหรับตัวแปรความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจพบว่า ในเด็กที่ภาวะน้ำหนักเกิน และอ้วนมีการปรับปรุงสมดุลการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ โดยมีการทำงานที่เพิ่มขึ้นของ ค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจความถี่สูง (High frequency; HF) ความแปรปรวนของ อัตราการเต้นของหัวใจความถี่รวม (Total power; TP) และการลดลงของความแปรปรวนของ อัตราการเต้นของหัวใจสัดส่วนความถี่ต่ำต่อความถี่สูง (LF/HF Ratio) บ่งชี้ให้เห็นว่า กลุ่มตัวอย่างมี การทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติกที่เพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการปรับปรุงด้านสุขภาพ ของกลุ่มตัวอย่าง ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทของโรงเรียนหรือหน่วยงานที่มีข้อจำกัดด้าน อุปกรณ์การออกกำลังกาย (ลู่วิ่งกล) เพื่อช่วยปรับปรุงสุขสมรรถนะ และการทำงานของระบบประสาท อัตโนมัติในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 หน่วยงานหรือองค์กรสามารถนำผลวิจัยไปใช้ในการวางแผนการจัดกิจกรรม เพื่อ พัฒนาสุขภาพให้กับเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนในบริบทของโรงเรียนที่มีข้อจำกัดด้านอุปกรณ์ การออกกำลังกาย (เช่น ลู่วิ่งกล หรือTreadmill) โดยจัดโปรแกรมการออกกำลังกายสำหรับเด็ก กลุ่มเป้าหมายดังกล่าวบนพื้นที่ทราย เพื่อลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของข้อต่อในกลุ่มเป้าหมายที่มี ภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน

1.2 หน่วยงานหรือองค์กรสามารถใช้ผลวิจัยเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับงานวิจัยในอนาคต ได้ โดยเฉพาะการปรับปรุงสมดุลการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นที่ทรายส่งผล ต่อการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน จากการวิจัยในครั้งนี้จึง ได้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่มีรูปแบบที่หลากหลายและปลอดภัยกับ เด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน ซึ่งการออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกายควรออกแบบตาม หลักการออกกำลังกาย (FITT) เพื่อส่งเสริมให้มีการปรับปรุงสมดุลของระบบประสาทอัตโนมัติได้

ข้อจำกัดในการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนน้อย ในงานวิจัยครั้งต่อไปควรมีการเพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อให้เห็นผลการวิจัยที่ชัดเจนขึ้น
2. การศึกษาวิจัยนี้ไม่มีการควบคุมการบริโภคอาหาร อย่างไรก็ตามผู้วิจัยแนะนำการควบคุมการบริโภคอาหารเพิ่มเติม เพื่อให้ส่งผลดียิ่งขึ้นต่อการปรับปรุงสุขสมรรถนะ และความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน



บรรณานุกรม



- กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2565). *ร้อยละของวัยรุ่นที่มีภาวะอ้วนของจังหวัดกำแพงเพชร (D o H D a s h b o a r d)*. สืบค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2565 จาก <https://dashboard.anamai.moph.go.th/>
- กรมอนามัย. (2564). *คู่มือการใช้เกณฑ์อ้างอิงการเจริญเติบโตของเด็กอายุ 6 -19 ปี (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. บริษัท ทีเอส อินเทอร์เน็ตจำกัด.
- กรมอนามัย. (2566). *เทคนิคประเมินอ้วน – พอมด้วยตนเอง*. สืบค้นเมื่อ 18 มิถุนายน 2566 จาก <https://anamai.moph.go.th/>
- กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2560). *การทดสอบสมรรถภาพทางกายภาคสนาม*. บริษัทกู๊ดอีฟนิ่ง ดิงค์ จำกัด.
- กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2562). *การสร้างเสริมสุขภาพด้วยการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์การกีฬา*. กรุงเทพฯ. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กรัณย์ ปัญโญ. (2011). ผลของโปรแกรมการฝึกซ้อมแบบวงจรที่มีต่อการพัฒนาสมรรถภาพทางกลไกของนักกรีฑาบุคลากรมหาวิทยาลัยเชียงใหม่. *Journal of Education Studies*, 39(2), 35-53.
- กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา (2556). *บริหารกายคลายเครียด*. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก
- กัลยาณี โนนินทร์. (2017). ภาวบน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในวัยรุ่นไทย. *Journal of The Royal Thai Army Nurses*, 18, 1-8.
- กฤษดา ศิรามพุช (2560). การสะสมของไขมันใต้ผิวหนัง, *วารสารบัณฑิตวิจัย*, 8, 143.
- กฤษดา ศิรามพุช. (2549). *ทำอย่างไรห่างไกลจากโรคอ้วน*. กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์ใกล้หมอ.
- เจริญ กระบวนรัตน์. (2550). *ยาง...ยึดชีวิตพิชิตโรค(พิมพ์ครั้งที่ 1)*. พิมพ์ดี.
- เจริญ กระบวนรัตน์. (2557). *รูปแบบการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เจริญ กระบวนรัตน์. (2548). *หลักการฝึกและฝึกกรีฑา*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ฐิติพร ตระกูลศรี. (2563). *ผลของการออกกำลังกายท่าฤๅษีดัดตนที่มีต่อคุณภาพการนอนหลับและสุขสมรรถนะของผู้สูงอายุ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา, สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย.
- ณัฐชนน พรหมประสิทธิ์. (2560). *ผลของภาวะอ้วนที่มีต่อความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในผู้ป่วยที่ได้รับการบำบัดด้วยการฟอกไตทางช่องท้องอย่างต่อเนื่อง*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ภาควิชาฟิสิกส์อุตสาหกรรมและอุปกรณ์การแพทย์, สาขาวิชาอุปกรณ์การแพทย์.

- ดรอุวรรณ สุขสม. (2561). *การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ*. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดรอุวรรณ สุขสม, สุพรรณ สุขอรุณ, และสุวิมล ทรัพย์วโรบล. (2553). *ผลของการเดินสแต็ปแอโรบิกร่วมกับการใช้แรงต้านที่มีต่อสุขสมรรถนะ หน้าที่ของเซลล์บุผนังหลอดเลือด และสารชีวเคมีในเลือดของบุคลากรจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่เข้าร่วมโครงการที่มีน้ำหนักเกิน*. รายงานการวิจัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดรอุวรรณ สุขสม, ฮีโรพุมิ ทานากะ และนภัสกร ชื่นศิริ. (2559). *ผลของการฝึกแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักระดับสูงและสูงมากต่อองค์ประกอบของร่างกาย และการตอบสนองของหลอดเลือดในเด็กอ้วน*. รายงานการวิจัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดวงกมล สีมันตะ. (2560). *ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยยางยืดร่วมกับการส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพต่อการชะลอโรคข้อเข่าเสื่อมของผู้สูงอายุตำบลกุดแห่ อำเภอเลิงนกทา จังหวัดยโสธร*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, คณะสาธารณสุขศาสตร์, สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์.
- ดิณณ์ณชัย ธีรชัยภวัฒน์กุล. (2562). *ผลการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายแบบวงจรที่มีต่อเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายและอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักในหญิงที่มีน้ำหนักเกิน*. *วารสารสุขศึกษา พลศึกษา และสันทนาการ*, 45(1).
- ต้อง คงวิเศษ. (2560). *ผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกระหว่างปริมาณออกซิเจนปกติและปริมาณออกซิเจนต่ำความดันบรรยากาศปกติที่มีต่อชีวกลศาสตร์ของการขยายทรวงอกขณะหายใจ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา.
- ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร. (2555). *สรีรวิทยาการออกกำลังกาย(พิมพ์ครั้งที่ 2)*. สำนักพิมพ์ธรรสาร.
- ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร. (2550). *ผลของการเดินที่มีต่อสุขสมรรถนะของกลุ่มวัยทำงานที่มีภาวะน้ำหนักเกิน*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทัศนา จารุชาติ. (2563). *การทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในโรคอ้วน*. *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ*, 21(2), 177-194.
- ชาตรี ดีประดวง และสมบุญรณ์ อินทร์ถมยา. (2014). *ผลของการจัดการเรียนรู้พลศึกษาโดยใช้โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยยางยืดที่มีต่อสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. *Online Journal of Education*, 9(2), 60-72.
- ธมนวรรณ ศรีเมือง, ธีระศักดิ์ วรรณสา และพินิจ ชัยศิริรินทร์. (2564). *ผลของการใช้ยางยืดออกกำลังกายเพื่อฝึก ความแข็งแรงกล้ามเนื้อของแขนที่มีผลต่อความแม่นยำในการโยนลูกเบตองของนักกีฬาเบตองมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*. *วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 18(1), 73-82.

- ธีระวรรณ สุธรรม และณภัทรวรรณ ธนาพงษ์อนันต์. (2016). ผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีต่อสุขสมรรถนะของผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินมาตรฐาน. *วารสารวิทยบริการมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 27(3), 73-88.
- ธัญญากานต์ วรเศรษฐวัฒน์. (2563). ผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกสลับช่วงประกอบน้ำหนักต่อองค์ประกอบของร่างกายและการทำงานของหลอดเลือดในผู้ที่มีภาวะอ้วนรุนแรง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา.
- นภัสกร ชื่นศิริ. (2557). การเปรียบเทียบผลการฝึกออกกำลังกายแบบสลับช่วงที่มีความหนักสูงและที่ความหนักสูงต่อการใช้พลังงาน องค์ประกอบของร่างกาย และการทำงานของหลอดเลือดในเด็กอ้วน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา.
- นลินรัตน์ สมหวัง, กรกฎ พานิช และอมรพันธ์ อัจจิมาพร. (2560). สมรรถภาพทางกายในเด็กไทยที่มีภาวะน้ำหนักเกิน/อ้วน โดยใช้รูปแบบการทดสอบสมรรถภาพทางกาย Eurofit. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา*. 17(1), 57-67.
- นิวัฒน์ บุญสม. (2560). การพัฒนาความอ่อนตัวด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ Veridian มหาวิทยาลัยศิลปากร (มนุษยศาสตร์สังคมศาสตร์และศิลปะ)*, 10(2), 2173-2184.
- ประสิทธิ์ ปิปทุม และอัจฉริยะ อเนก. (2562). ผลการฝึกแบบหนักสลับพักที่ความหนักสูงเหนือจุดสูงสุดที่ต่อมวลไขมันและมวลกล้ามเนื้อในนักกีฬาวิ่งชาย. *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ*. 20(1), 13-27.
- ปิยะพงษ์ สายสวาท. (2558). ผลของโปรแกรมการฝึกแบบหนักสลับเบาร่วมกับหลักความก้าวหน้าต่อดัชนีมวลกาย องค์ประกอบของร่างกาย และความสามารถในการนำออกซิเจนไปใช้สูงสุดของนักศึกษาหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา, คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการกีฬา.
- ปวีณา คำราพิช. (2547). ผลการฝึกพลัยโอเมตริกบนพื้นทรายต่อแรงเหยียดขา และความสามารถในการกระโดดของนักกีฬาบาสเกตบอล. [วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- พินธุธิฐ กลิ่นขจร. (2552). การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจโดยใช้การแปลงเวฟเล็ท. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ภาควิชาฟิสิกส์อุตสาหกรรมและอุปกรณ์การแพทย์, สาขาวิชาอุปกรณ์การแพทย์.

- เฟื่องลดา บุญเลิศ. (2564). ผลของโปรแกรมการฝึกโดยใช้ยางยืดแบบสถานีที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์, ภาควิชาหลักสูตรและการสอน, สาขาวิชาสุขศึกษาและพลศึกษา.
- มานิช บุตรเมือง. (2564). โปรแกรมการฝึกหนักสลับเบาสำหรับนักกีฬา (พิมพ์ครั้งที่ 1). บริษัทกิจการพิมพ์จำกัด.
- วิรัตน์ สนธิจันทร์ และอนเนก สุตรมมงคล. (2019). ผลของการฝึกแบบอินเทอร์วาลที่มีต่อความสามารถสูงสุดในการนำออกซิเจนไปใช้และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของพนักงานที่ปฏิบัติงานในพื้นที่อับอากาศ. *บูรพาเวชสาร*, 6(1), 1-10.
- วิภาดา พ่วงพี. (2562). ผลของโปรแกรมการฝึกแบบวงจรโดยใช้แอโรบิกแบบหนักสลับเบาเป็นฐานที่มีต่อสมรรถภาพทางกายของนักเรียนชายอ้วน. *Journal of Health, Physical Education and Recreation*, 45(2), 167-181.
- วรัญญา ทองใบ. (2563). ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาที่มีต่อสุขสมรรถนะของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีภาวะน้ำหนักเกิน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, คณะศึกษาศาสตร์, สาขาวิชาพลศึกษาและวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย.
- วชิวิทย์ พงษ์จีน. (2564). ผลของโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายด้วยการกระโดดเชือกแบบหนักสลับเบาที่มีต่อสมรรถภาพทางกายเพื่อสุขภาพของนักศึกษา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะครุศาสตร์, สาขาวิชาสุขศึกษาและพลศึกษา.
- วิไลวรรณ ฤกษ์พันธ์, ภูววัง แสงเมือง, ยุพา คู่คงวิริยพันธุ์, อรพิน ภาสุริย์วงศ์. (2554). การปรับระบบประสาทอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานของหัวใจในเด็กและวัยรุ่นที่เป็นโรคอ้วน. *ศรีนครินทร์เวชสาร*. 26(2), 136-143.
- ศศิธร อุตสาหกิจ. (2551). ผลของการใช้โปรแกรมการสร้างเสริมสมรรถนะแห่งตนต่อพฤติกรรมการควบคุมน้ำหนักและค่าดัชนีมวลกายในสตรีวัยกลางคนที่มีภาวะน้ำหนักเกิน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, คณะพยาบาลศาสตร์, สาขาการพยาบาลเวชปฏิบัติชุมชน.
- ศูนย์พัฒนาองค์ความรู้ด้านกิจกรรมทางกายประเทศไทย (TPAK). (2565). *กิจกรรมทางกายของประชากรไทย ปี 2564*. สืบค้นเมื่อ 15 มิถุนายน 2565 จาก <https://www.tpak.or.th/>
- สถาบันวิจัยและประเมินเทคโนโลยีทางการแพทย์ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. (2553). *แนวทางเวชปฏิบัติการป้องกันและดูแลรักษาโรคอ้วน*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

- สิทธิ พงษ์พิบูลย์. (2556). *คู่มือเจ้าหน้าที่สาธารณสุขการป้องกันและบำบัดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังด้วยการออกกำลังกาย โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคอ้วน โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). *ยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579)*.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 – 2564)*. สภานิติบัญญัติแห่งชาติ. 2557. ราชกิจจานุเบกษา.
- สำนักโภชนาการ กรมอนามัย. (2564). *คู่มือการใช้เกณฑ์อ้างอิงการเจริญเติบโตของเด็กอายุ 6 – 19 ปี*. กรุงเทพฯ: กระทรวงสาธารณสุข.
- สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา. (2562). *แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายสำหรับนักเรียน 7 – 18 ปี*. กรุงเทพฯ: กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา.
- สุนทรี รัตนเอกและคณะ. (2557). *แนวทางเวชปฏิบัติการป้องกันและรักษาโรคอ้วนในเด็ก*. กรุงเทพฯ: ราชวิทยาลัยกุมารแพทย์แห่งประเทศไทย.
- สุพิตร สมานิต. (2549). *การสร้างแบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพสำหรับเด็กไทย อายุ 7-18 ปี*. (รายงานผลการวิจัย), นนทบุรี: พี.เอส.ปรีนท์
- สรวิศ ลากธนชัย. (2562). *การเปรียบเทียบผลการฝึกแบบหนักสลับเบาที่มีต่อองค์ประกอบของร่างกายและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในผู้ที่มีภาวะอ้วน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา
- สุรัมย์ภา เจริญสุข และชนพล แก้ววงษ์. (2020). *เปรียบเทียบผลของการฝึกการออกกำลังกายด้วยการวิ่งบนพื้นราบกับบนพื้นทรายที่มีผลต่อสมรรถภาพ ทางกาย*. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 1(2), 21-26.
- สว่างจิต แซ่ใจ. (2551). *ผลการฝึกการออกกำลังกายแบบวงจรที่มีต่อสมรรถนะของเด็กน้ำหนักเกิน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา.
- เสาวลักษณ์ สุนทรลักษณ์ และดร.นพ.สุสุขสม. (2552). *ผลนับพลังของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก และการออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการใช้แรงต้านที่มีต่อการเผาผลาญพลังงานและการไหลเลือดชั้นคิวกาเนียสในหญิงน้ำหนักปกติและหญิงน้ำหนักเกิน*. *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ*. 10(1), 16-32.

- อมรเทพ วันดี. (2558). การเปรียบเทียบผลของการฝึกต่อเนื่อง การฝึกหนักสลับเบา และการฝึกหนักสลับเบาที่ความหนักสูงที่มีต่อสมรรถภาพทางกายในนักศึกษาชาย สาขาวิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- อาทิตย์ ปัญญาคำ, ชวิศ วงษ์เขียว และจรัสศรี ศรีโกคา. (2566). ผลการฝึกด้วยยางยืดที่มีต่อสมรรถภาพทางกายในนักกีฬาโอลิมปิกระดับเยาวชน. *วารสารวิทยาศาสตร์วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 2(2), 20-26.
- อรทัย กัลยาวุฒิ. (2563). ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยตารางตั้งเต้ที่มีต่อสุขสมรรถนะและคุณภาพชีวิตในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกิน. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย.
- อรณภา ทศนัยนา, ฤกษ์ชัย แยมวงษ์. (2564). ผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมที่มีต่อค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันและมวลกล้ามเนื้อของหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกินเกณฑ์. *วารสารศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้*. 9(1), 82-94.
- อรรวรรณ เจริญผล, นลินรัตน์ สมหวัง, กรกฎ พานิช, และอมรพันธ์ อัจจิมาพร. (2558). การศึกษาสมรรถภาพทางกายของยูวชนที่เข้าร่วมกิจกรรมค่ายยูวชนรักกีฬาภาคฤดูร้อน ประจำปี 2558 เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ณ วิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬามหาวิทยาลัยมหิดล. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา*. 15(1), 213-222.
- Adam, M., Imboden, M., Schaffner, E., Boes, E., Kronenberg, F., Pons, M., et al. (2017). The adverse impact of obesity on heart rate variability is modified by a NFE2L2 gene variant: The SAPALDIA cohort. *International journal of cardiology*, 228, 341-346.
- Alansare, A., Alford, K., Lee, S., Church, T., & Jung, H. C. (2018). The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on heart rate variability in physically inactive adults. *International journal of environmental research and public health*, 15(7), 1508.
- Abegg, K., Bernasconi, L., Hutter, M., Whiting, L., Pietra, C., Giuliano, C., & Riediger, T. (2017). Ghrelin receptor inverse agonists as a novel therapeutic approach Against obesity-related metabolic disease. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 19(12), 1740-1750.

- Akselrod, S., Gordon, D., Ubel, F. A., Shannon, D. C., Berger, A. C., & Cohen, R. J. (1981). *Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control*. *Science*, 213(4504), 220-222.
- American College of Sports Medicine. (2014). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (9 ed.)*. Baltimore: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins.
- Anagnostis, P., Athyros, V. G., Tziomalos, K., Karagiannis, A., & Mikhailidis, D. P. (2009). The pathogenetic role of cortisol in the metabolic syndrome: a hypothesis. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 94(8), 2692-2701.
- Ariningsih, D. (2021). The effectiveness of high intensity interval training on heart rate variability in overweight and obesity. *Sport and Fitness Journal*, 9(2), 96.
- Aubert, A. E., Seps, B., & Beckers, F. (2003). *Heart rate variability in athletes*. *Sports medicine*, 33(12), 889-919.
- Bassett, D. (2016). A literature review of heart rate variability in depressive and bipolar disorders. *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry*, 50(6), 511-519.
- Behm, D. G. (2018). *The science and physiology of flexibility and stretching: implications and applications in sport performance and health*. Routledge.
- Bender, B. G., Fuhlbrigge, A., Walders, N., & Zhang, L. (2007). *Overweight, race, and psychological distress in children in the Childhood Asthma Management Program*. *Pediatrics*, 120(4), 805-813.
- Bentley, R. F., Dorian, P., Vecchiarelli, I.E., Banks, L., Connelly, K. A., Yan, A. T., ... & Goodman, J. M. (2023). *The effect of chronic exercise training and acute exercise on power spectral analysis of heart rate variability*. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 49(2), 148-156.
- Binnie, M. J., Dawson, B., Pinnington, H., Landers, G., & Peeling, P. (2014). Sand training: a review of current research and practical applications. *Journal of sports sciences*, 32(1), 8-15.
- Binnie, M. J., Peeling, P., Pinnington, H., Landers, G., & Dawson, B. (2013). Effect of surface-specific training on 20-m sprint performance on sand and grass surfaces. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(12), 3515-3520.

- Brown, H., Dawson, B., Binnie, M. J., Pinnington, H., Sim, M., Clemons, T. D., & Peeling, P. (2017). Sand training: Exercise-induced muscle damage and inflammatory responses to matched-intensity exercise. *European journal of sport science*, 17(6), 741-747.
- Bull, S. (2018). *Adaptations in cardiac structure and function following high intensity interval training in a physically inactive population* (Doctoral dissertation, Canterbury Christ Church University (United Kingdom)).
- Cetolin, T., Teixeira, A. S., Da Silva, J. F., Hauptenthal, A., Nakamura, F. Y., Castagna, C., & Guglielmo, L. G. A. (2021). *High-Intensity Intermittent Exercise Performed on the Sand Induces Higher Internal Load Demands in Soccer Players*. *Frontiers in Psychology*, 12.
- Chaput, J. P., Bouchard, C., & Tremblay, A. (2014). *Change in sleep duration and visceral fat accumulation over 6 years in adults*. *Obesity*, 22(5), E9-E12.
- Chuensiri N., Suksom D., & Tanaka H. (2018). *Effects of high-intensity intermittent training on vascular function in obese preadolescent boys*. *Childhood Obesity*, 14(1), 41-49.
- Costa, J., Moreira, A., Moreira, P., Delgado, L., & Silva, D. (2019). *Effects of weight changes in the autonomic nervous system: A systematic review and meta-analysis*. *Clinical nutrition*, 38(1), 110-126.
- Cox, R. C., and Vargas, J. S. (1966). *A COMPARISON OF ITEM SELECTION TECHNIQUES FOR NORM-REFERENCED AND CRITERION-REFERENCED TESTS*.
- Denise L. Smith and Bo Fernhall. (2011). *Advance cardiovascular exercise physiology ("1" ^"st" ed.)*. Human kinetics.
- Durai, D. B. J., & Shaju, M. F. (2019). Effect of sand running training on speed among school boys. *International Journal. Physical Education Sports Health*, 6, 117
- Espinoza-Silva, M., Latorre-Román, P., Párraga-Montilla, J., Caamaño-Navarrete, F., Jerez-Mayorga, D., & Delgado-Floody, P. (2019). *Response of obese schoolchildren to high-intensity interval training applied in the school context*. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición (English ed.)*, 66(10), 611-619.
- Farah, B. Q., Andrade-Lima, A., Germano-Soares, A. H., Christofaro, D. G. D., de Barros, M. V. G., do Prado, W. L., & Ritti-Dias, R. M. (2018). *Physical activity and heart*

rate variability in adolescents with abdominal obesity. Pediatric Cardiology, 39(3), 466-472.

- Fatemeh, Khodadadi., Reza, Bagheri., Raoof, Negaresh., Sajjad, Moradi., Michael, Nordvall., Donny, M., Camera., Alexei, Wong., Katsuhiko, Suzuki. (2023). *The Effect of High-Intensity Interval Training Type on Body Fat Percentage, Fat and Fat-Free Mass: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials.* Stomatology, doi: 10.3390/jcm12062291
- Fauza, Alfin., S., Nuniek, Nugraheni., Dyah, Intania, Sari., Damayanti, Tinduh., Soenarnatalina, Melaniani. (2022). Effects of high-intensity interval training treadmill with changes in inclination to body fat mass percentage of overweight men. *International Journal of Health Sciences (IJHS)*, 8431-8441. Doi: 10.53730/ijhs.v6ns2.7283
- Field, T., Diego, M., & Hernandez-Reif, M. (2007). *Massage therapy research.* Developmental Review, 27(1), 75-89.
- Freyssin, C., Verkindt., C. Prieur, F., Benaich, P., Maunier, S., & Blanc, P. (2016). *Cardiac rehabilitation in chronic heart failure: Effect of an 8-week, high intensity interval training versus continuous training.* Arch Phys Med Rehabil, 93(8), 1359-1364.
- Ghouse, S.M., Barwal, S.B., and Wattamwar, A.S. (2016). A review on obesity . *Health Science Journal, 10(4), 1-5.*
- Goblan, A. S., Al-Alfi, M. A., & Khan, M. Z. (2014). *Mechanism linking diabetes mellitus and obesity.* Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy, 7, 587.
- Gamelin, F. X., Baquet, G., Berthoin, S., Thevenet, D., Nourry, C., Nottin, S., & Bosquet, L. (2009). Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *European journal of applied physiology, 105(5), 731-738.*
- García-Suárez, P. C., Canton-Martínez, E., Rentería, I., Moura Antunes, B., Machado-Parra, J. P., Aburto-Corona, J. A., ... & Jiménez-Maldonado, A. (2022). Remote, Whole-Body Interval Training Improves Muscular Endurance and Cardiac

- Autonomic Control in Young Adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(21), 13897.
- Gidon, J., Bönhof., Alexander, Strom., Maria, Apostolopoulou., Yanislava, Karusheva., Theresia, Sarabhai., Dominik, Pesta., Michael, Roden., Dan, Ziegler. (2022). *High-intensity interval training for 12 weeks improves cardiovascular autonomic function but not somatosensory nerve function and structure in overweight men with type 2 diabetes*. *Diabetologia*, 65(6):1048-1057. Doi: 10.1007/s00125-022-05674-w
- Guarino, D., Nannipieri, M., Iervasi, G., Taddei, S., & Bruno, R. M. (2017). *The role of the autonomic nervous system in the pathophysiology of obesity*. *Frontiers in physiology*, 8, 665.
- Gustavo, Allegretti, João., Daniel, A., Rodriguez., Lucas, Duarte, Tavares., Nelson, Carvas, Junior., Francisco, Luciano, Pontes, Junior., Roberta, Luksevicius, Rica., Danilo, Sales, Bocalini., Julien, S., Baker., Aylton, Figueira, Junior. (2023). *The effect of high-intensity interval training on post-exercise oxygen consumption: a meta-analysis*. *Revista Brasileira De Medicina Do Esporte*, doi: 10.1590/1517-8692202329012021_0005
- Hettleid, K. J., Herold, E., & Seiler, S. (2009). Comparison of metabolic responses to high intensity interval training in trained and well-trained males. *International Journal of Sports Medicine*, 41(5), 501.
- Husin, H.M., Schleger, F., Bauer, I., Fehlert, E., Kiefer-Schmidt, I., Weiss, M., et al. (2020). *Maternal weight, weight gain, and metabolism are associated with changes in fetal heart rate and variability*. *Obesity*, 28(1), 114-121.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Martino, F., Fiorini, S., & Wisloff, U. (2008). Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and jumping and sprinting ability in soccer players. *British journal of sports medicine*, 42(1), 42-46.
- Jellinger, P. S., Smith, D. A., Mehta, A. E., Ganda, O., Handelsman, Y., Rodbard, H. W., & Goldberg, R. (2012). *American Association of Clinical Endocrinologists' guidelines for management of dyslipidemia and prevention of atherosclerosis*. *Endocrine practice*, 18, 1-78.

- Jingyun, Hu., Min, Liu., Ruoyu, Yang., Liyan, Wang., L., Liang., Yuanyuan, Yang., Shihao, Jia., Ruiyi, Chen., Qianle, Liu., Yu, Ren., Lei, Zhu., M., Cai. (2022). Effects of high-intensity interval training on improving arterial stiffness in Chinese female university students with normal weight obese: a pilot randomized controlled trial. *Journal of Translational Medicine*, doi: 10.1186/s12967-022-03250-9
- Heydenreich, J., Kayser, B., Schutz, Y., & Melzer, K. (2017). *Total energy expenditure, energy intake, and body composition in endurance athletes across the training season: a systematic review*. *Sports medicine-open*, 3(1), 1-24.
- Kaditis, A. G., Alvarez, M. L. A., Boudewyns, A., Alexopoulos, E. I., Ersu, R., Joosten, K., & Verhulst, S. (2016). Obstructive sleep disordered breathing in 2-to 18-year-old children: diagnosis and management. *European Respiratory Journal*, 47(1), 69-94.
- Kantachuvessiri. (2010). A role for high intensity exercise on energy balance and weight control. *International journal of obesity and related metabolic disorders*, 22(6), 489-493.
- Kassim, R., Harris, M. A., Leong, G. M., & Heussler, H. (2016). Obstructive sleep apnoea in children with obesity. *Journal of paediatrics and child health*, 52(3), 284-290.
- Kazunori O., Yuki H., Tomoaki M., Edward L. M. and Masanobu H. (2012). Variable factors 105 of total daily energy expenditure in humans. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*. 1(3): 389-399.
- Kim, T. H., & Hwang, B. H. (2017). Effects of gait training on sand on improving the walking ability of patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Journal of Physical Therapy Science*, 29(12), 2172-2175.
- King, J. ., Broeder, C., Browder, K., & Panton, L. (2002). A comparison of interval vs. steady state exercise on substrate utilization in overweight women. *International I Journal of Sports Medicine*, 34(5), s130.
- Kwak, C. J., Kim, Y. L., & Lee, S. M. (2016). Effects of elastic-band resistance exercise on balance, mobility and gait function, flexibility and fall efficacy in elderly people. *Journal of physical therapy science*, 28(11), 3189-3196.

- Lertwanawattana, J., Sukkum, W., Sumrit, W., & Sanee, N. (2021). ผลของการออกกำลังกายด้วยยางยืดและการควบคุมอาหารต่อสตรีวัยผู้ใหญ่ที่มีน้ำหนักเกินเกณฑ์มาตรฐาน. *Journal of southern technology*, 14(1), 112-121.
- Letícia, Nascimento, Santos, Neves., Victor, Hugo, Gasparini-Neto., Richard, Lee., Luciana, Carletti. (2023). Acute Cardiopulmonary Response of High-Intensity Interval Training with Elastic Resistance vs. High-Intensity Interval Training on a Treadmill in Healthy Adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(12), 6061-6073.
- Liao, C. D., Tsao, J. Y., Huang, S. W., Ku, J. W., Hsiao, D. J., & Liou, T. H. (2018). *Effects of elastic band exercise on lean mass and physical capacity in older women with sarcopenic obesity: A randomized controlled trial*. Scientific reports, 8(1), 2317.
- Luca, Russomando., Vincenzo, Bono., Annamaria, Mancini., Alessia, Terracciano., Francesca, Cozzolino., Esther, Imperlini., Stefania, Orrù., Andreina, Alfieri., Pasqualina, Buono. (2020). The Effects of Short-Term High-Intensity Interval Training and Moderate Intensity Continuous Training on Body Fat Percentage, Abdominal Circumference, BMI and VO2max in Overweight Subjects. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 5(2):41-. Doi: 10.3390/JFMK5020041
- MacBean, V., Wheatley, L., Lunt, A. C., & Rafferty, G. F. (2017). *Respiratory load perception in overweight and asthmatic children*. Respiratory Physiology & Neurobiology, 239, 81-86.
- Mahdi, B., Babak, F., Reza, G., & Hamid, A. A. (2011). A practical model of low volume high intensity interval training induces performance and metabolic adaptations that resemble 'all-out' sprint interval training. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 571-576.
- Marzouki, H., Dridi, R., Ouergui, I., Selmi, O., Mbarki, R., Klai, R., ... & Knechtel, B. (2022). *Effects of surface-type plyometric training on physical fitness in schoolchildren of both sexes: A randomized controlled intervention*. Biology, 11(7), 1035.

- McGowan, C. J., Pyne, D. B., Thompson, K. G., & Rattray, B. (2015). *Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications*. *Sports Medicine*, 45(11), 1523-1546.
- Morrison, K. M., Shin, S., Tarnopolsky, M., & Taylor, V. H. (2015). Association of depression & health related quality of life with body composition in children and youth with obesity. *Journal of Affective Disorders*, 172, 18-23.
- Morrison, K., Braham, R. A., Dawson, B., & Guelfi, K. (2009). Effect of a sand or firm surface walking program on health, strength, and fitness in women 60–75 years old. *Journal of aging and physical activity*, 17(2), 196-209.
- Morrissey, M. C., Harman, E. A., & Johnson, M. J. (1995). *Resistance training modes: specificity and effectiveness*. *Medicine and science in sports and exercise*, 27(5), 648-660.
- O'Brien, P., Hinder, L. M., Callaghan, B. C., & Feldman, E. L. (2017). *Neurological consequences of obesity*. *The Lancet Neurology*, 16(6), 465-477.
- Piernas, C., Wang, D., Du, S., Zhang, B., Wang, Z., Su, C., & Popkin, B. M. (2016). Obesity, non-communicable disease (NCD) risk factors and dietary factors among Chinese school-aged children. *Asia Pacific journal of clinical nutrition*, 25(4), 826.
- Polsky, S., & Ellis, S. L. (2015). *Obesity, insulin resistance, and type 1 diabetes mellitus*. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity*, 22(4), 277-282.
- Rajalakshmi, R., VijayaVageesh, Y., Nataraj, S. M., & Srinath, C. G. (2012). Heart rate variability in Indian obese young adults. *Pakistan Journal of Physiology*, 8(1), 39-44.
- Rajendra Acharya, U., Paul Joseph, K., Kannathal, N., Lim, C. M., & Suri, J. S. (2006). *Heart rate variability: a review*. *Medical and biological engineering and computing*, 44, 1031-1051.
- Rakobowchuk. (2015). *Impaired cardiac function among obese adolescents: Effect of aerobic interval training*. *Us National Library of Medicine National Institutes of Health*, 164(9).

- Ramaekers, D., Ector, H., Aubert, A. E., Rubens, A., & Van de Werf, F. (1998). Heart rate variability and heart rate in healthy volunteers. Is the female autonomic nervous system cardioprotective. *European heart journal*, 19(9), 1334-1341.
- Reilly, J. J., Armstrong, J., Dorosty, A. R., Emmett, P. M., Ness, A., Rogers, I., & Sherriff, A. (2005). *Early life risk factors for obesity in childhood: cohort study*. *Bmj*, 330(7504), 1357.
- Phoemsapthawee, J., Prasertsri, P., & Leelayuwat, N. (2019). Heart rate variability responses to a combined exercise training program: correlation with adiposity and cardiorespiratory fitness changes in obese young men. *Journal of exercise rehabilitation*, 15(1), 114.
- Poole, D. C., & Jones, A. M. (2012). Oxygen uptake kinetics. *Compr Physiol*, 2(2), 933-96.
- Saechee, J., Wannasamai, K., Jaimanee, P., Pinkeaw D., Chinda, K., Inthachai, T. (2019). Effects of general obesity on heart rate variability in Thai people with physical inactivity. *Chulalongkorn Medical Journal*, 63(3), 187-192.
- Salafi, M. I. E., Suherman, W. S., Suhartini, B., Antoni, M. S., & Pratama, K. W. (2022). *Effect of the Eight-Week Sand Surface Exercise, Water Surface Exercise, and Power Leg Muscles Training Methods Toward Agility of Basketball Players for Adolescent Players*. *Physical Education Theory and Methodology*, 22(3), 353-359.
- Sarsan, A. *The effects of aerobic and resistance exercises in obese women*. *Clinical Rehabilitation*, 20(9), 773-782.
- Schaun, G. Z. (2017). *The maximal oxygen uptake verification phase: a light at the end of the tunnel*. *Sports medicine-open*, 3, 1-15.
- Seyam, M., Kashoo, F., Alqahtani, M., Alzhrani, M., Aldhafiri, F., & Ahmad, M. (2020). *Effect of Walking on Sand with Dietary Intervention in Overweight Type 2 Diabetes Mellitus Patients: A Randomized Controlled Trial*. *Healthcare (Basel)*, 8(4), 370.
- Shoup, J. A., Gattshall, M., Dandamudi, P., & Estabrooks, P. (2008). *Physical activity, quality of life, and weight status in overweight children*. *Quality of Life Research*, 17(3), 407-412

- Singh, G., Kushwah, G. S., Singh, T., Thapa, R. K., Granacher, U., & Ramirez-Campillo, R. (2022). Effects of Sand-Based Plyometric-Jump Training in Combination with Endurance Running on Outdoor or Treadmill Surface on Physical Fitness in Young Adult Males. *Journal of Sports Science and Medicine*, 21(2), 277-286.
- Somwhong, N., Panich, K., & Ajjimaporn, A. (2017). Physical Fitness Performance as Determined by the Eurofit Test Battery in Thai Overweight/Obese Children. *Journal of Sports Science and Technology*, 57-67.
- Songsorn, P., Somnarin, K., Jaitan, S., & Kupradit, A. (2022). The effect of whole-body high-intensity interval training on heart rate variability in insufficiently active adults. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 20(1), 48-53.
- Taylor, E. D., Theim, K. R., Mirch, M. C., Ghorbani, S., Tanofsky-Kraff, M., Adler-Wailes, D. C., & Yanovski, J. A. (2006). *Orthopedic complications of overweight in children and adolescents*. *Pediatrics*, 117(6), 2167-2174.
- Thompson, W. R. (2022). Worldwide survey of fitness trends for 2022. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 26(1), 11-20.
- Tung, J. Y. L., Ho, F. K. W., Tung, K. T. S., Wong, R. S. M., Wong, W. H. S., Chow, B. C., & Ip, P. (2021). *Does obesity persist from childhood to adolescence? A 4-year prospective cohort study of xtensi students in Hong Kong*. *BMC pediatrics*, 21(1), 1-7.
- Van Hooren, B., & Peake, J. M. (2018). *Do we need a cool-down after exercise? A narrative review of the psychophysiological effects and the effects on performance, injuries and the long-term adaptive response*. *Sports Medicine*, 48(7), 1575-1595.
- Victor, Silveira, Coswig., Matheus, Barbalho., Rodolfo, de, Azevedo, Raiol., Fabricio, Boscolo, Del, Vecchio., Rodrigo, Ramirez-Campillo., Paulo, Gentil. (2020). Effects of high vs moderate-intensity intermittent training on functionality, resting heart rate and blood pressure of elderly women. *Journal of Translational Medicine*, 18(1):1-11. Doi: 10.1186/S12967-020-02261-8
- Weston, M., Taylor, K. L., Batterham, A. M., & Hopkins, W. G. (2014). *Effects of low-volume high-intensity interval training (HIT) on fitness in adults: a meta-*

analysis of controlled and non-controlled trials. Sports medicine, 44(7), 1005-1017.

Yadav, R.L, Yadav, P.K., Yadav, L.K., Agrawal, K., Sah, S.K., and Islam, M.N. (2017). *Association between obesity and heart rate variability indices: intuition toward cardiac autonomic alteration-a risk of Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity. Targets and Therapy, 10, 57-64.*



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือ

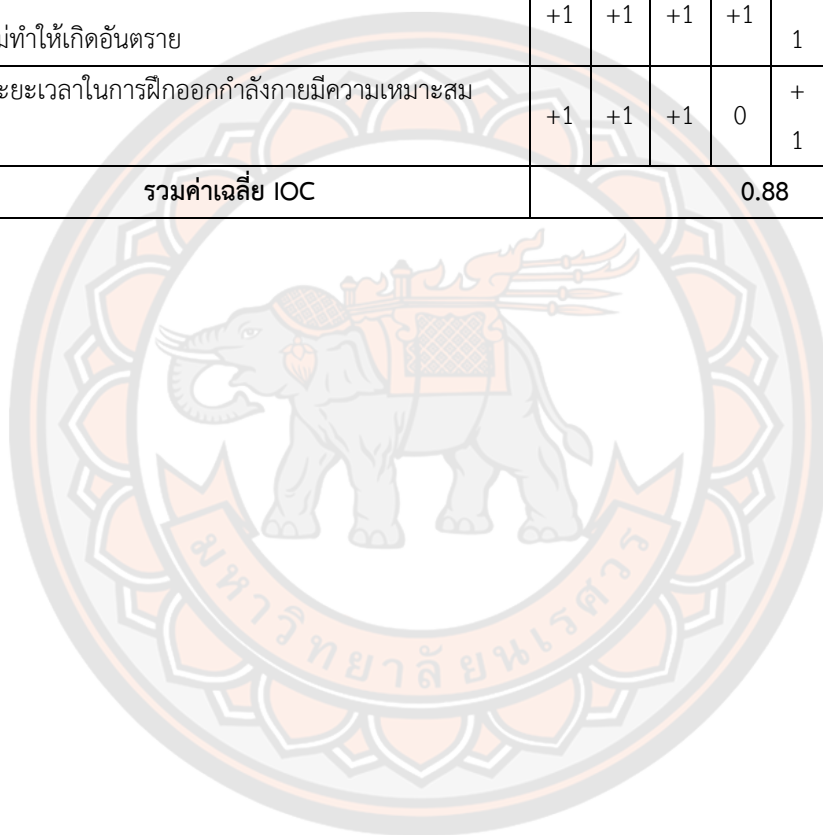
- | | |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ | อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 2. ดร.นภัสกร ชื่นศิริ | อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิฑิต มิตรานันท์ | อาจารย์ประจำคณะพลศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ |
| 4. ดร.ธัญยากานต์ วรเศรษฐวัฒน์ | อาจารย์ประจำคณะเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์
สุขภาพ
วิทยาลัยวิทยาศาสตร์การแพทย์เจ้าฟ้าจุฬาภรณ |
| 5. ดร.วรวุฒิ ฐะคำ | อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ |

ภาคผนวก ข ผลการตรวจสอบเชิงเนื้อหา

ผลการตรวจสอบเชิงเนื้อหาโดยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน

รายการความคิดเห็น	ประมาณค่าความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่า IOC	แปล ผล
	1	2	3	4	5		
1. รูปแบบของโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน							
1.1 ทำสำหรับการฝึกออกกำลังกายมีความเหมาะสมกับเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน	-1	+1	+1	+1	+	0.8	ใช้ได้
1.2 ทำสำหรับการฝึกออกกำลังกายไม่ทำให้เกิดอันตรายในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน	+1	+1	+1	+1	+	1	ใช้ได้
1.3 ทำของการฝึกออกกำลังกายมีความหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
1.4 ระยะเวลาในการฝึกออกกำลังกายในช่วงหนักมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	0	+	0.8	ใช้ได้
1.5 ระยะเวลาในการฝึกออกกำลังกายในช่วงเบามีความเหมาะสม	+1	+1	+1	0	0	0.6	ใช้ได้
1.6 ความหนักในการฝึกออกกำลังกายมีความเหมาะสมสำหรับเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
1.7 ความถี่ของการฝึกออกกำลังกายมีความเหมาะสม (3 วัน/สัปดาห์)	+1	+1	+1	+1	+	1	ใช้ได้
2. ขั้นตอนการฝึกออกกำลังกายตามโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน							
2.1 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อบริเวณกล้ามเนื้อมัดใหญ่ของร่างกายมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+	1	ใช้ได้
2.2 การจัดเรียงลำดับของท่ายืดเหยียดมีความต่อเนื่องสัมพันธ์กันดี	-1	+1	+1	0	+	0.8	ใช้ได้
2.3 จำนวนท่ายืดเหยียดมีความเหมาะสม และไม่ทำให้เกิดอันตราย	+1	+1	+1	+1	+	0.8	ใช้ได้
2.4 การยืดเหยียดมีระยะเวลาที่เหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+	1	ใช้ได้

รายการความคิดเห็น	ประมาณค่าความคิดเห็น ของผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่า IOC	แปล ผล
	1	2	3	4	5		
2.5 การฝึกรอกกำลังกายมุ่งเน้นในการพัฒนากล้ามเนื้อมัดใหญ่ของร่างกายมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2.6 การจัดเรียงท่าของการฝึกรอกกำลังกายมีความต่อเนื่องสัมพันธ์กันดี	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2.7 จำนวนท่าของการฝึกรอกกำลังกายมีความเหมาะสมและไม่ทำให้เกิดอันตราย	+1	+1	+1	+1	+1	1	ใช้ได้
2.8 ระยะเวลาในการฝึกรอกกำลังกายมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	0	+1	0.8	ใช้ได้
รวมค่าเฉลี่ย IOC						0.88	



ภาคผนวก ค หนังสือขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ที่ อว. ๐๖๐๓.๐๒/ว ๒๓๑๓

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมืองฯ จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๒๕ กรกฎาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ดร.นภัสกร ชื่นศิริ

สิ่งที่ส่งมาด้วย	๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์	จำนวน ๑ ฉบับ
	๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	จำนวน ๓ ฉบับ

ด้วย นายณัฐศักดิ์ ภูงามชื่น รหัสประจำตัว ๖๕๐๓๑๒๖๐ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาพลศึกษาและวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูง ด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน" เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนาศ จารุชาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาอุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๘

โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖

๒. นายณัฐศักดิ์ ภูงามชื่น

โทร ๐๘-๘๒๙๙-๕๑๕๓

ที่ อว. ๐๖๐๓.๐๒/ ๖ ๒๓๓๓

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมืองฯ จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๒๕ กรกฎาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิฑิต มิครานันท์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นายณัฐศักดิ์ ภู่งามชื่น รหัสประจำตัว ๖๔๐๓๑๒๖๐ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาพลศึกษาและวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูง ด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็ก ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนาศ จารุชาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร พิจารณาแล้วเห็นว่าท่าน เป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่าน เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาอุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐-๕๕๕๖-๘๘๑๘

โทรสาร ๐-๕๕๕๖-๘๘๒๖

๒. นายณัฐศักดิ์ ภู่งามชื่น

โทร ๐๘-๘๒๙๙-๕๑๔๑

ที่ ฮว. ๐๖๐๓.๐๒/ ๖ ๒๓๑๓

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมืองฯ จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๒๕ กรกฎาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขออนุญาตระงับตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ดร.วรุฒิ จุระคำ

สิ่งที่ส่งมาด้วย	๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์	จำนวน ๑ ฉบับ
	๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นายณัฐศักดิ์ ภูงามชื่น รหัสประจำตัว ๖๔๐๓๑๒๖๐ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาพลศึกษาและวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูง ด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็ก ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน" เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนาศา จารุชาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร พิจารณาแล้วเห็นว่าท่าน เป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่าน เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาคูตม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐-๕๕๔๖-๘๘๒๘

โทรสาร ๐-๕๕๔๖-๘๘๒๖

๒. นายณัฐศักดิ์ ภูงามชื่น

โทร ๐๘-๘๒๙๙-๕๑๔๑

ที่ อว.๐๖๐๓.๐๒/ว ๒๓๑๓

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมืองฯ จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๒๕ กรกฎาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คนางค์ ศรีหิรัญ

- | | | |
|------------------|-------------------------------|--------------|
| สิ่งที่ส่งมาด้วย | ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์ | จำนวน ๓ ฉบับ |
| | ๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | จำนวน ๑ ฉบับ |

ด้วย นายณัฐศักดิ์ ภูงามชื่น รหัสประจำตัว ๖๕๐๓๑๒๖๐ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาพลศึกษาและวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูง ด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนาศ จารุชาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาอุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย

โทร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๘

โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖

๒. นายณัฐศักดิ์ ภูงามชื่น

โทร ๐๘-๘๒๐๙๙-๕๑๙๓

ที่ อว. ๐๖๐๓.๐๒/ว ๒๓๓๓

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
อำเภอเมืองฯ จังหวัดพิจิตรโลก ๖๕๐๐๐

๒๕ กรกฎาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ดร.ธันยาภรณ์ วรเศรษฐวัฒน์

สิ่งที่ส่งมาด้วย	๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์	จำนวน ๑ ฉบับ
	๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นายณัฐศักดิ์ ภู่งามชื่น รหัสประจำตัว ๖๕๐๓๑๒๖๐ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาพลศึกษาและวิทยาศาสตร์การออกกำลังกาย สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ได้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูง ด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน" เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนากา จารุชาติ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาอุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย
โทร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๘
โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖
๒. นายณัฐศักดิ์ ภู่งามชื่น
โทร ๐๘-๘๒๙๔-๕๑๕๑

ภาคผนวก ง หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

AF 11/6.0

COA No. 197/2023

IRB No. P1-0023/2566



คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
99 หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000 เบอร์โทรศัพท์ 05596 8752

หนังสือรับรองโครงการวิจัยครั้งแรก

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

ชื่อโครงการ : ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน

ผู้วิจัยหลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนากา จารุชาติ

สังกัดหน่วยงาน : คณะศึกษาศาสตร์

ผู้ร่วมวิจัย : นายณัฐศักดิ์ กุ้งงามชื่น ผศ.ดร.พงษ์เอก สุขใส

วิธีทบทวน : แบบเร่งรัด

รายงานความก้าวหน้า : ส่งรายงานความก้าวหน้าอย่างน้อย 1 ครั้ง/ปี หรือส่งรายงานฉบับสมบูรณ์หากดำเนินโครงการเสร็จสิ้นก่อน 1 ปี

เอกสารรับรอง

1. IF 01 Research Ethical Application (Intervention study) เวอร์ชัน 4.0 วันที่ 07 กรกฎาคม 2566
2. IF 02 Conflict of Interest and Funding Form เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 30 เมษายน 2566
3. IF 03 (สำหรับอาสาสมัครที่มีอายุ 13-19 ปี) เวอร์ชัน 3.0 วันที่ 23 พฤษภาคม 2566
4. IF 03 (สำหรับอาสาสมัครที่มีอายุ 13-19 ปี) try เวอร์ชัน 3.0 วันที่ 23 พฤษภาคม 2566
5. IF 04 (สำหรับอาสาสมัครที่มีอายุ 13-19 ปี) เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 30 เมษายน 2566
6. IF 05 ประวัติผู้วิจัย เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 30 เมษายน 2566
7. IF 06 งบประมาณของโครงการวิจัย เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 30 เมษายน 2566
8. Full Proposal Research เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 28 เมษายน 2566
9. แบบบันทึกสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 30 เมษายน 2566
10. แบบบันทึกผลการทดสอบ 20m Shuttle run test เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 30 เมษายน 2566

เอกสาร (ต่อ)

11. แบบประเมินความพร้อมก่อนออกกำลังกายสำหรับเด็ก เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 30 เมษายน 2566
12. คู่มือการฝึกออกกำลังกาย เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 30 เมษายน 2566
13. แบบคัดกรองกลุ่มอาสาสมัคร เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 30 เมษายน 2566
14. แบบประเมินความเจ็บปวด เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 30 เมษายน 2566
- 15.แบบสอบถามความเหมาะสม เวอร์ชัน 2.0 วันที่ 30 เมษายน 2566



วันที่รับรอง : 07 กรกฎาคม 2566

วันหมดอายุ : 07 กรกฎาคม 2567

ทั้งนี้ การรับรองนี้มีเงื่อนไขตั้งแต่ระดับข้อไว้ด้านหลังทุกข้อ (ดูด้านหลังของเอกสารรับรองโครงการวิจัย)

ภาคผนวก จ โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน

โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนทำการทดลองในกลุ่มทดลองสัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 40 – 47 นาที รายละเอียดดังนี้

สัปดาห์	ลำดับที่	การเดินบนพื้นทรายร่วมกับการใช้ยางยืดห่วงเล็ก (การออกกำลังกายในช่วงหนัก)				การออกกำลังกายบนพื้นทราย (การออกกำลังกายในช่วงเบา)		ความถี่
		ท่าฝึกพร้อมเดินบนพื้นทราย	ความหนัก	ระยะเวลา	ความหนักของยางยืด	ท่าฝึกบนพื้นทราย	ความหนักระยะเวลา	
1-2	ยืดเหยียดกล้ามเนื้อและอบอุ่นร่างกาย 10 นาที							3 วัน / สัปดาห์ ระยะเวลา 8 สัปดาห์
	1	High knees	80%HRR	20 วินาที	ไม่มีการใช้แรงต้านจากยางยืด	การเดิน	Active rest 40 วินาที	
	2	Jumping	80%HRR	20 วินาที		การเดิน	Active rest 40 วินาที	
	3	Gallop	80%HRR	20 วินาที		การเดิน	Active rest 40 วินาที	
	4	Power skips	80%HRR	20 วินาที		การเดิน	Active rest 40 วินาที	
	5	Straight leg	80%HRR	20 วินาที		การเดิน	Active rest 40 วินาที	
	6	Butt kicks	80%HRR	20 วินาที		การเดิน	Active rest 40 วินาที	
	พักระหว่างเซต 60 วินาที จากนั้นทำซ้ำข้อ 1 – 6 จำนวน 2 รอบ โดยรวมคิดเป็นการออกกำลังกายจำนวน 3 รอบ ใช้เวลา 20 นาที							
คลายอบอุ่นร่างกาย 10 นาที								

สัปดาห์	ลำดับ ที่	การเดินบนพื้นทรายรวมกับการใช้ยางยืดห่วงเล็ก (การออกกำลังกายในช่วงหนัก)				การออกกำลังกายบนพื้นทราย (การออกกำลังกายในช่วงเบา)		ความถี่
		ท่าฝึกพร้อมเดิน บนพื้นทราย	ความหนัก	ระยะเวลา	ความหนัก ของยางยืด	ท่าฝึกบน พื้นทราย	ความหนัก ระยะเวลา	
3-4	ยืดเหยียดกล้ามเนื้อและอบอุ่นร่างกาย 10 นาที							
	1	High knees + Biceps curls	80%HRR	40 วินาที	ใช้ยางยืดที่ให้ แรงต้านใน ระดับเบา มาก (สีเขียว) มีค่าแรงดึง 5 – 10 ปอนด์	การเดิน	Active rest 4 0 วินาที	3 วัน / สัปดาห์ ระยะ เวลา 8 สัปดาห์
	2	High knees + Prone grip reverse	80%HRR	40 วินาที		การเดิน	Active rest 4 0 วินาที	
	3	High knees + External shoulder rotation	80%HRR	40 วินาที		การเดิน	Active rest 4 0 วินาที	
	4	Jumping + Double triceps extension	80%HRR	40 วินาที		การเดิน	Active rest 4 0 วินาที	
	5	Jumping + Lat pull down with miniband	80%HRR	40 วินาที		การเดิน	Active rest 4 0 วินาที	
	6	Jumping + Arm Pulses	80%HRR	40 วินาที		การเดิน	Active rest 4 0 วินาที	
พักระหว่างเซต 60 วินาที จากนั้นทำซ้ำข้อ 1 – 6 จำนวน 2 รอบ โดยรวมคิดเป็นการออกกำลังกายจำนวน 3 รอบ ใช้เวลา 26 นาที								
คลายอุ่นร่างกาย 10 นาที								

สัปดาห์	ลำดับ ที่	การเดินบนพื้นทรายร่วมกับการใช้ยางยืดห่วงเล็ก (การออกกำลังกายในช่วงหนัก)				การออกกำลังกายบนพื้นทราย (การออกกำลังกายในช่วงเบา)		ความถี่
		ท่าฝึกพร้อมเดิน บนพื้นทราย	ความหนัก	ระยะเวลา	ความหนัก ของยางยืด	ท่าฝึกบน พื้นทราย	ความหนัก ระยะเวลา	
5-6	ยืดเหยียดกล้ามเนื้อและอบอุ่นร่างกาย 10 นาที							
	1	Power skips + External shoulder rotation	85%HRR	40 วินาที	ใช้ยางยืดที่ให้ แรงต้านใน ระดับเบา (สีน้ำเงิน) มีค่าแรงดึง 10 – 15 ปอนด์	การเดิน	Active rest 20 วินาที	3 วัน / สัปดาห์ ระยะ เวลา 8 สัปดาห์
	2	Power skips + Lat pull down with miniband	85%HRR	40 วินาที		การเดิน	Active rest 20 วินาที	
	3	Power skips + Arm Pulses	85%HRR	40 วินาที		การเดิน	Active rest 20 วินาที	
	4	Gallop + Biceps curls	85%HRR	40 วินาที		การเดิน	Active rest 20 วินาที	
	5	Gallop + Double triceps extension	85%HRR	40 วินาที		การเดิน	Active rest 20 วินาที	
	6	Gallop + Arm row	85%HRR	40 วินาที		การเดิน	Active rest 20 วินาที	
	พักระหว่างเซต 60 วินาที จากนั้นทำซ้ำข้อ 1 – 6 จำนวน 3 รอบ โดยรวมคิดเป็นการออกกำลังกายจำนวน 4 รอบ ใช้เวลา 27 นาที							
คลายอุ่นร่างกาย 10 นาที								

สัปดาห์	ลำดับ ที่	การเดินบนพื้นทรายร่วมกับการใช้ยางยืดห่วงเล็ก (การออกกำลังกายในช่วงหนัก)				การออกกำลังกายบนพื้นทราย (การออกกำลังกายในช่วงเบา)		ความถี่	
		ท่าฝึกพร้อมเดิน บนพื้นทราย	ความหนัก	ระยะเวลา	ความหนัก ของยางยืด	ท่าฝึกบน พื้นทราย	ความหนัก ระยะเวลา		
7-8	ยืดเหยียดกล้ามเนื้อและอบอุ่นร่างกาย 10 นาที								
	1	Straight leg + Biceps curls	90%HRR	40 วินาที	ใช้ยางยืดที่ให้ แรงต้านใน ระดับเบา (สีน้ำเงิน) มีค่าแรงดึง 10 – 15 ปอนด์	การเดิน	Active rest 20 วินาที	3 วัน / สัปดาห์ ระยะ เวลา 8 สัปดาห์	
	2	Straight leg + Double triceps extension	90%HRR	40 วินาที		การเดิน	Active rest 20 วินาที		
	3	Straight leg + Prone grip reverse	90%HRR	40 วินาที		การเดิน	Active rest 20 วินาที		
	4	Butt kicks + Lat pull down with miniband	90%HRR	40 วินาที		การเดิน	Active rest 20 วินาที		
	5	Butt kicks + External shoulder rotation	90%HRR	40 วินาที		การเดิน	Active rest 20 วินาที		
	6	Butt kicks + Arm Pulses	90%HRR	40 วินาที		การเดิน	Active rest 20 วินาที		
	พักระหว่างเซต 60 วินาที จากนั้นทำซ้ำข้อ 1 – 6 จำนวน 2 รอบ โดยรวมคิดเป็นการออกกำลังกายจำนวน 4 รอบ ใช้เวลา 27 นาที								
คลายอุณหภูมิร่างกาย 10 นาที									

ภาคผนวก ฉ วิธีการทดสอบสุขสมรรถนะ

วิธีการทดสอบสุขสมรรถนะ ใช้ทดสอบในผู้ร่วมวิจัยทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการฝึก 8 สัปดาห์

ดัชนีมวลกาย (Body mass index; BMI)

อุปกรณ์การทดสอบ

1. เครื่องชั่งน้ำหนัก
2. เครื่องวัดส่วนสูง

วิธีการปฏิบัติ

1. ให้ทำการชั่งน้ำหนักของผู้เข้ารับการทดสอบเป็นกิโลกรัม และวัดส่วนสูงของผู้เข้ารับการทดสอบเป็นเมตร
2. นำน้ำหนักและส่วนสูงมาคำนวณหาค่าดัชนีมวลกาย โดยนำค่าน้ำหนักที่ชั่งได้เป็นกิโลกรัมหารด้วยส่วนสูงที่วัดได้เป็นเมตรยกกำลังสอง (เมตร²)

การบันทึกผล

ค่าดัชนีมวลกายมีหน่วยเป็น กิโลกรัม/ตารางเมตร ได้มาจากการชั่งน้ำหนักตัวและวัดส่วนสูงของผู้รับการทดสอบ แล้วนำค่าน้ำหนักตัวที่บันทึกเป็นกิโลกรัม และส่วนสูงที่บันทึกค่าได้เป็นเมตร มาแปลงเป็นค่าดัชนีมวลกาย จากสมการต่อไปนี้

$$\text{ดัชนีมวลกาย (BMI)} = \frac{\text{น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)}}{\text{ส่วนสูง (เมตร)}^2}$$

ตัวอย่าง

ผู้เข้ารับการทดสอบมีน้ำหนักตัว 50 กิโลกรัม มีส่วนสูง 1.50 เมตร

$$\text{ค่าดัชนีมวลกาย (BMI)} = 50/1.50^2$$

$$= 50/2.25$$

$$= 22.22 \text{ กิโลกรัม/ตารางเมตร}$$

นั่งอตัวไปข้างหน้า (Sit and reach)

อุปกรณ์การทดสอบ

1. กล้องวัดความอ่อนตัวขนาดสูง 30 เซนติเมตร มีสเกลของระยะห่างตั้งแต่ค่าลบถึงค่าบวก เป็นเซนติเมตร

วิธีการปฏิบัติ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบยืดเหยียดกล้ามเนื้อแขน ขา และหลัง (ก่อนทดสอบให้ถอดรองเท้า)
 2. ผู้เข้ารับการทดสอบนั่งตัวตรง เหยียดขาตรงไปข้างหน้าให้เข่าตึง ฝ่าเท้าทั้งสองข้างตั้งขึ้น ในแนวตรงและให้ฝ่าเท้าวางราบชิดติดกับผนังกล้องวัดความอ่อนตัว ฝ่าเท้าวางห่างกันเท่ากับ ความกว้างของช่วงสะโพกของผู้เข้ารับการทดสอบ

3. เมื่อได้ยินสัญญาณ “เริ่ม” ให้ผู้เข้ารับการทดสอบยกแขนทั้งสองข้างขึ้นในท่าเหยียดศอก ตรงและคว่ำมือให้ฝ่ามือทั้งสองข้างวางคว่ำซ้อนทับกันพอดี แล้วยื่นแขนตรงไปข้างหน้าให้ผู้รับการทดสอบค่อยๆ ก้มลำตัวไปข้างหน้าพร้อมกับเหยียดแขนที่มีมือคว่ำลงซ้อนทับกันวางไว้บนกล้องวัดความอ่อนตัวให้ได้ไกลที่สุดจนไม่สามารถก้มลำตัวต่อไปได้อีก ให้ก้มตัวค้างไว้ 3 วินาที แล้วกลับมาสู่ท่านั่งตัวตรง ทำการทดสอบจำนวน 2 ครั้งติดต่อกัน

การบันทึกผล

1. บันทึกระยะทางที่ได้เป็นเซนติเมตร โดยบันทึกค่าที่ดีที่สุดจากการทดสอบ 2 ครั้ง
 2. การบันทึกกรณีที่เศษของจุดทศนิยมมีค่าตั้งแต่ 0.5 เซนติเมตรขึ้นไปหรือมากกว่า เช่น วัดค่าได้ 15.5 เซนติเมตร หรือ 15.7 เซนติเมตร ให้บันทึกผลการทดสอบเป็น 16.0 เซนติเมตร และในกรณีที่เศษของจุดทศนิยมมีค่าตั้งแต่ 0.5 เซนติเมตร ลงมาหรือน้อยกว่า เช่น วัดค่าได้ 15.3 เซนติเมตร หรือ 15.4 เซนติเมตร ให้บันทึกผลการทดสอบเป็น 15.0 เซนติเมตร

ดันพื้นประยุกต์ 30 วินาที (30 Seconds modified push ups)

อุปกรณ์การทดสอบ

1. เบาะพองน้ำ
2. นาฬิกาจับเวลา

วิธีการปฏิบัติ

1. ให้ผู้รับการทดสอบนอนคว่ำลำตัวเหยียดตรงบนเบาะพองน้ำหรือเบาะรองอื่น ๆ ไขว้ขา
 เกี่ยวกันแล้วงอขึ้นประมาณ 90 องศา
2. ฝ่ามือทั้งสองข้างวางคว่ำราบกับพื้นในระดับเดียวกับหัวไหล่ให้ปลายนิ้วชี้ตรงไปข้างหน้า
 โดยให้ฝ่ามือทั้งสองข้างห่างกันเท่ากับช่วงไหล่ข้อศอกงอแนบอยู่ข้างลำตัว (ไม่ควรให้มือทั้งสองวางเลย
 ไหล่ขึ้นไปจะส่งผลต่อการยกและยุบลำตัวขึ้นลงในขณะทำการทดสอบ)
3. ในขณะเตรียมพร้อมที่จะปฏิบัติให้ผู้รับการทดสอบออกแรงดันพื้นยกลำตัวขึ้นโดยหัวเข่า
 ติดพื้นและให้แขนทั้งสองเหยียดตั้งตั้งตรงกับพื้นลำตัวเหยียดตรงเป็นแนวเดียวกับสะโพกและต้นขา
 เข่าทั้งสองข้างชิดติดกันใช้เป็นจุดหมุนของการเคลื่อนไหวขณะทำการทดสอบสะโพกและต้นขาให้
 ยกขึ้นท่ามุมประมาณ 45 องศา กับพื้นโดยให้เป็นแนวเส้นตรงกับลำตัว
4. เมื่อได้ยินสัญญาณ “เริ่ม” ให้ผู้รับการทดสอบยุบข้อศอกลงให้ข้อศอกทั้งสองข้างงอท่ามุม
 90 องศา ในขณะที่แขนท่อนบนขนานกับพื้นแล้วให้เหยียดศอกและดันลำตัวกลับขึ้นไปเหยียดตรงอยู่
 ในท่าเดิมนับเป็น 1 ครั้ง ปฏิบัติต่อเนื่องกันจนครบ 30 วินาที โดยให้ผู้รับการทดสอบพยายามทำให้
 ได้จำนวนครั้งมากที่สุด

การบันทึกผล

1. บันทึกจำนวนครั้งที่ทำได้ถูกต้องภายในเวลา 30 วินาที โดยให้ผู้เข้ารับการทดสอบ
 ปฏิบัติเพียงครั้งเดียว

ลูกนั่ง 60 วินาที (60 Seconds sit ups)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. เบาะพองน้ำ
2. นาฬิกาจับเวลา

วิธีการปฏิบัติ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบนอนหงาย ชันเข่าขึ้นให้เข่าทั้งสองงอเป็นมุมประมาณ 90 องศา ฝ่าเท้าทั้งสองข้างวางราบกับพื้นโดยวางชิดกันให้ส้นเท้าทั้งสองข้างวางเป็นเส้นตรงในแนวระดับเดียวกัน แขนทั้งสองเหยียดตรง ในท่าคว่ำมีอวัยวะวางแนบไว้ข้างลำตัว

2. ให้ผู้ช่วยทดสอบนั่งอยู่ที่ปลายเท้าของผู้รับการทดสอบ และใช้เข่าทั้งสองวางแนบชิดกับเท้าทั้งสองของผู้เข้ารับการทดสอบ ใช้มือทั้งสองจับยึดไว้ที่บริเวณใต้ข้อพับเข่าของผู้รับการทดสอบเพื่อป้องกันไม่ให้ลำตัว ขา และเท้าเคลื่อนที่

3. เมื่อได้ยินสัญญาณ “เริ่ม” ให้ผู้รับการทดสอบยกลำตัวขึ้นเคลื่อนไปสู่ท่านั่งก้มลำตัวพร้อมกับยกแขนทั้งสองข้างเหยียดตรงไปข้างหน้าให้ปลายนิ้วมือไปแตะที่เส้นตรงที่อยู่ในแนวระดับเดียวกับส้นเท้าทั้งสองข้าง แล้ว นอนลงกลับสู่ท่าเริ่มต้นให้สะบักทั้งสองข้างแตะพื้นนับเป็น 1 ครั้ง ปฏิบัติต่อเนื่องกันจนครบเวลา 60 วินาที โดยให้ผู้รับการทดสอบพยายามให้ได้จำนวนครั้งมากที่สุด

4. ผู้รับการทดสอบสามารถหยุดพักระหว่างการทดสอบและสามารถปฏิบัติต่อได้ตามเวลาที่เหลือผลการทดสอบให้นับจำนวนครั้งที่ทำได้ถูกต้องต่อเนื่อง

การบันทึกผล

1. บันทึกจำนวนครั้งที่ทำได้ถูกต้องภายในเวลา 60 วินาที โดยให้ผู้รับการทดสอบปฏิบัติเพียงครั้งเดียว

การทดสอบ 20m Shuttle run test

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. กรวย
2. ซอร์ฟแวร์เสียงสัญญาณ The beep test audio

วิธีการปฏิบัติ

ผู้เข้ารับการทดสอบจะวิ่งไปและกลับในระยะ 20 เมตร โดยจะต้องวิ่งให้ทันตามความเร็วที่กำหนดจากสัญญาณเสียง โดยจะเริ่มต้นด้วยความเร็ว 8.5 กิโลเมตร/ชั่วโมง ซึ่งจะเพิ่มทุกนาที ๆ ละ 0.5 กิโลเมตร/ชั่วโมง หากไม่สามารถที่จะรักษาระดับความเร็วในการวิ่งทันตามสัญญาณเสียงที่กำหนดได้ต่อเนื่องสองเที่ยวจะยุติการทดสอบ

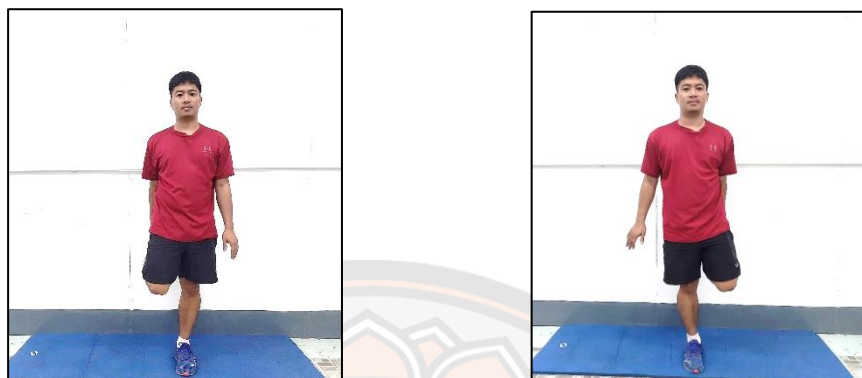
การบันทึกผล

บันทึกจำนวนชั้น (Level) และจำนวนเที่ยว (Shuttle) ที่ทำได้ เพื่อคำนวณหาค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2\max$) มีหน่วยเป็น ml/kg/min จากสูตร (Somwhong, Panich, and Ajjimaporn, 2017)

$$VO_2\max = 31.025 + (3.238 \times \text{ความเร็ว}) - (3.248 \times \text{อายุ}) + (0.1536 \times \text{อายุ} \times \text{ความเร็ว})$$

ภาคผนวก ข การอบอุ่นร่างกายและการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

1. ทำเหยียดต้นขาด้านหน้า

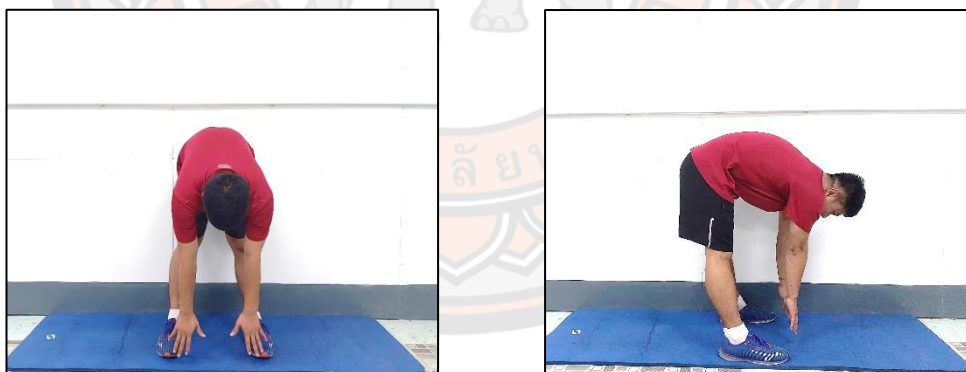


ภาพที่ 1 ทำเหยียดต้นขาด้านหน้า

วิธีปฏิบัติ

งอเข่าขวายืนขาซ้าย มือซ้ายจับข้อเท้าขวา และค่อยๆ ดึงให้ส้นเท้าเข้าหากันค้างไว้ 10-20 วินาที รักษาหลังให้ตรง อย่าแอ่น สลับข้างและทำซ้ำแบบเดียวกัน

2. ทำ Core



ภาพที่ 2 ทำ Core

วิธีปฏิบัติ

ยืนตัวตรงและค่อยๆ ก้มตัวไปแตะปลายเท้าโดยให้ขาทั้ง 2 ข้างอยู่ในลักษณะยืนค่อยๆ ใช้มือเคลื่อนตัวไปข้างหน้าจนรู้สึกว่ารับน้ำหนักไม่ไหวแล้วแล้วค่อยๆ ใช้มือดันตัวกลับมาในลักษณะเดิม ค้างไว้ 8-10 วินาที ยืนตัวตรงเท้าขวาไขว้ขาซ้ายและค่อยๆ ก้มตัวไปแตะปลายเท้าโดยให้ขาทั้ง 2 ข้างอยู่ในลักษณะยืนค่อยๆ ใช้มือเคลื่อนตัวไปข้างหน้าจนรู้สึกว่ารับน้ำหนักไม่ไหว แล้วค่อยๆ ใช้มือดันตัวกลับมาในลักษณะเดิม ค้างไว้ 8-10 วินาที สลับข้างและทำซ้ำแบบเดียวกัน

3. ทำย่อตัวยืดขาข้างเดียว

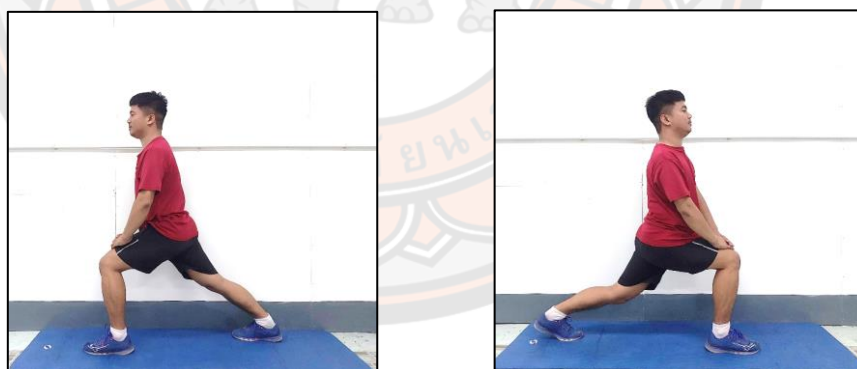


ภาพที่ 3 ทำย่อตัวยืดขาข้างเดียว

วิธีปฏิบัติ

ยืนตรงขาชิด มือเท้าเอวทั้ง 2 ข้าง ก้าวเท้าซ้ายมาข้างหน้า วางส้นเท้า ปลายเท้าเปิด ยืดขาจนรู้สึกตึงที่ ต้นขาด้านหลังโน้มตัวมาข้างหน้าเล็กน้อย ค้างท่าไว้ 10 – 20 วินาที แล้วคลายท่าสลับไปทำอีกข้าง

4. ทำยืดเหยียดกล้ามเนื้อน่อง

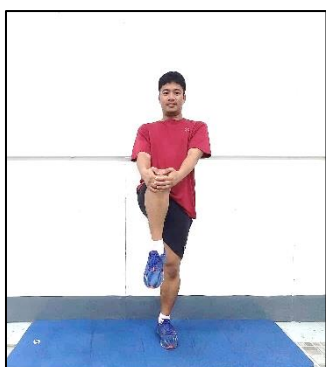


ภาพที่ 4 ทำยืดเหยียดกล้ามเนื้อน่อง

วิธีปฏิบัติ

ก้าวเท้าซ้ายไปข้างหน้าให้เท้าทั้ง 2 ตั้งฉากกับการยืนย่อเข้าซ้าย ขาหลังตั้งและส้นเท้าแนบพื้นค้างไว้ 10 – 20 วินาที สลับข้างและทำซ้ำแบบเดียวกันพยายามให้เท้าทั้งสองข้างขนานกัน ส้นเท้าหลังแนบพื้นเสมอ กรณีเข้าหลังนั้นสามารถงอเล็กน้อยระหว่างการยืดเหยียดเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง

5. ท่าบริหารข้อสะโพกและข้อเข่า



ภาพที่ 5 ท่าข้อสะโพกและข้อเข่า

วิธีปฏิบัติ

ยกขาซ้ายขึ้น ชันเข่าไว้เท้าวางราบกับพื้น ขาขวาเหยียดตรงและใช้มือทั้ง 2 ช้างดึงเข่าให้ชิดอก พร้อมกับการทรงตัว พยายามยกเข่าให้ชิดอก กลับสู่ท่าขาเหยียดตรงทั้ง 2 ช้าง ทำสลับกันโดยให้ขาขวาขึ้นมาชิดอกทำข้างละ 5 - 10 ครั้ง แต่ละครั้งค้างท่าไว้ 10 - 15 วินาที

6. ท่ายืดกล้ามเนื้อขาด้านหลัง

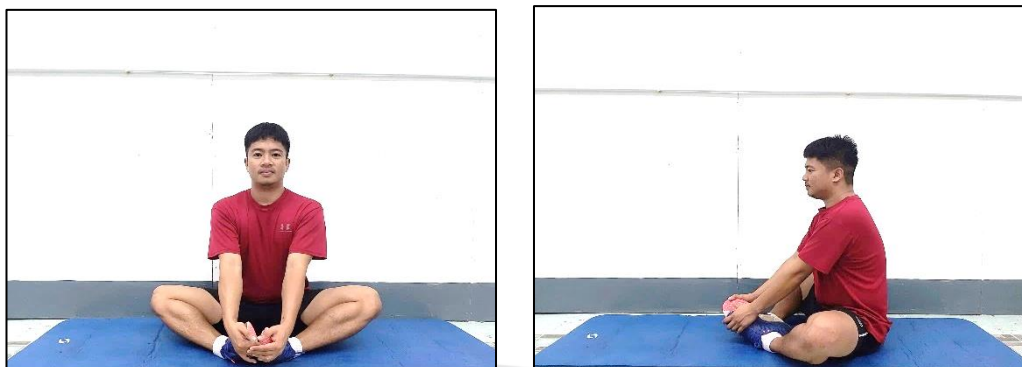


ภาพที่ 6 ท่ายืดกล้ามเนื้อขาด้านหลัง

วิธีปฏิบัติ

นอนหงายยกขาขึ้นซ้ายขึ้นมา ขาขวาเหยียดตรง นำมือทั้งสองข้างจับที่ข้อพับข้อพับขาซ้าย ดึงเข้าหาตัวและค้างไว้ 10 15 วินาที 3 - 5 ครั้ง จากนั้นสลับข้างและทำเช่นเดิม

7. ทำยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านใน

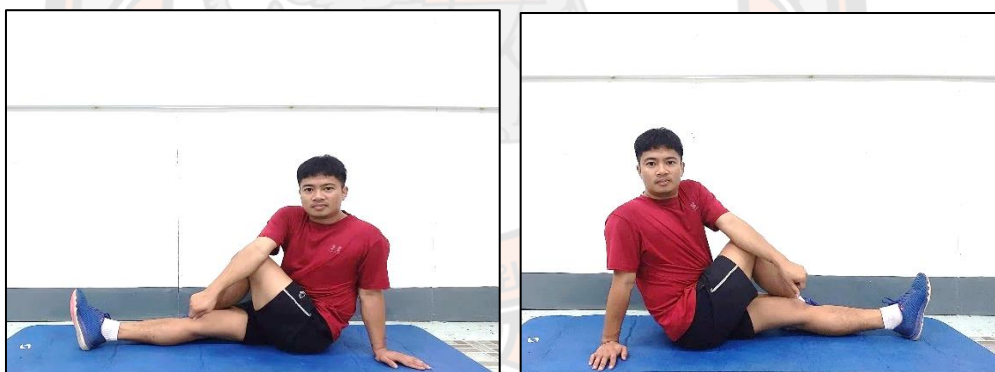


ภาพที่ 7 ทำยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านใน

วิธีปฏิบัติ

นั่งตัวตรงงอปลายขาทำให้ประกบกันตึงเส้นเท้าเข้าหาลำตัว มือทั้ง 2 ข้าง จับไว้ที่ปลายขา จากนั้นใช้ข้อศอกกดที่บริเวณต้นขาด้านในให้ชิดพื้นมากที่สุดทำค้างไว้ 10 - 15 วินาที 3 - 5 ครั้ง

8. ทำยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านนอก

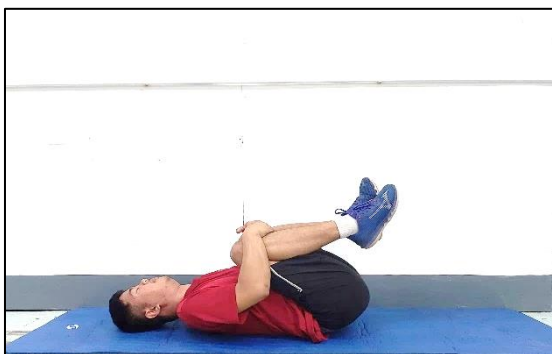


ภาพที่ 8 ทำยืดกล้ามเนื้อต้นขาด้านนอก

วิธีปฏิบัติ

นั่งเหยียดขานำขาขวาไขว้ขาซ้าย ขาซ้ายเหยียดตรงนำมือกุมที่หัวเข่าข้างขวาดึงเข้าหาลำตัวค้างไว้ 10-15 วินาที 3-5 ครั้ง จากนั้นสลับข้างและปฏิบัติเหมือนเดิม

9. ทำยืดกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง

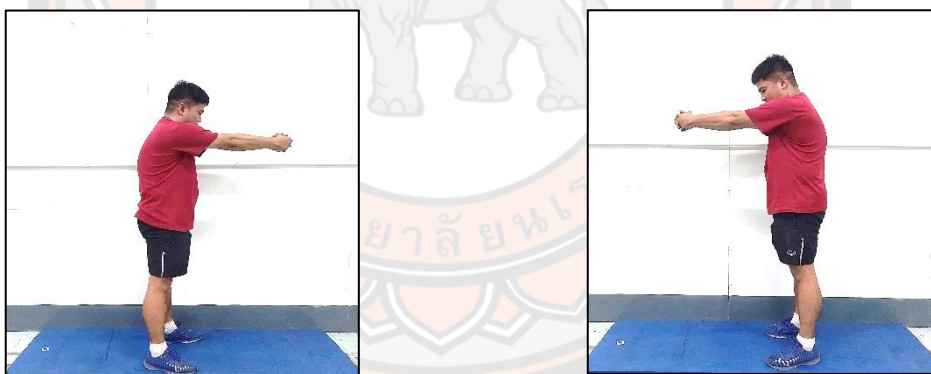


ภาพที่ 9 ทำยืดกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง

วิธีปฏิบัติ

นอนหงายยกเข่าทั้งสองข้างเข้าหาลำตัว จากนั้นใช้มือประคองเข่าทั้งสองข้างดึงเข้าหา
ลำตัว ค้างไว้ 10-15 วินาที 3-5 ครั้ง

10. ทำยืดกล้ามเนื้อหลังส่วนบน



ภาพที่ 10 ทำยืดกล้ามเนื้อหลังส่วนบน

วิธีปฏิบัติ

นำมือประสานกัน จากนั้นเหยียดแขนออกตรงขนานกับพื้น และยืดกล้ามเนื้อบริเวณสะบัก ทำค้างไว้
10 - 15 วินาที 3 - 5 ครั้ง

11. ทำยืดกล้ามเนื้อหน้าอก



ภาพที่ 11 ทำยืดกล้ามเนื้อหน้าอก

วิธีปฏิบัติ

นำมือประสานกับไว้ด้านหลัง จากนั้นเหยียดแขนออกตรงและแอ่นหน้าอก ทำค้างไว้ 10 – 15 วินาที 3 – 5 ครั้ง

12. ทำยืดกล้ามเนื้อหัวไหล่

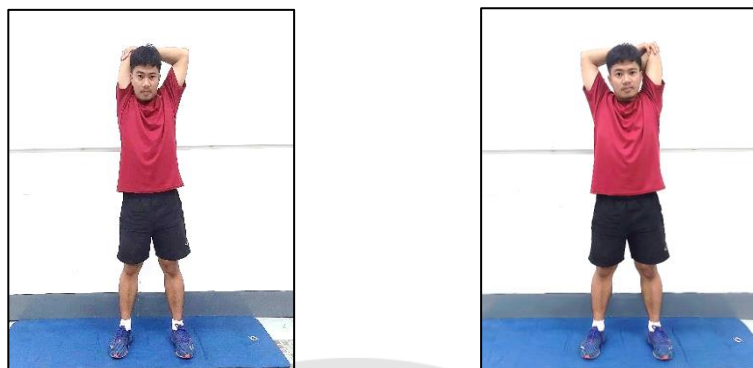


ภาพที่ 12 ทำยืดกล้ามเนื้อหัวไหล่

วิธีปฏิบัติ

ยืดแขนข้างหนึ่งมาด้านหน้าขนานกับพื้น ตัวยืนตรงพาดแขนข้ามลำตัว ยังคงรักษาระดับแขนอยู่ประมาณหัวไหล่ มืออีกข้างมาวางไว้บริเวณเหนือข้อศอกเล็กน้อยออกแรงดันแขนเข้าหาตัวให้รู้สึกกล้ามเนื้อหัวไหล่ของแขนที่ยึดอยู่ยืดและตึงๆ ค้างเอาไว้ประมาณ 10-20 วินาที แล้วคลายท่าเริ่มต้นใหม่โดยสลับไปทำอีกข้าง โดยทำ 3 – 5 รอบ

13. ทำยืดกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง



ภาพที่ 13 ทำยืดกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง

วิธีปฏิบัติ

ยืนหรือนั่งตัวตรง งอแขนข้ามศีรษะไปทางด้านหลังมืออีกข้างจับข้อศอกแล้วค่อยๆ ออกแรงกดลงค้างเอาไว้ประมาณ 10-20 วินาที แล้วคลายท่าเริ่มต้นใหม่โดยสลับไปทำอีกข้าง โดยทำ 3 – 5 รอบ

14. ทำ Walking quad stretch



ภาพที่ 14 ทำ Walking quad stretch

วิธีปฏิบัติ

ผู้ปฏิบัติงอเข่าซ้าย พับขาไปด้านหลัง ใช้มือซ้ายจับที่ข้อเท้า พร้อมกับเขย่งเท้าขวา ค้างอยู่ในท่านี้นี้ประมาณ 2 วินาที จากนั้นปล่อยลงช้าๆ พร้อมกับก้าวไปข้างหน้า แล้วงอเข่าขวา พับขาไปด้านหลัง ใช้มือขวาจับที่ข้อเท้า พร้อมกับเขย่งเท้าซ้าย ค้างอยู่ในท่านี้นี้ประมาณ 2 วินาที ทำสลับต่อเนื่องโดยตัวไม่เอียง

15. ท่า Straight leg march



ภาพที่ 15 ท่า Straight leg march

วิธีปฏิบัติ

ผู้ปฏิบัติยกขาขวาขึ้นและปลายนิ้วมือโดยเหยียดเข่าตรงลำตัวตรง ไม่ก้มตัวหรือลดแขนลง เข้าหาเท้า วางเท้าขวาลงช้าๆ ยกขาซ้ายขึ้นทำเช่นเดียวกับขาขวา เป็นการก้าวสลับขาอย่างต่อเนื่อง พร้อมกับยกขาขึ้นและปลายนิ้วมือ

16. ท่า Wipers



ภาพที่ 16 ท่า Wipers

วิธีปฏิบัติ

ให้ผู้ปฏิบัติยกแขนขวาขึ้นเหนือศีรษะ พร้อมกับเคลื่อนแขนซ้ายลงเหยียดไปด้านหลัง ทำสลับกันโดยยกแขนซ้ายขึ้นเหนือศีรษะ พร้อมกับเคลื่อนแขนขวาลงเหยียดไปด้านหลัง ทำสลับต่อเนื่องกันช้าๆ ขณะยกแขนขึ้นหรือเหยียดไปข้างหลัง ให้ทำงานสุดมุมการเคลื่อนไหว

17. เดินอบอุ่นร่างกาย 5 นาที

ภาคผนวก ข ท่าการฝึกออกกำลังกาย

ท่าการฝึกออกกำลังกายตามโปรแกรมออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยัติ
ห้วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มี
ภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน

1. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย High knees

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติยืนตรงในท่าที่สบายโดยให้ขาทั้งสองข้างกว้างประมาณช่วงหัวไหล่ ยกเข่าข้างใด
ข้างซ้ายขึ้นมาจนถึงระดับสะโพกและสลับหัวเข่าข้างขวาขึ้นมา ทำซ้ำสลับไปมาโดยให้ยกเข่าสูงที่สุด
เท่าที่จะทำได้ร่วมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



2. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย Jumping

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติยืนตรงในท่าเตรียมโดยให้ขาทั้งสองข้างกว้างประมาณช่วงหัวไหล่ สายตามองตรง
ไปข้างหน้า งอเข่าจากนั้นแรงถีบขาเหยียดจนสุดพร้อมกับปล่อยแขนลง ย่อลำตัวเพื่อรับน้ำหนักเมื่อ
ลงสู่พื้น ร่วมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



3. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย Gallop

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติอยู่ในท่าเตรียมโดยให้ปลายเท้าชี้ไปข้างหน้าในทิศทางที่จะเคลื่อนที่ไป เข่างอเล็กน้อยรับน้ำหนักลงที่ฝ่าเท้าด้านหน้าซึ่งจะเป็นขาซ้ายหรือขวาก็ได้ จากนั้น เท้าหลังลากตามเพื่อแทนที่ตำแหน่งเดิมของเท้าหน้าอย่างรวดเร็ว ขณะเดียวกับเท้าหน้าขยับออก ร่วมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



4. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย Power skips

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติใช้บริเวณฝ่าเท้าด้านหน้าส่งแรงกระโดดขึ้นไปให้สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ ขณะเคลื่อนไหวแกว่งแขนตรงข้ามกับขาเพื่อรักษาสมดุล ศีรษะและลำตัวนิ่งสายตามองตรงไปข้างหน้า เคลื่อนไหวร่างกายเป็นจังหวะ ร่วมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



5. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย Straight leg

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติรักษาลำตัวด้านบนตั้งตรง แกว่งแขนพร้อมสลับกับการ เตะขาออกมาด้านหน้าโดยให้ขาเหยียดตรง จากนั้นใช้หน้าเท้าในการตบเท้าลง ออกแรงเตะเท้าอีกข้างขึ้นไปโดยทำสลับกันไปมา ร่วมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



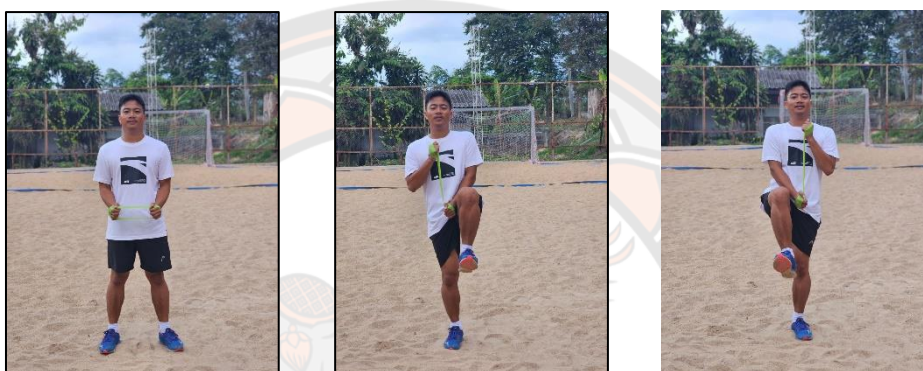
6. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย Butt kicks

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติรักษาลำตัวด้านบนตั้งตรง แกว่งแขนพร้อมสลับกับการยกขาไปด้านหลัง โดยยกขาไปด้านหลัง ไม่ให้หัวเข่ายกขึ้น โดยยกแค่ช่วงล่างขาขึ้นซึ่งให้ส้นเท้าแตะโดนกันทำสลับไปมา ร่วมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



7. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย High knees + Biceps curls

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติยืนตรงในท่าที่สบายโดยให้ขาทั้งสองข้างกว้างประมาณช่วงหัวไหล่ ยกเข่าข้างใดข้างซ้ายขึ้นมาจนถึงระดับสะโพกและสลับเท้าข้างขวาขึ้นมา ทำซ้ำสลับไปมาโดยให้ยกเข่าสูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งผู้ปฏิบัติจะทำพร้อมกับการจับยางยืดห่วงเล็กในลักษณะคว่ำมือบริเวณท้อง งอข้อศอกเล็กน้อย จากนั้นใช้แขนซ้ายออกแรงดึงยางยืดขึ้นให้มือที่ดึงยางยืดอยู่บริเวณหน้าอก ร่วมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



8. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย High knees + Prone grip reverse

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติยืนตรงในท่าที่สบายโดยให้ขาทั้งสองข้างกว้างประมาณช่วงหัวไหล่ ยกเข่าข้างใดข้างซ้ายขึ้นมาจนถึงระดับสะโพกและสลับเท้าข้างขวาขึ้นมา ทำซ้ำสลับไปมาโดยให้ยกเข่าสูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งผู้ปฏิบัติจะทำพร้อมกับการนำแขนมือทั้งสองข้างสอดเข้าไปในยางยืดห่วงเล็กโดยให้ยางยืดจากนั้นออกแรงกางแขนออก 180 องศา และค่อยๆผ่อนแรงจนกลับมาทำเตรียมร่วมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



9. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย High knees + External shoulder rotation

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติยืนตรงในท่าที่สบายโดยให้ขาทั้งสองข้างกว้างประมาณช่วงหัวไหล่ ยกเข่าข้างใดข้างซ้ายขึ้นมาจนถึงระดับสะโพกและสลับหัวเข่าข้างขวาขึ้นมา ทำซ้ำสลับไปมาโดยให้ยกเข่าสูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งผู้ปฏิบัติจะทำพร้อมกับการนำแขนทั้งสองข้างสอดเข้าไปในยางยืดห่วงเล็ก โดยให้ข้อศอกกางเป็นมุมฉากและยื่นมาด้านหน้า จากนั้นออกแรงบิดแขนทั้งสองข้างไปด้านข้าง และกลับมาท่าเตรียมโดยท่าลักษณะเดิมสลับไปมาร่วมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



10. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย Jumping + Double triceps extension

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติยืนตรงในท่าเตรียมโดยให้ขาทั้งสองข้างกว้างประมาณช่วงหัวไหล่ สายตามองตรงไปข้างหน้า งอเข่าจากนั้นแรงถีบขาเหยียดจนสุดพร้อมกับปล่อยแขนลง ย่อลำตัวเพื่อรับน้ำหนักเมื่อดึงลงสู่พื้น ซึ่งผู้ปฏิบัติจะทำพร้อมกับการนำมือทั้งสองข้างสอดเข้าไปในยางยืดห่วงเล็ก โดยไว้ในระดับหน้าอก จากนั้นออกแรงกางศอกทั้งข้างให้ตึง และค่อยๆผ่อนแรงให้กลับมาโดยให้มืออยู่ในระดับหน้าอกท่าสลับไปมาร่วมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



11. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย Jumping + Lat pull down with miniband

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติยืนตรงในท่าเตรียมโดยให้ขาทั้งสองข้างกว้างประมาณช่วงหัวไหล่ สายตามองตรงไปข้างหน้า งอเข่าจากนั้นแรงถีบขาเหยียดจนสุดพร้อมกับปล่อยแขนลง ย่อลำตัวเพื่อรับน้ำหนักเมื่อดึงลงสู่พื้น ซึ่งผู้ปฏิบัติจะทำพร้อมกับการนำแขนทั้งสองข้างใส่เข้าไปในยางยืดห่วงเล็ก ให้มือทั้งสองข้างชี้ขึ้นด้านบนโดยยางยืดจะอยู่บริเวณหลังศีรษะ จากนั้นเหยียดแขนให้ตรง สลับกับงอข้อศอกลงมาโดยทำสลับไปมาร่วมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



12. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย Jumping + Arm Pulses

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติยืนตรงในท่าเตรียมโดยให้ขาทั้งสองข้างกว้างประมาณช่วงหัวไหล่ สายตามองตรงไปข้างหน้า งอเข่าจากนั้นแรงถีบขาเหยียดจนสุดพร้อมกับปล่อยแขนลง ย่อลำตัวเพื่อรับน้ำหนักเมื่อดึงลงสู่พื้น ซึ่งผู้ปฏิบัติจะทำพร้อมกับการนำแขนทั้งสองข้างสอดเข้าไปในยางยืดห่วงเล็ก โดยให้ข้อศอกเหยียดตึงและยื่นมาด้านหน้า จากนั้นกางแขนทั้งสองข้างออกเล็กน้อย และกลับไปอยู่ในลักษณะท่าเตรียมร่วมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



13. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย Power skips + External shoulder rotation

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติใช้บริเวณฝ่าเท้าด้านหน้าส่งแรงกระโดดขึ้นไปให้สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ ขณะเคลื่อนไหวแกว่งแขนตรงข้ามกับขาเพื่อรักษาสมดุล ศีรษะและลำตัวนิ่งสายตามองตรงไปข้างหน้า เคลื่อนไหวร่างกายเป็นจังหวะซึ่งผู้ปฏิบัติจะทำพร้อมกับการนำแขนทั้งสองข้างสอดเข้าไปในยางยืดห่วงเล็ก โดยให้ข้อศอกกางเป็นมุมฉากและยื่นมาด้านหน้า จากนั้นออกแรงบิดแขนทั้งสองข้างไปด้านข้าง และกลับมาท่าเตรียมโดยท่าลักษณะเดิมสลับไปมารวมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



14. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย Power skips + Lat pull down with miniband

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติใช้บริเวณฝ่าเท้าด้านหน้าส่งแรงกระโดดขึ้นไปให้สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ ขณะเคลื่อนไหวแกว่งแขนตรงข้ามกับขาเพื่อรักษาสมดุล ศีรษะและลำตัวนิ่งสายตามองตรงไปข้างหน้า เคลื่อนไหวร่างกายเป็นจังหวะซึ่งผู้ปฏิบัติจะทำพร้อมกับการนำแขนทั้งสองข้างใส่เข้าไปในยางยืดห่วงเล็ก ให้มือทั้งสองข้างชี้ขึ้นด้านบนโดยยางยืดจะอยู่บริเวณหลังศีรษะ จากนั้นเหยียดแขนให้ตรง สลับกับงอข้อศอกลงมาโดยท่าสลับไปมารวมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



15. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย Power skips + Arm Pulses

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติใช้บริเวณฝ่าเท้าด้านหน้าส่งแรงกระโดดขึ้นไปให้สูงที่สุดเท่าที่จะทำได้ ขณะเคลื่อนไหวแกว่งแขนตรงข้ามกับขาเพื่อรักษาสมดุล ศีรษะและลำตัวนิ่งสายตามองตรงไปข้างหน้า เคลื่อนไหวร่างกายเป็นจังหวะซึ่งผู้ปฏิบัติจะทำพร้อมกับการนำแขนทั้งสองข้างสอดเข้าไปในยางยืดห่วงเล็ก โดยให้ข้อศอกเหยียดตึงและยื่นมาด้านหน้า จากนั้นกางแขนทั้งสองข้างออกเล็กน้อย และกลับไปอยู่ในลักษณะท่าเตรียมพร้อมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



16. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย Gallop + Biceps curls

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติอยู่ในท่าเตรียมโดยให้ปลายเท้าชี้ไปข้างหน้าในทิศทางที่จะเคลื่อนที่ไป เช่างอเล็กน้อยรับน้ำหนักลงที่ฝ่าเท้าด้านหน้าซึ่งจะเป็นขาซ้ายหรือขาขวาก็ได้ จากนั้นเท้าหลังลากตามเพื่อแทนที่ตำแหน่งเดิมของเท้าหน้าอย่างรวดเร็ว ขณะเดียวกับเท้าหน้าขยับออก ซึ่งผู้ปฏิบัติจะทำพร้อมกับการจับยางยืดห่วงเล็กในลักษณะคว่ำมือบริเวณท้อง งอข้อศอกเล็กน้อย จากนั้นใช้แขนซ้ายออกแรงดึงยางยืดขึ้นให้มือที่ดึงยางยืดอยู่บริเวณหน้าอก ร่วมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



17. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย Gallop + Double triceps 142xtension

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติอยู่ในท่าเตรียมโดยให้ปลายเท้าชี้ไปข้างหน้าในทิศทางที่จะเคลื่อนที่ไป เช่างอเล็กน้อยรับน้ำหนักลงที่ฝ่าเท้าด้านหน้าซึ่งจะเป็นขาซ้ายหรือขวาก็ได้ จากนั้นเท้าหลังลากตามเพื่อแทนที่ตำแหน่งเดิมของเท้าหน้าอย่างรวดเร็ว ขณะเดียวกับเท้าหน้าขยับออก ซึ่งผู้ปฏิบัติจะทำพร้อมกับการนำมือทั้งสองข้างสอดเข้าไปในยางยืดห่วงเล็ก โดยไว้ในระดับหน้าอก จากนั้นออกแรงกางศอก ทั้งข้างให้ตึง และค่อยๆผ่อนแรงให้กลับมาโดยให้มืออยู่ในระดับหน้าอกทำสลับไปมารวมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



18. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย Gallop + Arm row

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติอยู่ในท่าเตรียมโดยให้ปลายเท้าชี้ไปข้างหน้าในทิศทางที่จะเคลื่อนที่ไป เช่างอเล็กน้อยรับน้ำหนักลงที่ฝ่าเท้าด้านหน้าซึ่งจะเป็นขาซ้ายหรือขวาก็ได้ จากนั้นเท้าหลังลากตามเพื่อแทนที่ตำแหน่งเดิมของเท้าหน้าอย่างรวดเร็ว ขณะเดียวกับเท้าหน้าขยับออก ซึ่งผู้ปฏิบัติจะทำพร้อมกับการนำมือทั้งสองข้างสอดเข้าไปในยางยืดห่วงเล็ก จากนั้นเหยียดแขนตรงมาด้านหน้า ให้มือทั้งสองข้างอยู่ติดกัน ออกแรงดึงยางยืดโดยการงอศอกด้านซ้ายคล้ายกับท่ายิงธนู จากนั้นผ่อนแรงกลับมาท่าเตรียมร่วมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



19. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย Straight leg + Biceps curls

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติรักษาลำตัวด้านบนตั้งตรง แกว่งแขนพร้อมสลับกับการ เตะขาออกมาด้านหน้าโดยให้ขาเหยียดตรง จากนั้นใช้หน้าเท้าในการตบเท้าลง ออกแรงเตะเท้าอีกข้างขึ้นไปโดยทำสลับกันไปมา ซึ่งผู้ปฏิบัติจะทำพร้อมกับการจับยางยืดห่วงเล็กในลักษณะคว่ำมือบริเวณท้อง งอข้อศอกเล็กน้อย จากนั้นใช้แขนซ้ายออกแรงดึงยางยืดขึ้นให้มือที่ดึงยางยืดอยู่บริเวณหน้าอก ร่วมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



20. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย Straight leg + Double triceps extension

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติรักษาลำตัวด้านบนตั้งตรง แกว่งแขนพร้อมสลับกับการ เตะขาออกมาด้านหน้าโดยให้ขาเหยียดตรง จากนั้นใช้หน้าเท้าในการตบเท้าลง ออกแรงเตะเท้าอีกข้างขึ้นไปโดยทำสลับกันไปมา ซึ่งผู้ปฏิบัติจะทำพร้อมกับการนำมือทั้งสองข้างสอดเข้าไปในยางยืดห่วงเล็ก โดยไว้ในระดับหน้าอก จากนั้นออกแรงกางศอกทั้งข้างให้ตึง และค่อยๆผ่อนแรงให้กลับมาโดยให้มืออยู่ในระดับหน้าอกทำสลับไปมาร่วมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



21. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย Straight leg + Prone grip reverse

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติรักษาลำตัวด้านบนตั้งตรง แกว่งแขนพร้อมสลับกับการ เตะขาออกมาด้านหน้าโดยให้ขาเหยียดตรง จากนั้นใช้หน้าเท้าในการตบเท้าลง ออกแรงเตะเท้าอีกข้างขึ้นไปโดยทำสลับกันไปมา ซึ่งผู้ปฏิบัติจะทำพร้อมกับการนำแขนมือทั้งสองข้างสอดเข้าไปในยางยืดห่วงเล็กโดยให้ยางยืด ออกแรงกางแขนออก 180 องศา และค่อยๆผ่อนแรงจนกลับมาทำเตรียมร่วมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้า บนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



22. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย Butt kicks + Lat pull down with miniband

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติรักษาลำตัวด้านบนตั้งตรง แกว่งแขนพร้อมสลับกับการยกขาไปด้านหลัง โดยยกขาไปด้านหลัง ไม่ให้หัวเข่ายกขึ้น โดยยกแค่ช่วงล่างขาขึ้นซึ่งให้ส้นเท้าแตะโดนกันทำสลับไปมา ซึ่งผู้ปฏิบัติจะทำพร้อมกับการนำแขนทั้งสองข้างใส่เข้าไปในยางยืดห่วงเล็ก ให้มือทั้งสองข้างชี้ขึ้นด้านบน โดยยางยืดจะอยู่บริเวณหลังศีรษะ จากนั้นเหยียดแขนให้ตรง สลับกับงอข้อศอกลงมาโดยทำสลับไปมารวมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



23. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย Butt kicks + External shoulder rotation

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติรักษาลำตัวด้านบนตั้งตรง แกว่งแขนพร้อมสลับกับการยกขาไปด้านหลัง โดยยกขาไปด้านหลัง ไม่ให้หัวเข่ายกขึ้น โดยยกแค่ช่วงล่างขาขึ้นซึ่งให้ส้นเท้าแตะโดนกันทำสลับไปมา ซึ่งผู้ปฏิบัติจะทำพร้อมกับการนำแขนทั้งสองข้างสอดเข้าไปในยางยืดห่วงเล็ก โดยให้ข้อศอกกางเป็นมุมฉากและยื่นมาด้านหน้า จากนั้นออกแรงบิดแขนทั้งสองข้างไปด้านข้าง และกลับมาท่าเตรียมโดยท่าลักษณะเดิมสลับไปมารวมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



24. ท่าที่ใช้ในการฝึกออกกำลังกาย Butt kicks + Arm Pulses

วิธีปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติรักษาลำตัวด้านบนตั้งตรง แกว่งแขนพร้อมสลับกับการยกขาไปด้านหลัง โดยยกขาไปด้านหลัง ไม่ให้หัวเข่ายกขึ้น โดยยกแค่ช่วงล่างขาขึ้นซึ่งให้ส้นเท้าแตะโดนกันทำสลับไปมา ซึ่งผู้ปฏิบัติจะทำพร้อมกับการนำแขนทั้งสองข้างสอดเข้าไปในยางยืดห่วงเล็ก โดยให้ข้อศอกเหยียดตั้งและยื่นมาด้านหน้า จากนั้นกางแขนทั้งสองข้างออกเล็กน้อย และกลับไปอยู่ในลักษณะท่าเตรียมร่วมกับเคลื่อนที่ไปข้างหน้าบนพื้นทรายจนครบระยะเวลาที่กำหนด



ภาคผนวก ฅ แบบบันทึกสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ

NU-IRB# P1-0023/2566

แบบบันทึกสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ

รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย..... อายุ ปี

เพศ ชาย หญิง โรคประจำตัว ไม่มี มี (โปรดระบุ).....

รายการทดสอบ	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
1. น้ำหนัก (Weight)	.....กก.		.....กก.	
2. ส่วนสูง (Height)	.....ซม.		.....ซม.	
3. ดัชนีมวลกาย (Body mass index; BMI)	.....กก./ม ²		.....กก./ม ²	
4. เปอร์เซ็นต์ไขมัน (Body fat percentage)	.....%Fat		.....%Fat	
5. มวลกล้ามเนื้อ (Muscle mass)	.....กก.		.....กก.	
6. ความดันโลหิต (Blood pressure)	.....mmHg	.....mmHg	.....mmHg	.....mmHg
7. อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (Resting heart rate; RHR)	.....ครั้ง/นาที	.....ครั้ง/นาที	.....ครั้ง/นาที	.....ครั้ง/นาที
8. รอบเอว (Waist circumference)	.....ซม.	.....ซม.	.....ซม.	.....ซม.
9. รอบสะโพก (Hip circumference)	.....ซม.	.....ซม.	.....ซม.	.....ซม.
10. สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก (WHR)	.....	.....	.....	.....
11. ดันพื้นประยุกต์ 30 วินาที (30 Seconds modified push ups)	.....ครั้ง		.....ครั้ง	
12. ลูก - นั่ง 60 วินาที (60 Seconds sit ups)	.....ครั้ง		.....ครั้ง	
13. นั่งอตัวไปข้างหน้า (Sit and reach)	.....ซม.	.....ซม.	.....ซม.	.....ซม.
14. ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและ หายใจ (สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด; VO ₂ max)	..... ml/kg/min		..... ml/kg/min	
15. ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของ หัวใจ (HRV)				
• High frequency (HF)	.....ms ²		.....ms ²	
• Low frequency (LF)	.....ms ²		.....ms ²	
• LF/HF ratio	.....		.....
• Total power (TP)	.....ms ²		.....ms ²	

หมายเหตุ

ภาคผนวก ญ แบบบันทึกผลการทดสอบ 20m Shuttle run test

NU-IRB# P1-0023/2566

แบบบันทึกผลการทดสอบ 20m Shuttle run test

(ที่มา <http://www.topendsports.com/newsletter/download-beeprecording-sheet.htm>)

รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย..... อายุ ปี

เพศ ชาย หญิง โรคประจำตัว ไม่มี มี (โปรดระบุ).....

Level 1	1	2	3	4	5	6	7														
Level 2	1	2	3	4	5	6	7	8													
Level 3	1	2	3	4	5	6	7	8													
Level 4	1	2	3	4	5	6	7	8	9												
Level 5	1	2	3	4	5	6	7	8	9												
Level 6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10											
Level 7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10											
Level 8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11										
Level 9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11										
Level 10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11										
Level 11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12									
Level 12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12									
Level 13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13								
Level 14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13								
Level 15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13								
Level 16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14							
Level 17	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14							
Level 18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
Level 19	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
Level 20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16					

ลงชื่อ.....ผู้ทำการทดสอบ

(นายณัฐศักดิ์ ภูงามชื่น)

...../...../.....

ภาคผนวก ญ แบบประเมินความพร้อมก่อนออกกำลังกายสำหรับเด็ก

NU-IRB# P1-0023/2566

แบบประเมินความพร้อมก่อนออกกำลังกายสำหรับเด็ก
(ดร.ณวรรณ สุขสม, อิโรฟูมิ ทานากะ และณภัสกร ชื่นศิริ, 2559)
ผู้ปกครองของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเป็นผู้ตอบคำถาม

รหัสผู้เข้าร่วมวิจัย..... อายุ.....ปี

เนื่องด้วยผู้อยู่ในความปกครอง การดูแลของท่านเข้าร่วมในการวิจัย/ทำกรรมาตอบคำถามเกี่ยวกับความ
พร้อมในการออกกำลังกายของผู้อยู่ในความปกครองของท่าน

กรณำทำเครื่องหมาย <input checked="" type="checkbox"/> ลงใน <input type="checkbox"/> ที่กำหนดไว้	ใช่	ไม่
ท่านได้รับการอธิบายขั้นตอนการทดสอบและออกกำลังกายอย่างละเอียด	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1. ผู้อยู่ในความปกครอง/การดูแลของท่าน มีปัญหาเกี่ยวกับหัวใจ และกิจกรรมทางกายผู้อยู่ในความ ปกครอง/การดูแลของท่านต้องได้รับคำแนะนำจากแพทย์เท่านั้น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ผู้อยู่ในความปกครอง/การดูแลของท่านเคยมีอาการเจ็บหน้าขณะมีกิจกรรมทางกาย	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ผู้อยู่ในความปกครอง/การดูแลของท่านเคยมีการสูญเสียการทรงตัวจากการเวียนศีรษะหรือเคยหมดสติ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ผู้อยู่ในความปกครอง/การดูแลของท่านมีปัญหาเกี่ยวกับกระดูกหรือข้อต่อที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลง ในทางที่ไม่ดีหากเข้าร่วมกิจกรรมทางกายในงานวิจัย	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ผู้อยู่ในความปกครอง/การดูแลของท่านเป็นโรคหอบหืดแบบควบคุมไม่ได้	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ผู้อยู่ในความปกครอง/การดูแลของท่านได้รับการดูแลหรือแนะนำจากแพทย์เกี่ยวกับความดันโลหิตหรือ หัวใจ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. ท่านทราบสาเหตุที่ผู้อยู่ในความปกครอง/การดูแลของท่านไม่สามารถทำกิจกรรมทางกายได้หรือไม่ อาจจะรวมถึงโรคเบาหวาน การบาดเจ็บในอดีต หรือการเจ็บป่วยที่รุนแรงอื่นๆ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ถ้าท่านตอบว่า "ไม่" ทุกคำถาม ท่านสามารถมั่นใจได้ว่าผู้อยู่ในความปกครอง/การดูแลของท่านสามารถ
มีส่วนร่วมในกิจกรรมทางกายของงานวิจัยได้

ถ้าท่านตอบว่า "ใช่" กรุณาปรึกษาแพทย์เกี่ยวกับคำถามที่ท่านตอบ "ใช่"

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อมูลที่เขียนไว้ทั้งหมดข้างเป็นความจริง

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ปกครองของผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัย

...../...../.....

ลงชื่อ.....

(.....)

พยาน

...../...../.....

ภาคผนวก ก แบบคัดกรองอาสาสมัครตามเกณฑ์คัดเข้า - เกณฑ์คัดออก

NU-IRB# P1-0023/2566

แบบคัดกรองกลุ่มอาสาสมัครเพื่อเข้าร่วมการวิจัยการฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วย
 ยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทรายที่มีต่อสุขสมรรถนะและความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในเด็กที่มีภาวะ
 น้ำหนักเกินและอ้วนตามเกณฑ์คัดเข้า - เกณฑ์คัดออก

รหัสประจำตัวอาสาสมัคร.....อายุ.....

รายการ	ใช่	ไม่ใช่	แปลผล	
			ผ่าน	ไม่ผ่าน
1. อายุของผู้เข้าร่วมวิจัยอยู่ระหว่าง 13 - 15 ปี			ผ่าน	ไม่ผ่าน
2. ค่ามัธยฐานของน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงของผู้เข้าร่วมวิจัยมากกว่า +2S.D. เมื่อกับน้ำหนักกับ ค่ามัธยฐานของน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงโดยใช้กราฟแสดงเกณฑ์อ้างอิงการเจริญเติบโตน้ำหนักตามเกณฑ์ ส่วนสูงของเด็กไทยอายุ 6 - 19 ปี จำแนกตามเพศของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2563				
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีสุขภาพดีแข็งแรงปราศจากโรค และผ่านการประเมินความพร้อมก่อนออกกำลังกายสำหรับเด็ก (Physical activity readiness question for children; PAR-Q for children) แล้ว				
3. ผู้เข้าร่วมวิจัยออกกำลังกายน้อยกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์ (การออกกำลังกายในข้อนี้ หมายถึง การออกกำลังกาย 3 ประเภท ได้แก่ การออกกำลังกายแบบแอโรบิก การออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน และการออกกำลังกาย แบบยืดเหยียด ทั้งนี้ไม่รวมการทำงานอาชีพ การเดินทาง และงานบ้าน)				
4. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีความสนใจเข้าร่วมในการวิจัย				
5. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีโรคประจำตัวที่แพทย์ห้ามออกกำลังกาย และโรคที่มีระดับความรุนแรงของโรคสูง ได้แก่ โรคกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลัน, โรคหัวใจเต้นผิดจังหวะเฉียบพลัน, โรคหัวใจวายเฉียบพลัน, โรคปอด, โรค ตับ, โรคไตที่รุนแรงระดับเฉียบพลัน, มีอาการบาดเจ็บของกระดูกและกล้ามเนื้อที่ยังไม่ได้รับการรักษา				

ผลการคัดกรองผู้เข้าร่วมวิจัยตามเกณฑ์คัดเข้า - เกณฑ์คัดออก ผ่าน ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้คัดกรอง

(นายณัฐศักดิ์ ภูงามชื่น)

...../...../.....

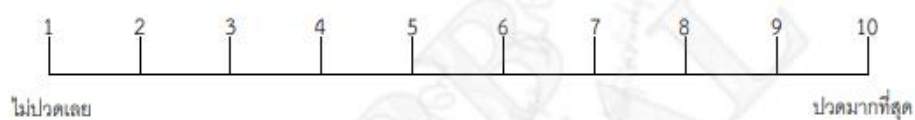
ภาคผนวก ฎ แบบประเมินความเจ็บปวดสำหรับอาสาสมัคร

แบบประเมินความเจ็บปวดสำหรับอาสาสมัคร กรณีที่ได้รับบาดเจ็บจากการเข้าร่วมโครงการวิจัย

โดยใช้มาตรวัดความเจ็บปวดแบบเส้นตรงเรียงลำดับ (Numeric rating scale)

(Melzack and kaus, 1999)

รหัสผู้เข้าร่วมโครงการ.....

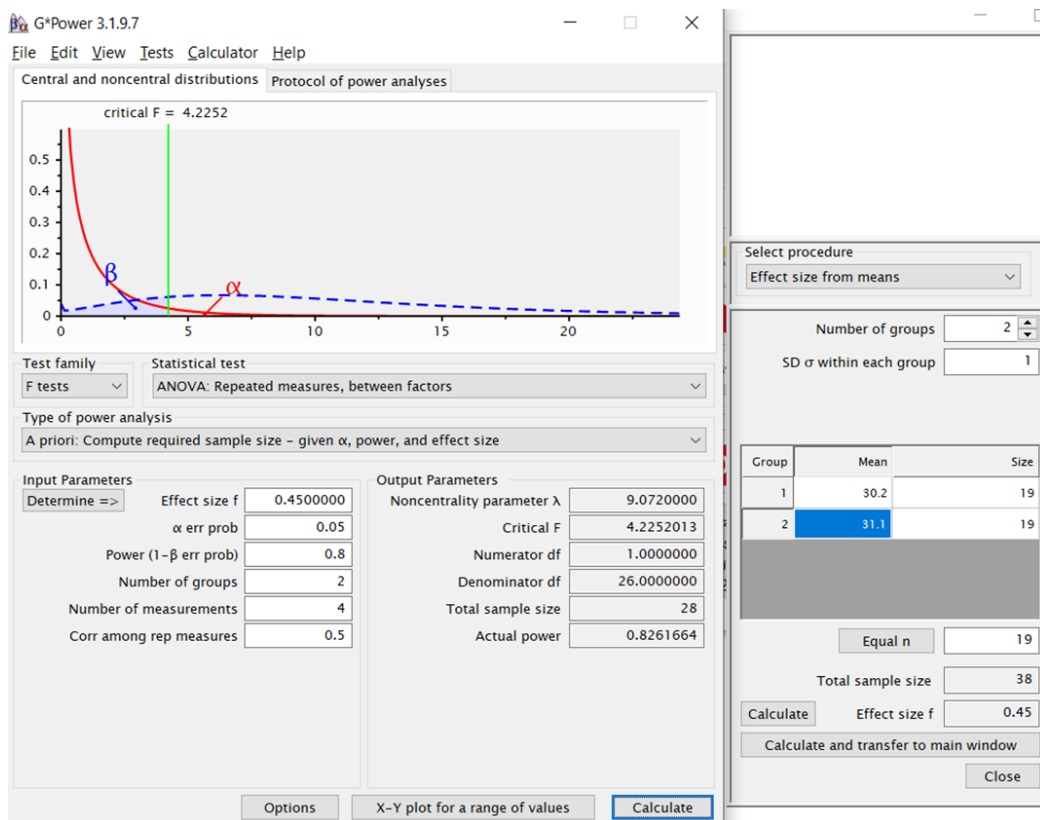


แปลผล

- คะแนน 0 ไม่ปวดเลย
- คะแนน 1 – 3 ปวดเล็กน้อย
- คะแนน 4 – 6 ปวดปานกลาง
- คะแนน 7 – 10 ปวดมากจนถึงมากที่สุด

ลงชื่อ.....
 (.....)
/...../.....

ภาคผนวก ๗ การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป G*Power 3.1.9.2



ภาคผนวก ฅ ภาพการดำเนินโครงการวิจัย

การเก็บข้อมูลทางสรีรวิทยา และสุขสมรรถนะ



การเก็บข้อมูลความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจ



การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับช่วงที่ความหนักสูงด้วยยางยืดห่วงเล็กบนพื้นทราย

