



ผลของการฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องความเข้มข้นสูงที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในวัยรุ่น

ศักดิ์ชัย ศรีสุข

คณะวิทยาการจัดการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนครพนม

บทคัดย่อ

การออกกำลังกายแบบแอโรบิกได้แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ต่อร่างกาย นอกเหนือจากประโยชน์แล้ว ความเข้มข้นของการออกกำลังกายมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นการพัฒนาสมรรถภาพทางกาย ปัจจุบันการฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องความเข้มข้นสูงเป็นวิธีการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่รู้จักกันดี ความเข้มข้นของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกสามารถส่งผลกระทบระยะยาวต่อการพัฒนาสมรรถภาพทางกายได้ (Kraus et al., 2002) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องความเข้มข้นสูง ผู้เข้าร่วมการศึกษาคือ นักศึกษามหาวิทยาลัยนครพนม จำนวน 30 คน เพศชาย 14 คน และเพศหญิง 16 คน เป็นผู้ที่มีสุขภาพดี มีอายุเฉลี่ย $18.57 \pm .50$ ปี มีส่วนสูงเฉลี่ย 163.88 ± 6.44 เซนติเมตร และมีน้ำหนักเฉลี่ย 54.79 ± 4.24 กิโลกรัม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องความเข้มข้นสูง ผู้เข้าร่วมการศึกษาก่อการฝึกออกกำลังกายทุกวัน ๆ ละ 1 ชั่วโมง 30 นาที เป็นเวลา 8 สัปดาห์ และแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ ทำการวัดน้ำหนักตัว ชีพจรขณะพัก ดัชนีมวลกาย ความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดแขนและขา สมรรถภาพทางการใช้ออกซิเจนก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกาย สถิติที่ใช้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติ paired - sample t - test วิเคราะห์ความแตกต่างหลังการฝึกออกกำลังกาย 8 สัปดาห์ ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการศึกษาพบว่า ตัวแปรน้ำหนักร่างกาย ดัชนีมวลกาย ชีพจรขณะพัก ความแข็งแรงกล้ามเนื้อขา และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญหลังการฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องความเข้มข้นสูงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผลลัพธ์เหล่านี้ชี้ให้เห็นว่า การฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องด้วยความเข้มข้นสูงนำไปสู่การกระตุ้นอัตราการเผาผลาญ ทำให้มีการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตและไขมันเพิ่มขึ้นนำไปสู่การลดน้ำหนักและพัฒนาสมรรถภาพทางกายของวัยรุ่นได้ ดังนั้น การกำหนดโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกควรคำนึงถึงปริมาณและความหนักให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการออกกำลังกาย

คำสำคัญ: สมรรถภาพทางกาย; การออกกำลังกายแบบแอโรบิก; การฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องเข้มข้น



EFFECTS OF HIGH-INTENSITY CONTINUOUS EXERCISE TRAINING ON PHYSIOLOGICAL CHANGES IN ADOLESCENTS

Sakchai Srisuk

Faculty of Management Science and Information Technology, Nakhon Phanom University

Abstract

Aerobic exercise has demonstrated its own advantages. In addition to the benefits, exercise intensity plays an important role in determining the result of an exercise intervention. Currently, high-intensity continuous training is a well-known method of burning calories. The intensity of aerobic exercise can have long-term impacts on fitness development. (Kraus et al., 2002). This study aimed to evaluate physiological changes after high intensity continuous exercise training in adolescents. Participants were 30 Nakhon Phanom University students, 14 males and 16 females. They were healthy, aged $18.57 \pm .50$ years old, with a height of 163.88 ± 6.44 cm., and a weight of 54.79 ± 4.24 kg. The instruments used in the study comprised a high - intensity continuous training exercise program. High-intensity continuous exercise was performed every day for 1 hour 30 minutes for a period of 8 weeks and a test of health-related physical fitness. Body weight, resting pulse, BMI, muscle strength of arms and legs, and oxygen consumption performance were measured before and after-exercise training. Statistics used in data analysis were mean and standard deviation. The comparison of difference between the mean scores of the tests of health - related physical fitness administered before and after the high - intensity continuous training exercise program by using a paired - sample t - test for dependent samples. The statistical significance was predetermined at the .05 level. The results of the study showed that after 8 weeks of consistent high-intensity exercise training, body weight, body mass index, resting pulse, leg muscular strength, and oxygen consumption were significantly different. These results suggest that high-intensity continuous training leads to an increase in metabolic rate, resulting in increased carbohydrate and fat burning, which can lead to weight loss and physical fitness improvement in adolescents. Therefore, the aerobic exercise program should take into account the amount and intensity in accordance with the objectives of the exercise.

Keywords: Physical Fitness, Aerobic Exercise, High - Intensity Continuous Exercise Training

บทนำ

การมีสมรรถภาพทางกายที่สมบูรณ์เป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถช่วยลดความเสี่ยงการเจ็บป่วยและเสียชีวิตจากโรคเรื้อรังหลายชนิด เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน โรคเบาหวาน ชนิด 2 (Biddle, Gorely, & Stensel, 2004) อย่างไรก็ตาม โรคหัวใจและหลอดเลือดสามารถตรวจพบได้ในวัยกลางคนขึ้นไป แต่การพัฒนาของโรคเริ่มต้นขึ้นในวัยเด็กและวัยรุ่น (McGill et al., 2000) ดังนั้นควรพยายามจำกัดการพัฒนาของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดในเด็กและวัยรุ่นที่มีปัจจัยเสี่ยง เช่น การมีคอเลสเตอรอลในเลือดสูง และความดันโลหิตสูง

จากการศึกษาของ Kraus และคณะ (Kraus et al., 2002) แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายมีผลดีต่อไขมัน (Lipids) หรือ ไลโปโปรตีน (Lipoproteins) สอดคล้องกับการศึกษาของ เวลตัน ชิน ชิน และฮี (Whelton, Chin, Xin, & He, 2002) ที่พบว่า การออกกำลังกายสามารถช่วยลดความดันโลหิตทั้งในผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงและความดันโลหิตปกติ การออกกำลังกายที่เพิ่มขึ้นถือเป็นองค์ประกอบสำคัญของการปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตในการป้องกันและรักษาความดันโลหิตสูง ดังนั้น จัดโปรแกรมการฝึกออกกำลังกาย/กิจกรรมทางกายเพิ่มขึ้นมีความเกี่ยวข้องกับการลดความเสี่ยงการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด (Blair et al., 1995) ซึ่งการปฏิบัติกิจกรรมทางกายเป็นการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยกล้ามเนื้อและกระดูกทำให้เกิดการเผาผลาญพลังงาน ทั้งนี้ ควรปฏิบัติกิจกรรมทางกายที่มีปริมาณและความหนักในระดับปานกลางถึงหนัก (หนักกว่ากิจกรรมทางกายในชีวิตประจำวัน) การศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การปฏิบัติกิจกรรมทางกายทุกวันรวมกันประมาณ 30 นาที ในกลุ่มเด็กที่มีการเคลื่อนไหวน้อยพบว่า การเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular diseases) มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญในเด็กที่อยู่นิ่งเฉยเป็นประจำและมีภาวะอ้วน (Strong et al., 2005; Andersen, Riddoch, Kriemler, Hills, & Hills, 2011) การเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดนั้นเริ่มต้นขึ้นในช่วงวัยเด็กและมีความก้าวหน้าไปตลอดชีวิต (McGill et al., 2000) อย่างไรก็ตาม การออกกำลังกายที่เหมาะสมที่สุดทั้งปริมาณและความหนักจะส่งผลให้เกิดประโยชน์มากขึ้นอย่างเฉียบพลันในการตอบสนองทางสรีรวิทยา จากการศึกษามากมายพบว่า ความเข้มข้นของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่แตกต่างกันอาจมีผลกระทบเฉียบพลันที่แตกต่างกันต่อความดันโลหิตและระดับน้ำตาลในเลือด เพื่อชะลอความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด โรคเมตาบอลิซึม (Ruslan et al., 2022) นอกจากนี้ การออกกำลังกายยังมีผลกระทบต่อสุขภาพกล้ามเนื้อและกระดูก องค์ประกอบหลายประการของสุขภาพหัวใจและหลอดเลือด ความอ้วนในวัยรุ่นที่มีน้ำหนักเกิน และความดันโลหิตสูงเล็กน้อยในวัยรุ่น (Strong et al., 2005) นอกจากนี้ การฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวสามารถส่งเสริมการพัฒนาสมรรถภาพกล้ามเนื้อที่สัมพันธ์กับการลุก-ยืนในวัยรุ่นที่มีภาวะอ้วนได้ จากเหตุผลดังกล่าว จะเห็นได้ว่าการออกกำลังกายมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของวิธีการลดความเสี่ยงแบบกำหนดเป้าหมายผ่านการออกกำลังกายต่อเนื่องเข้มข้นสูงที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในวัยรุ่น

วัตถุประสงค์การวิจัย

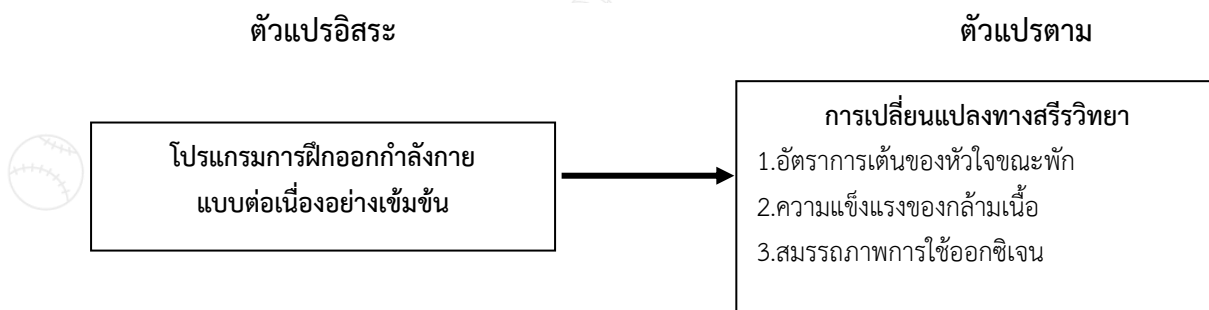
1. เพื่อศึกษาผลการฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องความเข้มข้นสูงที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในวัยรุ่น
2. เพื่อเปรียบเทียบผลการฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องความเข้มข้นสูงที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในวัยรุ่น

สมมติฐานการวิจัย

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกาย เช่น อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนก่อนการออกกำลังกายต่อเนื่องที่มีความเข้มข้นสูงมีความแตกต่างกันหลังการออกกำลังกาย

กรอบแนวคิดการวิจัย

การกำหนดปริมาณและความหนักในการฝึกออกกำลังกายที่ถูกต้องและเหมาะสมทำให้อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักลดลง นอกจากนี้สามารถพัฒนา / เสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการกำหนดปริมาณและความหนักในการฝึกออกกำลังกายกระตุ้นให้ตัวของกล้ามเนื้อหดตัวอย่างมีประสิทธิภาพส่งผลต่อการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นมากกว่าในขณะพักสามารถเขียนเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีอาสาสมัครเข้าร่วมการศึกษด้วยความสมัครใจ จำนวน 30 คน (เพศชาย จำนวน 14 คน และเพศหญิง จำนวน 16 คน) อายุของอาสาสมัครอยู่ระหว่าง 18 - 19 ปี มีการคัดเลือกอาสาสมัครเป็นไปตามเกณฑ์การคัดเลือกและการคัดออกจากการเข้าร่วมการศึกษา จากนั้นอาสาสมัครที่ผ่านการคัดเลือกเข้ารับการประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกายด้วยแบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกายด้วยตนเองสำหรับบุคคลทั่วไป อายุ 15 - 69 ปี (Physical activity readiness questionnaire: PAR - Q +) อาสาสมัครจะได้รับการวัดสมรรถภาพทางกายก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกาย 8 สัปดาห์ มีรายละเอียดดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยนครพนม จังหวัดนครพนม
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 30 คน

เกณฑ์ในการคัดเลือก (Inclusion criteria) ดังนี้

1. มีอายุ 18 - 20 ปี ออกกำลังกาย 1-2 วันต่อสัปดาห์ และมีสุขภาพดี
2. ไม่มีอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ กระดูก เอ็นและข้อต่อ
3. ยินยอมเข้าร่วมการฝึกออกกำลังกายและทดสอบสมรรถภาพทางกายด้วยความสมัครใจ

เกณฑ์ในการคัดออก (Exclusion criteria) ดังนี้

1. ไม่เข้าร่วมการฝึกออกกำลังกายได้ตามกำหนดไว้
2. มีอาการป่วยหรือบาดเจ็บในระหว่างการฝึกออกกำลังกาย เช่น ป่วยเป็นไข้หวัด / โควิด - 19



3. อาสาสมัครขอถอนตัวจากการฝึกออกกำลังกาย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. วิธีการคำนวณอัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมายในการออกกำลังกายด้วยวิธีการของ Karvonen
ดังนี้

$$THR = [HR_{max} - HR_{rest}] \times \%Workload + HR_{rest}$$

โดยที่ THR = อัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมาย

HR_{max} = อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

HR_{rest} = อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก

%Workload = เปอร์เซ็นต์ความหนักของงาน

2. โปรแกรมการออกกำลังกาย เป็นโปรแกรมการฝึกเฉพาะสำหรับผู้เข้าร่วมการศึกษา ระยะเวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ ทำการฝึกทุกวัน ๆ ละ 1 ชั่วโมง 30 นาที โปรแกรมการฝึกนี้ประกอบด้วยปริมาณและความหนักที่ใกล้เคียงกับการแข่งขันแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงดัดแปลงมาจากการศึกษาของ เอ็มบูห์ และคณะ (Mbouh et al., 2022)

ตารางที่ 1 ปริมาณและความหนักในการฝึกออกกำลังกาย

กิจกรรม	ปริมาณการฝึก	ความหนักการฝึก
1. การอบอุ่นร่างกาย	15 นาที	20-30%
2. การออกกำลังกาย		80-85%
- สัปดาห์ที่ 1-2		80%
- สัปดาห์ที่ 3-4		
- สัปดาห์ที่ 5-6	60 นาที	85%
- สัปดาห์ที่ 7-8		85%
วิธีการฝึกด้วยวิ่งเร็วเป็นเวลา 3 นาทีสลับกับการวิ่งเหยาะๆ 3 นาที (1 เที้ยว) ปฏิบัติจำนวน 5 เที้ยวติดต่อกันแล้วทำการพัก (เดิน) 1 นาที ทำการฝึกปฏิบัติทั้งหมด 3 รอบ		
3. การคลายอุ่น	15 นาที	20-30%HRR

3. เครื่องมือทดสอบความสามารถทางกาย

3.1 การวัดส่วนสูง ต้องมีตัวเลขชัดเจนและเรียงต่อกันตั้งแต่ 0 ถึง ไม่น้อยกว่า 190 เซนติเมตร มีสเกลบอกค่าความละเอียด 0.1 เซนติเมตร หรือใน 1 เซนติเมตรแบ่งย่อยเป็น 10 ซีด มีไม้ฉากสำหรับวัดค่าความยาวท่าจากข้อศอกที่มีพื้นผิวเรียบ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

3.2 การชั่งน้ำหนัก เครื่องชั่งน้ำหนักแบบดิจิทัลมีความละเอียด 100 กรัม (0.1 กิโลกรัม) และแสดงตัวเลขจุดทศนิยม 1 ตำแหน่ง มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

3.3 ดัชนีมวลกาย คำนวณตามการวัดส่วนสูงและน้ำหนักของผู้เข้าร่วมการศึกษาแต่ละคน โดยใช้สูตรต่อไปนี้

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

อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก โดยใช้นิ้วชี้และนิ้วกลางแตะที่ข้อมือก่อนไปทางฝั่งนิ้วหัวแม่มือ แล้วนับจำนวนการเต้นของชีพจรที่สัมผัสได้ว่าเต้นกี่ครั้งใน 1 นาที มีหน่วยเป็นครั้ง / นาที



3.4 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่สามารถทำให้เกิดความตึงตัว เพื่อให้เกิดแรงในการยกหรือดึงสิ่งของต่างๆ

การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือและแขนด้วยเครื่องมือ Hand grip dynamometer

วิธีการวัด

- 1) จัดระดับที่จับของเครื่องมือให้เหมาะสมกับมือของผู้ถูกวัด ใช้มือข้างที่ถนัด
- 2) ให้ผู้เข้ารับการวัดปล่อยแขนตามสบายข้างลำตัว มือกำที่จับ ห้ามแนบลำตัว
- 3) ให้ออกแรงกำมือให้แรงที่สุด ทำการทดสอบ 2 ครั้ง
- 4) นำผลที่ได้มาหารด้วยน้ำหนักตัวผู้เข้ารับการวัด มีหน่วยเป็นกิโลกรัม / น.น.ตัว

การวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาด้วยเครื่องมือ Leg dynamometer

วิธีการวัด

- 1) ให้ผู้เข้ารับการวัดยืนบนที่วางเท้าของเครื่อง Leg dynamometer
- 2) ย่อเข่าลงและแยกออกเล็กน้อย หลังและแขนเหยียดตรง เข่างอประมาณ 130 - 140 องศา
- 3) ออกแรงเหยียดขาให้เต็มที่ ทำการทดสอบ 2 ครั้ง
- 4) นำผลที่ได้มาหารด้วยน้ำหนักตัวผู้เข้ารับการวัด มีหน่วยเป็นกิโลกรัม/น.น.

3.5 การทดสอบการวิ่ง 20 เมตร (20 - m Multistage fitness test; MSFT) เป็นการทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน โดยให้อาสาสมัครวิ่งไปและกลับในระยะทาง 20 เมตร วิ่งจนถึงจุดหมดแรง (Ramsbottom, Brewer, & Williams, 1988) เริ่มต้นที่ความเร็ว 8.5 กิโลเมตร / ชั่วโมง และเพิ่มขึ้น 0.5 กิโลเมตร / ชั่วโมง ในแต่ละ stage ตามสัญญาณเสียง หากอาสาสมัครไม่สามารถที่จะรักษาระดับความเร็วในการวิ่งทันตามสัญญาณเสียงที่กำหนดได้ต่อเนื่องสองเที่ยว จะยุติการทดสอบ ทำการบันทึกจำนวนชั้น (Level) และจำนวนเที่ยว (Shuttle) ที่ทำได้เพื่อคำนวณหาความสามารถในการใช้ออกซิเจน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ก่อนการทดลองผู้วิจัยแจกเอกสารชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการศึกษา และการฝึกออกกำลังกาย แล้วให้อาสาสมัครกรอกใบยินยอม
2. ก่อนเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกออกกำลังกาย 1 วัน อาสาสมัครจะได้รับการวัดสมรรถภาพทางกาย ดังนี้
 - 2.1 การวัดส่วนสูง ชั่งน้ำหนัก วัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก และวัดค่าดัชนีมวลกาย
 - 2.2 อาสาสมัครทำการอบอุ่นร่างกายก่อนการทดสอบ 10 นาที ก่อนการทดสอบ
 - 2.3 ทดสอบความแข็งแรงกล้ามเนื้อแขนและมือ
 - 2.4 ทดสอบความแข็งแรงกล้ามเนื้อขา
 - 2.5 ทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน
 - 2.6 หลังการทดสอบ ทำการคลายอุ่นร่างกาย 10 นาที
3. อาสาสมัครเข้ารับโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ทำการฝึกทุกวันๆ ละ 1 ชั่วโมง 30 นาที
4. ภายหลังทำการฝึกออกกำลังกายครบ 8 สัปดาห์ อาสาสมัครหยุดพักเป็นเวลา 1 วัน ก่อนได้เข้ารับการวัดสมรรถภาพทางกายตามรายละเอียดข้อ 2
5. นำผลวัดสมรรถภาพทางกายก่อนและหลังการฝึกตามโปรแกรมมาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป
6. ทำการสรุปผลการวิจัยและจัดทำเป็นรูปเล่มรายงาน



การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่ออธิบายตัวแปรอายุ น้ำหนัก และส่วนสูง
2. การใช้สถิติ paired - sample t - test วิเคราะห์หาความแตกต่างภายในกลุ่มผู้เข้าร่วมการศึกษา หลังการฝึกออกกำลังกาย 8 สัปดาห์ กำหนดระดับนัยสำคัญที่ .05

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงการทดลอง อาสาสมัครเข้าร่วมการศึกษามีสุขภาพดีมีคุณลักษณะที่เหมาะสมจำนวน 30 คน ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครแสดงไว้ในตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยอายุ ส่วนสูง และน้ำหนัก ซึ่งลักษณะทางกายภาพของอาสาสมัครมีน้ำหนักและส่วนอยู่ในเกณฑ์ปกติ

ตารางที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครด้านเพศ อายุ ส่วนสูง และน้ำหนัก

ตัวแปร	เพศชาย (14)		เพศหญิง (16)		รวม (30)	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
อายุ (ปี)	18.36	.49	18.75	.45	18.57	.50
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	168.21	5.95	160.09	4.08	163.88	6.44
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	55.59	5.17	54.09	3.22	54.79	4.24

M = ค่าเฉลี่ย, S.D. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าอาสาสมัครเพศชายและเพศหญิง มีอายุ (18.36 ปี) ใกล้เคียงกับเพศหญิง (18.75 ปี) เพศชายมีส่วนสูง (168.21 เซนติเมตร) มากกว่าเพศหญิง (160.09 เซนติเมตร) และเพศชายมีน้ำหนัก (55.59 กิโลกรัม) มากกว่าเพศหญิง (54.09 กิโลกรัม)

ตารางที่ 3 ผลการวัดสมรรถภาพทางกายก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกาย 8 สัปดาห์ของกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัย

ตัวแปร	ก่อนการฝึกออกกำลังกาย		หลังการฝึกออกกำลังกาย		t	Sig.
	M	S.D.	M	S.D.		
น้ำหนัก (กก.)	54.79	4.24	54.15	4.49	2.12	.04*
ดัชนีมวลกาย (กก./ม. ²)	20.49	1.91	20.08	1.87	5.42	.00*
ชีพจรขณะพัก (ครั้ง)	83.47	8.87	79.17	6.49	3.30	.00*
ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ						
- แขน (กก./น.น.ตัว)	.50	.11	.53	.12	1.11	.27
- ขา (กก./น.น.ตัว)	1.43	.53	1.69	.44	2.08	.04*
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจน (มล./นาที่/กก.)	24.59	2.54	25.34	2.40	2.60	.02*

Sig < 0.05

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องความเข้มข้นสูงอาสาสมัครมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเท่ากับ 54.79 ± 4.24 กิโลกรัม ดัชนีมวลกายเฉลี่ยเท่ากับ 20.49 ± 1.91 กิโลกรัม/เมตร² อัตราเต้นของหัวใจขณะพักเฉลี่ยเท่ากับ 83.47 ± 8.87 ครั้ง/นาที ความแข็งแรงกล้ามเนื้อแขนและขาเฉลี่ยเท่ากับ $.50 \pm .11$ และ $1.43 \pm .53$ กิโลกรัม/น้ำหนักตัว และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนเฉลี่ยเท่ากับ 24.59 ± 2.54 มิลลิตร/นาที่/กิโลกรัม ตามลำดับ แต่เมื่อภายหลังการฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องความเข้มข้นสูงพบว่า อาสาสมัครมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 54.15 ± 4.49 กิโลกรัม ดัชนีมวลกายเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 20.08 ± 1.87 กิโลกรัม/เมตร² อัตราเต้นของหัวใจขณะพักเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 79.17 ± 6.49 ครั้ง/นาที ความแข็งแรงกล้ามเนื้อแขน

และมีมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ $.53 \pm .12$ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อขา มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ $1.69 \pm .44$ กิโลกรัม/น้ำหนักตัว และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 25.33 ± 2.42 มิลลิตร/นาที่/กิโลกรัม

เมื่อทำการวิเคราะห์ผลด้วยสถิติ paired - sample t - test ที่ระดับนัยสำคัญ .05 พบว่า หลังการฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องความเข้มข้นสูงเป็นเวลา 8 สัปดาห์มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักร่างกาย ดัชนีมวลกาย และชีพจรขณะพักลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($\text{sig} = .00$ และ $\text{sig} = .00$) นอกจากนี้ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อขาและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($\text{sig} = .40$ และ $\text{sig} = .02$) ส่วนความแข็งแรงกล้ามเนื้อแขนเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน

อภิปรายผล

การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาในกลุ่มวัยรุ่นเพศชายและหญิง จำนวน 30 คน มีอายุเฉลี่ย $18.57 \pm .50$ ปี ส่วนสูงเฉลี่ย 163.88 ± 6.44 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 54.79 ± 4.24 กิโลกรัม และค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย 20.49 ± 1.91 กิโลกรัม/เมตร² โดยทำการฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องความเข้มข้นสูง ผลจากการศึกษาสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางร่างกาย

ภายหลังการฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องความเข้มข้นสูง 8 สัปดาห์ พบว่า องค์ประกอบทางร่างกาย คือ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว เท่ากับ 54.15 ± 4.49 กิโลกรัม ดัชนีมวลกาย เท่ากับ 20.08 ± 18.87 กก./เมตร² ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการเข้ารับการฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องความเข้มข้นสูง เป็นผลมาจากการออกกำลังกายแบบแอโรบิกจะทำให้ร่างกายผลิตเอ็นไซม์ที่ใช้ในการเผาผลาญไขมันได้เพิ่มขึ้นมีความสำคัญอย่างมากต่อการสร้างพลังงานจากกรดไขมัน (Hoeger, & Hoeger, 2010) นอกจากนี้ การออกกำลังกายที่มีปริมาณและความหนักที่เหมาะสมต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานมีผลดีช่วยลดความเข้มข้นและอนุภาคของ Low - density lipoprotein cholesterol (LDL - C) ให้มีขนาดเล็กลงได้ อย่างมีนัยสำคัญ การออกกำลังกายที่มีความเข้มข้นสูงในปริมาณที่สูงมีผลดีต่อตัวแปรไขมันและไลโปโปรตีนมากกว่าการออกกำลังกายในปริมาณที่ต่ำ ปริมาณในการออกกำลังกายที่มากขึ้นให้ประโยชน์สูงสุดในการป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือด (Kraus et al., 2002) นอกจากนี้ การฝึกออกกำลังกายอย่างหนักในช่วงเวลาสั้น ๆ สลับกับการออกกำลังกายเบา ๆ แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาในเชิงบวกในการลดน้ำหนักร่างกายและค่าดัชนีมวลกายเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ออกกำลังกายในความเข้มข้นต่ำ (Lora - Pozo, Lucena - Anton, Salazar, Galan - Mercant, & Moral - Munoz, 2019) การออกกำลังกายในระดับความหนักน้อยแต่เพิ่มปริมาณและการใช้พลังงานที่เกี่ยวข้องกับการฝึกสามารถทำให้ High - density lipoprotein cholesterol (HDL - C) ในเลือดเพิ่มขึ้นได้ (Williams et al., 1989) มีบทบาทสำคัญในการป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจตีบตันได้ การออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นเวลานานที่มีความเข้มข้นต่ำ ($< 50\% \text{VO}_{2\text{max}}$) เป็นประจำทุกวันจะช่วยปรับปรุงอัตราการเผาผลาญ (Metabolic) ให้ดีขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การลดน้ำหนักและทำให้มีการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตและไขมันเพิ่มขึ้น หมายความว่า การออกกำลังกายมีแนวโน้มที่จะพัฒนาสมรรถภาพการเผาผลาญของร่างกาย ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงของโรคหลอดเลือดหัวใจตีบตัน (Després, & Lamarche, 1994) นอกจากนี้ โปรแกรมการออกกำลังกายหนักปานกลาง 30 ถึง 60 นาที เป็นระยะเวลา 3 ถึง 7 วันต่อสัปดาห์ มีผลต่อการลดไขมันในร่างกายโดยรวมในเด็กและวัยรุ่นที่มีภาวะน้ำหนักเกิน (Strong et al., 2005)

2. การเปลี่ยนแปลงอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก หลังการฝึกออกกำลังกายต่อเนื่องความเข้มข้นสูงเป็นเวลา 8 สัปดาห์พบว่า อาสาสมัครมีค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (79.17 ± 6.49 ครั้ง/นาที) มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึกออกกำลังกาย เนื่องจากการออกกำลังกายแบบแอโรบิกสามารถทำให้กล้ามเนื้อหัวใจมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นซึ่งมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจในขณะพักลดจำนวนครั้ง

ในการเต้นลงได้ สอดคล้องกับการศึกษาของ ซิฟโควิช กอนทาเรฟ เทไล คาลัค และเวลิกคอฟสกา (Zivkovic, Gontarev, Telai, Kalac, & Velickovska, 2017) พบว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นระยะเวลา 50 - 90 นาที ติดต่อกันนาน 3 - 6 วันต่อสัปดาห์ มีปริมาณและความหนักของการฝึกอยู่ระหว่าง 55 - 75 เปอร์เซ็นต์ ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดมีผลต่อการพัฒนาสมรรถภาพของหัวใจและหลอดเลือดทำให้ความดันโลหิต ในเด็กก่อนวัยรุ่นและวัยรุ่นลดลง ปริมาณเลือดที่หัวใจห้องล่าง (Ventricle) ก่อนบีบตัวที่เพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณ เลือดที่หัวใจสูบฉีดออกไปในแต่ละครั้งเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ทำให้หัวใจห้องล่างซ้ายทำงานลดลง รวมถึง ปริมาณเลือดที่หัวใจสูบฉีดออกต่อนาทียังคงมีค่าเท่าเดิม จึงเป็นการช่วยลดภาระการทำงานของหัวใจให้ น้อยลงและยังสามารถส่งออกซิเจนไปเลี้ยงเนื้อเยื่อได้อย่างเพียงพอ (Hoeger, & Hoeger, 2010) การที่อัตรา การเต้นของหัวใจขณะพักเต้นช้าลงเนื่องมาจากปัจจัย 2 ประการ คือ การทำงานของ Pacemaker (S - A node) ลดลง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเพิ่มปริมาณของสารอะเซทิลโคลีน และการที่หัวใจมีความไวต่อแอดรีนาลีน น้อยลง และการทำงานของประสาทพาราซิมพาเทติก (วากัสที่มีเลี้ยงหัวใจทำงานเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากประสาท ซิมพาเทติกทำงานลดลง (Chusak Vejchaphaet, & Kanya Palawiwat, 1993)

3. การเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

การออกกำลังกายที่ต่อเนื่องด้วยความเข้มข้นสูงมีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดแขน และขา สังเกตได้จากค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนและขา ($.53 \pm .12$ กก./น.น.ตัว และ $1.69 \pm .44$ กก./น.น.ตัว) ที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกกำลังกาย เนื่องจากการออกกำลังกายที่มีแรงต้านทานสูง นำไปสู่การเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ มวลกล้ามเนื้อ และความคล่องตัวในการปฏิบัติกิจกรรม (Fiatarone, et al., 1990) นอกจากนี้ การออกกำลังกายที่มีแรงต้านทานเป็นเวลานานติดต่อกันจะเพิ่มมวลกล้ามเนื้อและ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Verdijk et al., 2009) ดังนั้นหากมีการใช้ชีวิตแบบนั่งนิ่งมาก ขึ้นเป็นการลดลงของกิจกรรมประสาทกล้ามเนื้อและหรือการป้อนข้อมูลของเซลล์ประสาทบกพร่องอาจเป็น ปัจจัยสำคัญที่มีส่วนทำให้ขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อลดลง (Delbono, 2003)

4. การเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนมีค่าเฉลี่ย 25.34 ± 2.40 มล./นาที/กก. เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อน เข้าร่วมโปรแกรมการฝึกออกกำลังกาย จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การฝึกออกกำลังกายแบบอดทนทำให้ ปริมาตรของอากาศในปอดเพิ่มขึ้น หัวใจห้องซ้ายใหญ่ขึ้น ปริมาณเลือดที่หัวใจห้องล่างซ้ายสูบฉีดออกในแต่ละ ครั้งเพิ่มขึ้นทำให้สามารถขนส่งเซลล์เม็ดเลือดแดงที่มีออกซิเจนสูงไปยังเซลล์กล้ามเนื้อที่ทำงานได้ดีขึ้น (Bompa, & Haff, 2009) ส่งผลต่อร่างกายสามารถเพิ่มอัตราการใช้ออกซิเจนในขณะออกกำลังกายได้สูงสุด มากขึ้น อย่างไรก็ตาม การฝึกออกกำลังกายแบบอดทนเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ มีผลทำให้ความสามารถของ ร่างกายในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มสูงขึ้นได้ร้อยละ 20 - 40 โดยที่ร่างกายเกิดการเปลี่ยนแปลงและตอบสนอง ของระบบการไหลเวียนโลหิตและการหายใจ (Abernethy, Hanrahan, Kippers, MacKinnon, & Pandey, 2005) นอกจากนั้น การฝึกออกกำลังกายแบบหนักสลับเบาความเข้มข้นสูงสามารถพัฒนาสมรรถภาพการ ใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นได้เมื่อเทียบกับการฝึกที่มีความเข้มข้นปานกลางและต่ำ (Ramos, Calafat, Martinez, & Fages, 2022)

จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การออกกำลังกายที่มีความเข้มข้นสูงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสรีรวิทยาด้าน น้ำหนักร่างกาย ชีพจรขณะพัก ดัชนีมวลกาย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนดีขึ้น กว่าออกกำลังกายที่ความหนักและปริมาณต่ำกว่า ดังนั้น การออกกำลังกายจำเป็นต้องกำหนดปริมาณ และความหนักให้เหมาะสมกับบุคคลแต่ละคนเพื่อส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสรีรวิทยาในวัยรุ่น นอกจากนี้ การออกกำลังกายแบบแอโรบิกยังมีผลทั้งป้องกันและควบคุมโรคอ้วน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจและ หลอดเลือด เพราะมีส่วนช่วยให้การไหลเวียนดีขึ้น ตลอดจนคุมระดับน้ำตาล น้ำหนักร่างกาย รอบเอวที่ลดลง ต่างก็เป็นประโยชน์ต่อระบบหัวใจหลอดเลือด



ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าปริมาณและความหนักที่เข้มข้นในการฝึกออกกำลังกายมีผลต่อการกระตุ้นพัฒนาการของสมรรถภาพทางกายในทางที่ดีขึ้น จึงเป็นข้อพิจารณาในการออกกำหนดโปรแกรมการออกกำลังกายให้เหมาะสมกับบุคคลและวัตถุประสงค์ของการออกกำลังกาย

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

ควรทำการศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบการฝึกที่มีปริมาณและความหนักที่มีผลต่อการลดปริมาณไขมันในเลือดหรือในผู้ป่วยเบาหวาน ไขมันได้ผิวหนัง ระดับอินซูลินในเลือดและการมีคุณภาพชีวิตที่ดีในผู้สูงอายุอย่างไร

References

- Abernethy, B., Hanrahan, S. J., Kippers, V., MacKinnon, L. T., & Pandy, M. G. (2005). *The biophysical foundations of human movement* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Andersen L. B., Riddoch C., Kriemler S., Hills A. P. & Hills A. (2011). Physical activity and cardiovascular risk factors in children. *British Journal Sports Medicine*, 45(11), 871 - 876.
- Blair, S. N., Kohl, H. W., Barlow, C. E., Paffenbarger, R. S., Gibbons, L. W., & Macera, C. A. (1995). Changes in physical fitness and all - cause mortality: A prospective study of healthy and unhealthy men. *Jama*, 273(14), 1093 - 1098.
- Biddle, S. J., Gorely, T., & Stensel, D. J. (2004). Health - enhancing physical activity and sedentary behaviour in children and adolescents. *Journal of sports sciences*, 22(8), 679 - 701.
- Bompa, T. O., & Haff, G. G. (2009). *Periodization theory and methodology of training* (5th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Chusak Vejchaphaet, & Kanya Palawiwat. (1993). *Physiology of exercise* (4th ed.). Bangkok: Thunkamol Press.
- Delbono, O. (2003). Neural control of aging skeletal muscle. *Aging cell*, 2(1), 21 - 29.
- Després, J. P., & Lamarche, B. (1994). Low - intensity endurance exercise training, plasma lipoproteins and the risk of coronary heart disease. *Journal of internal medicine*, 236(1), 7 - 22.
- Fiatarone, M. A., Marks, E. C., Ryan, N. D., Meredith, C. N., Lipsitz, L. A., & Evans, W. J. (1990). High - intensity strength training in nonagenarians' effects on skeletal muscle. *Journal of the American Medical Association*, 263(22), 3029 - 3034.
- Hoeger, W. K., & Hoeger, S. A. (2010). *Principles and labs for physical fitness* (7th ed.). Belmont Wadsworth, Cengage Learning.
- Kraus, W. E., Houmard, J. A., Duscha, B. D., Knetzger, K. J., Wharton, M. B., McCartney, J. S., Bales, C. W., Henes, S., Samsa, G. P., Otvos, J. D., Kulkarni, K. R., & Slentz, C. A. (2002). Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *New England Journal of Medicine*, 347(19), 1483 - 1492.



- Lora - Pozo, I., Lucena - Anton, D., Salazar, A., Galan - Mercant, A., & Moral - Munoz, A. (2019). Benefits of the high - intensity interval training versus moderate, low - intensity or control for type 2 diabetes: Systematic review and meta - analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(22).
- Mbouh, S., Nkouta, L. R. E., Minye, E. E., Nguimgou, N. T., Kalniga, P. D., & Demba, P. B. A. (2022). Biological follow - up and evaluation of the effects of a training program based on specific exercises on the leucocyte count of a group of Cameroonian handballers. *International Journal of Sports Science and Physical Education*, 7(3), 74 - 79.
- McGill, Jr. H. C., McMahan, C. A., Herderick, E. E., Malcom, G. T., Tracy, R. E., & Strong, J. P. (2000). Origin of atherosclerosis in childhood and adolescence. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72(suppl.), 1307S - 1315S.
- Ramos, A. K., Calafat, A. P., Martinez, P. J., & Fages, C. A. (2022). Effects of high - intensity interval training on patients with 2 diabetes mellitus: A narrative review. *Scientific Journal of Sport and performance*, 2(1), 36 - 43.
- Ramsbottom, R., Brewer, J., & Williams, C. (1988). A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. *British Journal of Sports Medicine*, 22(4), 141 - 144.
doi: 10.1136/bjism.22.4.141.
- Resaland, G. K., Anderssen, S. A., Holme, I. M., Mamen, A., & Andersen, L. B. (2010). Effects of a 2-year school - based daily physical activity intervention on cardiovascular disease risk factors: the Sogndal school-school-intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(6), e122 - e131.
- Ruslan, S., Ilias, N. F., Azidin, R. M. F. R., Omar, M., Ghani, R. A., & Ismail, H. (2022). Effect of high intensity interval training and moderate intensity continuous training on blood pressure and blood glucose among T2DM patients. *Journal of Physical Education and Sport*, 22(10), 2334 - 2339.
- Strong, W. B., Malina, R. M., Blimkie, C. J. R., Daniels, S. T., Dishman, R. K., Gutin, B., Hergenroeder, A. C., Must, A., Nixon, P. A., Pivarnik, J. M., Rowland, T., Trost, S., & Trudeau, F. (2005). Evidence based physical activity for school - age youth. *The Journal of Pediatrics*, 146(6), 732 - 737.
- Verdijk, L. B., Gleeson, B. G., Jonkers, R. A. M., Meijer, K., Savelberg, H. H. C. M., Dendale, P., & Van Loom, L. J. C. (2009). Skeletal muscle hypertrophy following resistance training is accompanied by a fiber type - specific increase in satellite cell content in elderly men. *Journal of Gerontology*, 64A(3), 332 - 339.
- Whelton, S. P., Chin, A., Xin, X., & He, J. (2002). Effect of aerobic exercise on blood pressure: A meta - analysis of randomized, controlled trials. *Annals of internal medicine*, 136(7), 493 - 503.



- Williams, P. T., Krauss, R. M., Vranizan, K. M., Albers, J. J., Terry, R. B., & Wood, P. D. (1989). Effects of exercise - induced weight loss on low density lipoprotein subfractions in healthy men. *Arteriosclerosis: An Official Journal of the American Heart Association*, 9(5), 623 - 632.
- Zivkovic, V., Gontarev, S., Telai, B., Kalac, R., & Velickovska, L. A. (2017). The association between high blood pressure, physical fitness and fatness in adolescents. *Nutrición Hospitalaria*, 34(1), 35 - 40.

Received: 2023, January 17

Revised: 2023, July 15

Accepted: 2023, July 17