การศึกษาผลฉับพลันและผลระยะยาวของการออกกำลังกายแบบแรงต้าน ที่ความหนักและจำนวนครั้งแตกต่างกันที่มีต่อโครงสร้าง และหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ

THE ACUTE AND CHRONIC EFFECTS OF DIFFERENT LOAD AND REPETITIONS OF RESISTANCE EXERCISE ON STRUCTURE AND FUNCTION

กฤติกา สาริกะวณิช

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2565

การศึกษาผลฉับพลันและผลระยะยาวของการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความหนักและจำนวนครั้งแตกต่างกันที่มีต่อโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ

กฤติกา สาริกะวณิช

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

THE ACUTE AND CHRONIC EFFECTS OF DIFFERENT LOAD AND REPETITIONS OF RESISTANCE EXERCISE ON STRUCTURE AND FUNCTION OF VASCULATURE IN ELDERLY

KITTIKA SARIKAWANIT

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of DOCTOR OF PHILOSOPHY

(Sport and Exercise Science)

Faculty of Physical Education, Srinakharinwirot University

2022

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาผลฉับพลันและผลระยะยาวของการออกกำลังกายแบบแรงต้าน
ที่ความหนักและจำนวนครั้งแตกต่างกันที่มีต่อโครงสร้าง
และหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ

ของ

กฤติกา สาริกะวณิช

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทิต มิตรานันท์)

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.อภิลักษณ์ เทียนทอง)

..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.สาลี่ สุภาภรณ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สนธยา สีละมาด)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัจฉริยะ เอนก)

ชื่อเรื่อง	การศึกษาผลฉับพลันและผลระยะยาวของการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความหนักและจำนวนครั้งแตกต่างกันที่มีต่อโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ
ผู้วิจัย	กฤติกา สาริกะวณิช
ปริญญา	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิทิต มิตรานันท์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลฉับพลันและผลระยะยาวของการฝึกแบบแรงต้านที่ความหนักและจำนวนครั้งแตกต่างกันที่มีต่อโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุ อายุ 60-69 ปี แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 การศึกษา คือ การศึกษาที่ 1 การศึกษาผลฉับพลัน จำนวน 15 คน ทำการออกกำลังกาย 3 เงื่อนไข คือ การออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความหนักมากจำนวนครั้งน้อย (High intensity-Low repetition) การออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความหนักปานกลางจำนวนครั้งปานกลาง (Moderate intensity- Moderate repetition) การออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความหนักน้อยจำนวนครั้งมาก(Low intensity-High repetition) เปรียบเทียบตัวแปรการทำงานของหลอดเลือดก่อนออกกำลังกาย และหลังออกกำลังกาย 4 ช่วงเวลา (ทันที, 10 นาที, 30 นาที , 60 นาที) จากนั้นนำผลที่ได้จากการศึกษาที่ 1 มาศึกษาต่อในการศึกษาที่ 2 จำนวน 30 คน เป็นการศึกษาแบบมีกลุ่มควบคุม (Case control study) แบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแรงต้านเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง เปรียบเทียบตัวแปรการทำงานของหลอดเลือดก่อนออกกำลังกาย และหลังออกกำลังกาย 6 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า การศึกษาที่ 1 การออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความหนักน้อยจำนวนครั้งมาก(Low intensity-High repetition) มีการขยายตัวของหลอดเลือดเมื่อถูกปิดกั้นการไหลเวียน (Flow-mediated dilatation : FMD) มีค่าเพิ่มสูงขึ้น และความดันโลหิตขณะบีบตัวและคลายตัวมีค่าลดลง หลังออกกำลังกายเมื่อเทียบกับก่อนออกกำลังกาย แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างการออกกำลังกายทั้ง 3 เงื่อนไข และการศึกษาที่ 2 พบว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแรงต้านไม่พบความแตกต่างระหว่างการออกกำลังกายจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มออกกำลังกายแบบแรงต้าน สรุปได้ว่า การออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความหนักน้อยจำนวนครั้งมาก (Low intensity-High repetition) มีประสิทธิภาพช่วยเพิ่มการทำงานของหลอดเลือด และลดความดันโลหิตแบบฉับพลัน ได้ในผู้สูงอายุ และในการศึกษาผลระยะยาวของการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความหนักน้อยจำนวนครั้งมาก (Low intensity-High repetition) ไม่ก่อให้เกิดผลเสียกับโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด และความดันโลหิตในผู้สูงอายุ

คำสำคัญ : การออกกำลังกายแบบแรงต้าน, ความหนัก, จำนวนครั้ง, การทำงานของหลอดเลือด, ผู้สูงอายุ

Title	THE ACUTE AND CHRONIC EFFECTS OF DIFFERENT LOAD AND REPETITIONS OF RESISTANCE EXERCISE ON STRUCTURE AND FUNCTION OF VASCULATURE IN ELDERLY
Author	KITTIKA SARIKAWANIT
Degree	DOCTOR OF PHILOSOPHY
Academic Year	2022
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr Witid Mittranun

The purpose of study is to compare the acute and long-term effects of resistance exercises of different lode and repetition of resistance exercises on vascular structure and function in elderly subjects. The samples consisted of elderly people aged 60 to 69. The study was divided into two studies: in Study 1, an acute effect study of 15 people, who performed three conditions of resistance exercise, high intensity and low repetition resistance, moderate intensity to moderate repetition resistance and low intensity and high repetition resistance exercise, compared to the vascular function parameters before and after, with four-time measure, flow-mediated dilatation (FMD) and immediate, 10 min, 30 min, 60 min. The results from Study 1 were then continued in Study 2 with 30 subjects in a case control study. This study was divided into two groups. The control group and the resistance exercise group for six weeks, three times a week compared the pre-exercise vascular function variables and after six weeks of exercise, the results showed that in Study 1, low intensity and high repetition developed the expansion of blood vessels after exercise, compared to before exercise when their circulation was blocked (FMD) and increased when their blood pressure was decreased. However, no differences were found between the three exercise conditions, and the second study found no difference between the control and resistance exercise groups. In summary, the acute effects of low intensity and high repetition resistance exercise improved vascular function and lower blood pressure among the elderly. In addition, the study of the long-term effects of low intensity-high repetition exercises, showed no adverse effect on the structure and function of the blood vessels nor blood pressure in the elderly.

Keyword : Resistance exercise, Intensity, repetition, Vascular function, Elderly

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี ด้วยความเมตตากรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทิต มิตรานันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่เสียสละเวลาให้คำปรึกษาแนะนำ และแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ จนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อภิลักษณ์ เทียนทอง ประธานกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ศ.ดร.สาลี่ สุภารณ์, รศ.ดร.สนธยา สีละมาด กรรมการสอบปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัจฉริยะ อเนก กรรมการสอบโครงร่างปริญญานิพนธ์และกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ตลอดจนคณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาที่อบรมสั่งสอนให้ความรู้แก่ดิฉันมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณอาสาสมัครทุกท่านที่เสียสละเวลาอันมีค่า เข้าร่วมงานวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งผู้ที่ไม่ได้เอ่ยนาม ที่คอยสนับสนุนช่วยเหลือดิฉันด้วยดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอรำลึกถึงพระคุณคุณแม่พิไลวรรณ และคุณพ่อบรรพต สาริกะวณิช ที่ผลักดันสนับสนุนให้ดิฉันได้รับโอกาสทางการศึกษา และอบรมสั่งสอนจนประสบความสำเร็จ

กฤติกา สาริกะวณิช

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูปภาพ ..... ฒ

บทที่ 1 บทนำ 1

คำถามงานวิจัย 4

ความมุ่งหมายของงานวิจัย 4

ความสำคัญของการวิจัย 4

ขอบเขตของการวิจัย 4

นิยามศัพท์เฉพาะ 5

กรอบแนวคิดงานวิจัย 6

สมมติฐานในการวิจัย 7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

1. ผู้สูงอายุ 9

2. เซลล์บุผนังหลอดเลือด 12

3. การออกกำลังกาย 17

4.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 27

เกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง 27

เกณฑ์ในการคัดออก (Exclusion criteria) 27
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 28
สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล 35
กระบวนการดำเนินงานวิจัย 36
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย 38
การศึกษาที่1ผลฉับพลันของการฝึกแบบแรงต้านที่ความหนักและจำนวนครั้งที่แตกต่างกัน ที่ส่งผลต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ 38
ผลการวิเคราะห์ Pulse Wave Velocity (PWV) 57
ผลการวิเคราะห์ Flow Mediated Dilatation (FMD) 61
ผลการวิเคราะห์ความดันโลหิต 65
ผลการวิเคราะห์ Diastolic 69
การศึกษาที่ 2 ผลระยะยาวของการฝึกแบบแรงต้านที่ความหนักระดับเบา และจำนวนครั้งมากที่ส่งผลต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ 76
ผลการวิเคราะห์ 78
บทที่ 5 สรุปผลและอภิปรายผล 90
สรุปผลการวิจัย 91
อภิปรายผล 93
ข้อเสนอแนะ 98
บรรณานุกรม 99
ภาคผนวก 104
ประวัติผู้เขียน 117

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$)และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย เปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อในร่างกาย อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจ ขณะพัก ความดันโลหิตขณะพัก การไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด (Flow-mediated dilation; FMD) ความเร็วของคลื่นชีพจร (Pulse wave velocity; PWV) และความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (Mean arterial pressure; MAP) 38

ตาราง 2 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ FMD ด้วยการอ่านค่าจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง(Two-way ANOVA)Two-Way ANOVA 40

ตาราง 3 การเปรียบเทียบ Flow Mediated Dilatation (FMD) ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition 40

ตาราง 4 การเปรียบเทียบ Pulse Wave Velocity (PWV) ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition 41

ตาราง 5 การเปรียบเทียบค่าความดันโลหิตตัวบนและค่าความดันโลหิตตัวล่าง ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity - High repetition 41

ตาราง 6 เปรียบเทียบ Flow Mediated Dilatation (FMD) ของการออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition 42

ตาราง 7 เปรียบเทียบ Pulse Wave Velocity (PWV) ของการออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition 42

ตาราง 8 การเปรียบเทียบ ความดันโลหิต ของการออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition 43

ตาราง 9 เปรียบเทียบ Flow Mediated Dilatation (FMD) ของการออกกำลังกายแบบHigh intensity-Low repetition 43

ตาราง 10 เปรียบเทียบ Pulse Wave Velocity (PWV) ของการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition 44

ตาราง 11 การเปรียบเทียบ ความดันโลหิต ของการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition 44

ตาราง 12 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Flow Mediated Dilatation (FMD) ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition 45

ตาราง 13 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Pulse Wave Velocity (PWV) ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition 46

ตาราง 14 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร systolic ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition 47

ตาราง 15 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร diastolic ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition 48

ตาราง 16 การเปรียบเทียบ outcome ของการออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition 49

ตาราง 17 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Flow Mediated Dilatation (FMD) ของการออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition 49

ตาราง 18 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Pulse Wave Velocity (PWV) ของการออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition 50

ตาราง 19 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร systolic ของการออกกำลัง กายแบบ Medium intensity-Medium repetition 51

ตาราง 20 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร diastolic ของการออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition 52

ตาราง 21 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Flow Mediated Dilatation (FMD) ของการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition 53

ตาราง 22 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Pulse Wave Velocity (PWV) ของการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition 54

ตาราง 23 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร systolic ของการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition 55

ตาราง 24 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร diastolic ของการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition 56

ตาราง 25 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Pulse Wave Velocity (PWV) ที่เวลา 0 นาที 57

ตาราง 26 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Pulse Wave Velocity (PWV) ที่เวลา 10 นาที 58

ตาราง 27 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Pulse Wave Velocity (PWV) ที่เวลา 30 นาที 59

ตาราง 28 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Pulse Wave Velocity (PWV) ที่เวลา 60 นาที 60

ตาราง 29 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Flow Mediated Dilatation (FMD) ที่เวลา 0 นาที . 61

ตาราง 30 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Flow Mediated Dilatation (FMD) ที่เวลา 10 นาที 62

ตาราง 31 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Flow Mediated Dilatation (FMD) ที่เวลา 30 นาที 63

ตาราง 32 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Flow Mediated Dilatation (FMD) ที่เวลา 60 นาที 64

ตาราง 33 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปรความดันโลหิต ที่เวลา 0 นาที 65

ตาราง 34 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปรความดันโลหิต ที่เวลา 10 นาที 66

ตาราง 35 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปรความดันโลหิตที่เวลา 30 นาที 67

ตาราง 36 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร systolic ที่เวลา 60 นาที 68

ตาราง 37 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร diastolic ที่เวลา 10 นาที 69

ตาราง 38 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร diastolic ที่เวลา 30 นาที 70

ตาราง 39 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร diastolic ที่เวลา 60 นาที 71

ตาราง 40 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย เปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อในร่างกาย ความดันโลหิตขณะพัก การไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด (Flow-mediated dilation; FMD) ความเร็วของคลื่นชีพจร (Pulse wave velocity; PWV) และความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (Mean arterial pressure; MAP) 76

ตาราง 41 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของFlow Mediated Dilatation (FMD)ภายในกลุ่ม control 78

ตาราง 42 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Pulse Wave Velocity (PWV) ภายในกลุ่ม control78

ตาราง 43 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ ความดันโลหิตตัวบน Systolic ภายในกลุ่ม control 79

ตาราง 44 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตตัวล่างDiastolic ภายในกลุ่ม control 79

ตาราง 45 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP) ภายในกลุ่ม control 80

ตาราง 46 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Carotid Intima Media Thickness (CIMT) ภายในกลุ่ม control 80

ตาราง 47 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Flow Mediated Dilatation (FMD) ภายในกลุ่ม trained 81

ตาราง 48 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Pulse Wave Velocity (PWV) ภายในกลุ่ม trained 81

ตาราง 49 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ ความดันโลหิตตัวบน Systolic ภายในกลุ่ม trained 82

ตาราง 50 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ ความดันโลหิตตัวล่าง Diastolic ภายในกลุ่ม trained 82

ตาราง 51 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP) ภายในกลุ่ม trained 82

ตาราง 52 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Carotid Intima Media Thickness (CIMT) ภายในกลุ่ม trained 83

ตาราง 53 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Flow Mediated Dilatation (FMD) ในกลุ่ม control และ กลุ่ม trained ก่อนเริ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition 83

ตาราง 54 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Pulse Wave Velocity (PWV) ในกลุ่ม control และกลุ่ม trained ก่อนเริ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition 84

ตาราง 55 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ ความดันโลหิตตัวบน Systolic ในกลุ่ม control และกลุ่ม trained ก่อนเริ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition 84

ตาราง 56 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ ความดันโลหิตตัวล่าง Diastolic ในกลุ่ม control และกลุ่ม trained ก่อนเริ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition 85

ตาราง 57 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ ความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP) ในกลุ่ม control และ กลุ่ม trained ก่อนเริ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition 85

ตาราง 58 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Carotid Intima Media Thickness (CIMT) ในกลุ่ม control และ กลุ่ม trained ก่อนเริ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition 86

ตาราง 59 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Flow Mediated Dilatation (FMD) ในกลุ่ม control และ กลุ่ม trained หลังการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition 86

ตาราง 60 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Pulse Wave Velocity (PWV) ในกลุ่ม control และกลุ่ม trained หลังการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition . 87

ตาราง 61 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ ความดันโลหิตตัวบน Systolic ในกลุ่ม control และกลุ่ม trained หลังการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition . 87

ตาราง 62 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ ความดันโลหิตตัวล่าง Diastolic ในกลุ่ม control และกลุ่ม trained หลังการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition . 88

ตาราง 63 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ ความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP) ในกลุ่ม control และ กลุ่ม trained หลังการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition 88

ตาราง 64 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Carotid Intima Media Thickness (CIMT) ในกลุ่ม control และ กลุ่ม trained หลังการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition 89

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดงานวิจัย Conceptual Framework 6

ภาพประกอบ 2 รูปภาพแสดงลักษณะโครงสร้างของหลอดเลือด 12

ภาพประกอบ 3 แผนภาพแสดงวิธีการวัดค่า Flow Mediated Dilatation (FMD) 15

ภาพประกอบ 4 ภาพแสดงช่วงเวลาและขั้นตอนการวัดค่า FMD ในการศึกษาที่ 1 33

ภาพประกอบ 5 **กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงของ** Flow mediated dilatation (FMD) **ตามช่วงเวลาต่างกัน ได้แก่** Baseline, 0 min, 10 min, 30 mins, **และ** 60 minของทั้งการออกกำลังกายแบบแรงต้านทั้งสามรูปแบบ คือ Low intensity-High repetition, High intensity-Low repetition และ Medium intensity-Medium repetition 72

ภาพประกอบ 6 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงของ Pulse Wave Velocity (PWV) ตามช่วงเวลาต่างกัน ได้แก่ Baseline, 0 min, 10 min, 30 mins, และ 60 min ของทั้งการออกกำลังกายแบบแรงต้านทั้งสามรูปแบบ คือ Low intensity-High repetition, High intensity-Low repetition และ Medium intensity-Medium repetition 73

ภาพประกอบ 7 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ Systolic Blood Pressure ตามช่วงเวลาต่างกัน ได้แก่ Baseline, 0 min, 10 min, 30 mins, และ 60 min ของทั้งการออกกำลังกายแบบแรงต้านทั้งสามรูปแบบ คือ Low intensity-High repetition, High intensity-Low repetition และ Medium intensity-Medium repetition 74

ภาพประกอบ 8 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ Diastolic Blood Pressure ตามช่วงเวลาต่างกัน ได้แก่ Baseline, 0 min, 10 min, 30 mins, และ 60 min ของทั้งการออกกำลังกายแบบแรงต้านทั้งสามรูปแบบ คือ Low intensity-High repetition, High intensity-Low repetition และ Medium intensity-Medium repetition 75

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันประเทศไทยมีแนวโน้มประชากรผู้สูงอายุที่พิ่มขึ้น โดยพบว่ามีจำนวนผู้สูงอายุรวมทั้งสิ้น 11,136,059 คน คิดเป็นร้อยละ 16.8 ของประชากร ซึ่งคาดการณ์ว่าในปี 2563 จำนวนผู้สูงอายุจะเพิ่มขึ้นเป็น 11 ล้านคนหรือร้อยละ 17 ของประชากรไทยทั้งประเทศ และคาดว่าในอีก 13 ปีข้างหน้า คือปี 2576 ประชากรผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไปในประเทศไทยจะมีถึง 19 ล้านคน เท่ากับร้อยละ 30 ของประชากรทั้งประเทศ (กรมกิจการผู้สูงอายุ พ.ศ. 2562) ตามคำนิยามขององค์การสหประชาชาติ (United Nation: UN) กำหนดไว้ว่าประเทศใดมีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป สัดส่วนเกินร้อยละ 10 ของประชากรทั้งประเทศ ถือว่าประเทศนั้นได้ก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aging Society) ในปี 2561 ประเทศไทยมีประชากรทั้งหมด 66 ล้านคนแล้ว และจะเป็นสังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์เมื่อมีสัดส่วนประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปเพิ่มเป็นร้อยละ 30 ของประชากรทั้งประเทศในปี 2574 ประเทศไทยจึงนับได้ว่าก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุแล้วและประเทศไทยกำลังเข้าใกล้การเป็นสังคมผู้สูงอายุอย่างสมบูรณ์ (รายงานสถานการณ์ผู้สูงอายุไทย ปี 2561)

ผู้สูงอายุ (60 ปีขึ้นไป) เกือบ 50% มีโรคเรื้อรังหรือโรคประจำตัว (เช่น เบาหวาน ความดันเลือดสูง) 36.8% ของผู้สูงอายุชาย และ 42.3% ของผู้สูงอายุหญิงมีโรคเรื้อรังหรือโรคประจำตัวมากกว่า 2 โรคขึ้นไป โรคเรื้อรังที่พบมากในผู้สูงอายุ ได้แก่ โรคความดันโลหิตคิดเป็นร้อยละ 41.4 โรคเบาหวานคิดเป็นร้อยละ 18.2 โรคหัวใจเป็นร้อยละ 7.0 และโรคข้อเข่าเสื่อมคิดเป็นร้อยละ 8.6 เป็นต้น (สำนักงานส่งเสริมและพัฒนานันทนาการ, 2551)

สาเหตุการเสียชีวิตที่สำคัญ ของผู้สูงอายุมาจากโรคหลอดเลือดและหัวใจ (WHO, 2007; Vogel RA, 1996) โดยโรคหลอดเลือดเกิดจากการที่ผนังหลอดเลือดมีความยืดหยุ่นลดลง มีความหนาเพิ่มขึ้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหลอดเลือดแคบลงและหลอดเลือดแข็งตัวมากขึ้น (จิตติมา ภูริทัตกุล, 2547) สาเหตุดังกล่าวทำให้ผู้สูงอายุบางรายเกิดภาวะหัวใจโต โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคหลอดเลือดสมองภาวะการตายของกล้ามเนื้อและการเสื่อมของอวัยวะต่างๆ ได้ (Himathongkam., 2009; Suthachitnuwat., 2011) โดยทั่วไปการประเมินหน้าที่การทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือดทำได้โดยวิธีการวิเคราะห์การไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด (Flow-mediated dilatation; FMD) ซึ่งเป็นวิธีการวัดความเปลี่ยนแปลงของเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดเลือดจากการกระตุ้นด้วยวิธีการปิดกั้นการไหลของเลือด (Post Occlusive Reactive Hyperemia; PORH) โดยการบีบรัดด้วยคัฟฟ์ (Cuff) จากเครื่องวัดความดัน ซึ่งค่า FMD

ที่มากขึ้นหมายถึง หลอดเลือดมีการขยายตัวได้มาก ผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีค่า FMD ลดลงเมื่อเทียบกับวัยที่มีอายุน้อยกว่า เนื่องจากหน้าที่การทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือดที่ลดลง ปัจจัยที่ทำให้ค่า FMD ลดลงในผู้สูงอายุ ได้แก่ การสูบบุหรี่ การดื่มแอลกอฮอล์ ความเครียด การเข้าสู่วัยทองในผู้หญิง โรคเบาหวาน การรักษาโดยใช้รังสีบำบัด ไขมันในเลือดสูง ความดันโลหิตสูงผิดปกติ โรคอ้วนลงพุง พันธุกรรมและขาดการออกกำลังกาย เป็นต้น (Skaug,2018)

การดูแลผู้สูงอายุ (Elderly Care) จะมีหลายด้านที่สำคัญ ได้แก่ ด้านโภชนาการ ด้านการดูแลรักษาทางการแพทย์ ด้านการให้ยาหรือนำยาไปใช้และด้านการออกกำลังกาย เนื่องด้วยวัยนี้สุขภาพร่างกายมีความเสื่อมมากกว่าคนวัยอื่น ดังนั้น การออกกำลังกายจึงมีความสำคัญต่อร่างกายของผู้สูงอายุเป็นอย่างยิ่ง เพราะการออกกำลังกายทำให้ระบบหัวใจและหลอดเลือดทำงานดีขึ้น ซึ่งการออกกำลังกายของผู้สูงอายุมีความจำเพาะและแตกต่างกับการออกกำลังกายของวัยอื่นๆเนื่องจากสมรรถภาพร่างกายและความแข็งแรงในผู้สูงอายุลดลง การฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านถือเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการรักษากิจกรรมในชีวิตประจำวัน ในโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านนี้ ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ดีกว่าการฝึกแบบแอโรบิค (Pollock et al. 2000) และการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ระดับความเข้มปานกลางถึงสูงมาก ช่วยในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุ (American College of Sports Medicine,2009) มีรายงานว่าการฝึกที่ความเข้มข้นมากกว่า 65% ของ 1ครั้งในการยกได้สูงสุด เป็นระดับสำหรับการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญ (McDonagh and Davies,1984) ซึ่งการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านมีผลดีต่อค่า FMD เช่นกัน (Maiorana et al., 2000) แต่ยังมีบางรายงานการศึกษาพบว่าการฝึกโดยใช้แรงต้านเป็นประจำทำให้เกิดการของการแข็งตัวของหลอดเลือดเพิ่มขึ้น (Arterial Stiffness) ในกลุ่มวัยกลางคน (Bertovic et al., 1999; Miyachi et al., 2003) จึงเป็นที่น่าสนใจว่าจะนำแรงต้านมาฝึกในผู้สูงอายุโดยไม่เกิดผลเสียต่อหลอดเลือดได้อย่างไร

มีการศึกษาผลฉับพลันของการฝึกโดยใช้แรงต้านในกลุ่มคนที่ไม่ออกกำลังกายเป็นประจำพบว่าส่งผลให้ความดันโลหิตสูงขึ้นและค่า FMD ลดลง (Paditsaeree et al., 2018) ในขณะที่กลุ่มคนที่ออกกำลังกายเป็นประจำแม้จะมีการเพิ่มขึ้นของความดันโลหิตแต่ก็ไม่ได้ส่งผลเสียต่อ FMD (Buchanan et al.,2017) จึงเป็นที่น่าสนใจว่าจะนำแรงต้านมาฝึกในผู้สูงอายุอย่างไรไม่ให้เกิดผลเสีย เพราะผู้สูงอายุส่วนใหญ่ไม่ได้มีการออกกำลังกายเป็นประจำ

มีการศึกษาผลฉับพลันเกี่ยวกับการฝึกท่า Crunch Training พบว่ามีค่า FMD เพิ่มขึ้น และส่วนการศึกษาในท่า Leg Raise Training พบว่ามีค่า FMD ลดลงอย่างฉับพลัน (Mitranun and Phongsr., 2015) มีรายงานการศึกษาการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน (Acute Effects) ของค่า FMD และความดันโลหิตตัวบน ในการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านที่แตกต่างกันในความหนักและจำนวนครั้งที่แตกต่างกัน ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับการฝึกโดยแบ่งเป็นทั้งหมด 3 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มใช้น้ำหนักเบาจำนวนหลายครั้ง (Low-High trial; LH) ใช้น้ำหนักระดับกลางจำนวนปานกลาง (Moderate-Moderate trial; MM)และกลุ่มใช้น้ำหนักระดับหนักจำนวนครั้งน้อย (High-Low trial; HL) พบว่ากลุ่ม HL เป็นแบบเดียวที่ไม่ส่งผลให้ FMD ลดลงอย่างฉับพลันหลังการออกกำลังกาย นอกจากนี้กลุ่ม HL ยังมีค่าความดันโลหิตตัวบนขณะออกกำลังกาย และหลังออกกำลังกายของต่ำกว่ากลุ่ม LH และกลุ่ม MM ในกลุ่มคนอายุน้อย (Takuma et al., 2018) ดังนั้น ความแตกต่างของความหนักและจำนวนครั้งในการฝึกโดยใช้แรงต้าน อาจส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อค่า FMD ที่แตกต่างกันออกไป จะเห็นได้ว่าการฝึกแบบใช้น้ำหนักระดับหนักจำนวนครั้งน้อยไม่ส่งผลเสียต่อ FMD นอกจากนี้การฝึกดังกล่าวอาจนำมาใช้ในผู้สูงอายุได้ เนื่องมีการศึกษาพบว่าผลฉับพลันของการฝึกแบบแรงต้านที่มีความหนักระดับสูงที่ 80% ของ 1 RM ในกลุ่มผู้สูงอายุไม่ได้ทำให้ความดันสูงขึ้นมาก เมื่อเทียบกับกลุ่มคนอายุน้อย

มีการศึกษาพบว่าการออกกำลังกายแบบแรงต้านโดยการใช้น้ำหนักระดับหนักจำนวนครั้งน้อยส่งผลต่อความแข็งแรง ความทนทาน และพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อ ในระยะเวลาหกสัปดาห์ให้ผลดีเหมือนกับความหนักปานกลางและจำนวนครั้งปานกลาง (Goto,2004) อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานการศึกษาผลฉับพลันและผลระยะยาวของการฝึกแบบใช้น้ำหนักระดับหนักจำนวนครั้งน้อยในผู้สูงอายุ

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาการออกกำลังกายแบบแรงต้านในผู้สูงอายุโดยการใช้น้ำหนักเบาจำนวนหลายครั้งเทียบกับการใช้น้ำหนักระดับกลางจำนวนปานกลางและแบบใช้น้ำหนักระดับหนักจำนวนครั้งน้อยเพื่อศึกษาผลระยะสั้นและยาวต่อการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย FMD ความหนาของหลอดเลือดแดงที่คอ คลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้า ความเร็วคลื่นความดันเลือดแดงเนื่องจากยังไม่มีผลการศึกษา ในผู้สูงอายุและผลในระยะยาวมาก่อน

คำถามงานวิจัย

การออกกำลังกายแบบแรงต้านในผู้สูงอายุโดยการใช้น้ำหนักเบาจำนวนหลายครั้งเทียบกับการใช้น้ำหนักระดับกลางจำนวนปานกลางและแบบใช้น้ำหนักระดับหนักจำนวนครั้งน้อย ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย FMD ความหนาของหลอดเลือดแดงที่คอ คลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้า ความเร็วคลื่นความดันเลือดแดงแบบฉับพลันและระยะยาวหรือไม่

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแรงต้านในผู้สูงอายุโดยการใช้น้ำหนักเบาจำนวนหลายครั้งเทียบกับการใช้น้ำหนักระดับกลางจำนวนปานกลางและแบบใช้น้ำหนักระดับหนักจำนวนครั้งน้อย ในแบบฉับพลันและระยะยาวต่อการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย FMD ความหนาของหลอดเลือดแดงที่คอ คลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้า ความเร็วคลื่นความดันเลือดแดง

ความสำคัญของการวิจัย

1.ทราบถึงความแตกต่างระหว่างผลของการออกกำลังกายแบบแรงต้านในผู้สูงอายุโดยการใช้น้ำหนักเบาจำนวนหลายครั้งเทียบกับการใช้น้ำหนักระดับกลางจำนวนปานกลางและแบบใช้น้ำหนักระดับหนักจำนวนครั้งน้อย ในระยะสั้น ต่อ ตัวแปรทางชีววิทยา ตัวแปรออกกำลังกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพทางกายภาพ ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างและหน้าที่การทำงานหลอดเลือด

2.ทราบถึงความแตกต่างระหว่างผลของการออกกำลังกายแบบแรงต้านในผู้สูงอายุโดยการใช้น้ำหนักเบาจำนวนหลายครั้งเทียบกับการใช้น้ำหนักระดับกลางจำนวนปานกลางและแบบใช้น้ำหนักระดับหนักจำนวนครั้งน้อย ในระยะยาว ต่อตัวแปรทางชีววิทยา ตัวแปรออกกำลังกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพทางกายภาพ ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างและหน้าที่การทำงานหลอดเลือด

3.ทำให้ทราบถึงโปรแกรมการฝึกการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่เหมาะกับในผู้สูงอายุที่ดีต่อตัวแปรทางชีววิทยา ตัวแปรออกกำลังกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพทางกายภาพ ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างและหน้าที่การทำงานหลอดเลือด

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเป็นผู้สูงอายุ อายุระหว่าง 60-70 ปี ผู้เข้าร่วมงานวิจัยถูกสุ่มคัดเลือกแบ่งเป็น 3 กลุ่มที่มีสัดส่วนจำนวน อายุ และเพศเท่ากัน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1. กลุ่มควบคุม
2. กลุ่มใช้น้ำหนักเบาจำนวนหลายครั้ง
3. กลุ่มใช้น้ำหนักระดับกลางจำนวนปานกลาง
4. กลุ่มใช้น้ำหนักระดับหนักจำนวนครั้งน้อย

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ แบ่งเป็นดังนี้

1.1 การออกกำลังกายแบบแรงต้านโดยใช้น้ำหนักเบาจำนวนหลายครั้ง

1.2 การออกกำลังกายแบบแรงต้านโดยใช้น้ำหนักระดับกลางจำนวนปานกลาง

1.3 การออกกำลังกายแบบแรงต้านโดยใช้น้ำหนักระดับหนักจำนวนครั้งน้อย

2. ตัวแปรตามคือ

2.1 ตัวแปรทางชีววิทยา ได้แก่ น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย ความดันโลหิต

2.2 ตัวแปรออกกำลังกายที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพทางกายภาพ เช่นมวลไขมัน ไขมันในร่างกาย มวลกล้ามเนื้อ

2.3 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างและหน้าที่การทำงานหลอดเลือด เช่น FMD ความหนาของหลอดเลือดแดงที่คอ คลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้า ความเร็วคลื่นความดันเลือดแดง

นิยามศัพท์เฉพาะ

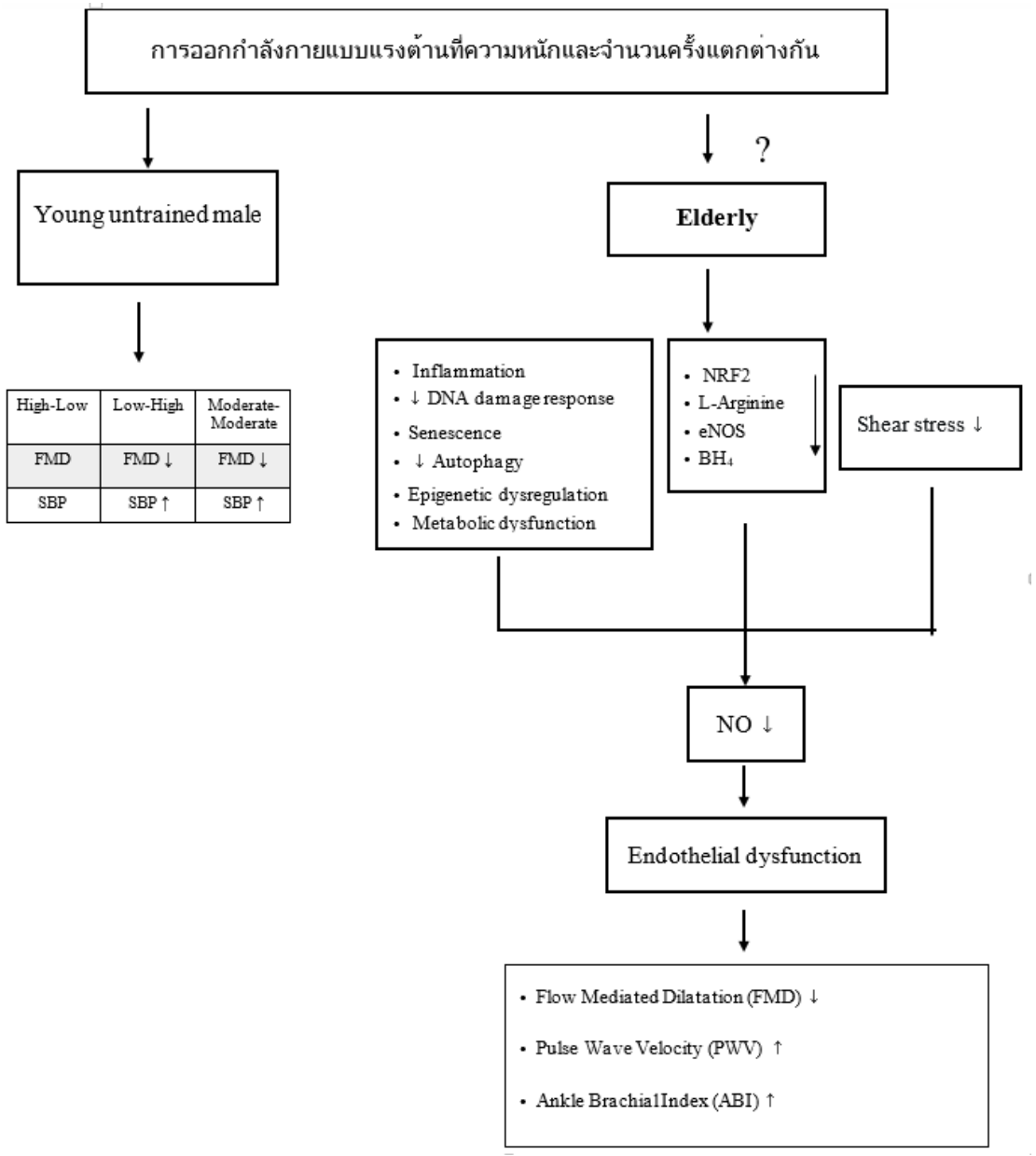
1. ผู้สูงอายุ หมายถึงบุคคลที่มีอายุ 60-70 ปี

2. ออกกำลังกายแบบแรงต้านโดยใช้น้ำหนักเบาจำนวนหลายครั้ง หมายถึง การฝึกแบบความหนักเบาจำนวนหลายครั้ง ที่จำนวน 40 ครั้ง ทั้งหมด 5 เซต ที่ความหนัก 30% ของ1RM

3. การออกกำลังกายแบบแรงต้านโดยใช้น้ำหนักระดับกลางจำนวนปานกลาง หมายถึง การฝึกแบบความหนักปานกลางจำนวนครั้งปานกลาง ที่จำนวน 10 ครั้ง ทั้งหมด 5 เซต ที่ความหนัก 70% ของ1RM

4. ออกกำลังกายแบบแรงต้านโดยใช้น้ำหนักระดับหนักจำนวนครั้งน้อย หมายถึงการฝึกแบบความหนักมากจำนวนครั้งน้อย ที่จำนวน 3 ครั้ง ทั้งหมด 5 เซท ที่ความหนัก 85% ของ1RM โดยที่ระยะพักระหว่างรอบในแต่ละกลุ่มเป็นเวลา 60 ,60 และ 180 วินาที

กรอบแนวคิดงานวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดงานวิจัย Conceptual Framework

สมมติฐานในการวิจัย

การออกกำลังกายแบบแรงต้านในผู้สูงอายุโดยการใช้น้ำหนักเบาจำนวนหลายครั้งเทียบกับการใช้น้ำหนักระดับกลางจำนวนปานกลางและแบบใช้น้ำหนักระดับหนักจำนวนครั้งน้อยให้ผลแตกต่างกันในระยะสั้นและระยะยาวต่อการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย FMD ความหนาของหลอดเลือดแดงที่คอ คลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้า ความเร็วคลื่นความดันเลือดแดง

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้า รวบรวมเอกสาร และตำราวิชาการที่มีรายละเอียดของเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง และนำมาเรียบเรียงไว้ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ผู้สูงอายุ
   - ความหมายของผู้สูงอายุ
   - แนวโน้มของผู้สูงอายุ
   - ความเสื่อมถอยของร่างกายผู้สูงอายุ
2. เซลล์บุผนังหลอดเลือด
   - หน้าที่ของเซลล์บุผนังหลอดเลือด
   - การประเมินหน้าที่การทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือด
   - ปัจจัยที่ส่งผลต่อ Flow Mediated Dilatation (FMD)
   - กลไกของ Flow Mediated Dilatation (FMD)
3. การออกกำลังกาย
   - หลักการออกกำลังกายโดยทั่วไป
   - หลักการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   - งานวิจัยในประเทศ
   - งานวิจัยต่างประเทศ

1. **ผู้สูงอายุ**

ความหมายของผู้สูงอายุ

องค์การอนามัยโลก (The World Health Organization : WHO) ใช้คำว่า “elderly” สำหรับเรียกผู้สูงอายุ และได้รับความหมายว่า ผู้สูงอายุ คือ ผู้ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป เหมือนกับความหมายขององค์การสหประชาชาติ และพิจารณาออกมาเป็นช่วงอายุ ผู้สูงอายุสามารถแบ่งออกเป็น 3 ช่วงวัย คือ ผู้สูงอายุวัยต้น (อายุ 60-69 ปี) ผู้สูงอายุวัยกลาง (อายุ 70-79 ปี) และผู้สูงอายุวัยปลาย (อายุ 80 ปีขึ้นไป) (สำนักส่งเสริมและพิทักษ์ผู้สูงอายุ, 2552)

แนวโน้มของผู้สูงอายุ

ปัจจุบันประเทศไทยมีแนวโน้มประชากรผู้สูงอายุที่ เพิ่มขึ้น โดยพบว่ามีจำนวนผู้สูงอายุ รวมทั้งสิ้น 7,537,000 คน คิดเป็นร้อยละ 11.8 ของประชากร ซึ่งคาดการณ์ว่าในปี 2563 จำนวนผู้สูงอายุจะเพิ่มขึ้นเป็น 11 ล้านคน หรือร้อยละ17 ของประชากรไทยทั้งประเทศ และคาดว่าในอีก 14 ปีข้างหน้า คือปี 2576 ประชากรผู้สูงอายุ 60 ปีขึ้นไปในประเทศไทยจะมีถึง 19 ล้านคน เท่ากับร้อยละ 30 ของประชากรทั้งประเทศ ซึ่งตามคำนิยามขององค์การสหประชาชาติ (United Nation: UN) กำหนดไว้ว่าประเทศใดมีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไป สัดส่วนเกินร้อยละ 10 ของประชากรทั้งประเทศ ถือว่าประเทศนั้นได้ก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Aging Society) แล้ว และจะเป็นสังคมผู้สูงอายุโดยสมบูรณ์เมื่อมีสัดส่วนประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปเพิ่มเป็นร้อยละ 28 ของประชากรทั้งประเทศในปี 2574 ประเทศไทยจึงนับได้ว่าก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุแล้ว และ ประเทศไทยกำลังเข้าใกล้การเป็นสังคมผู้สูงอายุอย่างสมบูรณ์ (Completely Aged Society) ในราวปี พ.ศ. 2564 และในอีก 20 ปีข้างหน้า คาดว่า ประเทศไทยจะมีสัดส่วนของผู้สูงอายุประมาณ 1 ใน 3 ของ ประชากรทั้งประเทศ นั่นคือการเข้าสู่สังคมสูงอายุระดับสุดยอด (Super-Age Society) (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2560) จึงทำให้เห็นว่าในอนาคตเมื่อสังคมไทยมีผู้สูงอายุมากขึ้น ความต้องการการดูแลระยะยาวสำหรับผู้สูงอายุก็จะเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน (มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย, 2555)

ความเสื่อมถอยของร่างกายผู้สูงอายุ

จากการสำรวจสวัสดิการและอนามัย พ.ศ. 2558 พบว่า ประมาณครึ่งหนึ่งของผู้สูงอายุ (60 ปีขึ้นไป) มีโรคเรื้อรังหรือโรคประจำตัว (เช่น เบาหวาน ความดันเลือดสูง) 36.8% ของผู้สูงอายุชายและ 42.3% ของผู้สูงอายุหญิงมีโรคเรื้อรังหรือโรคประจำตัว มากกว่า 2 โรคขึ้นไป (วิเคราะห์จากข้อมูลการสำรวจอนามัยและสวัสดิการ พ.ศ. 2558) และมีการสำรวจสถานการณ์ปัญหาสุขภาพผู้สูงอายุไทย ในปี 2556 โดยแผนงานส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุและ ผู้พิการ สำรวจผู้สูงอายุใน 28 จังหวัด จำนวน 13,642 คน พบว่าผู้สูงอายุที่อยู่ในภาวะติดเตียงมีประมาณร้อยละ

1.5 หมายถึง ผู้สูงอายุที่ไม่สามารถทำกิจวัตรประจำวันได้ด้วยตนเอง และอีกร้อยละ 19.0 เป็นผู้สูงอายุที่อยู่ในภาวะติดบ้าน หมายถึง สามารถทำกิจวัตรประจำวันได้ด้วยตนเอง แต่มีปัญหาการเคลื่อนที่เมื่อต้องออกไปนอกบ้าน จึงไม่สะดวกที่ จะออกนอกบ้านะผู้สูงอายุส่วนมากคิดเป็นร้อยละ 79.5 อยู่ในสภาวะติดสังคม และยิ่งผู้สูงอายุมีอายุเพิ่มมากขึ้นก็จะเกิดความเสี่ยงสูงขึ้นต่อการเป็นโรคเรื้อรังหรือโรคประจำตัว โรคเรื้อรังที่พบมากในผู้สูงอายุ ได้แก่ โรคความดันโลหิตคิดเป็นร้อยละ 41.4 โรคเบาหวานคิดเป็นร้อยละ 18.2 โรคหัวใจคิดเป็นร้อยละ 7.0 และโรคข้อเข่าเสื่อมคิดเป็นร้อยละ 8.6 เป็นต้น (สำนักงานส่งเสริมและพัฒนานันทนาการ, 2551)

การเปลี่ยนแปลงของผู้สูงอายุ

การเปลี่ยนแปลงด้านร่างกาย ระบบต่างๆ ทำงานได้ลดลง ส่งผลให้ร่างกายเสื่อมถอยลงดังนี้ ร่างกายภายนอก ผิวหนังเหี่ยวย่น มีกระ ผมบางเปลี่ยนเป็นสีเทาหรือสี ขาว หลังโกง เกิดเคลื่อนไหวร่างกายได้ช้าลง กำลังน้อยลง อวัยวะรับความรู้สึกจะเป็นอวัยวะอันดับแรก ๆ ที่เสื่อม เช่น ผนังเส้นเลือดแดง ในหูแข็งตัว ทำให้ได้ยินเสียงไม่ชัดเจน หรือการเปล่งเสียงของผู้สูงอายุจะไม่มีพลัง เนื่องจากกระดูกอ่อนบริเวณกล่องเสียงแข็งตัวและขาดความยืดหยุ่น ขณะที่การบด เคี้ยวลำบากขึ้นเพราะเหงือกร่น รากฟันโผล่พ้นขอบเหงือก ทำให้ฟันผุและเสียวฟันได้ง่าย รวมไปถึงกระดูกที่ผุกร่อนและกล้ามเนื้อที่ลีบเล็กลง

การเปลี่ยนแปลงในระบบผิวหนังผิวหนังของผู้สูงอายุจะบางลง และมีรอยย่นเนื่องจากน้ำและไขมันใต้ผิวหนัง เส้นใยอีลาสติน และคอลลาเจนลดลง ทำให้ผิดขาดความยืดหยุ่นและแห้งขึ้น มีจุดตกกระ (Lentigosenillis) ตามบริเวณใบหน้า แขนและหลังมือ อันเนื่องมาจากการสะสมของรงควัตถุสีดำหรือสีน้ำตาล เส้นผมมีสีขาวหรือสีเทาเนื่องจากการสร้างเมลานินลดลง และ การไหลเวียนเลือดไปเลี้ยงหนังศีรษะได้ลดลง ทำให้ ผู้สูงอายุผมร่วงและบางลงจากเดิม และผู้สูงอายุมีขนาดของรูของต่อมไขมันขยาย ใหญ่ขึ้นแต่ปริมาณของไขมันลดลง ร้อยละ 50 ทำให้ผิวหนังแห้งและทำให้ผู้สูงอายุมีอาการคัน ผิวหนังตามมา (ประเสริฐ อัสสันตชัย, 2552)

การเปลี่ยนแปลงในระบบกล้ามเนื้อและกระดูก กล้ามเนื้อในผู้สูงอายุจะมีจำนวนและขนาดเส้นใยลดลง การทำงานของเอนไซม์ในกลา้มเนื้อลดลง ปริมาณของไกลโคเจน และโปรตีนที่สะสมในกลา้มเนื้อลดลงตามขนาดของกลา้มเนื้อทำทำให้ร่างกายของผู้สูงอายุเสียสมดุล ส่งผลทำให้กล้ามเนื้อมีอาการสั่น เนื่องจากระบบเอกซ์ตร้าพัยรามิดัล (Extrapyramidal system)เสื่อมสภาพ เอ็นแข็งตัวท าให้รีเฟล็กซ์ลดลงและทา ใหกล้ามเนื้ออาจมีอาการแข็งเกร็งได้ นอกจากนี้ขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ ที่ลดลงในผู้สูงอายุอาจเกิดจากการไม่ได้เคลื่อนไหว ของกล้ามเนื้อเป็นเวลานาน ๆ เป็นเหตุให้มีการฝ่อลีบของกล้ามเนื้อ (ประเสริฐ อัสสันตชัย, 2552)

สำหรับเพศหญิงฮอร์โมนเอสโตรเจน (Estrogen) ซึ่งทำหน้าที่กระตุ้นการทำงานของ เซลล์กระดูก (Osteoblast) ลดลงหลังวัยหมดประจำเดือน จึงส่งผลให้แคลเซียมมีการสลายออกจากกระดูกร้อยละ 2.5 ต่อปีทำให้กระดูกบางและพรุนได้ (วิไลวรรณ ทองเจริญ,2548) ความยาวของกระดูกสันหลังลดลงเนื่องจากหมอนรองกระดูกบางลง กระดูกสันหลังเสื่อม หลังค่อมหรือ เอียงทำให้กระดูกเคลื่อนกดทับเส้นประสาท

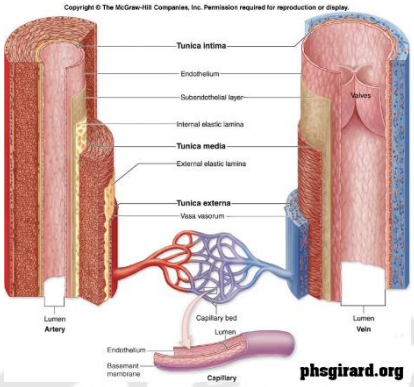
การเปลี่ยนแปลงในระบบหัวใจและหลอดเลือด การเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อหัวใจในผู้สูงอายุเป็นผลมาจากการสะสมของไขมัน การเปลี่ยนแปลงของเซล์ลกล้ามเนื้อหัวใจจะทำ ให้กิดการฝ่อหรือการหนาตัวของกล้ามเนื้อหัวใจขึ้นซึ่งการหนาตัวของกล้ามเนื้อหัวใจพบที่หัวใจ ห้องล่างซ้ายเป็นส่วนใหญ่ (Meiner, 2006) ลิ้นหัวใจในผู้สูงอายุจะมีการหนาตัว แข็งจัวขึ้นและมีการเพิ่มของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน มี่แคลเซียมไปเกาะที่ลิ้นหัวใจเพิ่มขึ้น ในส่วนของลิ้นหัวใจเออร์ติค(Aortic valve)จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว มีผลกระทบต่อความสามารถในการบีบตัวของหัวใจโดยหัวใจ ต้องทำงานหนักมากขึ้น ผนังหลอดเลือดมีความยืดหยุ่นน้อยลง เพราะมีเส้นใยคอลลาเจนมากขึ้นมี การเชื่อมกันตามขวางทำให้เกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็งตัว (Miller, 2009) หลอดเลือดดำมีการหนาตัวขึ้น อีลาสตินลดลงเมื่ออายุมากขึ้น หลอดเลือดดำ ที่ขามีการหนาตัวส่งผลทำ ให้การไหลเวียนเลือด จากส่วนปลายกลับ เข้าสู่หัวใจลดลง (วศิน พุทธาวี, 2546, น. 357)

การเปลี่ยนแปลงด้านจิตใจ ที่พบบ่อยในวัยสูงอายุ คือ การรับรู้ ซึ่งผู้สูงอายุมักยึดติดกับความคิดและเหตุผลของตนเอง จำเหตุการณ์ปัจจุบันไม่ได้ หลง ๆ ลืม ๆ และชอบย้ำคำถาม เรียนรู้สิ่งใหม่ได้ยากเพราะไม่มีความมั่นใจในการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์ อาจจะมีอาการซึมเศร้า หงุดหงิด ขี้ระแวง วิตกกังวล โกรธง่าย เอาแต่ใจตนเอง มักจะคิดซ้ำซาก ลังเลหวาดระแวง หมกมุ่นเรื่องของตนเอง ทั้งเรื่องในอดีตและอนาคต กลัวลูกหลานทอดทิ้ง ผู้สูงอายุมักสนใจเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับตนเองมากกว่าเรื่องของผู้อื่น รวมถึงสนใจสิ่งแวดล้อมน้อยลง

การเปลี่ยนแปลงด้านสังคม ได้แก่ ภาระหน้าที่และบทบาททางสังคมลดน้อยลง ทำให้ผู้สูงอายุห่างจากสังคม และคนส่วนใหญ่มักมองว่าผู้สูงอายุมีสมรรถภาพและความสามารถลดน้อยลง จึงไม่ให้ความสำคัญหรือใส่ใจมากนัก และยังเปลี่ยนแปลงบทบาทจากการเป็นผู้นำครอบครัว กลายเป็นเพียงผู้อาศัยหรือเป็นสมาชิกของครอบครัวเท่านั้น และเมื่อสมรรถภาพร่างกายลดลง ทำให้ความสามารถในการช่วยเหลือตัวเองหรือกิจวัตรประจำวันเป็นไปได้ยากลำบาก จะส่งผลกระทบต่อจิตใจ เกิดความไม่มั่นใจในตนเอง หดหู่กับสภาพตัวเอง อีกทั้งยัง ทำให้ผู้สูงอายุไม่กล้ามีสังคมหรือมีกิจกรรมร่วมกับผู้อื่น (กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2556. คู่มือแนวทางการอบรมดูแลผู้สูงอายุ)

2. เซลล์บุผนังหลอดเลือด

หลอดเลือดแดง (Arteries) มีลักษณะโครงสร้าง ประกอบด้วยชั้นต่างๆ ที่สำคัญ



ภาพประกอบ 2 รูปภาพแสดงลักษณะโครงสร้างของหลอดเลือด

(กำพล เลาหเพ็ญแสง, 2542) ดังนี้

ชั้นในสุด (Intima) จะมีความยืดหยุ่น (Internal Elastic Membrance) ทำให้เลือดไหลได้สะดวกในสภาวะปกติ ประกอบด้วยกล้ามเนื้อเรียบบางๆ เป็นเดียวกันซึ่งบางครั้งจะรวมตัวกับเอ็นโดมีเลี่ยม มีลักษณะเป็นแกนยาวเรียงตัวกันชั้นเดียวบุรอบภายในหลอดเลือดเซลล์เรียงตัวกันในแนวยาว (Longitudinal) แยกออกจากชั้นกลาง

ชั้นกลาง (Media) เป็นแกนสำคัญของหลอดเลือดแดง ประกอบด้วยกล้ามเนื้อเรียบและเนื้อเยื่อประสาทพวกคอลลาเจนหรืออีลาสติน (Elastic) และโปรตีโอกลัยแคน ซึ่งจะเรียงตัวกันในแนวเส้นรอบวง (Circumferential) เป็นตัวแยกจากชั้นนอกสุด โดยจะรับเลือดมาจากเส้นเลือดเล็กๆ (Vasa Vasorum) ที่หล่อเลี้ยงผนังของเส้นเลือดชั้นใน แยกจากชั้นนอกสุด โดยมีแถบบางๆ กั้น (External Elastic Membrance)

ชั้นนอกสุด (Adventitia) ประกอบด้วยชั้นของเนื้อเยื่อเส้นใยเป็นส่วนใหญ่ ถัดเข้าไปเป็นชั้นของเส้นใยยืดหยุ่น หลอดเลือดอาร์เทอรีบางส่วนมีกล้ามเนื้อเรียบเรียงตัวตามยาวบ้างเล็กน้อย

ซึ่งในปัจจุบันที่พบโรคที่เกี่ยวกับหลอดเลือดบ่อยและเกิดกับหลอดเลือดได้เกือบทุกตำแหน่ง ได้แก่ หลอดเลือดตีบ หลอดเลือดอักเสบ และหลอดเลือดแข็งตัวหรือเสียความยืดหยุ่น หากรู้ช้าจะทำให้ยากต่อการรักษาได้ (White., 1989)

เซลล์บุผนังหลอดเลือด

เซลล์บุผนังหลอดเลือด (Endothelium Cells) เป็นเซลล์ที่อยู่ชั้นในสุดของหลอดเลือด ซึ่งจะมีเลือดไหลผ่านอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเกาะอยู่ด้านบนของเซลล์กล้ามเนื้อเรียบหรือหลอดเลือดชั้นกลาง (วิเชียร ทองแดงและสมชาย เอี่ยมอ่อง, 2540) มีบทบาทสำาคัญในกระบวนการทำางานของร่างกายที่หลากหลาย หน้าที่สำคัญของ เซลล์บุผนังหลอดเลือด คือ เป็นตัวกั้นระหว่างของเหลวใน หลอดเลือดและนอกหลอดเลือด เพื่อรักษาสภาวะแวดล้อมหรือสมดุลที่เหมาะสมสำหรับการทำางานของ ระบบต่างๆ ในร่างกาย ซึ่งเซลล์บุผนังหลอดเลือดมีผลต่อความดันเลือด โลหิต อัตราการไหลของเลือด ความเค้นเฉือน (Shear Stress) และการยืดหยุ่นของหลอดเลือด (สัญญา ร้อยสมมุติ, 2556) ปัจจุบันผลงานวิจัยหลายชิ้น แสดงบทบาทหน้าที่ของเซลล์เอนโดธีเลียลในหลาย กระบวนการ โดยการตอบสนองต่อสิ่งเร้าต่างๆ ทั้งโดยตรงและโดยอ้อมด้วยการส่งสัญญาณไปยัง เซล์ลอื่น (Cines DB et al.1998, Rajendran P,, et al.,2013)

หน้าที่ของเซลล์บุผนังหลอดเลือด

เซลล์บุผนังหลอดเลือด มีหน้าที่หลากหลาย มีสมบัติต้านการแข็งตัวของเลือด ต้านการอักเสบ ต้านการทำางานของเกล็ดเลือด และเสริมการขยายหลอดเลือด โดยมีการตอบสนองต่อการกระตุ้น (สุดาวดี คงขำ,2560) มีรายละเอียดดังนี้

- เปลี่ยนแปลงสารและสร้างสารต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเซล์ล
- เป็นตัวกั้นระหว่างหลอดเลือดชั้นในกับหลอดเลือดชั้นกลาง
- ควบคุมการหดและการขยายของหลอดเลือด ด้วยการสื่อสารกันของเซลล์ที่ประกอบเป็นผนังหลอดเลือด
- มีส่วนร่วมในกลไกการ อักเสบ โดยการสร้างสารต่างๆ เมื่อเกิดการ กระตุ้นหรือโจมตี (insult) และส่งเสริมการอักเสบ (pro-inflammatory) โดยการสร้างสารต่างๆ
- ควบคุมการจับตัวโปรตีนให้เป็นก้อนลิ่มและสลายไฟบริน
- การปรับ (Modulate) การเกิดลิ่มในหลอดเลือด (Thrombosis) โดยเซลล์บุผนังหลอดเลือด
- ควบคุมการขนส่งน้ำและสารละลายระหว่างช่องว่างในการไหลเวียนเลือด และช่องว่างของเนื้อเยื่อ

เซลล์บุผนังหลอดเลือดมีบทบาทในกระบวนการห้ามเลือดซึ่งช่วยรักษาสถานะของเหลวของเลือด (blood fluidity) ไว้โดยควบคุมการแข็งตัวของเลือด (coagulation) การสลายลิ่มเลือด (fibrinolysis) และการทำางานของเกล็ดเลือด (วิทิต มิตรานันท์, 2552; Libby P,2012) จากที่กล่าวมาข้างต้นหากเกิด ความผิดปกติของเซลล์บุผนังหลอดเลือด ไม่ว่าจะเป็นการอักเสบ

การแข็งตัว ของหลอดเลือด หรือหลอดเลือดตีบ ล้วนแล้วแต่เป็นผลสำคัญที่ก่อให้เกิดโรคหลอดเลือดซึ่งถือว่าเป็นภาวะแทรกซ้อนทางหลอดเลือดที่สำคัญของโรคต่างๆการประเมินเซลล์บุผนังหลอดเลือดและหน้าที่การทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือด

การประเมินเซลล์บุผนังหลอดเลือด

การประเมินเซลล์บุผนังหลอดเลือด (Endothelial Function) แบ่งได้เป็น 2 ประเภท แบบรุกรานและแบบไม่รุกราน โดยแบบรุกรานคือการใส่สารเพื่อให้หลอดเลือดบีบและวัดการตอบสองนองด้วยอัลตร้าซาว์นความถี่สูง หรือลวดวัดปริมาณและความเร็วของเลือด (stain guage plethysmography) ในส่วนของแบบไม่รุกรานมีหลายวิธี ได้แก่ Forearm Blood Flow (FBF) เป็นการวัดการไหลของเลือดที่จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการกระตุ้น Plase wave analysis (PWA)โดยวัดความดันลูกตาขณะนอนราบ โดยให้สูดดมยาผ่อนคลายกล้ามเนื้อเรียบ และ Flow Mediated Dilatation (FMD) เป็นการวัดการขยายของเส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดเลือด เพื่อวัดการเพิ่มของ Shear Stress, Acetylcholine, Bradykinin, Serotonin หรือ Substance P เมื่อทำให้กล้ามเนื้อขาดเลือดเป็นระยะเวลาไม่นาน โดยใช้เครื่องวัดความดันรัดบริเวณแขนท่อนล่างเป็นเวลา 5 นาที รัดเพื่อวัดการไหลของเลือดที่เพิ่มขึ้น และวัดการขยายตัวของหลอดเลือด เป็นการประเมินการตอบสนองของหลอดเลือดมีทั้งการกระตุ้นทางเคมีและทางกายภาพ และการประเมินจะเป็นประโยชน์ในการบ่งชี้ถึงการทำงานของหลอดเลือด และสามารถบอกความเสี่ยงต่อการเกิดโรคที่เกี่ยวกับโรคหัวใจและหลอดเลือดต่อไปได้

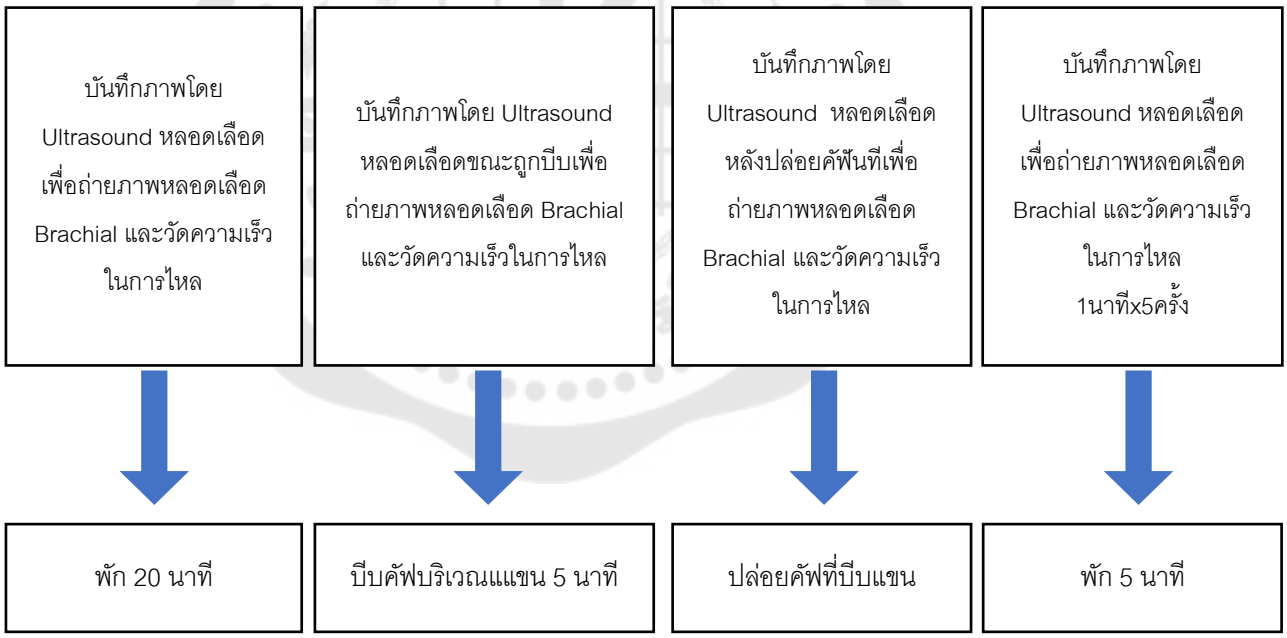
หน้าที่การทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือด

การศึกษาการทำลายเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือดในสัตว์ทดลองและในมนุษย์มีหลายวิธี ได้แก่ การศึกษาการสูญเสียหน้าที่ในการหดขยายตัวของหลอดเลือด การเกาะติดของเม็ดเลือดขาวบนผิวหลอดเลือด ความผิดปกติในการสร้างสารสื่อ (Mediators) ต่างๆ เช่น ไนตริกออกไซด์ (Nitric Oxide; NO) แบรดดีไคนิน (Bradykinin) เอนโดทีลิน (Endothelin) การสร้างแผ่นลิ่มเลือด (Platelet-thrombus) และการแทรกผ่านของเซลล์ (Cell infiltration) เพิ่มขึ้น เป็นต้น โดยการการประเมินโดยไม่ต้องทำการเจาะเลือด (Non- invasive method) (Fernando, 2005) การตรวจด้วยเครื่องอัลตราซาวด์ถือเป็นวิธีการหนึ่งในการตรวจหลอดเลือดแดงที่ไม่ยุ่งยากและเป็นที่นิยม โดย

จะใช้วิธีการปิดกั้น (Post occlusive reactive hyperemia; PORH) จะใช้คัฟฟ์ปิดกั้นตรงบริเวณเส้นเลือดแดง (Artery) ที่แขนขวาไว้ 5 นาที จากนั้นจึงคลายคัฟฟ์ออก ซึ่งวิธีการนี้สามารถทำให้ทราบถึงความสามารถในการตอบสนองของเซลล์บุผนังหลอดเลือดของหลอดเลือดแดงขนาดเล็กได้ (Microvasculature)

วิธีการวัดค่า Flow Mediated Dilatation (FMD)

โดยการวัด FMD จะวัดที่เส้นเลือดเบรเคี่ยล บริเวณแอนทิคูบิทอลฟอสซา (Antecubital Fossa) ก่อนทำการวัดผลให้ผู้สูงอายุนอนพัก เพื่อปรับอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักเป็นเวลา 10 นาที แล้วจึงทำการวัดความดันโลหิตก่อนการวัดผลหลังจากนั้นบันทึกภาพของหลอดเลือดเบรเคี่ยลบริเวณแอนทิคูบิทอลฟอสซา (Antecubital Fossa) วัดในระนาบทางยาว (Longitudianl Plane) เป็นเวลา 1 นาทีจากนั้นใช้คัฟฟ์รัดบริเวณปลายแขนด้านขวา (Right Forearm) แล้วบีบเครื่องวัดความดันแบบตั้งโต๊ะ บีบให้ค่าความดันโลหิตตัวบนสูงกว่าค่าความดันโลหิตก่อนวัดผล 50 มิลลิเมตรปรอท บีบค้างไว้เป็นเวลา 5 นาที โดยที่คัฟฟ์ เป็นตัวปิดกั้นเลือดระหว่างที่ทำมีการบันทึกภาพตลอดจากนั้นปล่อยลมออกทันที บันทึกภาพต่อ เป็นเวลา 5 นาที และนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกวีดีโอ นำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ขนาดหลอดเลือดเบรเคี่ยล (Brachial Analyzer Program)



ภาพประกอบ 3 แผนภาพแสดงวิธีการวัดค่า Flow Mediated Dilatation (FMD)

$$FMD = \frac{D_{max} - D_{min}}{D_{min}} \times 100$$

D_{max} = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหลอดเลือด brachial สูงสุดหลังปล่อยคัฟ

D_{min} = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหลอดเลือด brachial ขณะพัก

วิธีการวัดค่า Pulse Wave Velocity (PWV) และ Ankle Brachial Index (ABI)

การวัดความเร็วคลื่นความดันเลือดแดง Pulse Wave Velocity (PWV) เป็นดัชนีชี้วัดทางคลินิกสำหรับการตรวจประเมินโรคหลอดเลือดแดงแข็ง และ เป็นการพยากรณ์ความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ดังนั้นจึงมีการนาPWV มาใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นวิธีการตรวจประเมินหลอดเลือดแดงชนิดไม่รุกราน (Non-Invasive) ราคาไม่แพงและได้ค่าที่มีความแม่นยำ หากหลอดเลือดแดงที่มีการสูญเสียความยืดหยุ่นจะส่งผลให้ค่าที่ได้จากการวัดความเร็วการเคลื่อนที่ของ PWV เคลื่อนที่ ได้เร็วขึ้น เป็นที่ทราบกันดีว่า PWV มีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุและพบในผู้สูงอายุที่มีความดันโลหิตสูงและไขมันในเลือดสูง

การวัด Brachial Ankle Pulse Wave Velocity (baPWV) คลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้า การวัดนี้ทำได้โดยจะวัดความดันหลอดเลือดที่ข้อเท้าและแขนในขณะที่ผู้ป่วยอยู่ในท่านอนราบแล้วจะนำไปสู่การประมวลผลเป็นค่าดัชนีหรือโดยนำความดันในหลอดเลือดแดงของแขนและขามาหาอัตราส่วนซึ่งดัชนีนี้เรียกว่า Ankle Brachial Index หรือมีชื่อย่อว่า ABI ค่าดัชนีดังกล่าวสามารถวัดว่าหลอดเลือดแดงที่เลี้ยงแขนหรือขามีการอุดตันหรือไม่มากน้อยเพียงใด การวัดนี้เป็นการประเมินผู้ที่มีหลอดเลือดอุดตันที่ขาได้ตั้งแต่ระยะแรกๆ นอกจากนั้นพบว่าการที่มีหลอดเลือดอุดตันที่ขามักพบร่วมกับการอุดตันในหลอดเลือดที่เลี้ยงหัวใจและสมองด้วยดังนั้นการวัดที่มีค่าที่ผิดปกติก็บ่งได้ว่าท่านเป็นผู้มีโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจขาดเลือดและสมองขาดเลือดได้

วิธีการวัดค่า Carotid Intima Media Thickness (CIMT)

การวัด Carotid Intima Media Thickness (CIMT) เป็นการตรวจวัดความหนาของหลอดเลือดแดงที่คอ ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคอัมพฤกษ์ อัมพาต กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด วิธีการ CIMT จะวัดโดยใช้ใช้เครื่องอัลตราซาวน์ที่ใช้ความถี่แตกต่างจากเครื่องอัลตราซาวน์ทั่วไป จึงทำให้เครื่องมือนี้มีความละเอียดเฉพาะที่วัดค่าความหนาของหลอดเลือดหรือคราบไขมันที่พบได้ ซึ่งตำแหน่งที่วัดจะอยู่ที่หลอดเลือดแดงใหญ่บริเวณคอ ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ต้องสอดใส่อุปกรณ์ใดๆ เข้าไปร่างกายให้เกิดความเจ็บปวด ไม่เสี่ยงต่อการสัมผัสรังสีในการตรวจวัด มีความปลอดภัยสูง เพียง

ทาเจลเหมือนการตรวจอัลตราซาวน์ทั่วไป ส่วนความแม่นยำและความไวในการตรวจนั้นประมาณร้อยละ 70 ขึ้นกับประสบการณ์ของผู้ทำและเทคนิคการตรวจวัดเฉพาะบุคคลที่เชี่ยวชาญของอายุรแพทย์ระบบหัวใจ หรือ รังสีแพทย์ ในประเทศไทย มักใช้เครื่องนี้ในการคัดกรองที่โรงพยาบาลเอกชนมากกว่าโรงพยาบาลของรัฐ ซึ่งมีค่าใช้จ่ายที่สูงสมควรในการดำเนินการ

3. การออกกำลังกาย

หลักการออกกำลังกายทั่วไป (ACSM, 2006)

องค์ประกอบของการออกกำลังกายประกอบด้วย 3 ประเภท ได้แก่

- การอบอุ่นร่างกาย ความเหมาะสมของการอบอุ่นร่างกายสามารถช่วยปรับปรุงสมรรถภาพและลดอันตรายจากการขาดเลือดมาเลี้ยงและการเสียจังหวะการเต้นของหัวใจ

- ช่วงที่มีการกระตุ้น เป็นช่วงที่มีการออกกำลังกายโดยจะเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกหรือการออกกำลังกายโดยใช้แรงต้าน

- การผ่อนคลาย จะให้ประโยชน์ในการช่วยกำจัดของเสียที่มาจากขบวนการเผาผลาญออกจากกล้ามเนื้อ

การอบอุ่นร่างกายและการผ่อนคลายเป็นช่วงของขบวนการเผาผลาญและระบบปอดและหัวใจปรับตัวจากพักไปเป็นการออกกำลังกายและการออกกำลังกายไปสู่ขณะพัก ดังนั้นชนิดที่เหมาะสมที่สุดของการอบอุ่นร่างกายและการผ่อนคลาย คือกิจกรรมที่คล้ายกับสภาพของกิจกรรมที่กระตุ้น โดยทำที่ความหนักประมาณ 50% ของความหนักที่กระตุ้น การอบอุ่นร่างกายและการผ่อนคลายควรจะทำประมาณ 5-15 นาที ขึ้นอยู่กับอายุและความเสี่ยงของแต่ละบุคคล

การเพิ่มความหนักของโปรแกรม (ACSM, 2006) โดยทั่วไปแบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่

1. ระยะเริ่มต้น (Initiation stage) ความหนักที่เหมาะสมอยู่ในช่วงของ 40% ของ VO2reserve ระยะเวลา 12 นาที จนถึง 40 นาที

2. ระยะการปรับปรุง (Improvement stage) จะมีการเพิ่มขึ้นของความหนัก ระยะเวลา โดยทั่วไปความถี่และระยะเวลาจะไม่เพิ่มในสัปดาห์แรก

3. ระยะการรักษาสภาพ (Maintenance stage) จะคงการฝึกไว้ที่ระดับความหนัก 65-75% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ความถี่ 3 วันต่อสัปดาห์ เวลาที่ใช้ในการออกกำลังกาย 30 นาที

หลักการออกกำลังกายแบบแอโรบิกแบบทั่วไป

การออกกำลังกายแบบแอโรบิก คือการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน เป็นกระบวนการใช้พลังงานของกล้ามเนื้อซึ่งต้องใช้ออกซิเจนช่วยในการสันดาป เป็นการฝึกที่ใช้ระยะเวลานานติดต่อกันอย่างน้อย 20 นาที (ACSM, 2006)

ประเภทของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก

การออกกำลังกายแบบแอโรบิกสามารถแบ่งได้ตามลักษณะของการเผาผลาญพลังงานเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (Aerobic exercise) เป็นการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน เป็นกระบวนการเผาผลาญพลังงานของกล้ามเนื้อซึ่งต้องใช้ออกซิเจนช่วยในการสันดาป เป็นการฝึกที่ใช้ระยะเวลานานติดต่อกันอย่างน้อย 20 นาที (ACSM, 2006) และการออกกำลังกายแบบแอนแอโรบิก (Anaerobic exercise) จะไม่ใช้ออกซิเจนในการเผาผลาญพลังงาน (วีรพัฒน์ ยอดกมลศาสตร์, 2550)

โปรแกรมการออกกำลังกายจะประกอบไปด้วยความถี่ ความหนัก ระยะเวลา และชนิดของการออกกำลังกาย โดยสมาคมเวชศาสตร์การกีฬาแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา; เอซีเอสเอ็ม (The American College of Sports Medicine; ACSM) ได้แนะนำเพื่อที่จะเพิ่มสมรรถภาพทางด้านระบบการหายใจและหัวใจ ได้แก่

- ความถี่ 3-5 วัน/สัปดาห์
- ความหนัก 65-95% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด หรือ 50-85% ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสำรอง (VO_2reserve หรือ Heart rate reserve) สำหรับบุคคลที่ไม่แข็งแรงควรใช้ความหนักประมาณ 40-49% ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสำรอง หรือประมาณ 55-65% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด
- เวลา 20-60 นาที และต้องเป็นกิจกรรมที่ทำต่อเนื่อง

ระดับความหนักของการฝึกที่จะเริ่มมีการปรับตัวของความแข็งแรงของระบบหายใจและหัวใจประมาณนั้นอยู่ที่ประมาณ 50% ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสำรอง หรือประมาณ 65% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด สำหรับผู้ที่ไม่แข็งแรงผลที่ได้รับจะเห็นเมื่อฝึกที่ระดับความหนัก 40% ของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสำรอง

การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน

การออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน คือการออกกำลังกายรูปแบบหนึ่งที่ใช้แรงต้านกับการออกแรงของการหดตัวของกล้ามเนื้อ

ประเภทของการออกกำลังกายโดยใช้แรงต้าน (Baechle and Earle, 2000)

การออกกำลังกายโดยใช้แรงต้านสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1.ไอโซเมตริก (Isometric exercise) เป็นการออกกำลังกายแบบที่ไม่มีการเพิ่มความแข็งแรงตลอดองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อ และไม่มีการปรับปรุงความสามารถที่จะออกแรงได้อย่างรวดเร็ว ในนักกีฬานั้นบางครั้งจะใช้ไอโซเมตริกเพื่อช่วยในการเอาชนะจุดยึดเกาะ (Stick point) ของมุมองศาการเคลื่อนไหวของการออกกำลังกาย

2.ไอโซโทนิก (Isotonic exercise) เป็นเทคนิคที่ใช้เป็นส่วนใหญ่ในนักกีฬาและผู้ฝึกสอน ไอโซโทนิกเป็นวิธีที่ประกอบด้วยความคงที่ ตัวแปร เอ็คเซ็นตริก (Eccentric) พลัยโอเมตริก (Plyometric) และความเร็วของแรงต้าน

ความคงที่ของการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน จะเป็นความหนักที่ได้รับความคงที่ สม่ำเสมอ แต่ยากที่จะเอาชนะแรงต้านที่ผันแปรไปกับมุมของข้อต่อ ยกตัวอย่างเช่น การยกน้ำหนักในท่าเบนช์เพรส (Bench press) จะง่ายต่อการเคลื่อนไหวของน้ำหนักในท่าจบของมุมการเคลื่อนไหวมากกว่าตอนที่น้ำหนักอยู่ที่อก บาร์เบล (Barbell) และดัมเบลล์ (Dumbbells) เป็นอุปกรณ์ที่มีความคงที่และต่อเนื่องซึ่งขึ้นอยู่กับความแข็งแรงและกำลังสูงสุดที่สามารถแสดงออกมาได้

ตัวแปรในการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านถูกสร้างขึ้นโดยการออกแบบเครื่องยกน้ำหนักที่จะช่วยกำหนดการเพิ่มน้ำหนักตลอดมุมการเคลื่อนไหว เพื่อให้มีความกดดันคงที่มากกว่าที่เกิดบนกล้ามเนื้อ การทำให้สมบูรณ์โดยการเปลี่ยนความสัมพันธ์ของคานและจุดที่ตั้งฉากระหว่างจุดรองน้ำหนักของคานถึงจุดที่น้ำหนักมากระทบในเครื่องยกน้ำหนักเหมือนกับการเพิ่มการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ

การฝึกแบบพลัยโอเมตริก เป็นการฝึกแบบพลังระเบิดซึ่งกล้ามเนื้อได้รับความหนักอย่างรวดเร็วและรับแรงการดึงขยายก่อนที่จะสามารถหดตัวและทำให้เกิดการเคลื่อนไหว ยกตัวอย่างเช่น การกระโดดจากกล่องลงสู่พื้น หรือการกระโดดข้ามกล่อง อย่างไรก็ตาม การฝึกแบบพลัยโอเมตริกได้แสดงให้เห็นว่าสามารถเพิ่มความแข็งแรงและความสามารถในการกระโดดแต่จะเพิ่มความเสี่ยงของการบาดเจ็บได้เหมือนกัน การฝึกแบบพลัยโอเมตริกได้รับความนิยมในนักกีฬากรีฑาประเภทลู่และลาน แต่หลายงานวิจัยต้องได้รับการประเมินถึงประสิทธิภาพของความปลอดภัย

การรับรู้ภายในร่างกายของระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Proprioceptive neuromuscular) คือการออกกำลังกายที่มีแรงต้านที่มีการใช้ประโยชน์จากการผสมผสานแบบไอโซโทนิก และ ไอโซเมตริก เป็นเทคนิคที่ใช้กันอย่างกว้างขวางโดยนักกายภาพบำบัดและผู้ฝึกนักกีฬาในการรักษาและป้องกันการบาดเจ็บ

3.ไอโซคิเนติก (Isokinetic exercise) การออกกำลังกายแบบไอโซคิเนติกเป็นการควบคุมอัตราของการทำให้กล้ามเนื้อหดสั้นลง บางครั้งเรียกว่าแรงต้านที่ช่วยเหลือ เพราะแรงพยายามที่จะต่อต้านโดยเท่ากับแรงจากเครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การฝึกแบบไอโซคิเนติกกลายเป็นที่นิยมในการฝึกเพราะมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของข้อต่อน้อย นอกจากนั้นเครื่องวัดกำลังไอโซคิเนติกมีการให้ความเร็วเฉพาะเจาะจง เป็นการบอกถึงความแข็งแรงสัมบูรณ์ของกลุ่มกล้ามเนื้อ ซึ่งประสิทธิภาพการได้รับความแข็งแรงมากที่สุดมาจากการฝึกที่ใช้ความเร็วที่ช้า

4.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยภายในประเทศ

ฉัตรทิพย์และสุวิทย์ (2562) ได้ทำผลของโปรแกรมการออกกาลังกายด้วยยางยืดต่อสมรรถภาพทางกายในผู้สูงอายุไทย เป็นการศึกษาวิจัยกึ่งทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการออก กาลังกายด้วยยางยืดต่อสมรรถภาพทางกายในผู้สูงอายุไทย กลุ่มตัวอย่างที่วิจัย คือ ผู้สูงอายุ อายุระหว่าง 60–75 ปี ในกลุ่มทดลอง 33 คน และกลุ่มควบคุม 33 คน ใช้ระยะเวลาในการศึกษา 8 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างจะได้รับโปรแกรมส่งเสริมการออกกาลังกายโดยใช้ยางยืด โดยกลุ่มทดลอง ได้รับโปรแกรมการออกกาลังกายโดยใช้ยางยืด ประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ การบรรยาย การอภิปรายกลุ่ม การสาธิตและการฝึกปฏิบัติการออกกำลังกาย พร้อมทั้งแจกคู่มือการออกกาลังกาย

ผลการศึกษาหลังการทดลอง กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยคะแนนความแข็งแรง ความอ่อนตัว ของกล้ามเนื้อ และความอดทนของระบบหัวใจและการไหลเวียนโลหิต มากกว่าก่อนการทดลอง และมากกว่ากลุ่มเปรียบเทียบอย่างมีนัยสาคัญทางสถิติ จากผลของโปรแกรม แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการออกกาลังกายด้วยยางยืดมีผลในการเพิ่มสมรรถภาพทางกาย ซึ่ง สมควรนาไปใช้ในผู้สูงอายุได้นามาใช้เป็นแนวทางให้แก่เจ้าหน้าที่ หรือผู้ที่มีส่วนร่วมในการดูแล ผู้สูงอายุ โดยมีการจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุในชุมชนได้ ทาให้ผู้สูงอายุสามารถดูแล สุขภาพตนเองได้อย่างถูกต้อง มีสมรรถภาพทางกายที่ดีขึ้น

สมจินต์ โฉมวัฒนะชัย (2562) ศึกษาประสิทธิผลการออกกาลังกายแบบแรงต้านในผู้สูงอายุภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย ภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยเป็นหนึ่งในภาวะของผู้สูงอายุ ที่มีมวลกล้ามเนื้อ และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลงอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดข้อจำกัด ทางกายภาพนำไปสู่ภาวะเปราะบาง ความสามารถในการทำกิจวัตประจำ วันลดลง เพิ่มความเสี่ยงต่อภาวะหกล้มและการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด คุณภาพชีวิตลดลงและเพิ่มอัตราการเสียชีวิต การออกกา

ลังกาย แบบแรงต้านจะทำให้มวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงเพิ่มขึ้นช่วยให้ ผู้สูงอายุที่มีภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย มีการทรงตัวที่ดีขึ้นป้องกันการหกล้มได้ และเพิ่ม ความสามารถในการทำกิจวัตประจำวัน การศึกาานี้เป็นการทบทวน อย่างเป็นระบบเพื่อศึกษาประสิทธิผลของการออกกาลังกายแบบแรงต้าน ในผู้สูงอายุที่มีภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ออกกำลังกายแบบแรงต้าน หรือวิธีอื่นๆ โดยการสืบค้นข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์จาก ฐานข้อมูล MEDLINE ผ่าน PubMed และฐานข้อมูล CENTRAL ผ่าน Cochane กำหนดปีที่ใช้ในการสืบค้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2559 ผลการสืบค้นได้การศึกษาที่ตรงตามเกณฑ์กาหนดซึ่งจาแนกตามประเภทการศึกษาได้เป็น randomized controlled trials 2 การศึกษาและ quasi randomized controlled trials 1 การศึกษาผลการทบทวนอย่าง เป็นระบบพบว่าการออกกำลังกายแบบแรงต้านของผู้สูงอายุที่มีภาวะมวล กล้ามเนื้อน้อยมีค่ามวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ไม่แตกต่างจากการไม่ออกกาลังกายแบบแรงต้าน หรือวิธีอื่นๆ

ทิพรัตน์ และหทัยรัตน์(2562) ศึกษาความแข็งแรงอดทนของกล้ามเนื้อภายหลังการออกกาลังกายด้วยยางยืดในผู้สูงอายุ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นสมาชิกชมรมผู้สูงอายุสถานีกาชาด 4 นครราชสีมา ได้จาก การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบง่าย ได้กลุ่มตัวอย่างอายุระหว่าง 60-79 ปี จานวน 40 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่าง ออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน คือกลุ่มควบคุม โดยให้ประกอบกิจวัตรประจาวันตามปกติ และกลุ่มทดลอง โดยให้เข้าร่วมโปรแกรมการออกกาลังกายด้วยยางยืด ทำการออกกาลังกาย 3 วัน ต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์

ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีความแข็งแรง อดทนของกล้ามเนื้อก่อนการทดลองและหลังการทดลองในการทดสอบนั่งยกน้ำหนัก 30 วินาที มีความแตกต่างกัน โดยหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนการทดลอง ส่วนผลการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองหลังการเข้าร่วมโปรแกรมพบว่า การทดสอบลุกนั่งเก้าอี้ 30 วินาที มีความแตกต่างกับกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม และการทดสอบนั่งยกน้ำหนักเป็นเวลา 30 วินาที มีความแตกต่างอย่างมีนัยสาคัญทางสถิติที่กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม

เสาวนีย์ นาคมะเริง (2559) ศึกษาการลดความดันโลหิตด้วยการออกกาลังกายแบบบีบมือเกร็งค้าง ความดันโลหิตสูงถือเป็นสาเหตุสำาคัญของการเสียชีวิตรวมถึงภาวะแทรกซ้อนต่างๆ การปรับพฤติกรรมสุขภาพด้วย การออกกำาลังกายจึงถูกแนะนำาให้ใช้เพื่อจัดการภาวะความดันโลหิตสูง จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่า การออกกำาลังกายด้วยการบีบมือแบบเกร็งค้างด้วยความหนักที่เหมาะสมสามารถลดความดันโลหิตในขณะพักได้ โดยเป็นที่น่าสนใจ ว่าการออกกำาลังกายด้วยการบีบมือแบบเกร็งค้างเป็นการออกกำาลังกายที่ง่าย ใช้เวลา

สั้น แต่ยังสามารถให้ผลลดความดันโลหิตได้ เช่นเดียวกับการออกกำาลังกายแบบแอโรบิก โดยกลไกที่เกี่ยวข้องในการลดความดันโลหิตประกอบด้วยการปรับการทำางานของ ระบบประสาทอัตโนมัติ การปรับปรุงการทำางานของหลอดเลือด และการลดภาวะเครียดออกซิเดชั่น การออกกำาลังกายแบบบีบมือ เกร็งค้างจึงอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการลดความดันโลหิต โดยมีจุดเด่นเรื่องการใช้เวลาที่สั้น อย่างไรก็ตามการออกกำาลังกาย รูปแบบดังกล่าวเป็นเพียงการออกกำาลังกายเฉพาะที่ จึงอาจไม่ส่งผลในการลดปัจจัยเสี่ยงอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการมีระดับความดัน โลหิตสูง

งานวิจัยต่างประเทศ

โมชิชิมาและคณะ 2018 ได้ทำการศึกษาผลการฝึกโดยใช้แรงต้านที่ความหนักสูง จำนวนครั้งน้อย ที่มีต่อหน้าที่การทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือดโดยทำในกลุ่มคนอายุน้อยที่สุขภาพดี 30 คน โดยแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ การใช้น้ำหนักเบาจำนวนหลายครั้ง (Low-High trial; LH) เทียบกับการใช้น้ำหนักระดับกลางจำนวนปานกลาง (Moderate-Moderate trial; MM)และแบบใช้น้ำหนักระดับหนักจำนวนครั้งน้อย (High-Low trial; HL) และ วัด FMD และความดันโลหิตหลังออกกำลังซ้ำตอน 10 ,30 และ 60 นาที

ผลการทดลองพบว่ากลุ่ม HL เป็นแบบเดียวที่ไม่ส่งผลให้ FMD ลดลงอย่างฉับพลันหลังการออกกำลังกาย นอกจากนี้กลุ่ม HL ยังมีค่าความดันโลหิตตัวบนขณะออกกำลังกาย และหลังออกกำลังกายของ ต่ำกว่ากลุ่มLH และกลุ่ม MM ในกลุ่มคนอายุน้อย สรุปได้ว่า การออกกำลังกายที่ไม่ส่งผลต่อหน้าที่การทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือดคือกลุ่มที่ใช้น้ำหนักระดับหนักจำนวนครั้งน้อย

กัปนาทและวิทิต 2018 ได้ทำการศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบแรงต้านร่วมกับยางยืดต่อการพัฒนาผลของการตอบสนองต่อหลอดเลือดแดงเล็ก conduit artery function is anecdotal เพื่อการวิเคราะห์การไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด (FMD) ก่อนและหลังการออกกำลังกายแบบเฉียบพลันใน 3 กลุ่ม ในกลุ่มผู้ชายสิบสี่คนที่มีสุขภาพดีและไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำ โดยการฝึกวงแขนเดี่ยว 3 เซ็ตๆละ 15 ครั้ง การทดสอบดำเนินการใน 3 วันที่แยกกันดังนี้ วันที่ 1 ด้วยดัมเบลอย่างเดียว (DA) วันที่ 2 ที่มีท่อยางยืดอย่างเดียว (EA) และวันที่ 3 ด้วยดัมเบลที่มีท่อยางยืด (DWE) เป็นการทดสอบแบบสุ่ม กลุ่ม DWE มีความต้านทานของท่อยางยืดเท่ากับ 20% 15 ครั้ง (RM) ของอาสาสมัคร การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบต่าง ๆ ใน FMD

ผลการทดลองพบว่าค่า FMD ในระหว่างการออกกำลังของกลุ่ม DWE มีค่าสูงกว่ากลุ่ม EA, DA เมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง ในขณะที่ค่า FMD ของกลุ่ม DA ลดลง สรุปได้ว่ากลุ่ม DWE มีประสิทธิภาพในการพัฒนาการทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือดในผู้ชายที่ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำ

ฮิโรชิและคณะ 2008 ได้ทำการศึกษาการตอบสนองของความดันโลหิต ในการออกกำลังกายแบบแรงต้านในผู้ชายวัยกลางคน (41–59 ปี) ที่มีหลอดเลือดแดงแข็งตัว และผู้ชายอายุน้อย (21-25 ปี) ที่มีสุขภาพดีและมีสภาพหลอดเลือดแดงปกติ โดยวัดการเปลี่ยนแปลงแบบฉับพลันของความดันโลหิตต่อการออกกำลังกายต้านทานแบบไดนามิก (leg press) ที่ความหนักที่แตกต่างกัน (ต่ำ, ปานกลางและสูง) ในทั้งผู้ชายอายุน้อยและผู้ชายวัยกลางคน

ผลการศึกษาพบว่าในระหว่างการออกกำลังกายความดันโลหิตตัวบนของชายวัยกลางคนที่ 80% 1RM ต่ำกว่าชายอายุน้อยในช่วงครึ่งหลังของระยะเวลาการออกกำลังกาย การเปลี่ยนแปลงในความดันโลหิตตัวบนและความดันโลหิตตัวล่าง จากค่าเริ่มต้นไปถึงจุดสิ้นสุดของการออกกำลังกายในผู้ชายวัยกลางคนมีค่าต่ำกว่ากลุ่มผู้ชายอายุน้อย ที่การออกกำลังกายที่ความเข้มข้นระดับเดียวกัน

โอคะโมโตะ และคณะ 2011 ได้ทำการศึกษาผลการฝึกแรงต้านระดับต่ำที่มีผลต่อการทำงานของหลอดเลือดแดง จุดมุ่งหมายของการศึกษาเพื่อศึกษาผลกระทบของการฝึกแรงต้านระดับต่ำที่มีเวลาพักระหว่างเซทสั้นและดูความแข็งของหลอดเลือด กลุ่มตัวอย่างจำนวน 26 คน เป็นวัยหนุ่มสาวที่มีสุขภาพดี โดยกลุ่มตัวอย่างจะถูกสุ่มอีกครั้งเพื่อแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มฝึกแรงต้านระดับต่ำจำนวน 13 คน (เพศชาย 10 คน และเพศหญิง 3 คน) และกลุ่มควบคุมจำนวน 13 คน (เพศชาย 9 คน และเพศหญิง 4 คน) อาสาสมัครจะฝึกแรงต้านระดับต่ำ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ฝึกที่ 50% ของ 1RM พักระหว่างเซต 30 วินาที ฝึกเป็นเวลา 10 สัปดาห์

ผลการวิจัยพบว่าการพักระหว่างเซต สามารถลดความแข็งของหลอดเลือดและการทำงานของ Endothelial Call ดีขึ้น และยังแสดงให้เห็นว่าการพักระหว่างเซตอาจจะเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการส่งเสริมสุขภาพ

คูรี่ และคณะ 2012 ได้ทำการศึกษาผลฉับพลันของการไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือดหลังจากมีการออกกำลังกายระดับหนัก วัตถุประสงค์เพื่อช่วยเพิ่มการทำงานของหลอดเลือดในบุคคลที่เป็นโรคหัวใจและหลอดเลือดและวัดการตอบสนองของหลอดเลือดฉับพลันการศึกษานี้จะแบ่งเป็นการฝึกความอดทนระดับปานกลางและฝึกความอดทนระดับหนัก ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันที่คล้ายกันในการทำงานของหลอดเลือด กลุ่ม

ตัวอย่างจำนวน 10 คน (อายุ 66 ปี บวกลบ 11 ปี) ที่มีโรคหลอดเลือดหัวใจ นำมาทดสอบในสองช่วงการออกกำลังกาย (ฝึกความอดทนระดับปานกลางและการฝึกระดับหนัก) เพื่อดูการทำงานของ Endothelial โดยจะประเมินจากการไหลของเลือดที่หลอดเลือดแดงบริเวณแขน เพื่อดูการขยาย (FMD) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 60 นาทีว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดเลือดแดงบริเวณแขนและดูความเร็วในการไหลของเลือด ก่อนและหลังการขาดเลือดเป็นระยะเวลา 5 นาที โดยใช้เครื่องอัลตราซาวนด์ดอปเลอร์

ผลการวิจัยพบว่า ฝึกความอดทนระดับปานกลางและการฝึกระดับหนัก ส่งผลฉับพลันคล้ายกัน การเพิ่มขนาดของหลอดเลือดแดงบริเวณแขนขึ้นอยู่กับประชากรและความแตกต่างในการออกกำลังกาย

มาเอดะ และคณะ 2015 ได้ทำการศึกษาเรื่องผลของการฝึกแรงต้านบริเวณขาเพื่อดูการทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุเพศผู้ชายจุดประสงค์เพื่อศึกษาการฝึกด้วยแรงต้านในความแข็งของหลอดเลือดและการทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุเพศชาย ที่มีสุขภาพดี จำนวน 11 คน มีอายุ 64 ปี ใช้เวลาในการเก็บผลวิจัย 12 สัปดาห์ๆ ละ 2 วันๆ ละ 3 เซต ฝึกในท่า Knee Flexion และท่า Knee Extension

ผลการวิจัยพบว่า ฝึกด้วยแรงต้านเพิ่มความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อสูงขึ้น 16% การฝึกด้วยแรงต้านไม่มีผลต่อความแข็งของหลอดเลือดแดงประเมินจากการไหลของเลือด ความเข้มข้นในพลาสมาของไนตริกออกไซด์ (NO) เมื่อเทียบจากตารางพบว่าไนไตรท์ / ไนเตรตเพิ่มขึ้น หลังจากที่ฝึกด้วยแรงต้านพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสารที่ช่วยในการหดตัวของหลอดเลือด ผลการวิจัยยังแนะนำว่าการฝึกด้วยแรงต้านในระยะสั้นอาจจะเพิ่มการผลิตไนตริกออกไซด์ออกมาภายในหลอดเลือดแดงในผู้สูงอายุเพศชาย ที่มีสุขภาพดี

โรสซี่และคณะ 2016L ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการออกกำลังกายแบบแรงต้านผสมผสานกับการออกกำลังกายแบบแอโรบิค (resistance circuit training) ต่อเซล์ลบุผนังหลอดเลือดในผู้หญิงสูงอายุที่น้ำหนักเกิน เพราะคนที่มีน้ำหนักเกินส่งผลเสียต่อเซลล์บุผนังหลอดเลือด มีกรพบว่าการออกกำลังกายแบบแรงต้านผสมผสานกับการออกกำลังกายแบบแอโรบิคมีส่วนช่วยในการลดไขมันช่องท้องในผู้หญิงสูงอายุที่มีน้ำหนักเกิน โดยศึกษาในผู้หญิงสูงอายุจำนวน 48 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแรงต้านผสมผสานกับการออกกำลังกายแบบแอโรบิคเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ 3 วันต่อสัปดาห์ โดยการออกกำลังกายมีทั้งหมด 6 สถานีประกอบด้วย arm curl, leg extension, seated row, leg curl, triceps extension and leg press

ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแรงต้านผสมผสานกับการออกกำลังกายแบบแอโรบิคมีเอนโดทีลินเซรั่มลดลง สรุปได้ว่า การออกกำลังกายแบบแรงต้านผสมผสานกับการออกกำลังกายแบบแอโรบิคในระยะสั้นช่วยพัฒนาการทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือดได้ในผู้หญิงสูงอายุที่มีน้ำหนักเกินได้

แอนเดอสันและคณะ 2019 ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลระยะสั้นของการออกกำลังกายแบบแรงต้านต่อเซลล์บุผนังหลอดเลือดและการอักเสบในผู้สูงอายุที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 โดยศึกษาในกลุ่มผู้สูงอายุที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 44 คนโดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแรงต้าน และวัดค่าการอักเสบ และ การทำงานของหลอดเลือดหลังการปิดกั้นการไหลเวียนเลือด และ ค่าไขมันในเลือด ก่อนและหลังการทดลอง

ผลการวิจัยพบว่า ไม่พบความเปลี่ยนแปลงในทั้งสองกลุ่มเมื่อเทียบกับก่อนทำการทดลอง

บุญสิทธ์และคณะ 2017 ได้ทำการศึกษาผลเฉียบพลันของการออกกำลังกายแบบแรงต้านทั้งร่างกาย (Total Body Resistance Exercise ; TRX)ต่อการไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด ในผู้สูงอายุ ในกลุ่มผู้หญิงผู้สูงอายุ 45 คน อายุระหว่าง 60-80 ปี แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน กลุ่มที่ 1 ออกกำลังกายแบบTRX Mid Row กลุ่มที่ 2 ออกกำลังกายแบบTRX Squat และกลุ่มที่ 3 ออกกำลังกายแบบTRX Chest Press โดยวัดความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ เส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดเลือดเบรเคี่ยล การไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด ก่อนและหลังออกกำลังกาย 5 นาที

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่ม TRX Squat และ TRX Chest press ความดันโลหิตตัวบนเพิ่มขึ้น TRX Mid Row และ TRX Chest Press ความดันโลหิตตัวล่างและอัตราการไหลของเลือดเพิ่มขึ้น และทั้ง 3 กลุ่ม เพิ่มความดันโลหิต แรงเฉือน และค่า FMD ไม่ลดลง สรุปได้ว่าทั้งการออกกำลังกายทั้ง 3 แบบ สามารถใช้ฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้หญิงสูงอายุได้โดยไม่เกิดผลเสียกับหลอเลือด

ฟิลลิบ และคณะ 2011 ได้ทำการศึกษาเรื่อง แบบฉับพลันของการออกกำลังกายด้วยแรงต้านและการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีผลต่อเซลล์บุผนังหลอดเลือด ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลของหลอดเลือดระหว่างการออกกำลังกายแบบแอโรบิกกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน โดยจะวัดค่าความดันโลหิต การไหลของเลือด และการไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด (FMD) ก่อนและหลังการฝึก ฝึกเป็นเวลา 6 เดือน

จากงานวิจัยพบว่า ผลฉับพลันของผู้ชายที่ฝึกอยู่เป็นประจำ ส่งผลให้ค่า FMD เพิ่มขึ้น แต่ผลฉับพลันของผู้ชายที่ไม่ได้ฝึกเป็นประจำค่า FMD จะต่ำลงหรือไม่มีการเปลี่ยน ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับสุขภาพหัวใจและหลอดเลือดที่ดีขึ้นในขณะที่การออกกำลังกายแบบฉับพลันเพราะจะมีความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดเพิ่มขึ้น แต่ก็ให้เหตุผลอีกว่า ควรฝึกในแบบฝึกที่มีการเปลี่ยนแปลงต่อค่า FMD ก่อน เพื่อเป็นการเปลี่ยนสถานะให้กลุ่มตัวอย่าง แล้วจึงค่อยฝึกในแบบที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่อค่า FMD

ทากะโนบุ และคณะ 2011 ได้ทำการศึกษาเรื่องผลของการออกกำลังกายด้วยแรงต้านความหนักระดับเบาเพื่อดูการแข็งตัวของหลอดเลือด มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการแข็งตัวของหลอดเลือดและวัดการขยายตัวของหลอดเลือด กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ชาย 19 คน ผู้หญิง 7 คน รวมเป็นจำนวน 26 คน อายุระหว่าง 18 ปี มีการสุ่มเพื่อแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มควบคุมกับกลุ่มออกกำลังกายด้วยแรงต้าน ฝึกเป็นเวลา 10 สัปดาห์ จะกำหนดความหนักจากความสามารถของกลุ่มตัวอย่างเองโดยจะให้แต่ละคนหา 1RM ของตัวเองแล้วปรับการฝึกให้เป็น 50% ของ 1RM โดยฝึก 5 เซต เซลละ 10 ครั้ง พักระหว่างเซต 30 วินาที

ผลการศึกษาพบว่า การแข็งของหลอดเลือดลดลง อย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 และมีการขยายตัวของหลอดเลือดเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

ยสุดาและคณะ 2014 ได้ทำการศึกษาเรื่องผลของการฝึกยางยืดด้วยความหนักระดับเบาเพื่อดูการไหลของเลือดโดยมีการกระตุ้นกล้ามเนื้อ มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลก่อนและหลังการทดสอบว่าระหว่างท่า Triceps Extension และท่า Biceps Flexion ท่าไหนมีการไหลของเลือดได้ดีกว่ากันกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ชายที่มีสุขภาพดี อายุระหว่าง 23-41 ปี จำนวน 9 คน โดยใช้เวลาเป็นตัวกำหนดความหนักจะดูจังหวะแขน พับแขนใช้เวลา 1.2 วินาที และเหยียดแขนใช้เวลา 1.2 วินาที รวม 2.4 วินาที เครื่องเคาะจังหวะ (Metronome) เป็นตัวกำหนดระดับความหนักของการฝึก โดยจะตั้งความหนักไว้ที่เคาะ 50 ครั้งต่อนาทีทำ 3 เซต เซลละ 15 ครั้ง พักระหว่างเซต 30 วินาที

ผลการศึกษาพบว่า หลังการฝึกท่า Triceps Extension และท่า Biceps Flexion ค่าการไหลของเลือดมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 ซึ่งการฝึกโดยใช้แรงต้านด้วยยางยืด ยังนำไปใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุหรือผู้ป่วยที่มีกิจกรรมทางกายน้อยได้อีกด้วย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุเพศหญิงและชาย อายุระหว่าง 60-70 ปี ที่ไม่เคยเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกการออกกำลังกายอย่างเป็นระบบในช่วง 6 เดือน ก่อนทำการวิจัย โดยได้มาจากการโฆษณาโปรโมทหาอาสาสมัครผ่านทางสื่อโซเชียลมีเดีย ของผู้วิจัย

เกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

เกณฑ์ในการคัดเข้า (Inclusion Criteria)

1.ต้องผ่านเกณฑ์ 12 – 20.คะแนนในการทำแบบประเมินจำแนกผู้สูงอายุตามศักยภาพ และต้องผ่านเกณฑ์ 40 - 48 คะแนนในการทำแบบประเมินระดับความรุนแรงของโรคข้อเข่าเสื่อม (Dawson J.et al., 1998)

2.กลุ่มตัวอย่างมีความสมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัยและยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

3.มีค่าความดันโลหิตตัวบนไม่เกิน 130 มิลลิเมตรปรอท และความดันโลหิตตัวล่างไม่เกิน 90

4.ผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 - 70 ปี และมีสุขภาพดีผ่านเกณฑ์ตามข้อ 1

เกณฑ์ในการคัดออก (Exclusion criteria)

1. มีอาการบาดเจ็บหรือได้รับการผ่าตัดในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา

2.มีความผิดปกติของร่างกายที่จะส่งผลต่อการฝึก เช่น ต้องไม่มีความผิดปกติของระบบไหลเวียนโลหิต ระบบหายใจ และระบบกล้ามเนื้อและกระดูก เป็นต้น

3.กลุ่มตัวอย่างต้องไม่ได้เข้าร่วมในการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายอย่างเป็นระบบในช่วง 6 เดือนก่อนทำการวิจัย

4.ผู้สูงอายุที่มีปัญหาเรื่องความจำหรือสมองเสื่อม

หรือผู้สูงอายุที่มีข้อจำกัดในการตัดสินใจและความสามารถในการปฏิบัติตามโปรแกรม

5.ผู้สูงอายุที่มีประวัติโรคเส้นเลือดหัวใจตีบ

6.ผู้สูงอายุที่มีอาการหรือมีความผิดปกติที่เสี่ยงต่อการเป็น covid 19

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

1. แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (PAR-Q)

2. แบบประเมิน ADL การจำแนกผู้สูงอายุตามกลุ่มศักยภาพตามความสามารถในการประกอบ กิจวัตรประจำวัน (Barthel Activities of Daily Living : ADL)

3. แบบประเมินระดับความรุนแรงของโรคข้อเข่าเสื่อม (Oxford Knee Score)

4. แบบยินยอมของกลุ่มตัวอย่าง (Informed Consent Form)

5. แบบบันทึกข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่าง (Patient/Participant Sheet)

การศึกษาที่ 1 การศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีความหนักและจำนวนครั้งแตกต่างกันที่มีต่อโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ

1. เตรียมความพร้อมของกลุ่มตัวอย่างและผู้วิจัย ได้แก่

1.1 การทบทวนวรรณกรรมและศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุ

1.2 ติดต่อและคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยที่กลุ่มตัวอย่างสมัครใจเข้าร่วมและดำเนินการแบ่งกลุ่มทดลองย่อยโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling)

1.3 แจ้งรายละเอียดของวิธีปฏิบัติตัวในการทดสอบ การเก็บข้อมูลและลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัยให้กลุ่มตัวอย่างได้รับทราบ

1.4 จัดเตรียมสถานที่สำหรับทดสอบกลุ่มตัวอย่าง

1.5 สร้างแบบบันทึกข้อมูลสำหรับกลุ่มตัวอย่าง

2. ขั้นตอนการศึกษา

การศึกษาที่ 1 การออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความหนักและจำนวนครั้งต่างกัน โดยแบ่งเป็นขั้นตอนได้ตามนี้

2.1 นัดอาสาสมัคร 15 คน มาที่สถานที่สำหรับทดสอบกลุ่มตัวอย่าง อธิบายท่าออกกำลังกายทั้ง 3 ท่า ได้แก่ Leg Extension, Chest Press และ Seated Row เพื่ออาสาสมัครสามารถทำได้อย่างถูกต้อง และมีระยะในการทำความคุ้นเคยเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ก่อนมาหาน้ำหนักสูงสุดที่ผู้ฝึกสามารถยกได้อย่างสมบูรณ์เพียง 1 ครั้ง (One-repetition maximum 1RM) สำหรับท่า Leg Extension, Chest Press และ Seated Row

2.2 หลังจากนั้น 7 วันนัดกลุ่มตัวอย่างมาเพื่อเก็บข้อมูล ก่อนเริ่มการวัดให้ให้อธิบายกลุ่มตัวอย่างในวิธีการเตรียมตัวก่อนจะมาที่สถานที่ทดสอบ โดยให้กินอาหารก่อนอย่างน้อยสองชั่วโมงก่อนการทดสอบ งดรับประทานคาเฟอีน และแอลกอฮอล์ อย่างน้อย 10 ชั่วโมง และไม่ให้ออกกำลังกายมาก่อนใน 24 ชั่วโมงก่อนจะมา โดยจะทำการทดสอบในห้องที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 25 องศาเซลเซียส และเมื่อกลุ่มตัวอย่างมาถึงจะให้พักโดยการนอนราบบนเตียงเป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นจะทำการวัดความดัน FMD PWV และ baPWV

โดยการวัด FMD จะวัดที่เส้นเลือดเบรเคี่ยล บริเวณแอนทิคูบิทอลฟอสซา (Antecubital Fossa) ก่อนทำการวัดผลให้ผู้สูงอายุนอนพัก เพื่อปรับอัตราการเต้นของหัวใจ ขณะพักเป็นเวลา 10 นาทีแล้วจึงทำการวัดความดันโลหิตก่อนการวัดผลหลังจากนั้นบันทึกภาพ ของหลอดเลือดเบรเคี่ยลบริเวณแอนทิคูบิทอลฟอสซา (Antecubital Fossa) วัดในระนาบทางยาว (Longitudianl Plane) เป็นเวลา 2 นาทีจากนั้นใช้คัฟฟ์รัดบริเวณปลายแขนด้านขวา (Right Forearm) ความดันโลหิตก่อนวัดผล 50 มิลลิเมตรปรอท บีบค้างไว้เป็นเวลา 5 นาที โดยที่คัฟฟ์เป็นตัวปิดกั้นเลือด ระหว่างที่ทำมีการบันทึกภาพตลอดจากนั้นปล่อยลมออกทันที บันทึกภาพต่อเป็นเวลา 3 นาที และนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกวีดีโอนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม วิเคราะห์ขนาดหลอดเลือดเบรเคี่ย (Brachial Analyzer Program) ตรวจวัด PWV และ baPWV โดยกลุ่มตัวอย่างนอนหงาย จากนั้น ติดเซ็นเซอร์ PCG บนตำแหน่งหัวใจ ใช้คัฟฟ์ของเครื่องมือรัด 4 ตำแหน่งได้แก่บริเวณต้นแขนด้านซ้าย ต้นแขนด้านขวา ข้อเท้าซ้ายและข้อเท้าขวา และติดอิเล็กโทรดบริเวณข้ออ้อด้านซ้ายและด้านขวา

แสดงรายละเอียดการออกกำลังกายในแต่ละท่า

Leg Extension	Seated Row	Chest Press
1.ผู้เล่นต้องนั่งลงบนเครื่องเหมือนนั่งเก้าอี้ หลังตรง หน้ามองตรง ไหล่ เข่าและปลายเท้าอยู่ตรงแนวเดียวกันลงมา ไม่อ้ากว้าง บริเวณข้อเท้าด้านหน้าจะตรงกับแฮนด์ยก 2.ใช้กล้ามเนื้อขายกบาร์ขึ้นมา แต่ไม่ต้องสุด อย่าให้เข่าล็อค เพื่อให้ขาได้เกร็ง โดยที่หลังยังตรงอยู่เหมือนท่าเริ่มและปล่อยลง โดยไม่ให้ลูกเหล็กกระทบกัน หรือไม่ต้องลงสุด	1.ผู้เล่นนั่งลงบนเบาะ โดยหันหน้าเข้าหาตัวเครื่อง ลำคอและหลังตรงเพียงแต่บริเวณสะโพกจะแอ่นออกทางด้านหลังนิดหน่อยเพื่อเซฟสันหลังขณะเล่น ไม่ควรแอ่นอก หรือหลังล่างตรงเป๊ะกับหลังบน 2.สูดลมหายใจเข้าจนสุด จากนั้นออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อหลังเพื่อดึงด้ามจับเข้ามา จนอยู่ระดับเดียวกับหน้าอก โดยพยายามบีบมุมของข้อศอกเข้าหาลำตัวขณะเคลื่อนที่ พร้อมกับปล่อยลมหายใจออกจนสุด 3.จากนั้นค่อยๆคลายกล้ามเนื้อหลังออก ปล่อยให้แขนถูกแรงของเคเบิ้ลดึงกลับไปเพื่อกลับสู่ท่าเตรียม พร้อมกับสูดลมหายใจเข้าจนสุด นับเป็น 1 ครั้ง	1.นั่งลงบนเครื่อง แขนและด้ามจับอยู่ในแนวเดียวกัน ข้อมือต้องตรงกับแขนและอยู่ในระดับอก เข่า แข้งและเท้าอยู่แนวเดียวกับหัวไหล่ดังภาพ ไม่อ้ากว้าง เพื่อรักษากระดูกสันหลัง หลังและไหล่ต้องติดกับเบาะ 2.ออกแรงดันด้ามจับออกไป แต่อย่าให้สุดแขนจนศอกล็อค แล้วดึงกลับช้าๆ โดยท่ายังต้องคงเหมือนท่าเริ่ม นั่นก็คือหลัง-ไหล่ตรงติดเบาะ ข้อมือไม่งอ เข่า-ขาอยู่แนวเดียวกับไหล่ ขณะออกแรงกล้ามเนื้อหน้าอกจะเกิดการเกร็งตัวขึ้นมาอย่างรู้สึกได้

ซึ่งเครื่องมือสามารถตรวจวัดความยืดหยุ่นของหลอดเลือดแดงจากระยะทางความยาวของหลอดเลือด และระยะเวลา ในการไหลของเลือดไปที่แขนและเท้า

2.3 เมื่อหาค่าพื้นฐานของ FMD PWV และ baPWV ได้แล้ว กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายแบบแรงต้านตามการทดสอบแต่ละแบบโดยจะแบ่งเป็น 3 กลุ่มทำท่าที่มีความหนักและจำนวนครั้งแตกต่างกัน โดยกลุ่มตัวอย่างต้องทำทั้ง 3 เงื่อนไข สุ่มโดยวิธีการ LATIN SQUARE โดยแต่ละกลุ่มจะมีการออกกำลังกายตามท่าดังตารางต่อไปนี

โดยแต่ละกลุ่มมีรายละเอียดโปรแกรมดังนี้

แบบที่ 1. การออกกำลังกายแบบแรงต้านโดยใช้น้ำหนักเบาจำนวนหลายครั้ง (Low-High; LH) เป็นการฝึกแบบความหนักเบาจำนวนหลายครั้ง ที่ความหนัก 30% ของ 1RM โดยมีระยะพักระหว่างเซตเป็นเวลา 60 วินาที โดยโปรแกรมการออกกำลังกายมีรายละเอียดดังนี้

ท่า	ความหนัก	เซต x ครั้ง
Leg Extension	30% 1 RM	3x40
Chest Press	30% 1 RM	3x40
Seated Row	30% 1 RM	3x40

แบบที่ 2 การออกกำลังกายแบบแรงต้านโดยใช้น้ำหนักระดับกลางจำนวนปานกลาง (Medium-Medium; MM) จะเป็นการฝึกแบบความหนักปานกลางจำนวนครั้งปานกลาง ที่ความหนัก 70% ของ1RM โดยมีระยะพักระหว่างรอบเป็นเวลา 60 วินาที โดยโปรแกรมการออกกำลังกายมีรายละเอียดดังนี้

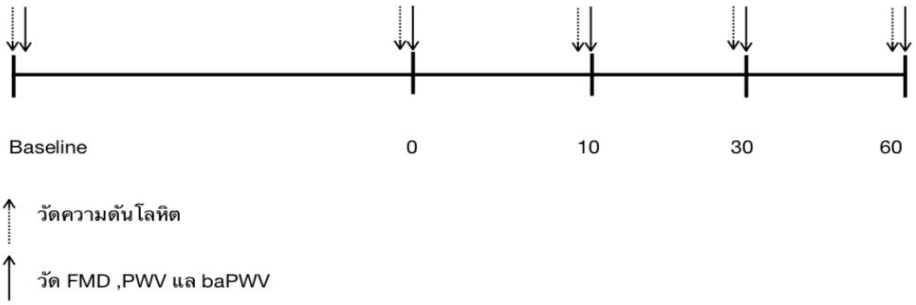
ท่า	ความหนัก	เซต x ครั้ง
Leg Extension	70% 1 RM	3x10
Chest Press	70% 1 RM	3x10
Seated Row	70% 1 RM	3x10

แบบที่ 3 การออกกำลังกายแบบแรงต้านโดยใช้น้ำหนักระดับหนักจำนวนครั้งน้อย (High-Low; HL) เป็นการฝึกแบบความหนักมากจำนวนครั้งน้อย ที่ความหนัก 85% ของ1RM โดยมีระยะพักระหว่างรอบเป็นเวลา 180 วินาที โดยโปรแกรมการออกกำลังกายมีรายละเอียดดังนี้

ท่า	ความหนัก	เซต x ครั้ง
Leg Extension	85% 1 RM	3x3
Chest Press	85% 1 RM	3x3
Seated Row	85% 1 RM	3x3

หลังจากนั้นทำการวัดค่า FMD PWV และ baPWV ทันทีหลังจากทำการฝึกเสร็จทั้งหมด 3 ครั้งคือ หลังทันที หลัง 10 นาที หลัง 30 นาที และหลัง 60 นาที โดยมีระยะห่างระหว่างการทำแต่ละแบบไม่น้อยกว่า 72 ชั่วโมง

Supine	Resistance exercise High - Low	Supine	Supine	Supine
Supine	Resistance exercise Medium - Medium	Supine	Supine	Supine
Supine	Resistance exercise Low - Hight	Supine	Supine	Supine



แผนภาพแสดงขั้นตอนการวัดของการศึกษาที่ 1

ภาพประกอบ 4 ภาพแสดงช่วงเวลาและขั้นตอนการวัดค่า FMD ในการศึกษาที่ 1

การศึกษาที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุเพศหญิงและชาย อายุระหว่าง 60-70 ปี ที่ไม่เคยเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกการออกกำลังกายอย่างเป็นระบบในช่วง 6 เดือน ก่อนทำการวิจัย โดยได้มาจากการโฆษณาโปรโมทหาอาสาสมัครผ่านทางสื่อโซเชียลมีเดีย ของผู้วิจัยจำนวน 30 คน

การศึกษาผลระยะยาวของการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีความหนักและจำนวนครั้งที่เหมาะสมต่อโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ

1. จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน มาที่สถานที่สำหรับทดสอบกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาน้ำหนักสูงสุดที่ผู้ฝึกสามารถยกได้อย่างสมบูรณ์เพียง 1 ครั้ง (One-repetition maximum 1RM) สำหรับท่า Leg Extention, Chest Press และ Seated Row

2.ก่อนเริ่มการวัดให้ให้อธิบายกลุ่มตัวอย่างในวิธีการเตรียมตัวก่อนจะมาที่สถานที่ทดสอบ โดยให้กินอาหารก่อนอย่างน้อยสองชั่วโมงก่อนการทดสอบ งดรับประทานคาเฟอีนและแอลกอฮอล์ อย่างน้อย 10 ชั่วโมง และไม่ให้ออกกำลังกายมาก่อนใน 24 ชั่วโมงก่อนจะมาโดยจะทำการทดสอบในห้องที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 25 องศาเซลเซียส และเมื่อกลุ่มตัวอย่างมาถึงจะให้พักโดยการนอนราบบนเตียงเป็นเวลา 10 นาที หลังจากนั้นจะทำการวัดความดัน FMD PWV และ baPWVโดยการวัด FMD จะวัดที่เส้นเลือดเบรเคี่ยล บริเวณแอนทิคูบิทอลฟอสซา (Antecubital Fossa)

ก่อนทำการวัดผลให้ผู้สูงอายุนอนพัก เพื่อปรับอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักเป็นเวลา 10 นาที แล้วจึงทำการวัดความดันโลหิตก่อนการวัดผลหลังจากนั้นบันทึกภาพของหลอดเลือดเบรเคี่ยลบริเวณแอนทิคูบิทอลฟอสซา (Antecubital Fossa) วัดในระนาบทางยาว (Longitudianl Plane) เป็นเวลา 2 นาทีจากนั้นใช้คัฟฟ์รัดบริเวณปลายแขนด้านขวา (Right Forearm) แล้วบีบเครื่องวัดความดันแบบตั้งโต๊ะบีบให้ค่าความดันโลหิตตัวบนสูงกว่าค่าความดันโลหิตก่อนวัดผล 50 มิลลิเมตรปรอท บีบค้างไว้เป็นเวลา 5 นาที โดยที่คัฟฟ์ เป็นตัวปิดกั้นเลือดระหว่างที่ทำมีการบันทึกภาพตลอดจากนั้นปล่อยลมออกทันที บันทึกภาพต่อ เป็นเวลา 3 นาที และนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกวีดีโอนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ขนาดหลอดเลือดเบรเคี่ยล (Brachial Analyzer Program) ตรวจวัด PWV และ baPWV โดยกลุ่มตัวอย่างนอนหงาย จากนั้น ติดเซ็นเซอร์ PWV บนตำแหน่งหัวใจ และใช้คัฟฟ์ของเครื่องมือรัดบริเวณแขนและข้อเท้า ซึ่งเครื่องมือสามารถตรวจวัดความยืดหยุ่นของหลอดเลือดแดงจากระยะทางความยาวของหลอดเลือด และระยะเวลา ในการไหลของเลือดไปที่แขนและเท้า

3. หลังจากการบันทึกค่าพื้นฐานของ FMD PWV และ baPWV แล้ว แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คนดังนี้

- กลุ่มควบคุม 15 คน โดยกลุ่มนี้ดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติ และได้รับความรู้การออกกำลังกายจากผู้วิจัย ทั้งนี้ตลอดระยะเวลา 6 สัปดาห์กลุ่มควบคุมจะไม่ได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายอย่างเป็นระบบ

-กลุ่มออกกำลังกายแบบแรงต้านโดยใช้น้ำหนักเบาจำนวนหลายครั้ง (Low-High; LH) โดยกลุ่มนี้จะได้รับการฝึกการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่เหมาะสม กับหลอดเลือดที่สุดจากการศึกษาที่ 1 โดยฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ ในท่า Leg Extention, Chest Press และ Seated Row เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์

4.หลังจากนั้นให้กลุ่มออกกำลังกายแบบแรงต้านโดยใช้น้ำหนักเบาจำนวนหลายครั้ง (Low-High; LH) โดยกลุ่มนี้จะได้รับการฝึกการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่เหมาะสม กับหลอดเลือดที่สุดจากการศึกษาที่ 1 โดยฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ ในท่า Leg Extention, Chest Press และ Seated Row เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ และได้รับความรู้การออกกำลังกายจากผู้วิจัย เมื่อครบระยะเวลา 6 สัปดาห์นำทั้ 2 กลุ่มมาบันทึกค่าพื้นฐานของ FMD PWV baPWV และ CIMT

สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

การศึกษาที่ 1

1. คำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของกลุ่มตัวอย่าง ตรวจสอบความเป็นโค้งปกติโดย .Shaopiro-wilk

2. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยก่อนและหลังการฝึกแบบฉับพลัน โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ (Two-way ANOVA with Repeated Measures)

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในกลุ่มทดลอง โดยใช้วิธีของโพสฮอค (posthoc)

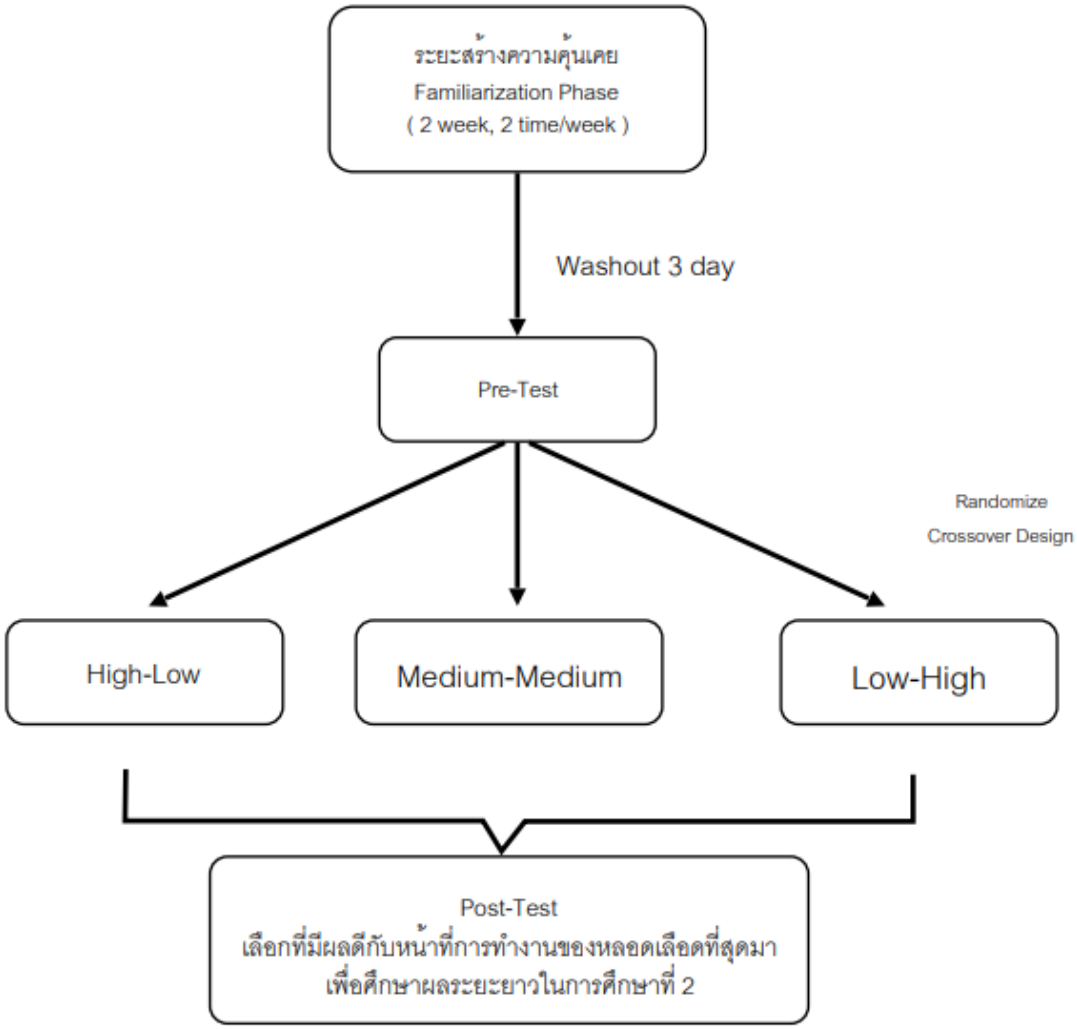
การศึกษาที่ 2

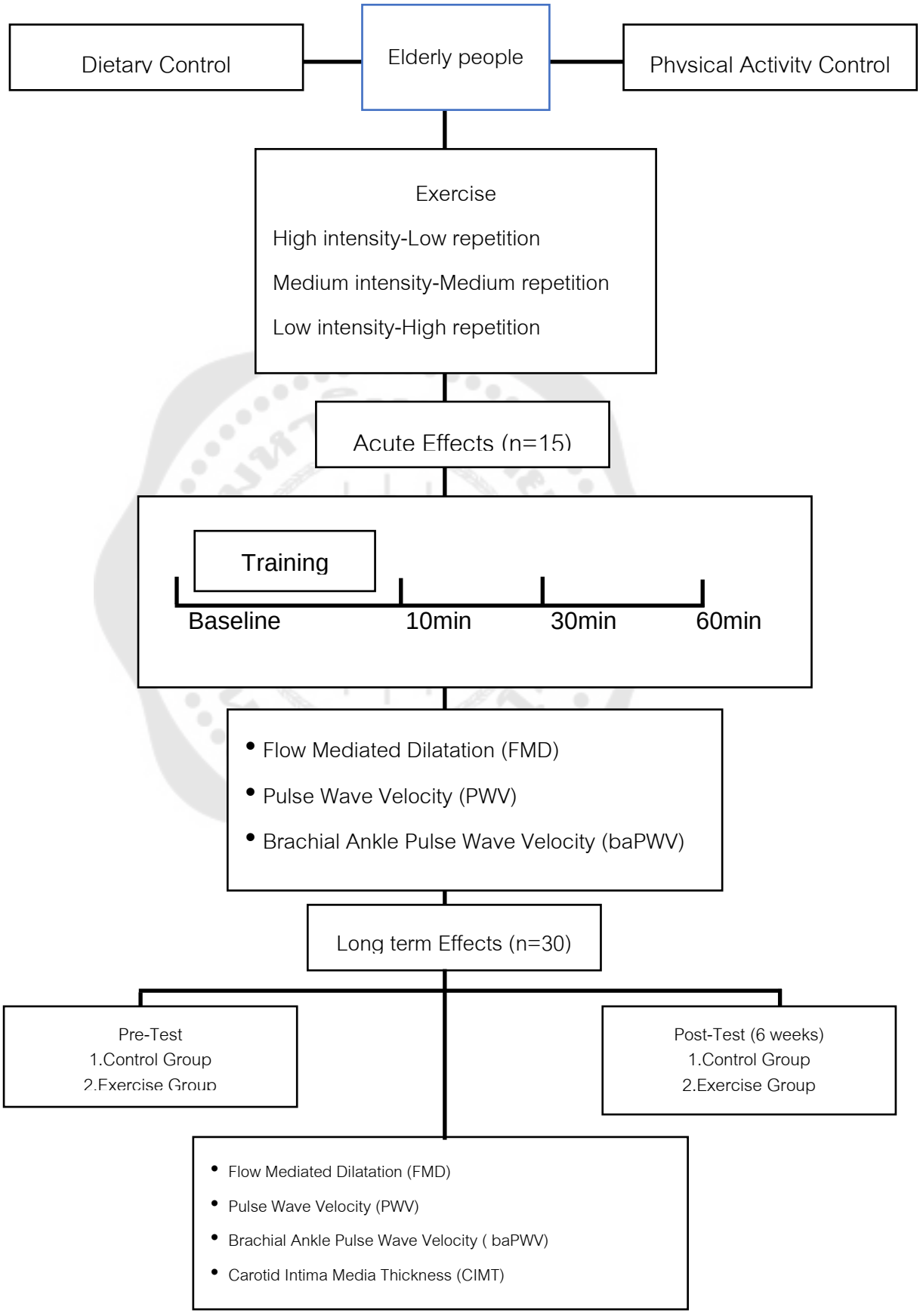
1. คำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของกลุ่มตัวอย่าง ตรวจสอบความเป็นโค้งปกติโดยวิธี Shaopiro-wilk

2. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในกลุ่มทดลอง โดยใช้วิธีของแพรทีเทส (Pair T-test)

กระบวนการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาที่ 1




Dietary Control
Elderly people
Physical Activity Control
Exercise
High intensity-Low repetition
Medium intensity-Medium repetition
Low intensity-High repetition
Acute Effects (n=15)
Training
Baseline
10min
30min
60min
• Flow Mediated Dilatation (FMD)
• Pulse Wave Velocity (PWV)
• Brachial Ankle Pulse Wave Velocity (baPWV)
Long term Effects (n=30)
Pre-Test
1.Control Group
2.Exercise Group
Post-Test (6 weeks)
1.Control Group
2.Exercise Group
• Flow Mediated Dilatation (FMD)
• Pulse Wave Velocity (PWV)
• Brachial Ankle Pulse Wave Velocity (baPWV)
• Carotid Intima Media Thickness (CIMT)

บทที่ 4
ผลการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาที่1ผลฉับพลันของการฝึกแบบแรงต้านที่ความหนักและจำนวนครั้งที่แตกต่างกัน ที่ส่งผลต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ

การวิจัยเรื่อง ผลฉับพลันของการฝึกแบบแรงต้านที่ความหนักและจำนวนครั้งที่แตกต่างกัน ที่ส่งผลต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามกระบวนการและ ขั้นตอนต่างๆ โดยมีผลการวิจัยดังนี้

ผลการศึกษาที่ 1

ตาราง 1 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย เปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อในร่างกาย อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจ ขณะพัก ความดันโลหิตขณะพัก การไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด (Flow-mediated dilation; FMD) ความเร็วของคลื่นชีพจร (Pulse wave velocity; PWV) และความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (Mean arterial pressure; MAP)

ตัวแปรด้านสรีรวิทยา (n=15)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
อายุ (ปี)	62.27	2.49
น้ำหนัก (Kg.)	61.45	9.11
ส่วนสูง (Cm.)	164.07	7.57
ดัชนีมวลกาย (BMI) (kg./m²)	22.81	2.51
ไขมัน (%)	27.76	4.54
กล้ามเนื้อ (%)	28.14	3.31
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (SBP) ขณะพัก (mmHg)	130.13	21.60

ตาราง 1 (ต่อ)

ตัวแปรด้านสรีรวิทยา (n=15)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (DBP) ขณะพัก (mmHg)	78.27	11.64
ค่าการไหลเวียนของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด (FMD)	5.59	2.59
ความเร็วของคลื่นชีพจร (PWV)	1592.47	323.39
ความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP)	97.4	16.25

จากตารางที่ 1 กลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย 62 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ย 61.45 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 164.07 เซนติเมตร ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) เฉลี่ย 22.81 kg/m² มีไขมันเฉลี่ย 27.76 เปอร์เซ็นต์ มีกล้ามเนื้อเฉลี่ย 28.14 เปอร์เซ็นต์ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (SBP) ขณะพักเฉลี่ย 130.13 mmHg ความ ดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (DBP) ขณะพัก เฉลี่ย 78.27 mmHg การไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด (FMD) เฉลี่ย 5.59 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วของคลื่นชีพจร (PWV) เฉลี่ย 1592.47 mmHg ความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP) 97.4 mmHg ข้อมูลเป็นไปตามข้อตกลงการใช้สถิติ

ตาราง 2 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ FMD
ด้วยการอ่านค่าจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง(Two-way ANOVA)Two-Way ANOVA

outcome¤	Mean·square¤	F¤	*Sig*.¤
Flow·Mediated·Dilatation·(FMD)¤	9.19¤	1.12¤	0.354¤
Pulse·Wave·Velocity·(PWV)¤	7534.83¤	0.078¤	1.000¤
systolic¤	43.51¤	0.120¤	0.998¤
diastolic¤	15.22¤	0.139¤	0.997¤

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA)

*p-value < 0.05, Two-Way ANOVA

ตาราง 3 การเปรียบเทียบ Flow Mediated Dilatation (FMD) ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition

Outcome	Mean (SD)					F	Sig
	baseline	0 min	10 min	30 min	60 min		
Flow Mediated Dilatation (FMD)	5.59 (2.59)	6.04 (1.84)	7.60 (2.17)	7.58 (3.46)	8.19 (2.17)	4.020	0.028*

*p-value < 0.05, repeated measure ANOVA

จากตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยของ outcome ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition ที่ baseline 0 นาที 10 นาที 30 นาที และ 60 นาที พบว่า Flow Mediated Dilatation FMD)ของแต่ละระยะเวลามีความแตกต่างกันอย่างมี
(นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 4 การเปรียบเทียบ Pulse Wave Velocity (PWV) ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition

outcome	Mean (SD)					F	Sig
	baseline	0 min	10 min	30 min	60 min		
Pulse Wave Velocity (PWV)	1592.47 (323.39)	1637.87 (370.11)	1637.60 (351.21)	1579.83 (309.23)	1603.93 (316.25)	1.268	0.298

p-value < 0.05, repeated measure ANOVA

จากตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยของ outcome ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition ที่ baseline 0 นาที 10 นาที 30 นาที และ 60 นาที พบว่า Pulse Wave Velocity (PWV) ของแต่ละระยะเวลาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 5 การเปรียบเทียบค่าความดันโลหิตตัวบนและค่าความดันโลหิตตัวล่าง ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity - High repetition

outcome	Mean (SD)					F	Sig
	baseline	0 min	10 min	30 min	60 min		
systolic	130.13 (21.60)	127.67 (18.99)	123.80 (16.08)	122.93 (15.22)	125.53 (16.09)	2.797	0.035*
diastolic	78.27 (11.64)	74.60 (11.98)	73.33 (9.09)	74.00 (8.05)	76.20 (10.91)	2.952	0.045*

p-value < 0.05, repeated measure ANOVA

จากตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยของ outcome ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition ที่ baseline 0 นาที 10 นาที 30 นาที และ 60 นาที พบว่า ความดันโลหิตของแต่ละระยะเวลามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 6 เปรียบเทียบ Flow Mediated Dilatation (FMD) ของการออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition

outcome	Mean (SD)					F	Sig
	baseline	0 min	10 min	30 min	60 min		
Flow Mediated Dilatation (FMD)	5.59 (2.59)	7.01 (3.64)	6.64 (2.79)	7.15 (3.93)	5.78 (2.38)	1.114	0.359

p-value < 0.05, repeated measure ANOVA

จากตารางที่ 6 แสดงค่าเฉลี่ยของ outcome ของการออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition ที่ baseline 0 นาที 10 นาที 30 นาที และ 60 นาที พบว่า Flow MediatedDilatation (FMD)ของแต่ละระยะเวลาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 7 เปรียบเทียบ Pulse Wave Velocity (PWV) ของการออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition

outcome	Mean (SD)					F	Sig
	baseline	0 min	10 min	30 min	60 min		
Pulse Wave Velocity (PWV)	1592.47 (323.39)	1614.00 (316.08)	1553.87 (277.94)	1562.33 (299.54)	1509.53 (299.27)	3.125	0.022*

p-value < 0.05, repeated measure ANOVA

จากตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยของ Pulse Wave Velocity (PWV) ของการออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition ที่ baseline 0 นาที 10 นาที 30 นาที และ 60 นาที พบว่า Pulse Wave Velocity (PWV) ของแต่ละระยะเวลามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 8 การเปรียบเทียบ ความดันโลหิต ของการออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition

outcome	Mean (SD)					F	Sig
	baseline	0 min	10 min	30 min	60 min		
systolic	130.13 (21.60)	129.93 (21.83)	128.53 (18.98)	130.20 (20.07)	130.60 (20.01)	0.225	0.905
diastolic	78.27 (11.64)	76.73 (11.37)	76.27 (11.28)	77.93 (11.01)	78.20 (11.82)	0.863	0.492

p-value < 0.05, repeated measure ANOVA

จากตารางที่ 8 แสดงค่าเฉลี่ยของ ความดันโลหิต ของการออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition ที่ baseline 0 นาที 10 นาที 30 นาที และ 60 นาที พบว่า ความดันโลหิต ของแต่ละระยะเวลาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 9 เปรียบเทียบ Flow Mediated Dilatation (FMD) ของการออกกำลังกายแบบHigh intensity-Low repetition

outcome	Mean (SD)					F	Sig
	baseline	0 min	10 min	30 min	60 min		
Flow Mediated Dilatation (FMD)	5.59 (2.59)	7.75 (3.38)	6.84 (2.76)	6.32 (3.01)	8.57 (6.98)	1.711	0.199

p-value < 0.05, repeated measure ANOVA

จากตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ยของ outcome ของการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition ที่ baseline 0 นาที 10 นาที 30 นาที และ 60 นาที พบว่า Flow Mediated Dilatation (FMD) ของแต่ละระยะเวลาไม่มีความแตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 10 เปรียบเทียบ Pulse Wave Velocity (PWV) ของการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition

outcome	Mean (SD)					F	Sig
	baseline	0 min	10 min	30 min	60 min		
Pulse Wave Velocity (PWV)	1592.47 (323.39)	1628.73 (316.27)	1567.67 (264.11)	1572.30 (263.10)	1552.83 (304.31)	1.242	0.306

p-value < 0.05, repeated measure ANOVA

จากตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยของ Pulse Wave Velocity (PWV) ของการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition ที่ baseline 0 นาที 10 นาที 30 นาที และ 60 นาที พบว่าPulse Wave Velocity (PWV) ของแต่ละระยะเวลาไม่มีความแตกต่าง กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 11 การเปรียบเทียบ ความดันโลหิต ของการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition

outcome	Mean (SD)					F	Sig
	baseline	0 min	10 min	30 min	60 min		
systolic	130.13 (21.60)	133.00 (19.70)	129.40 (17.60)	129.93 (16.32)	131.93 (18.41)	0.828	0.447
diastolic	78.27 (11.64)	78.07 (10.33)	77.60 (8.03)	76.80 (7.73)	77.80 (8.94)	0.259	0.809

p-value < 0.05, repeated measure ANOVA

จากตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ยของ ความดันโลหิต ของการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition ที่ baseline 0 นาที 10 นาที 30 นาที และ 60 นาที พบว่า ความดันโลหิตของแต่ละระยะเวลาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 12 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Flow Mediated Dilatation (FMD) ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition

ระยะเวลา	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)				
		baseline	0 min	10 min	30 min	60 min
baseline	5.59 (2.59)	-	-0.45	-2.01	-1.98	-2.59
			(-2.27, 1.38)	(-3.83, -0.18)	(-3.81, -0.16)	(-4.42, -0.77)
0 min	6.04 (1.84)	-	-	-1.56	-1.53	-2.15
				(-3.39, 0.26)	(-3.36, 0.29)	(-3.97, -0.32)
10 min	7.60 (2.17)*	-	-	-	0.02	-0.58
					(-1.80, 1.85)	(-2.41, 1.24)
30 min	7.58 (3.46)*	-	-	-	-	-0.61
						(-2.43, 1.22)
60 min	8.19 (2.17)*	-	-	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD),* หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 13 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Pulse Wave Velocity (PWV) ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition

ระยะเวลา	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)				
		baseline	0 min	10 min	30 min	60 min
baseline	1592.47 (323.39)*	-	-45.40 (-289.24, 198.45)	-45.13 (-288.98, 198.71)	12.63 (-231.21, 256.48)	-11.47 (-255.31, 232.38)
0 min	1637.87 (370.11)*	-	-	0.27 (-243.58, 244.11)	58.03 (-185.81, 301.88)	33.93 (-209.91, 277.78)
10 min	1637.60 (351.21)*	-	-	-	57.77 (-186.08, 301.61)	33.67 (-210.18, 277.51)
30 min	1579.83 (309.23)*	-	-	-	-	-24.10 (-267.95, 219.75)
60 min	1603.93 (316.25)*	-	-	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD), * หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 14 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร systolic ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition

ระยะเวลา	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)				
		baseline	0 min	10 min	30 min	60 min
baseline	130.13 (21.60)[a]	-	2.47 (-10.46, 15.40)	6.33 (-6.60, 19.26)	7.20 (-5.73, 20.13)	4.60 (-8.33, 17.53)
0 min	127.67 (18.99)[a]	-	-	3.87 (-9.06, 16.80)	4.73 (-8.20, 17.66)	2.13 (-10.80, 15.06)
10 min	123.80 (16.08)[a]	-	-	-	0.87 (-12.06, 13.80)	-1.73 (-14.66, 11.20)
30 min	122.93 (15.22)[a]	-	-	-	-	-2.60 (-15.53, 10.33)
60 min	125.53 (16.09)[a]	-	-	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD), * หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 15 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร diastolic ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition

ระยะเวลา	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)				
		baseline	0 min	10 min	30 min	60 min
baseline	78.27 (11.64)*	-	3.67	4.93	4.27	2.07
			(-3.94, 11.27)	(-2.67, 12.54)	(-3.34, 11.87)	(-5.54, 9.67)
0 min	74.60 (11.98)*	-	-	1.27	0.60	-1.60
				(-6.34, 8.87)	(-7.01, 8.21)	(-9.21, 6.01)
10 min	73.33 (9.09)*	-	-	-	-0.67	-2.87
					(-8.27, 6.94)	(-10.47, 4.74)
30 min	74.00 (8.05)*	-	-	-	-	-2.20
						(-9.81, 5.41)
60 min	76.20 (10.91)*	-	-	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD), * หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 11-15 แสดงค่าเฉลี่ยของ outcome ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition ที่ baseline 0 นาที 10 นาที 30 นาที และ 60 นาที พบว่า Flow Mediated Dilatation (FMD), systolic และ diastolic ของแต่ละระยะเวลามีความแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่เมื่อเปรียบเทียบรายคู่จะพบเฉพาะ Flow Mediated Dilatation (FMD) ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 16 การเปรียบเทียบ outcome ของการออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition

outcome	Mean (SD)					F	sig
	baseline	0 min	10 min	30 min	60 min		
Flow Mediated Dilatation (FMD)	5.59 (2.59)	7.01 (3.64)	6.64 (2.79)	7.15 (3.93)	5.78 (2.38)	1.114	0.359
Pulse Wave Velocity (PWV)	1592.47 (323.39)	1614.00 (316.08)	1553.87 (277.94)	1562.33 (299.54)	1509.53 (299.27)	3.125	0.022*
systolic	130.13 (21.60)	129.93 (21.83)	128.53 (18.98)	130.20 (20.07)	130.60 (20.01)	0.225	0.905
diastolic	78.27 (11.64)	76.73 (11.37)	76.27 (11.28)	77.93 (11.01)	78.20 (11.82)	0.863	0.492

*p-value < 0.05, repeated measure ANOVA

ตาราง 17 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Flow Mediated Dilatation (FMD) ของการออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition

ระยะเวลา	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)				
		baseline	0 min	10 min	30 min	60 min
baseline	5.59 (2.59)*	-	-1.42 (-3.69, 0.86)	-1.05 (-3.33, 1.23)	-1.55 (-3.83, 0.72)	-0.18 (-2.36, 2.09)
0 min	7.01 (3.64)*	-	-	0.37 (-1.91, 2.65)	-0.14 (-2.41, 2.14)	1.23 (-1.04, 3.51)
10 min	6.64 (2.79)*	-	-	-	-0.50 (-2.78, 1.77)	0.87 (-1.41, 3.14)
30 min	7.15 (3.93)*	-	-	-	-	1.37 (-0.91, 3.65)
60 min	5.78 (2.38)*	-	-	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD),* หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 18 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Pulse Wave Velocity (PWV) ของการออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition

ระยะเวลา	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)				
		baseline	0 min	10 min	30 min	60 min
baseline	1592.47 (323.39)	-	-21.53 (-242.68, 199.61)	38.60 (-182.54, 259.72)	30.13 (-191.01, 251.28)	82.93 (-138.21, 304.08)
0 min	1614.00 (316.08)	-	-	60.13 (-161.01, 281.28)	51.67 (-169.48, 272.81)	104.47 (-116.68, 325.61)
10 min	1553.87 (277.94)	-	-	-	-8.47 (-229.61, 212.68)	44.33 (-176.81, 265.48)
30 min	1562.33 (299.54)	-	-	-	-	52.80 (-168.34, 273.94)
60 min	1509.53 (299.27)	-	-	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD), * หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 19 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร systolic ของการออกกำลัง กายแบบ Medium intensity-Medium repetition

ระยะเวลา	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)				
		baseline	0 min	10 min	30 min	60 min
baseline	130.13 (21.60)	-	0.20 (-14.75, 15.15)	1.60 (-13.35, 16.55)	-0.07 (-15.01, 14.88)	-0.47 (-15.41, 14.48)
0 min	129.93 (21.83)	-	-	1.40 (-13.55, 16.35)	-0.27 (-15.21, 14.68)	-0.67 (-15.61, 14.28)
10 min	128.53 (18.98)	-	-	-	-1.67 (-16.61, 13.28)	-2.07 (-17.01, 12.88)
30 min	130.20 (20.07)	-	-	-	-	-0.40 (-15.35, 14.55)
60 min	130.60 (20.01)	-	-	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD), * หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 20 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร diastolic ของการออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition

ระยะเวลา	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)				
		baseline	0 min	10 min	30 min	60 min
baseline	78.27 (11.64)	-	1.53 (-6.79, 9.86)	2.00 (-6.32, 10.32)	0.33 (-7.99, 8.66)	0.07 (-8.26, 8.39)
0 min	76.73 (11.37)	-	-	0.47 (-7.86, 8.79)	-1.20 (-9.52, 7.12)	-1.47 (-9.79, 6.86)
10 min	76.27 (11.28)	-	-	-	-1.67 (-9.99, 6.66)	-1.93 (-10.26, 6.39)
30 min	77.93 (11.01)	-	-	-	-	-0.27 (-8.59, 8.06)
60 min	78.20 (11.82)	-	-	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD),* หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 16 - 20 แสดงค่าเฉลี่ยของ outcome ของการออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition ที่ baseline 0 นาที 10 นาที 30 นาที และ 60 นาที พบว่า Pulse Wave Velocity (PWV) ของแต่ละระยะเวลามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่เมื่อเปรียบเทียบรายคู่ไม่พบผลลัพธ์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 21 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Flow Mediated Dilatation (FMD) ของการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition

ระยะเวลา	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)				
		baseline	0 min	10 min	30 min	60 min
baseline	5.59 (2.59)*	-	-2.16 (-5.13, 0.82)	-1.24 (-4.22, 1.73)	-0.73 (-3.71, 2.25)	-2.98 (-5.95, 0.01)
0 min	7.75 (3.38)*	-	-	0.91 (-2.07, 3.89)	1.42 (-1.55, 4.40)	-0.82 (-3.80, 2.16)
10 min	6.84 (2.76)*	-	-	-	0.51 (-2.46, 3.49)	-1.73 (-4.71, 1.24)
30 min	6.32 (3.01)*	-	-	-	-	-2.24 (-5.22, 0.73)
60 min	8.57 (6.98)*	-	-	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD), * หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 22 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Pulse Wave Velocity (PWV) ของการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition

ระยะเวลา	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)				
		baseline	0 min	10 min	30 min	60 min
baseline	1592.47 (323.39)*	-	-36.27 (-251.37, 178.83)	24.80 (-190.30, 239.90)	20.17 (-194.93, 235.27)	39.63 (-175.47, 254.73)
0 min	1628.73 (316.27)*	-	-	61.07 (-154.03, 276.17)	56.43 (-158.67, 271.53)	75.90 (-139.20, 291.00)
10 min	1567.67 (264.11)*	-	-	-	-4.63 (-219.73, 210.47)	14.83 (-200.27, 229.93)
30 min	1572.30 (263.10)*	-	-	-	-	19.47 (-195.63, 234.57)
60 min	1552.83 (304.31)*	-	-	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD),* หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 23 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร systolic ของการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition

ระยะเวลา	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)				
		baseline	0 min	10 min	30 min	60 min
baseline	130.13 (21.60)	-	-2.87 (-16.57, 10.83)	0.73 (-12.97, 14.43)	0.20 (-13.50, 13.90)	-1.80 (-15.50, 11.90)
0 min	133.00 (19.70)	-	-	3.60 (-10.10, 17.30)	3.07 (-10.63, 16.77)	1.07 (-12.63, 14.77)
10 min	129.40 (17.60)	-	-	-	-0.53 (-14.23, 13.17)	-2.53 (-16.23, 11.17)
30 min	129.93 (16.32)	-	-	-	-	-2.00 (-15.70, 11.70)
60 min	131.93 (18.41)	-	-	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD), * หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 24 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร diastolic ของการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition

ระยะเวลา	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)				
		baseline	0 min	10 min	30 min	60 min
baseline	78.27 (11.64)	-	0.20 (-6.68, 7.08)	0.67 (-6.21, 7.55)	1.47 (-5.41, 8.35)	0.47 (-6.41, 7.35)
0 min	78.07 (10.33)	-	-	0.47 (-6.41, 7.35)	1.27 (-5.61, 8.15)	0.27 (-6.61, 7.15)
10 min	77.60 (8.03)	-	-	-	0.80 (-6.08, 7.68)	-0.20 (-7.08, 6.68)
30 min	76.80 (7.73)	-	-	-	-	-1.00 (-7.88, 5.88)
60 min	77.80 (8.94)	-	-	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD),* หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 21 - 24 แสดงค่าเฉลี่ยของ outcome ของการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition ที่ baseline 0 นาที 10 นาที 30 นาที และ 60 นาที พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิเคราะห์ Pulse Wave Velocity (PWV)

ตาราง 25 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Pulse Wave Velocity (PWV) ที่เวลา 0 นาที

การออกกำลังกาย	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)		
		Low intensity-High repetition	Medium intensity-Medium repetition	High intensity-Low repetition
Low intensity-High repetition	1637.87 (370.11)	-	23.87 (-223.08, 270.82)	9.13 (-237.82, 256.08)
Medium intensity Medium repetition	1614.00 (316.08)	-	-	-14.73 (-261.68, 232.22)
High intensity-Low repetition	1628.73 (316.27)	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD), * หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 25 แสดงการเปรียบเทียบค่า Pulse Wave Velocity (PWV) ของการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ที่เวลา 0 นาที พบว่า ค่า Pulse Wave Velocity (PWV) ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition (1637.87 ± 370.11) การออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition (1614.00 ± 316.08) และการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition (1628.73 ± 316.27) ไม่มีการออกกำลังกายคู่ไหนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 26 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Pulse Wave Velocity (PWV) ที่เวลา 10 นาที

การออกกำลังกาย	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)		
		Low intensity-High repetition	Medium intensity-Medium repetition	High intensity-Low repetition
Low intensity-High repetition	1637.60 (351.21)	-	83.73 (-137.48, 304.95)	69.93 (-151.28, 291.15)
Medium intensity-Medium repetition	1553.87 (277.94)	-	-	-13.80 (-235.01, 207.41)
High intensity-Low repetition	1567.67 (264.11)	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD), * หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 26 แสดงการเปรียบเทียบค่า Pulse Wave Velocity (PWV) ของการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ที่เวลา 10 นาที พบว่า ค่า Pulse Wave Velocity (PWV) ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition (1637.60 ± 351.21) การออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition (1553.87 ± 277.94) และการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition (1567.67 ± 264.11) ไม่มีการออกกำลังกายคู่ไหนที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 27 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Pulse Wave Velocity (PWV) ที่เวลา 30 นาที

การออกกำลังกาย	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)		
		Low intensity-High repetition	Medium intensity-Medium repetition	High intensity-Low repetition
Low intensity-High repetition	1579.83 (309.23)	-	17.50 (-197.16, 232.16)	7.53 (-207.13, 222.19)
Medium intensity-Medium repetition	1562.33 (299.54)	-	-	-9.97 (-224.63, 204.69)
High intensity-Low repetition	1572.30 (263.10)	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD), * หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 27 แสดงการเปรียบเทียบค่า Pulse Wave Velocity (PWV) ของการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ที่เวลา 30 นาที พบว่า ค่า Pulse Wave Velocity (PWV) ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition (1579.83 ± 309.23) การออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition (1562.33 ± 299.54) และการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition (1572.30 ± 263.10) ไม่มีการออกกำลังกายคู่ไหนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 28 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Pulse Wave Velocity (PWV) ที่เวลา 60 นาที

การออกกำลังกาย	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)		
		Low intensity-High repetition	Medium intensity-Medium repetition	High intensity-Low repetition
Low intensity-High repetition	1603.93 (316.25)	-	94.40 (-131.60, 320.40)	51.10 (-174.90, 277.10)
Medium intensity-Medium repetition	1509.53 (299.27)	-	-	-43.30 (-269.30, 182.70)
High intensity-Low repetition	1552.83 (304.31)	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD), * หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 28 แสดงการเปรียบเทียบค่า Pulse Wave Velocity (PWV) ของการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ที่เวลา 60 นาที พบว่า ค่า Pulse Wave Velocity (PWV) ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition (1603.93 ± 316.25) การออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition (1509.53 ± 299.27) และการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition (1552.83 ± 304.31) ไม่มีการออกกำลังกายคู่ไหนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิเคราะห์ Flow Mediated Dilatation (FMD)

ตาราง 29 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Flow Mediated Dilatation (FMD) ที่เวลา 0 นาที

การออกกำลังกาย	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)		
		Low intensity-High repetition	Medium intensity-Medium repetition	High intensity-Low repetition
Low intensity-High repetition	6.04 (1.84)	-	-0.97 (-3.22, 1.28)	-1.71 (-3.96, 0.55)
Medium intensity-Medium repetition	7.01 (3.64)	-	-	-0.74 (-2.99, 1.51)
High intensity-Low repetition	7.75 (3.38)	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD), * หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 29 แสดงการเปรียบเทียบค่า Flow Mediated Dilatation (FMD) ของการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ที่เวลา 0 นาที พบว่า ค่า Flow Mediated Dilatation (FMD) ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition (6.04 ± 1.84) การออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition (7.01 ± 3.64) และการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition (7.75 ± 3.38) ไม่มีการออกกำลังกายคู่ไหนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 30 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Flow Mediated Dilatation (FMD) ที่เวลา 10 นาที

การออกกำลังกาย	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)		
		Low intensity-High repetition	Medium intensity-Medium repetition	High intensity-Low repetition
Low intensity-High repetition	7.60 (2.17)	-	0.96 (-0.95, 2.87)	0.77 (-1.14, 2.67)
Medium intensity-Medium repetition	6.64 (2.79)	-	-	-0.20 (-2.10, 1.71)
High intensity-Low repetition	6.84 (2.76)	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD), * หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 30 แสดงการเปรียบเทียบค่า Flow Mediated Dilatation (FMD) ของการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ที่เวลา 10 นาที พบว่า ค่า Flow Mediated Dilatation (FMD) ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition (7.60 ± 2.17) การออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition (6.64 ± 2.79) และการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition (6.84 ± 2.76) ไม่มีการออกกำลังกายคู่ไหนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 31 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Flow Mediated Dilatation (FMD) ที่เวลา 30 นาที

การออกกำลังกาย	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)		
		Low intensity-High repetition	Medium intensity-Medium repetition	High intensity-Low repetition
Low intensity-High repetition	7.58 (3.46)	-	0.43 (-2.14, 3.00)	1.25 (-1.31, 3.83)
Medium intensity-Medium repetition	7.15 (3.93)	-	-	0.82 (-1.75, 3.39)
High intensity-Low repetition	6.32 (3.01)	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD), * หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 31 แสดงการเปรียบเทียบค่า Flow Mediated Dilatation (FMD) ของการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ที่เวลา 30 นาที พบว่า ค่า Flow Mediated Dilatation (FMD) ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition (7.58 ± 3.46) การออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition (7.15 ± 3.93) และการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition (6.32 ± 3.01) ไม่มีการออกกำลังกายคู่ไหนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 32 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร Flow Mediated Dilatation (FMD) ที่เวลา 60 นาที

การออกกำลังกาย	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)		
		Low intensity-High repetition	Medium intensity-Medium repetition	High intensity-Low repetition
Low intensity-High repetition	8.19 (2.17)*	-	2.41 (0.57, 4.25)	1.27 (-0.60, 3.13)
Medium intensity-Medium repetition	5.78 (2.38)	-	-	-1.14 (-3.01, 0.73)
High intensity-Low repetition	6.96 (6.63)*	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD), * หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 32 แสดงการเปรียบเทียบค่า Flow Mediated Dilatation (FMD) ของการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ที่เวลา 60 นาที พบว่า ค่า Flow Mediated Dilatation (FMD) ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition (8.19 ± 2.17) การออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition (5.78 ± 2.38) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และไม่แตกต่างกับการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition (6.96 ± 6.63) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการเปรียบเทียบระหว่างการออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition และการออกกำลังกาบแบบ High intensity-Low repetition ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิเคราะห์ความดันโลหิต

ตาราง 33 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปรความดันโลหิต ที่เวลา 0 นาที

การออกกำลังกาย	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)		
		Low intensity-High repetition	Medium intensity-Medium repetition	High intensity-Low repetition
		Systolic		
Low intensity-High repetition	127.67 (18.99)	-	-2.27 (-17.16, 12.63)	-5.33 (-20.23, 9.55)
Medium intensity-Medium repetition	129.93 (21.83)	-	-	-3.07 (-17.96, 11.83)
High intensity-Low repetition	133.00 (19.70)	-	-	-
		Diastolic		
Low intensity-High repetition	74.60 (11.98)	-	-2.13 (-10.42, 6.15)	-3.47 (-11.75, 4.82)
Medium intensity-Medium repetition	76.73 (11.37)	-	-	-1.33 (-9.62, 6.95)
High intensity-Low repetition	78.07 (10.33)	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD), * หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 33 แสดงการเปรียบเทียบค่า ความดันโลหิต ของการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ที่เวลา 0 นาที พบว่า ค่า systolic ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition (127.67 ± 18.99) การออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition (129.93 ± 21.83) และการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition (133.00 ± 19.70) ไม่มีการออกกำลังกายคู่ไหนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 34 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปรความดันโลหิต ที่เวลา 10 นาที

การออกกำลังกาย	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)		
		Low intensity-High repetition	Medium intensity-Medium repetition	High intensity-Low repetition
		Systolic		
Low intensity-High repetition	123.80 (16.08)	-	-4.73 (-17.70, 8.23)	-5.60 (-18.57, 7.37)
Medium intensity-Medium repetition	128.53 (18.98)	-	-	-0.87 (-13.83, 12.10)
High intensity-Low repetition	129.40 (17.60)	-	-	-
		Diastolic		
Low intensity-High repetition	73.33 (9.09)	-	-2.93 (-9.98, 4.11)	-4.27 (-11.31, 2.78)
Medium intensity-Medium repetition	76.27 (11.28)	-	-	-1.33 (-8.38, 5.71)
High intensity-Low repetition	77.60 (8.03)	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD), * หมายถึงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 34 แสดงการเปรียบเทียบค่าความดันโลหิตของการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ที่เวลา 10 นาที พบว่าค่า systolic ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition (123.80 ± 16.08) การออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition (128.53 ± 18.98) และการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition (129.40 ± 17.60) ไม่มีการออกกำลังกายคู่ไหนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 35 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปรความดันโลหิตที่เวลา 30 นาที

การออกกำลังกาย	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)		
		Low intensity-High repetition	Medium intensity-Medium repetition	High intensity-Low repetition
Low intensity-High repetition	122.93 (15.22)[a]	-	-7.27 (-20.04, 5.50)	-7.00 (-19.77, 5.77)
Medium intensity-Medium repetition	130.20 (20.07)[a]	-	-	0.27 (-12.50, 13.04)
High intensity-Low repetition	129.93 (16.32)[a]	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD), อักขระเดียวกันในคอลัมน์เดียวกันหมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 35 แสดงการเปรียบเทียบค่า systolic ของการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ที่เวลา 30 นาที พบว่า ค่า systolic ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition (122.93 ± 15.22) การออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition (130.20 ± 20.07) และการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition (129.93 ± 16.32) ไม่มีการออกกำลังกายคู่ไหนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 36 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร systolic ที่เวลา 60 นาที

การออกกำลังกาย	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)		
		Low intensity-High repetition	Medium intensity-Medium repetition	High intensity-Low repetition
Low intensity-High repetition	125.53 (16.09)[a]	-	-5.07 (-18.50, 8.37)	-6.40 (-19.84, 7.04)
Medium intensity-Medium repetition	130.60 (20.01)[a]	-	-	1.33 (-14.77, 12.11)
High intensity-Low repetition	131.93 (18.41)[a]	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD), อักขระเดียวกันในคอลัมน์เดียวกันหมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 36 แสดงการเปรียบเทียบค่า systolic ของการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ที่เวลา 60 นาที พบว่า ค่า systolic ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition (130.60 ± 20.01) การออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition (130.20 ± 20.07) และการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition (131.93 ± 18.41) ไม่มีการออกกำลังกายคู่ไหนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการวิเคราะห์ Diastolic

ตาราง 37 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร diastolic ที่เวลา 10 นาที

การออกกำลังกาย	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)		
		Low intensity-High repetition	Medium intensity-Medium repetition	High intensity-Low repetition
Low intensity-High repetition	73.33 (9.09)[a]	-	-2.93 (-9.98, 4.11)	-4.27 (-11.31, 2.78)
Medium intensity-Medium repetition	76.27 (11.28)[a]	-	-	-1.33 (-8.38, 5.71)
High intensity-Low repetition	77.60 (8.03)[a]	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD), อักขระเดียวกันในคอลัมน์เดียวกันหมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 37 แสดงการเปรียบเทียบค่า diastolic ของการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ที่เวลา 10 นาที พบว่า ค่า diastolic ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition (73.33 ± 9.09) การออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition (76.27 ± 11.28) และการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition (77.60 ± 8.03) ไม่มีการออกกำลังกายคู่ไหนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 38 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร diastolic ที่เวลา 30 นาที

การออกกำลังกาย	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)		
		Low intensity-High repetition	Medium intensity-Medium repetition	High intensity-Low repetition
Low intensity-High repetition	74.00 (8.05)[a]	-	-3.93 (-10.60, 2.73)	-2.80 (-9.47, 3.87)
Medium intensity-Medium repetition	77.93 (11.01)[a]	-	-	1.13 (-5.53, 7.80)
High intensity-Low repetition	76.80 (7.73)[a]	-	-	-

One-Way ANOVA (LSD), อักขระเดียวกันในคอลัมน์เดียวกันหมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

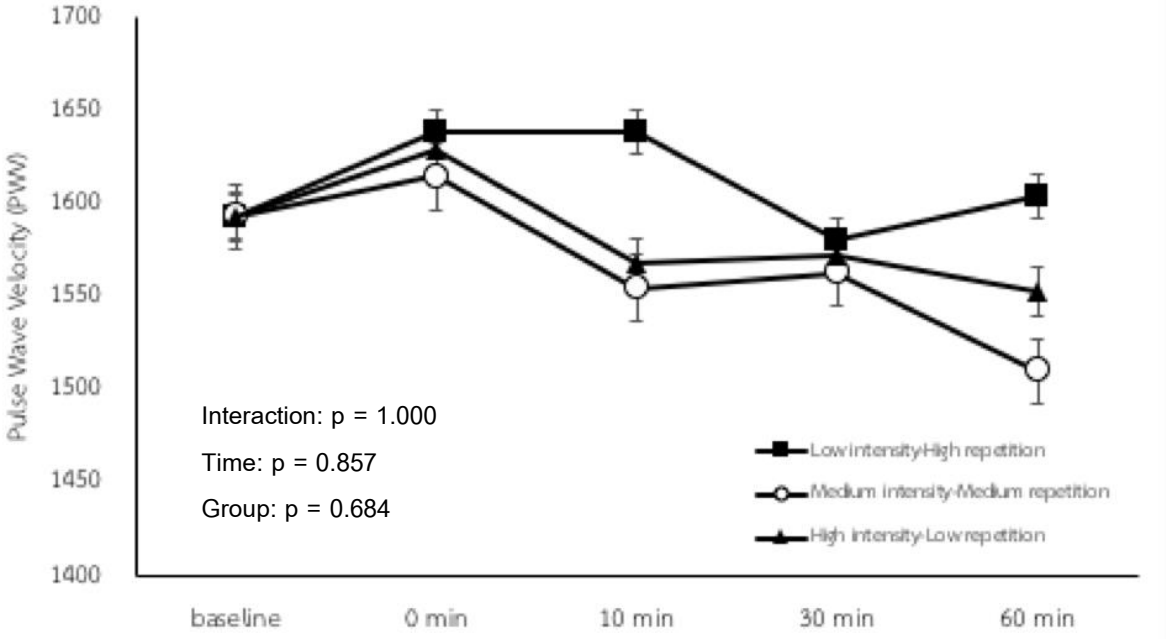
จากตารางที่ 38 แสดงการเปรียบเทียบค่า diastolic ของการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ที่เวลา 30 นาที พบว่า ค่า diastolic ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition (74.00 ± 8.05) การออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition (77.93 ± 11.01) และการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition (76.80 ± 7.73) ไม่มีการออกกำลังกายคู่ไหนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 39 การเปรียบเทียบรายคู่ของตัวแปร diastolic ที่เวลา 60 นาที

การออกกำลังกาย	mean (SD)	Mean Difference (95%CI)		
		Low intensity-High repetition	Medium intensity-Medium repetition	High intensity-Low repetition
Low intensity-High repetition	76.20 (10.91)[a]	-	-2.00 (-9.83, 5.83)	-1.60 (-9.43, 6.23)
Medium intensity-Medium repetition	78.20 (11.82)[a]	-	-	0.40 (-7.43, 8.23)
High intensity-Low repetition	77.80 (8.94)[a]	-	-	-

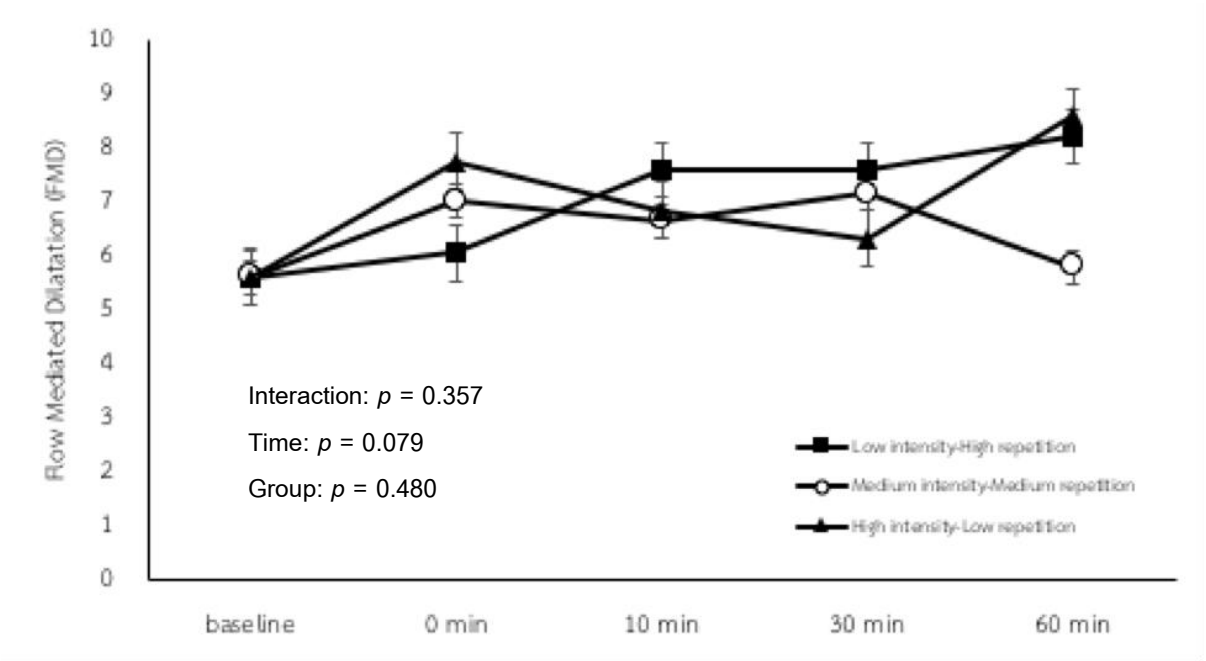
One-Way ANOVA (LSD), อักขระเดียวกันในคอลัมน์เดียวกันหมายถึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 39 แสดงการเปรียบเทียบค่า diastolic ของการออกกำลังกายทั้ง 3 รูปแบบ ที่เวลา 60 นาที พบว่า ค่า diastolic ของการออกกำลังกายแบบ Low intensity-High repetition (76.20 ± 10.91) การออกกำลังกายแบบ Medium intensity-Medium repetition (78.20 ± 11.82) และการออกกำลังกายแบบ High intensity-Low repetition (77.80 ± 8.94) ไม่มีการออกกำลังกายคู่ไหนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



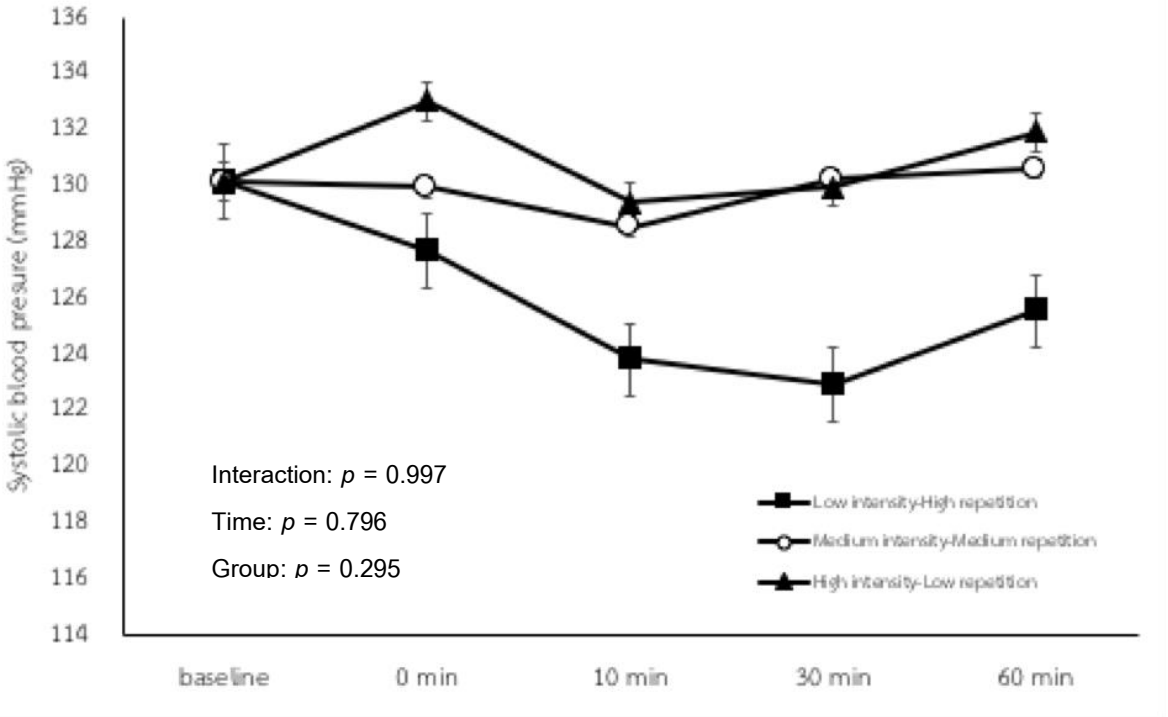
ภาพประกอบ 5 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงของ Flow mediated dilatation (FMD) **ตามช่วงเวลาต่างกัน ได้แก่** Baseline, 0 min, 10 min, 30 mins, **และ** 60 minของทั้งการออกกำลังกายแบบแรงต้านทั้งสามรูปแบบ คือ Low intensity-High repetition, High intensity-Low repetition และ Medium intensity-Medium repetition

จากภาพที่ 5 แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity-High repetition มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ที่เวลา 10, 30 และ 60 นาทีส่วนแบบ



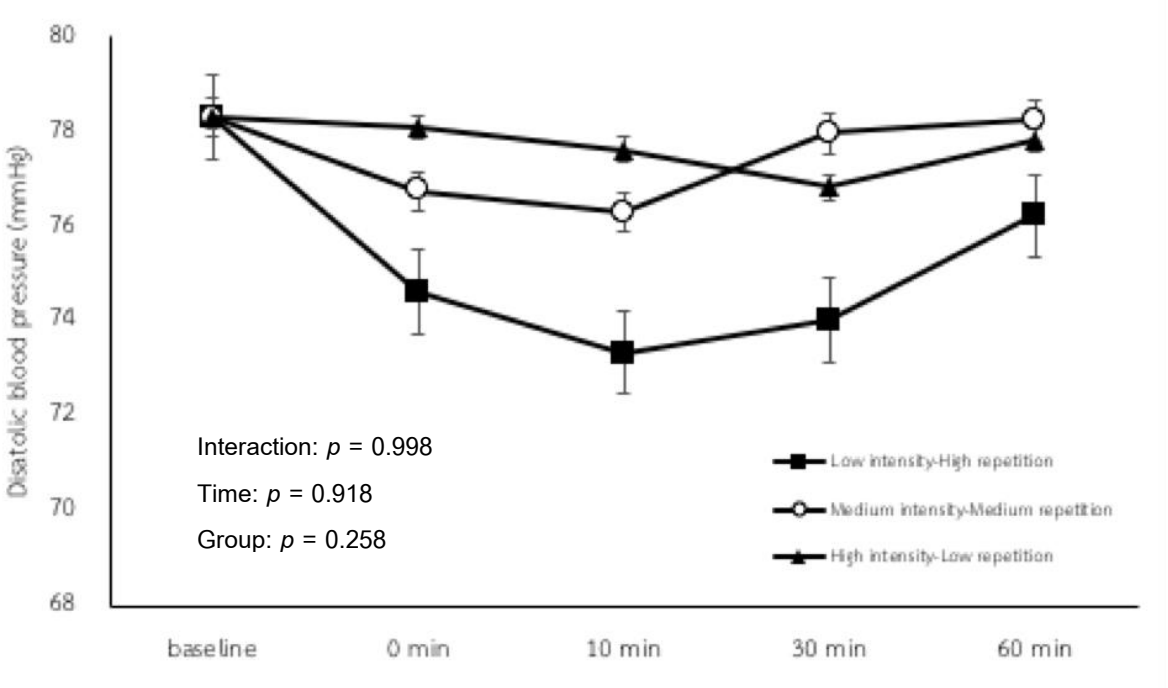
ภาพประกอบ 6 กราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลงของ Pulse Wave Velocity (PWV) ตามช่วงเวลาต่างกัน ได้แก่ Baseline, 0 min, 10 min, 30 mins, และ 60 min ของทั้งการออกกำลังกายแบบแรงต้านทั้งสามรูปแบบ คือ Low intensity-High repetition, High intensity-Low repetition และ Medium intensity-Medium repetition

จากภาพที่ 6 แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายแบบแรงต้านทั้งสามรูปแบบ มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ที่เวลา 0, 10, 30 และ 60 นาที



ภาพประกอบ 7 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ Systolic Blood Pressure ตามช่วงเวลาต่างกัน ได้แก่ Baseline, 0 min, 10 min, 30 mins, และ 60 min
ของทั้งการออกกำลังกายแบบแรงต้านทั้งสามรูปแบบ คือ Low intensity-High repetition, High intensity-Low repetition และ Medium intensity-Medium repetition

จากภาพที่ 7 แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายแบบแรงต้านทั้งสามรูปแบบ มีการเปลี่ยนแปลง ของ Systolic Blood Pressure เล็กน้อยแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ที่เวลา 0, 10, 30 และ 60 นาที



ภาพประกอบ 8 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ Diastolic Blood Pressure ตามช่วงเวลาต่างกัน ได้แก่ Baseline, 0 min, 10 min, 30 mins, และ 60 min ของทั้งการออกกำลังกายแบบแรงต้านทั้งสามรูปแบบ คือ Low intensity-High repetition, High intensity-Low repetition และ Medium intensity-Medium repetition

จากภาพที่ 8 แสดงให้เห็นว่า การออกกำลังกายแบบแรงต้านทั้งสามรูปแบบ มีการเปลี่ยนแปลง ของ Diastolic Blood Pressure เล็กน้อยแต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ที่เวลา 0, 10, 30 และ 60 นาที

การศึกษาที่ 2 ผลระยะยาวของการฝึกแบบแรงต้านที่ความหนักระดับเบา และจำนวนครั้งมากที่ส่งผลต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ

การวิจัยเรื่อง ผลระยะยาวของการฝึกแบบแรงต้านที่ความหนักระดับเบา และจำนวนครั้งมากส่งผลต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุอย่างไรเทียบกับกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามกระบวนการและ ขั้นตอนต่างๆ และรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยมีผลการวิจัยดังนี้

ตาราง 40 แสดงข้อมูลค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$)และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย เปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อในร่างกาย ความดันโลหิตขณะพัก การไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด (Flow-mediated dilation; FMD) ความเร็วของคลื่นชีพจร (Pulse wave velocity; PWV) และความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (Mean arterial pressure; MAP)

ตัวแปรด้านสรีรวิทยา (n=30)	กลุ่มควบคุม		กลุ่มฝึก Low intensity. High repetition.	
	ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$)	(S.D.)	ค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$)	(S.D.)
อายุ (ปี)	61.67	2.29	62.13	2.19
น้ำหนัก (Kg.)	59.75	12.15	60.8	9.7
ส่วนสูง (Cm.)	158	6.32	164	7.66
ดัชนีมวลกาย (BMI) (kg./m²)	23.96	4.74	22.5	2.6

ตาราง 40 (ต่อ)

ตัวแปรด้านสรีรวิทยา (n=30)	กลุ่มควบคุม		กลุ่มฝึก Low intensity. High repetition.	
	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	(S.D.)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	(S.D.)
ไขมัน (%)	29.87	7.72	27.68	4.25
กล้ามเนื้อ (%)	28.35	5.27	28.29	3.14
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (SBP) ขณะพัก (mmHg)	128.87	14.94	134.73	21.59
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (DBP) ขณะพัก (mmHg)	79.27	11.78	79.67	11.18
ค่าการไหลเวียนของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด (FMD)	5.59	2.59	6.64	2.37
ความเร็วของคลื่นชีพจร (PWV)	1587.57	275.01	1510.47	200.41
ความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP)	98.60	14.41	100.47	15.25

จากตารางที่ 40 กลุ่มตัวอย่างกลุ่มควบคุมมีอายุเฉลี่ย 61.67 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ย 59.75 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 158 เซนติเมตร ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) เฉลี่ย 23.96 kg/m² มีไขมันเฉลี่ย 29.87 เปอร์เซ็นต์ มีกล้ามเนื้อเฉลี่ย 28.35 เปอร์เซ็นต์ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (SBP) ขณะพัก เฉลี่ย 128.87 mmHg ความ ดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (DBP) ขณะพัก เฉลี่ย 79.27 mmHg การไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด (FMD) เฉลี่ย 5.59 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วของคลื่นชีพจร (PWV) เฉลี่ย 1587.57 mmHg ความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP) 98.6 mmHg

จากตารางที่ 40 กลุ่มที่ได้รับการฝึกมีอายุเฉลี่ย 62.13 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ย 60.8 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 164 เซนติเมตร ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) เฉลี่ย 22.5 kg/m² มีไขมันเฉลี่ย 27.68 เปอร์เซ็นต์ มีกล้ามเนื้อเฉลี่ย 28.29 เปอร์เซ็นต์ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (SBP) ขณะพัก เฉลี่ย 134.73 mmHg ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (DBP) ขณะพัก เฉลี่ย 79.67 mmHg การไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด (FMD) เฉลี่ย 6.64 เปอร์เซ็นต์

และความเร็วของคลื่นชีพจร (PWV) เฉลี่ย 1510.47 mmHg ความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP) 100.47mmHg

ผลการวิเคราะห์

ตาราง 41 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของFlow Mediated Dilatation (FMD)ภายในกลุ่ม control

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ยก่อน	ค่าเฉลี่ยหลัง	t	p-value
Flow Mediated Dilatation (FMD)	5.59 ± 2.59	6.64 ± 2.79	-0.95	0.359

*p-value < 0.05, dependent t-test

จากตารางที่ 41 พบว่าค่าเฉลี่ยก่อนและหลังในของ Flow Mediated Dilatation (FMD) ของกลุ่ม control ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 42 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Pulse Wave Velocity (PWV) ภายในกลุ่ม control

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ยก่อน	ค่าเฉลี่ยหลัง	t	p-value
Pulse Wave Velocity (PWV)	1587.57 ± 275.01	1522.10 ± 228.14	2.03	0.061

*p-value < 0.05, dependent t-test

จากตารางที่ 42 พบว่าค่าเฉลี่ยก่อนและหลังของ Pulse Wave Velocity (PWV) ในกลุ่ม control ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 43 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ ความดันโลหิตตัวบน Systolic ภายในกลุ่ม control

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ยก่อน	ค่าเฉลี่ยหลัง	t	p-value
Systolic	128.87 ± 14.95	128.13 ± 16.44	0.43	0.672

*p-value < 0.05, dependent t-test

จากตารางที่ 43 พบว่าค่าเฉลี่ยก่อนและหลังของ ความดันโลหิตตัวบน Systolic ในกลุ่ม control ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 44 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตตัวล่างDiastolic ภายในกลุ่ม control

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ยก่อน	ค่าเฉลี่ยหลัง	t	p-value
Diastolic	79.27 ± 11.78	76.13 ± 11.14	1.88	0.082

*p-value < 0.05, dependent t-test

จากตารางที่ 44 พบว่าค่าเฉลี่ยก่อนและหลังของ ความดันโลหิตตัวล่าง Diastolic ในกลุ่ม control ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 45 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP) ภายในกลุ่ม control

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ยก่อน	ค่าเฉลี่ยหลัง	t	p-value
ความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP)	98.60 ± 14.41	95.93 ± 18.52	1.22	0.242

*p-value < 0.05, dependent t-test

จากตารางที่ 45 พบว่าค่าเฉลี่ยก่อนและหลังของความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP) ในกลุ่ม control ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 46 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Carotid Intima Media Thickness (CIMT) ภายในกลุ่ม control

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ยก่อน	ค่าเฉลี่ยหลัง	t	p-value
Carotid Intima Media Thickness (CIMT)	0.68 ± 0.12	0.69 ± 0.11	-0.75	0.464

*p-value < 0.05, dependent t-test

จากตารางที่ 46 พบว่าค่าเฉลี่ยก่อนและหลังของ Carotid Intima Media Thickness (CIMT) ในกลุ่ม control ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 47 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Flow Mediated Dilatation (FMD) ภายในกลุ่ม trained

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ยก่อน	ค่าเฉลี่ยหลัง	t	p-value
Flow Mediated Dilatation (FMD)	6.64 ± 2.79	6.18 ± 2.31	0.46	0.650

*p-value < 0.05, dependent t-test

จากตารางที่ 47 พบว่าค่าเฉลี่ยก่อนและหลังในของ Flow Mediated Dilatation (FMD) ของกลุ่ม trained ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 48 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Pulse Wave Velocity (PWV) ภายในกลุ่ม trained

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ยก่อน	ค่าเฉลี่ยหลัง	t	p-value
Pulse Wave Velocity (PWV)	1510.47 ± 200.41	1504.57 ± 163.88	0.12	0.904

*p-value < 0.05, dependent t-test

จากตารางที่ 48 พบว่าค่าเฉลี่ยก่อนและหลังของ Pulse Wave Velocity (PWV) ในกลุ่ม trained ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 49 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ ความดันโลหิตตัวบน Systolic ภายในกลุ่ม trained

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ยก่อน	ค่าเฉลี่ยหลัง	t	p-value
Systolic	1510.47 ± 200.41	1504.57 ± 163.88	0.12	0.904

*p-value < 0.05, dependent t-test

จากตารางที่ 49 พบว่าค่าเฉลี่ยก่อนและหลังของ ความดันโลหิตตัวบน Systolic ในกลุ่ม trainedไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 50 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ ความดันโลหิตตัวล่าง Diastolic ภายในกลุ่ม trained

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ยก่อน	ค่าเฉลี่ยหลัง	t	p-value
Diastolic	1510.47 ± 200.41	1504.57 ± 163.88	0.12	0.904

*p-value < 0.05, dependent t-test

จากตารางที่ 50 พบว่าค่าเฉลี่ยก่อนและหลังของ ความดันโลหิตตัวล่าง Diastolic ในกลุ่ม trained ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 51 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP) ภายในกลุ่ม trained

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ยก่อน	ค่าเฉลี่ยหลัง	t	p-value
ความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP)	98.60 ± 14.41	95.93 ± 18.52	1.22	0.242

*p-value < 0.05, dependent t-test

จากตารางที่ 51 พบว่าค่าเฉลี่ยก่อนและหลังของความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP) ในกลุ่ม trained ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 52 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Carotid Intima Media Thickness (CIMT) ภายในกลุ่ม trained

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ยก่อน	ค่าเฉลี่ยหลัง	t	p-value
Carotid Intima Media Thickness (CIMT)	0.69 ± 0.12	0.69 ± 0.12	-0.37	0.714

*p-value < 0.05, dependent t-test

จากตารางที่ 52 พบว่าค่าเฉลี่ยก่อนและหลังของ Carotid Intima Media Thickness (CIMT) ในกลุ่ม trained ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 53 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Flow Mediated Dilatation (FMD) ในกลุ่ม control และ กลุ่ม trained ก่อนเริ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition

ตัวแปร	กลุ่ม control	กลุ่ม trained	t	p-value
Flow Mediated Dilatation (FMD)	5.59 ± 2.59	6.64 ± 2.79	1.07	0.294

*p-value < 0.05, independent t-test

จากตารางที่ 53 พบว่าค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition ค่าของ Flow Mediated Dilatation (FMD) ของกลุ่ม control และ กลุ่ม trained ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 54 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Pulse Wave Velocity (PWV) ในกลุ่ม control และกลุ่ม trained ก่อนเริ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition

ตัวแปร	กลุ่ม control	กลุ่ม trained	t	p-value
Pulse Wave Velocity (PWV)	1587.57 ± 275.01	1510.47 ± 200.41	-0.88	0.388

*p-value < 0.05, independent t-test

จากตารางที่ 54 พบว่าค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition ค่าของ Pulse Wave Velocity (PWV) ของกลุ่ม control และกลุ่ม trained ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 55 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ ความดันโลหิตตัวบน Systolic ในกลุ่ม control และกลุ่ม trained ก่อนเริ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition

ตัวแปร	กลุ่ม control	กลุ่ม trained	t	p-value
Systolic	128.87 ± 14.95	134.73 ± 21.59	0.87	0.394

*p-value < 0.05, independent t-test

จากตารางที่ 55 พบว่าค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition ค่าของ ความดันโลหิตตัวบน Systolic ของกลุ่ม control และกลุ่ม trained ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 56 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ ความดันโลหิตตัวล่าง Diastolic ในกลุ่ม control และกลุ่ม trained ก่อนเริ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition

ตัวแปร	กลุ่ม control	กลุ่ม trained	t	p-value
Diastolic	79.27 ± 11.78	79.67 ± 11.19	0.10	0.925

*p-value < 0.05, independent t-test

จากตารางที่ 56 พบว่าค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition ค่าของ ความดันโลหิตตัวล่าง Diastolic ของกลุ่ม control และกลุ่ม trained ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 57 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ ความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP) ในกลุ่ม control และ กลุ่ม trained ก่อนเริ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition

ตัวแปร	กลุ่ม control	กลุ่ม trained	t	p-value
ความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP)	98.60 ± 14.41	100.47 ± 15.25	0.35	0.733

*p-value < 0.05, independent t-test

จากตารางที่ 57 พบว่าค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition ค่าของ ความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP) ของกลุ่ม control และ กลุ่ม trained ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 58 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Carotid Intima Media Thickness (CIMT) ในกลุ่ม control และ กลุ่ม trained ก่อนเริ่มการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition

ตัวแปร	กลุ่ม control	กลุ่ม trained	t	p-value
Carotid Intima Media Thickness (CIMT)	0.68 ± 0.12	0.69 ± 0.12	0.19	0.848

*p-value < 0.05, independent t-test

จากตารางที่ 58 พบว่าค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition ค่าของ Carotid Intima Media Thickness (CIMT) ของกลุ่ม control และ กลุ่ม trained ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 59 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Flow Mediated Dilatation (FMD) ในกลุ่ม control และ กลุ่ม trained หลังการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition

ตัวแปร	กลุ่ม control	กลุ่ม trained	t	p-value
Flow Mediated Dilatation (FMD)	6.64 ± 2.79	6.18 ± 2.31	-0.50	0.622

*p-value < 0.05, independent t-test

จากตารางที่ 59 พบว่าค่าเฉลี่ยหลังการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition ค่าของ Flow Mediated Dilatation (FMD) ของกลุ่ม control และ กลุ่ม trained ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 60 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Pulse Wave Velocity (PWV) ในกลุ่ม control และกลุ่ม trained หลังการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition

ตัวแปร	กลุ่ม control	กลุ่ม trained	t	p-value
Pulse Wave Velocity (PWV)	1522.10 ± 228.14	1504.57 ± 163.88	-0.24	0.811

*p-value < 0.05, independent t-test

จากตารางที่ 60 พบว่าค่าเฉลี่ยหลังการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition ค่าของ Pulse Wave Velocity (PWV) ของกลุ่ม control และกลุ่ม trained ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 61 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ ความดันโลหิตตัวบน Systolic ในกลุ่ม control และกลุ่ม trained หลังการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition

ตัวแปร	กลุ่ม control	กลุ่ม trained	t	p-value
Systolic	128.87 ± 14.95	134.73 ± 21.59	0.87	0.394

*p-value < 0.05, independent t-test

จากตารางที่ 61 พบว่าค่าเฉลี่ยหลังการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition ค่าของ ความดันโลหิตตัวบน Systolic ของกลุ่ม control และกลุ่ม trained ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 62 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ ความดันโลหิตตัวล่าง Diastolic ในกลุ่ม control และกลุ่ม trained หลังการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition

ตัวแปร	กลุ่ม control	กลุ่ม trained	t	p-value
Diastolic	79.27 ± 11.78	79.67 ± 11.19	0.10	0.925

*p-value < 0.05, independent t-test

จากตารางที่ 62 พบว่าค่าเฉลี่ยหลังการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition ค่าของ ความดันโลหิตตัวล่าง Diastolic ของกลุ่ม control และ กลุ่ม trained ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 63 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ ความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP) ในกลุ่ม control และ กลุ่ม trained หลังการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition

ตัวแปร	กลุ่ม control	กลุ่ม trained	t	p-value
ความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP)	98.60 ± 14.41	100.47 ± 15.25	0.35	0.733

*p-value < 0.05, independent t-test

จากตารางที่ 63 พบว่าค่าเฉลี่ยหลังการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition ค่าของ ความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP) ของกลุ่ม control และ กลุ่ม trained ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตาราง 64 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของ Carotid Intima Media Thickness (CIMT) ในกลุ่ม control และ กลุ่ม trained หลังการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition

ตัวแปร	กลุ่ม control	กลุ่ม trained	t	p-value
Carotid Intima Media Thickness (CIMT)	0.68 ± 0.12	0.69 ± 0.12	0.19	0.848

*p-value < 0.05, independent t-test

จากตารางที่ 64 พบว่าค่าเฉลี่ยหลังการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition ค่าของ Carotid Intima Media Thickness (CIMT) ของกลุ่ม control และ กลุ่ม trained ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 5
สรุปผลและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่องผลฉับพลันและผลระยะยาวของการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความหนักและจำนวนครั้งแตกต่างกันส่งผลต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงในการทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ การขยายตัว การหดตัวของผนังหลอดเลือดด้วยการตรวจวัด Flow-Mediated Vasodilation (FMD) และความแข็งตัวของหลอดเลือด Pulse wave velocity (PWV)

โดยการศึกษาที่ 1 จะแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มออกกำลังกายแบบแรงต้านตามการทดสอบแต่ละแบบโดยจะแบ่งเป็น 3 กลุ่มทำท่าที่มีความหนักและจำนวนครั้งแตกต่างกัน โดยกลุ่มตัวอย่างต้องทำทั้ง 3 เงื่อนไข สุ่มโดยวิธีการ LATIN SQUARE โดยแต่ละกลุ่มจะมีการออกกำลังกายทำความคุ้นชินกับอุปกรณ์และรูปแบบการทดสอบ (Familiarization period) ก่อนเข้ารับการทดสอบจริง 1 ครั้ง ทั้งนี้การศึกษาเป็นแบบไขว้ (Crossover design) เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงในการทำงานของหลอดเลือด FMD และ PWV ในผู้สูงอายุ เมื่อทั้งสามกลุ่มเงื่อนไขได้ปฏิบัติเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้จัดเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเรียบร้อยแล้ว จากนั้นทำการบันทึกข้อมูล แล้วจึงนำมาประมวลผลข้อมูล หาค่าทางสถิติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สามารถวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เชิงพรรณนา และสถิติเชิงอนุมาน และ ทดสอบสมมติฐาน หลังจากนั้นดำเนินการทำการศึกษาที่ 2 ต่อโดยเลือกเงื่อนไขที่ให้ผลดีที่สุดจากการศึกษาที่ 1 คือ Low intensity - High repetition มาฝึกเป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ เพื่อศึกษาผลระยะยาวเทียบกับกลุ่มควบคุม เมื่อทั้งสองกลุ่มเงื่อนไขได้ปฏิบัติเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้จัดเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเรียบร้อยแล้ว จากนั้นทำการบันทึกข้อมูล แล้วจึงนำมาประมวลผลข้อมูล หาค่าทางสถิติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สามารถวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เชิงพรรณนา และสถิติเชิงอนุมาน และทดสอบสมมติฐาน

จากข้อมูลผลการศึกษาและทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมทางสถิติ สามารถสรุปผลการวิจัย โดยแบ่งหัวข้อการสรุปผลได้ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1.การศึกษาที่ 1

1.1 ลักษณะของกลุ่มประชากร

การวิจัยเรื่อง ผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความหนักและจำนวนครั้งแตกต่างกันส่งผลต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ เป็นผู้สูงอายุที่มีสภาวะความดันโลหิตตัวบนไม่เกิน139 mmHg หรือค่าความดันตัวล่างไม่เกิน 89 mmHg จำนวนทั้งหมด 15 คน เพศหญิง 10 คน เพศชาย 5 คน โดยผ่านเกณการคัดเข้าและผ่านการประเมิน 2019-Par-Q+

1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ไขมันในร่างกาย มวลกล้ามเนื้อความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว PWV และ FMD ความดันหลอดเลือดแดง (MAP) ของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย 62 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ย 61.45 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 164.07 เซนติเมตร ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) เฉลี่ย 22.81 kg/m² มีไขมันเฉลี่ย 27.76 เปอร์เซ็นต์ มีกล้ามเนื้อเฉลี่ย 28.14 เปอร์เซ็นต์ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (SBP) ขณะพัก เฉลี่ย 130.13 mmHg ความ ดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (DBP) ขณะพัก เฉลี่ย 78.27 mmHg การไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด (FMD) เฉลี่ย 5.59 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วของคลื่นชีพจร (PWV) เฉลี่ย 1592.47 mmHg ความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP) 97.4 mmHg

1.3 ผลฉับพลันของ Flow-Mediated Vasodilation (FMD)

เงื่อนไข Low intensity - High repetition พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเวลาที่แตกต่างกัน (Baseline, 0 min, 10 min, 30 min และ 60 min) โดยหลังจากได้รับเงื่อนไขดังกล่าวทำให้ค่า FMD เพิ่มขึ้นอย่างฉับพลันในนาทีที่ 10, 30, และ 60

เงื่อนไข Medium intensity - Medium repetition และ High intensity - Low repetition พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเวลาที่แตกต่างกัน (Baseline, 0 min, 10 min, 30 min และ 60 min)

1.4 ผลฉับพลันของ Pulse Wave Velocity (PWV)

เงื่อนไข Medium intensity - Medium repetition พบว่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยหลังจากได้รับเงื่อนไขดังกล่าวทำให้ค่า PWV เพิ่มขึ้นอย่างฉับพลัน

เงื่อนไข Low intensity - High repetition และ High intensity - Low repetition พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

1.5 ผลฉับพลันของความดันโลหิต Systolic และ Diastolic

เงื่อนไข Low intensity - High repetition พบว่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยหลังจากได้รับเงื่อนไขดังกล่าวทำให้ค่า Systolic และ Diastolic ลดลงอย่างฉับพลัน

เงื่อนไข Medium intensity - Medium repetition และ High intensity - Low repetition พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

2. การศึกษาที่ 2

2.1 ลักษณะของกลุ่มประชากร

การวิจัยเรื่อง ผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความหนักและจำนวนครั้งแตกต่างกันส่งผลต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ เป็นผู้สูงอายุที่มีสภาวะความดันโลหิตตัวบนไม่เกิน139 mmHg หรือค่าความดันตัวล่างไม่เกิน 89 mmHg กลุ่มควบคุมจำนวนทั้งหมด 15 คน เพศหญิง 10 คน เพศชาย 5 คน กลุ่มที่ได้รับการฝึกจำนวนทั้งหมด 15 คน เพศหญิง 8 คน เพศชาย 7 คน โดยผ่านเกณการคัดเข้าและผ่านการประเมิน 2019-Par-Q+

2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ไขมันในร่างกาย มวลกล้ามเนื้อความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว PWV และ FMD ความดันหลอดเลือดแดง (MAP) ของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างกลุ่มควบคุมมีอายุเฉลี่ย 61.67 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ย 59.75 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 158 เซนติเมตร ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) เฉลี่ย 23.96 kg/m² มีไขมันเฉลี่ย 29.87 เปอร์เซ็นต์ มีกล้ามเนื้อเฉลี่ย 28.35 เปอร์เซ็นต์ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (SBP) ขณะพัก เฉลี่ย 128.87 mmHg ความ ดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (DBP) ขณะพัก เฉลี่ย 79.27 mmHg การไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด (FMD) เฉลี่ย 5.59 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วของคลื่นชีพจร (PWV) เฉลี่ย 1587.57 mmHg ความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP) 98.6 mmHg

กลุ่มที่ได้รับการฝึกมีอายุเฉลี่ย 62.13 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ย 60.8 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 164 เซนติเมตร ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) เฉลี่ย 22.5 kg/m² มีไขมันเฉลี่ย 27.68 เปอร์เซ็นต์ มีกล้ามเนื้อเฉลี่ย 28.29 เปอร์เซ็นต์ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (SBP) ขณะพัก เฉลี่ย 134.73 mmHg ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (DBP) ขณะพัก เฉลี่ย 79.67 mmHg การไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด (FMD) เฉลี่ย 6.64 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วของคลื่นชีพจร (PWV) เฉลี่ย 1510.47 mmHg ความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP) 100.47mmHg

2.3 **ผลระยะยาวของ** Flow-Mediated Vasodilation (FMD) **ภายในกลุ่มเดียวกัน**

ค่าเฉลี่ยก่อนและหลังของ Flow-Mediated Vasodilation (FMD) ภายในกลุ่มของทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.4 **ผลระยะยาวของ** Pulse Wave Velocity (PWV) **ภายในกลุ่มเดียวกัน**

ค่าเฉลี่ยก่อนและหลังของ Pulse Wave Velocity (PWV) ภายในกลุ่มของทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.5 ผลระยะยาวของความดันโลหิตSystolic และDiastolic ภายในกลุ่มเดียวกัน

ค่าเฉลี่ยก่อนและหลังของ ความดันโลหิต Systolic และ Diastolic ภายในกลุ่มของทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.6 **ผลระยะยาวของ** Carotid Intima Media Thickness (CIMT) **ภายในกลุ่มเดียวกัน**

ค่าเฉลี่ยก่อนและหลังของCarotid Intima Media Thickness(CIMT) ภายในกลุ่มของทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.7 ผลเปรียบเทียบตัวแปรระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับการฝึก ก่อนได้รับการฝึก

พบว่าในระยะก่อนการฝึกแบบแรงต้านค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมและที่ได้รับการฝึกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.8 ผลเปรียบเทียบตัวแปรระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับการฝึก หลังได้รับการฝึก

พบว่าในระยะหลังกาฝึกแบบแรงต้านค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมและที่ได้รับการฝึกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผล

ผลจากการศึกษาที่ 1 นี้พบว่า การออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ High intensity - Low repetition และ Medium intensity - Medium repetition ในผู้สูงอายุไม่เกิดวามแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition ที่ความหนัก 30% ของน้ำหนัก 1RM สามารถเพิ่มค่าการไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือดภายหลังการออกกาลังกายทันที นาทีที่ 10 และนาทีที่ 30 มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความแข็งตัว ของหลอดเลือดแบบฉับพลัน จากการออกกำลังกายดังกล่าว และมีการเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตตัวบนและตัวล่าง รวมถึงค่าความดันหลอดเลือดแรงเฉลี่ยลดลงอย่างฉับพลัน ผลจากการศึกษาในครั้งนี้ทำให้เห็นประโยชน์ของการออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low

intensity - High repetition ในผู้สูงอายุที่มีผลดีต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดได้ ที่จะนำไปศึกษาผลระยะยาวต่อในการศึกษาที่ 2

จากการศึกษาที่ 2 เป็นการศึกษาผลระยะยาวของการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ส่งผลดีกับหลอดเลือดที่ได้มาจากการศึกษาที่ 1 คือ Low intensity - High repetition โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์เพื่อดูความเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างและหน้าที่การทำงานหลอดเลือด เช่น ค่าการไหลเวียนของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด (FMD) ความหนาของหลอดเลือดแดงที่คอ (CIMT) คลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้า ความเร็วคลื่นความดันเลือดแดง ความดันโลหิตตัวบนและตัวล่าง พบว่า การออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition ที่ความหนัก 30% ของน้ำหนัก 1RM เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างเล็กน้อยต่อ การขยายตัว การหดตัวของผนังหลอดเลือดด้วยการตรวจวัด Flow-Mediated Vasodilation (FMD) และความแข็งตัวของหลอดเลือด Pulse wave velocity (PWV) ความหนาของหลอดเลือดแดงที่คอ อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

Flow-mediated dilation (FMD) เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญที่บ่งบอกหน้าที่การทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือด Endothelial cell ผ่านการปิดกั้นเลือดเป็นเวลา 5 นาที และเมื่อปล่อยการปิดกั้น เลือดที่โดนปิดกลั้นไหวได้ถูกปล่อยให้ไหลตามหลอดเลือดปกติ ทาให้เกิดแรงเครียดเฉือนที่ผนังหลอดเลือด จะกระตุ้นให้เกิดการผลิตสาร Nitric oxide; NO ที่เป็นสารสำคัญในการขยายตัวของ หลอดเลือด (Anderson & Mark, 1989) (Thijssen et al., 2011) และมีความสำคัญ ในการทำนายการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ในผู้สูงอายุ (Yeboah, Crouse, Hsu, Burke, & Herrington, 2007) ผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่มีผล FMD มี การศึกษาอย่างกว้างขวาง (Phillips et al., 2011) (Phillips, Das, Wang, Pritchard, & Gutterman, 2011) (Farah et al., 2017)(Dawson, Cable, Green, & Thijssen, 2018) การศึกษาผล ฉับพลันจากการออกกาลังกายดว้ยแรงตา้นที่มีต่อ FMD มีผลที่แตกต่างกันออกไป (Jurva et al., 2006) พบว่า การออกกำลังกายแรงต้านที่ความหนักสูง จนทำให้ความดันโลหิตเพิ่มสูงขึ้นถึง มีผลทำให้ ค่า FMD ลดต่ำลงแบบฉับพลัน แต่ไม่พบปรากฏการดังกล่าวในกลุ่มนักกีฬา (Montero et al., 2014) สอดคลอ้งกับงานของ (Mitranun&Peepathum,2018) ที่พบการลดลงของ FMD หลังจากการออกกำลังกายโดยใช้แรงตา้นในกลุ่มที่ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำ เป็นไปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตฉับพลันมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของ FMD ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้พบความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกัน กลไกดังกล่าวอาจเกี่ยวข้องกับความดันโลหิตหลังการการออกกำลังกาย ความดันโลหิตทั้งสองค่าจะลดลงทันทีและมีค่าต่ำกว่าค่าปกติ ซึ่งเรียกว่า ความดันโลหิตต่ำ

หลังออกกำลังกาย (Post-exercise hypotension; PEH) เกิดจากการขยายตัวของหลอดเลือด (vasodilation) โดยสารไนตริกออกไซด์ ที่หลั่งจากเซลล์เยื่อบุภายในหลอดเลือด ซึ่งสารนี้จะต้องอาศัยการกระตุ้นจากการเพิ่มของการไหลของเลือด (blood flow) ที่เป็นผลมาจากการออกกำลังกาย (Kapilevich et al., 2020) นอกจากนี้ PEH ยังเกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติและฮอร์โมน (neural and hormonal-mediated pathways) ในการยับยั้ง กระแสประสาทซิมพาเทติกหลังการออกกำลังกาย (post-exercise sympathoinhibition) จึงสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ที่เกิดการลดลงแบบฉับพลันของความดันโลหิตในการออกกำลังกาบแบบแรงต้านเงื่อนไข Low intensity - High repetition ซึ่งส่งผลต่อไปให้ไม่เกิดการลดลงของ FMD และ PWV

โดยการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ระดับความเข้มปานกลางถึงสูงมาก ช่วยในการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุ (American College of Sports Medicine,2009) มีรายงานว่าการฝึกที่ความเข้มข้นมากกว่า 65% ของ 1 ครั้งในการยกได้สูงสุด เป็นระดับสำหรับการฝึกออกกำลังกายแบบแรงต้านเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญ (McDonagh and Davies,1984) ซึ่งการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านมีผลดีต่อค่า FMD เช่นกัน (Maiorana et al., 2000) แต่ยังมีบางรายงานการศึกษาพบว่าการฝึกโดยใช้แรงต้านเป็นประจำทำให้เกิดการของการแข็งตัวของหลอดเลือดเพิ่มขึ้น (Arterial Stiffness) ในกลุ่มวัยกลางคน (Bertovic et al., 1999; Miyachi et al., 2003) เป็นไปได้ว่าการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีความหนักมาก ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของความดันโลหิต (MacDougall et al.,1985 & Jurva et al.,2006) โดยสิ่งที่ทำให้เกิดการลดลงของ FMD เกิดจากการลดระดับของ cNOS และการเพิ่มขึ้น endothelin-1 (Gonzales et al.,2011). ที่มักเกิดขึ้นในการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีความหนักมาก (Buchanan et al.,2017) พบว่าการลดของความดันโลหิต ที่เกิดจากการออกกำลังกายช่วยขจัดความผิดปกติของหลอดเลือดแดงในหลอดเลือดแดงในคนที่ไม่ออกกำลังกายเป็นประจำซึ่งอาจเกิดได้จากความเค้นเฉือน(Shear stress) ถือเป็นตัวควบคุมที่สำคัญของ การทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือด ระดับความเค้นเฉือนที่น้อยมีความสัมพันธ์กันกับการพัฒนาของโรคหัวใจและหลอดเลือด (Malek et al, 1999) และการเพิ่มขึ้นของแรงเฉือนกระตุ้นช่องทางของแคลเซียม (Calcium chanal) บนเซลล์บุผนังหลอดเลือด ส่งผลให้เกิดการผลิตไนตริกออกไซด์ที่สูงขึ้น (Malek et al., 1999) (Gielen et al., 2010) จึงทำให้การออกกำลังกาบแบบแรงต้านเงื่อนไข Low intensity - High repetition ที่มีความหนักน้อยไม่ไปกระตุ้นให้เกิดกลไกดังกล่าว ส่งผลให้ไม่เกิดการลดลงของ FMD และ PWV

ผลการวิจัยที่น่าสนใจจากการศึกษาในครั้งนี้คือการเพิ่มขึ้นของ FMD แบบฉับพลัน ในผู้สูงอายุหลัง จากการออกแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition ที่ความหนัก 30% ของน้ำหนัก 1RM ในนาทีที่ 10, นาทีที่ 30 ซึ่ง ค่า FMD ยังคงค้างสูงถึง 30 นาที ก่อนกลับเข้าใกล้ค่าก่อนการออกำลังกาย มีการศึกษาท่าทางการฝึก TRX ที่ส่งผลฉับพลันต่อ FMD ในผู้สูงอายุ พบว่า 3 ท่าออกกาลังกาย 1. TRX mid row, 2. TRX Squat, และ 3. TRX Chest press ที่ ความหนัก 60% จำนวนครั้งสูงสุดไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ FMD แบบฉับพลันในมมุมอง ของการฝึกดว้ยแรงต้าน (Boonsit et al., 2017) การศึกษาในครั้งนี้มีความต่างกับงานเดิมใน ประเด็นเรื่องและความหนักในแต่ละท่าฝึก กลไกที่อาจเป็นไปได้คือ การออกกาลังกายความหนักต่ำและความเร็วในการออกกำลังกายค่อนข้างช้าอาจส่งผลฉับพลันต่อการเพิ่มขึน้ของ FMD ได้ (Tsuchiya, Morishima, & Ochi, 2022)

เมื่อพิจารณาในแง่มุมของการเปลี่ยนแปลงของหลอดเลือดแบบฉับพลัน มีการศึกษาของ (Morishima et al.,2018)ได้ศึกษาความแตกต่างของ FMD ในกลุ่มวัยรุ่นโดยการออกกำลังแบบแรงต้านที่มีความหนักและจำนวนครั้งแตกต่างกันประกอบด้วยการออกกำลังกายแบบ high intensity with low repetition, low intensity with high repetition และ moderate intensity with moderate repetitionl พบว่า high intensity with low repetitionl ส่งผลป้องกันการถูกลดการทำหน้าที่ของ FMD ในผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบแรงต้านได้ดีกว่าแบบอื่นในคนอายุน้อย ซึ่งเป็นความแตกต่างจากผลที่เกิดต่อผู้สูงอายุที่ได้พบในการศึกษาครั้งนี้ อาจเกิดจากผลของความดันโลหิต สอดคล้องกับการศึกษาพบว่าในระหว่างการออกกำลังกายความดันโลหิตตัวบนของชายวัยกลางคนที่ 80% 1RM ต่ำกว่าชายอายุน้อยในช่วงครึ่งหลังของระยะเวลาการออกกำลังกาย การเปลี่ยนแปลงในความดันโลหิตตัวบนและความดันโลหิตตัวล่าง จากค่าเริ่มต้นไปถึงจุดสิ้นสุดของการออกกำลังกายในผู้ชายวัยกลางคนมีค่าต่ำกว่ากลุ่มผู้ชายอายุน้อย ที่การออกกำลังกายที่ความเข้มข้นระดับเดียวกัน (Hiroshi et al., 2008) จึงอาจทำให้เมื่อออกกำลังกายแบบแรงต้านในความหนักมากในผู้สูงอายุไม่ได้เพิ่มความดันโลหิตมากขึ้นจนทำให้เกิดผลกระทบต่อ FMD และ PWV

การศึกษาที่ 2 ซึ่งเป็นการศึกษาระยะยาว ไม่พบการเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลเสียต่อค่า FMD PWV โดยผลที่เกิดขึ้นจากการฝึกระยะยาวมาจากแรงเฉือนที่เป็นผลมาจากการออกกำลังกายและยังช่วยลดการเกิดยนุมูลอิสระ (reactive oxygen species, ROS) ที่นำไปสู่ความเครียดออกซิเดชั่น (oxydative stress) และการเกิดการอักเสบ (Inlamnmation) ที่ถูกพบว่ามีสูงในผู้ที่มีความเสื่อมของหลอดเลือด ซึ่งจะยับยั้งการหลั่งและทำงานของ NO ที่ช่วยในการขยายตัวของหลอดเลือด ทั้งนี้ยังพบว่าการออกกำลังกาย ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ที่ช่วยต้านอนุมูลอิสระ

(endothelial antioxidant enzyme) เช่น Superoxide dismutase และ glutathione peroxide (GPx) (Inoue et al., 1996; Masodsai et al. 2017; Takeshita et al. 2000)นอกจากนี้ ยังพบว่าการออกกำลังกายช่วยเพิ่มการทำงานของ NOS ในซลล์บผนังหลอดเลือด และนำไปสู่การกระตุ้น NO และการขยายตัวของหลอดเลือด (vasodilation) (Dela Paz et al., 2012)(Garcia-Cardena et al.,1998) ดังนั้น การฝึกออกกำลังกายช่วยเพิ่มปริมาณของไนตริกออกไซด์และการทำงานของหลอดเลือด อย่างไรก็ตามแรงเค้นเฉือนที่มากขึ้นจากการออกกำลังกายซ้ำๆเป็นประจำถือเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาเพิ่มปริมาณของไนตริกออกไซต์สนับสนุนแนวคิดที่ว่าความผิดปกติของเซลล์บุผนังหลอดเลือดที่เกิดจากการฝึกความต้านทานแบบเข้มข้นสูงนั้นขึ้นอยู่กับระดับความดันโลหิตสูง การออกกำลังกายแบบแรงต้านที่มีความเข้มข้นสูงยังส่งผลกระตุ้นการผลิต free radical และ oxidative stress ได้สูงขึ้นมาก (Goto et al.,2003) จึงเป็นที่มาว่า Low intensity เป็นที่น่าศึกษาผลระยะยาว ว่าจะเป็นการรบกวนทำงานของเยื่อบุผนังหลอดเลือดเป็นผลให้ไม่เกิดการลดลงของ FMD และ PWV ในการศึกษาครั้งนี้

มีการศึกษาผลของการฝึกแรงต้านในระยะยาว (Miyachi et al,2004) พบว่าเกิดการแข็งตัวของหลอดเลือดส่วนกลางมีค่าสูงขึ้น (Carotid stiffness) หลังจากฝึกแรงต้านไปได้ 2 - 4 เดือน แต่เมื่อหยุดการฝึกแรงต้าน Carotid stiffness จะกลับสู่ค่าปกติก่อนการฝึกภายในเวลา 6 เดือนแสดงให้เห็นว่า การฝึกแรงต้านด้วยโปรแกรมดังกล่าวทำให้การแข็งตัวของหลอดเลือดส่วนกลางมีค่าสูงขึ้นได้ แต่ก็มีการศึกษาในกลุ่มวัยกลางคนและสูงอายุฝึกแรงต้าน (Strength) พบว่า การฝึกแรงต้าน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 13 สัปดาห์ ไม่ได้ส่งผลต่อการการเปลี่ยนแปลงของความยืดหยุ่นของหลอดเลือดแดงส่วนกลาง (Carotid arterial compliance)เลย (Cortez-Cooper et al,2008) และการทบทวนวรรณกรรมระบบเชิงปริมาณ (Meta-analysis) โดยเก็บรวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัย 8 ชิ้นพบว่า ภาพรวมการฝึกแรงต้านสัมพันธ์กับการทำให้หลอดเลือดแข็งตัวเพิ่มมากขึ้น PWV โดยการฝึกแรงต้านในกลุ่มวัยกลางคนไม่เกี่ยวข้องกับการทำให้หลอดเลือดแข็งตัวเพิ่มมากขึ้น การฝึกในระดับปานกลางลงมาไม่มีผลในการทำให้หลอดเลือดแข็งตัวเพิ่มมากขึ้น (Nicola, et al.,2011) และมีการศึกษาของ Evans และคณะ การฝึกแรงต้านไม่ได้มีผลในการเพิ่มความแข็งตัวของหลอดเลือดในกลุ่มที่เป็น/กลุ่มเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดและหัวใจ และการศึกษาการฝึกแรงต้านในกลุ่มคนสุขภาพดี โดยเก็บรวบรวม/วิเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัย 10 ชิ้น พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของ PWV จากการฝึกด้วยแรงต้าน ไม่ทำให้หลอดเลือดแข็งตัวเพิ่มมากขึ้นหรือลดลงในกลุ่มคนสุขภาพดี ซึ่งให้ผลแบบเดียวกับการศึกษาที่ 2 ที่ไม่

ส่งผลให้เกิดคามแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับโครงสร้างและการทำงานของหลอดเลือดในการฝึกแบบแรงต้านที่ Low intensity-High repetition ในผู้สูงอายุ

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าการออกกำลังกายแบบแรงต้านเงื่อนไข Low intensity - High repetition สามารถเพิ่มค่าการไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือดและมีการลดลงของความดันโลหิตตัวบนและตัวล่าง รวมถึงค่าความดันหลอดเลือดแรงเฉลี่ยลดลงอย่างฉับพลันภายหลังการออกกาลังกายทันที และไม่ส่งผลเสียต่อการฝึกในระยะยาว ทำใหเ้ห็นประโยชนข์องการออกกำลังกายแบบแรงต้านรูปแบบ Low intensity - High repetition ในผู้สูงอายุได้

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้มีข้อจากัดในการศึกษาในประเด็นต่างๆดังนี้ ประการแรก การศึกษาดังกล่าวเป็นการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแรงต้านแบบฉับพลันและระยะยาว ที่มีต่อหน้าที่การทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือดแบบไม่เจาะผ่าน (Non-invasive method) เท่านั้น การยืนยันผลการพัฒนา ในการเปลี่ยนแปลงในเชิงกลไกทางโมเลกุลเช่นการวัด Nitrite/nitrate,endothelin- 1, หรือสารชีวเคมีตัวอื่นๆ อาจจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในการศึกษาครั้งหน้า ประการที่สอง การศึกษานี้ไม่ได้วัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของกลา้มเนื้อเรียบของหลอดเลือด และประการที่สามคือการศึกษาครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนไม่มากและเวลาในการฝึกไม่มากหากมีการศึกษาที่ระยะเวลามากขึ้นอาจช่วยยืนยันผลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาครั้งนี้ได้

บรรณานุกรม

Bilfinger, T.V.; Stefano, G.B. Human aortocoronary grafts and nitric oxide release(2000) Relationship to pulsatile pressure. Ann. Thorac. Surg., 69, 480–485.

Boonsit, S., Peepathum, P., & Mitranun, W. (2017). The Acute Effects of the Different Total Body Resistance Exercise (TRX) Postures on Flow-Mediated Dilatation in Elderly Subjects. Journal of Exercise Physiology Online, 20(4).

Buchanan, C. E., Kadlec, A. O., Hoch, A. Z., Gutterman, D. D., & Durand, M. J. (2017). Hypertension during weight lifting reduces flow-mediated dilation in nonathletes. Medicine and science in sports and exercise, 49(4), 669.

Champsaur, G.; Vedrinne, C.; Martinot, S.; Tronc, F.; Robin, J.; Ninet, J.; Franck, M.(1997). Flow-induced release of endothelium-derived relaxing factor during pulsatile bypass: Experimental study in the fetal lamb. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.,114, 738–745. Ceciliato, J., Costa, E. C., Azevêdo, L., Sousa, J. C.,

Fecchio, R. Y., & Brito, L. C. (2020). Effect of Resistance Training on Arterial Stiffness in Healthy Subjects: A Systematic Review and Meta-Analysis. Current Hypertension Reports, 22(8), 1-8.

Charo IF, Taubman MB. Chemokines in the pathogenesis of vascular disease. Circ Res 2004; 95: 858-66.

Chomwattanachai, S., Niamhom, S., Duangdee, S., & Permbotasi, T. (2019). The Effectiveness of Resistance Exercise in Elderly with Sarcopenia: A Systematic Review. Journal of the Department of Medical Services-วารสาร กรมการ แพทย์, 44(1), 47-51.

Cines DB, Pollak ES, Buck CA, et al. Endothelial cells in physiology and in the pathophysiology of vascular disorders. Blood 1998; 91: 3527-61.

Cortez-Cooper, M. Y., Anton, M. M., DeVan, A. E., Neidre, D. B., Cook, J. N., & Tanaka, H. (2008). The effects of strength training on central arterial compliance in

middle-aged and older adults. European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation, 15(2), 149-155.

Currie, K. D., McKelvie, R. S., & MacDonald, M. J. (2012). Flow-mediated dilation is acutely improved after high-intensity interval exercise. Medicine & Science in Sports & Exercise, 44(11), 2057-2064.

Evans, W., Willey, Q., Hanson, E. D., & Stoner, L. (2018). Effects of resistance training on arterial stiffness in persons at risk for cardiovascular disease: a meta-analysis. Sports Medicine, 48(12), 2785-2795.

Gielen, S., Schuler, G., and Adams, V. (2010). Cardiovascular effects of exercise training molecular mechanisms. Circulation. 122, 1221-1238.

Gonzales, J.U.; Thompson, B.C.; Thistlethwaite, J.R.; Scheuermann, (2011) B.W. Association between exercise hemodynamics and changes in local vascular function following acute exercise. Appl. Physiol. Nutr. Metab., 36, 137–144.

Goto, C.; Higashi, Y.; Kimura, M.; Noma, K.; Hara, K.; Nakagawa, K.; Kawamura, M.; Chayama, K.; Yoshizumi, M.; Nara, I. (2003) Effect of Different Intensities of Exercise on Endothelium-Dependent Vasodilation in Humans: Role of Endothelium-Dependent Nitric Oxide and Oxidative Stress. Circulation, 108, 530–535

Halliwill, J. R. (2001). Mechanisms and clinical implications of post-exercise hypotension in humans. Exercise and sport sciences reviews, 29(2), 65-70.

Jurva, J.W.; Phillips, S.A.; Syed, A.Q.; Syed, A.Y.; Pitt, S.; Weaver, A.; Gutterman, D.D. (2006) The Effect of Exertional Hypertension Evoked by Weight Lifting on Vascular Endothelial Function. J. Am. Coll. Cardiol, 48, 588–589.

Kawano, H., Nakagawa, H., Onodera, S., Higuchi, M., & Miyachi, M. (2008). Attenuated increases in blood pressure by dynamic resistance exercise in middle-aged men. Hypertension Research, 31(5), 1045-1053.

MacDonald, J. R. (2002). Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. Journal of human hypertension, 16(4), 225-236.

MacDougall, J.D.; Tuxen, D.; Sale, D.G.; Moroz, J.R.; Sutton, J.R.,(2021) Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. J. Appl. Physiol. 1985, 58, 785–

790. Int. J. Environ. Res. Public Health, 18, 6723 14 of 14

MacDougall, J.D.; McKelvie, R.S.; Moroz, D.E.; Sale, D.G.; McCartney, N.; Buick, F. (1992) Factors affecting blood pressure during heavy weight lifting and static contractions. J. Appl. Physiol., 73, 1590–1597.

Maiorana, A., O'Driscoll, G., Dembo, L., Cheetham, C., Goodman, C., Taylor, R., and Green, D. 2000. Effect of aerobic and resistance exercise training on vascular function in heart failure. American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology. 279, H1999- H2005

Malek, A.M., Alper, S.L., and Izumo, S. 1999. Hemodynamic shear stress and its role in atherosclerosis. Journal of American Medical Association. 282, 2035-2042.

Masodsai, K., Lin, Y. Y., Lee, S. D., & Yang, A. L. (2017). Exercise and Endothelial Dysfunction in Hypertension. Adaptive Medicine,(9)1

Miyachi, M., Kawano, H., Sugawara, J., Takahashi, K., Hayashi, K., Yamazaki, K., ... & Tanaka, H. (2004). Unfavorable effects of resistance training on central arterial compliance: a randomized intervention study. Circulation, 110(18), 2858-2863.

Miyachi, M. (2013). Effects of resistance training on arterial stiffness: a meta-analysis. British journal of sports medicine, 47(6), 393-396.

Morishima, T., Tsuchiya, Y., Iemitsu, M., & Ochi, E. (2018). High-intensity resistance exercise with low repetitions maintains endothelial function. American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology, 315(3), H681-H686.

Nicola, F., & Catherine, S. (2011). Dose–response relationship of resistance training in older adults: a meta-analysis. British Journal of Sports Medicine, 45(3), 233-234.

O'Brien, M. W., Johns, J. A., Robinson, S. A., Bungay, A., Mekary, S. A. I. D., & Kimmerly, D. S. (2020). Impact of High-Intensity Interval Training, Moderate-Intensity Continuous Training, and Resistance Training on Endothelial Function in Older Adults. Medicine and science in sports and exercise, 52(5), 1057-1067.

Okamoto, T., Masuhara, M., & Ikuta, K. (2007). Combined aerobic and resistance

training and vascular function: effect of aerobic exercise before and after resistance training. Journal of applied physiology, 103(5), 1655-1661.

Okamoto, T.; Masuhara, M.; Ikuta, K. (2007). Relationship between plasma endothelin-1 concentration and cardiovascular responses during high-intensity eccentric and concentric exercise. Clin. Physiol. Funct. Imaging, 28, 43–48

Okamoto, T., Masuhara, M., & Ikuta, K. (2011). Effect of low-intensity resistance training on arterial function. European journal of applied physiology, 111(5), 743-748.

Paditsaeree, K., & Mitranun, W. (2018). Does combining elastic and weight resistance acutely protect against the impairment of flow-mediated dilatation in untrained men?. Artery Research, 23, 1-8.

Phillips, S. A., Das, E., Wang, J., Pritchard, K., & Gutterman, D. D. (2011). Resistance and aerobic exercise protects against acute endothelial impairment induced by a single exposure to hypertension during exertion. Journal of applied physiology, 110(4), 1013-1020.

Rajendran P, Rengarajan T, Thangavel J, et al. The vascular endothelium and human diseases. Int J Biol Sci 2013; 9: 1057-69.

Rech, A., Botton, C. E., Lopez, P., Quincozes-Santos, A., Umpierre, D., & Pinto, R. S. (2019). Effects of short-term resistance training on endothelial function and inflammation markers in elderly patients with type 2 diabetes: A randomized controlled trial. Experimental gerontology, 118, 19-25.

Rosety, I., Pery, M. T., Rosety, J., García, N., Rodríguez-Pareja, M. A., Brenes-Martín, F., . & Rosety, M. Á. (2016). Circuit resistance training improved endothelial dysfunction in obese aged women. Nutricion hospitalaria, 33(1), 131-134.

Shiotsu, Y., Watanabe, Y., Tujii, S., & Yanagita, M. (2018). Effect of exercise order of combined aerobic and resistance training on arterial stiffness in older men. Experimental gerontology, 111, 27-34.

Skaug, E. A. (2018). Endothelial function in a healthy Norwegian population: Risk

factors, age and gender in the HUNT3 survey.

Vogel, R. A., Corretti, M. C., & Plotnick, G. D. (1996). Changes in flow-mediated brachial artery vasoactivity with lowering of desirable cholesterol levels in healthy middle-aged men. American Journal of Cardiology, 77(1), 37-40.

Ziegler, T.; BouzourèneK; Harrison, V.J.; Brunner, H.R.; Hayoz, D. (1998) Influence of Oscillatory and Unidirectional Flow Environments on the Expression of Endothelin and Nitric Oxide Synthase in Cultured Endothelial Cells. Arter. Thromb. Vasc. Biol,18, 686–692...

ทิพรัตน์ ล้อมแพน, & หทัยรัตน์ ราชนาวี. (2019). การออกกำลังกายด้วยยางยืดในผู้สูงอายุ. The Journal of Boromarajonani College of Nursing, Nakhonratchasima, 25(2), 148-167.

World Health Organization. 50 facts: Global health situation and trends. Retrieved February 18, 2011: 1955-2025.

ปราโมทย์ ประสาทกุล.(2556).ดีโมพีเดียพจนานุกรมประชากรศาสตร์พหุภาษา. นครปฐม:

สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องตรวจวัดความแข็งตัวของหลอดเลือด (NonInvasiveVascular Screening Device)

เครื่องอัลตร้าซาวด์หลอดเลือด (Cardiovascular Ultrasound System)

เครื่องออกกำลังกาย Seated row

เครื่องออกกำลังกาย Leg extension

เครื่องออกกำลังกาย Cheat press

แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย

แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q +

ส่วนของคำถามทั่วไป

การออกกำลังกาย หรือ กิจกรรมทางกาย มีหลักฐานที่ชัดเจนแล้วว่ามีประโยชน์ต่อสุขภาพ คนส่วนใหญ่ควรมีกิจกรรมทางกายในทุกวันของสัปดาห์ การมีกิจกรรมทางกายมีความปลอดภัยสำหรับประชาชนส่วนใหญ่ แบบสอบถามนี้จะบอกได้ว่า มีความจำเป็นที่จะขอคำแนะนำเพิ่มเติมจากแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกกำลังกายก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกายที่หนักขึ้นจากเดิมที่เคยมีกิจกรรมทางกาย หรือไม่

โปรดอ่านคำถาม 7 ข้อด้านล่างอย่างถี่ถ้วนและตอบด้วยความสัตย์จริงว่า ใช่ หรือไม่ใช่	ใช่	ไม่ใช่
1. คุณเคยได้รับทราบจากแพทย์ว่า เป็นโรคเกี่ยวกับ ☐ โรคหัวใจ หรือ ☐ ความดันโลหิตสูง	☐	☐
2. คุณรู้สึกเจ็บที่หน้าอกในขณะพัก หรือระหว่างมีกิจกรรมในชีวิตประจำวัน หรือระหว่างออกกำลังกาย	☐	☐
3. ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยวิงเวียนศีรษะจนเสียการทรงตัว หรือเป็นลมไม่รู้สึกตัว หรือไม่ (ในกรณีที่ออกกำลังกายอย่างหนักจนทำให้หายใจเร็ว แล้วตามด้วยการเวียนศีรษะ ให้ตอบว่าไม่ใช่)	☐	☐
4. คุณได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเรื้อรังนอกเหนือจากโรคหัวใจหรือโรคความดันโลหิตสูง หรือไม่ ถ้าตอบว่าใช่ ให้ระบุว่าเป็นโรคเรื้อรังอะไร	☐	☐
5. ปัจจุบันคุณได้รับประทานยาเพื่อรักษาโรคเรื้อรัง หรือไม่ โปรดระบุเงื่อนไขและยาที่ได้รับ	☐	☐
6. ปัจจุบัน หรือ ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา คุณมีปัญหาเรื่องกระดูกและข้อหรือกล้ามเนื้อเส้นเอ็น ซึ่งอาการจะแย่ลงเมื่อมีกิจกรรมทางกายเพิ่มขึ้น (ในกรณีที่คุณมีปัญหาโรคกระดูก ข้อ กล้ามเนื้อหรือเส้นเอ็นในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา แต่ปัจจุบันภาวะดังกล่าวได้หายไปแล้ว และไม่มีผลต่อความสามารถต่อการออกกำลังกายหรือกิจกรรมทางกายในปัจจุบัน ให้ตอบไม่ใช่)	☐	☐
7. แพทย์เคยบอกคุณว่า คุณควรได้รับคำแนะนำก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกายหรือออกกำลังกาย	☐	☐

ถ้าตอบว่าไม่ใช่ทุกข้อ คุณสามารถที่จะออกกำลังกายได้ และให้ลงนามในคำประกาศของผู้สมัครเข้าร่วมกิจกรรมทางกาย โดยไม่ต้องตอบคำถามในหน้า 2-3

- ให้เริ่มการมีกิจกรรมทางกายที่เพิ่มขึ้น โดยค่อยๆเพิ่มความแรงของการมีกิจกรรมทางกาย
- ให้คุณออกกำลังกายให้สอดคล้องกับอายุตามแนวทางของ International Physical activity guideline (www.who.int/dietphysicalactivity/en/).
- คุณควรที่จะได้รับการประเมินสมรรถภาพทางกาย (fitness) และประเมินสุขภาพ/ตรวจสุขภาพประจำปี (health)
- ถ้าคุณอายุมากกว่า 45 ปี และไม่ได้ฝึกข้อมออกกำลังกายความหนักมาก่อน ให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกายก่อนไปร่วมกิจกรรมทางกายที่มีความหนัก
- ถ้าคุณมีปัญหาเกี่ยวกับกิจกรรมทางกาย ให้สอบถามแพทย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย

Participant Declaration (คำประกาศของผู้สมัครเข้าร่วมกิจกรรมทางกาย)

ข้าพเจ้า ผู้ซึ่งลงนามในคำประกาศนี้ ได้อ่าน เข้าใจ โดยตอบคำถามทั้งหมดอย่างเต็มใจ และตระหนักเป็นอย่างดีว่า คำประกาศนี้จะใช้ได้ภายใน 12 เดือนนับจากวันที่ได้ตอบแบบสอบถาม และจะไม่มีผลในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงของเงื่อนไข ข้าพเจ้ายินยอมที่จะให้ผู้จัด/ศูนย์ฝึก กิจกรรมทางกายได้สำเนาเอกสารนี้เก็บไว้อีกฉบับ โดยผู้จัด/ศูนย์ฝึกกิจกรรมทางกายต้องไม่นำข้อมูลไปเปิดเผยและปฏิบัติตามการรักษาความลับตามที่กฎหมายกำหนด

ชื่อ ..... ลายเซน ..... วันที่ .....

พยาน ..... ลายเซนของพ่อแม่/ผู้ปกครอง ..... (กรณีที่ยังไม่บรรลุนิติภาวะ)

ในกรณีที่คุณตอบไม่ใช่ 1 ข้อ หรือมากกว่า 1 ข้อ ให้ตอบคำถามในหน้า 2-3

ให้ชะลอการมีกิจกรรมทางกายที่เพิ่มขึ้น ในกรณีที่

- ✓ คุณกำลังป่วยเป็นโรคปัจจุบันที่ไม่ใช่โรคเรื้อรัง เช่น เป็นหวัด หรือมีไข้ ให้หายจากหวัดหรือไข้ก่อนจนกว่าอาการดีขึ้นถึงจะเข้าร่วมกิจกรรมทางกาย
- ✓ คุณกำลังตั้งครรภ์ ให้ปรึกษาแพทย์ หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย หรือให้ตอบคำถามใน ePAR-X+ www.eparmedx.com ก่อนเพื่อที่จะให้คำแนะนำการมีกิจกรรมทางกายที่เหมาะสมก่อนจะเพิ่มระดับของกิจกรรมทางกายจากเดิม
- ✓ คุณมีการเปลี่ยนแปลงของสุขภาพ ให้ตอบคำถามในหน้า 2-3 หรือปรึกษาแพทย์ หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย ก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกายตามโปรแกรมที่เคยได้รับ

ภาคผนวก ข

ใบรับรองจรยิธรรมการวิจัยในมนษุย์

หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย
เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยและใบยินยอม

หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC- 013/2564E

ข้อเสนอการวิจัยนี้และเอกสารประกอบของข้อเสนอการวิจัยตามรายการแสดงด้านล่าง ได้รับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒแล้ว คณะกรรมการฯ มีความเห็นว่าข้อเสนอการวิจัยที่จะดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

ชื่อโครงการวิจัยเรื่อง: การศึกษาผลกับพลันและผลสะสมของการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความหนักและจำนวนครั้งแตกต่างกันที่มีต่อโครงสร้าง และหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ

ชื่อผู้วิจัยหลัก: นางสาวกฤติกา สาริกรมิธ

สังกัด: คณะพลศึกษา

เอกสารที่รับรอง:
1. แบบเสนอโครงการวิจัย
2. โครงการวิจัย
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

เอกสารที่พิจารณาทบทวน

1.	แบบเสนอโครงการวิจัย	ฉบับที่ 3 วันที่ตัดบัญชี 14 มิ.ย. 2564
2.	โครงร่างการวิจัย	ฉบับที่ 3 วันที่ตัดบัญชี 14 มิ.ย. 2564
3.	เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย	ฉบับที่ 3 วันที่ตัดบัญชี 14 มิ.ย. 2564
4.	หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ 3 วันที่ตัดบัญชี 14 มิ.ย. 2564

(ลงชื่อ).....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พันตรีหญิงนงนภา เสียมจีรกุล)
กรรมการและเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

(ลงชื่อ).....
(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/F-013/2564
วันที่ให้การรับรอง : 14/06/2564
วันหมดอายุใบรับรอง : 14/06/2565

MF-10-1-version-2.0
วันที่ 18 ต.ค. 61

เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย
(Participant Information Sheet)
(การศึกษาที่ 1)

ในเอกสารนี้อาจมีข้อความที่ท่านอ่านแล้วยังไม่เข้าใจ โปรดสอบถามหัวหน้าโครงการวิจัยหรือผู้แทนให้ช่วยอธิบายจนกว่าจะเข้าใจดี ท่านอาจจะขอเอกสารนี้กลับไปอ่านที่บ้านเพื่อปรึกษา หารือกับญาติพี่น้อง เพื่อนสนิท แพทย์ประจำตัวของท่าน หรือแพทย์ท่านอื่น เพื่อช่วยในการตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย การศึกษาผลฉับพลันและผลระยะยาวของการออกกำลังกายแบบแรงต้าน ที่ความหนักและจำนวนครั้งแตกต่างกันที่มีต่อโครงสร้าง และหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย นางสาว กฤติกา สาริกะวณิช
สถานที่วิจัย คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อ.องครักษ์ จ.นครนายก
สถานที่ทำงานและหมายเลขโทรศัพท์ของหัวหน้าโครงการวิจัยที่ต่อได้ทั้งในและนอกเวลาราชการ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อ.องครักษ์ จ.นครนายก 26120
เบอร์โทรศัพท์ 091-432-2665

ผู้สนับสนุนทุนวิจัย -
ระยะเวลาในการวิจัย 12 เดือน
โครงการวิจัยนี้ทำขึ้นเพื่อ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย ทำให้ทราบผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบแรงต้าน ที่ความหนักและจำนวนครั้ง แตกต่างกันที่มีต่อโครงสร้าง และหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ

ท่านได้รับเชิญให้เข้าร่วมการวิจัยนี้เพราะ ท่านมีคุณสมบัติดังนี้

-ท่านเป็นเพศชายหรือหญิง มีอายุระหว่าง 60 – 70 ปี

-ท่านมีสุขภาพแข็งแรงปราศจากโรคหรืออาการที่ทำให้ไม่พร้อมที่จะออกกำลังกายโดยประเมินจากแบบสอบถามประวัติสุขภาพเพื่อการออกกำลังกาย (Physical Activity Readiness Questionnaire หรือ PAR-Q) กลุ่มตัวอย่างต้องตอบว่า “ไม่เคย” ทุกข้อ จึงจะสามารถผ่านเกณฑ์

-ท่านไม่ได้รับอาหารเสริมอยู่เป็นประจำ และไม่สูบบุหรี่

-ท่านไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายอย่างเป็นระบบในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา

-ท่านไม่มีโรคประจำตัวใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือดและหัวใจ

-ท่านมีความสมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัย และยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

จะมีผู้เข้าร่วมการวิจัยนี้ทั้งสิ้นประมาณ 15 คน

MF-10-1-version-2.0
วันที่ 18 ต.ค. 61

เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย
(Participant Information Sheet)
(การศึกษาที่ 2)

ในเอกสารนี้อาจมีข้อความที่ท่านอ่านแล้วยังไม่เข้าใจ โปรดสอบถามหัวหน้าโครงการวิจัยหรือผู้แทนให้ช่วยอธิบายจนกว่าจะเข้าใจดี ท่านอาจจะขอเอกสารนี้กลับไปอ่านที่บ้านเพื่อปรึกษา หารือกับญาติพี่น้อง เพื่อนสนิท แพทย์ประจำตัวของท่าน หรือแพทย์ท่านอื่น เพื่อช่วยในการตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย การศึกษาผลฉับพลันและผลระยะยาวของการออกกำลังกายแบบแรงต้าน ที่ความหนักและจำนวนครั้งแตกต่างกันที่มีต่อโครงสร้าง และหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย นางสาว กฤติกา สาริกะวณิช
สถานที่วิจัย คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อ.องครักษ์ จ.นครนายก
สถานที่ทำงานและหมายเลขโทรศัพท์ของหัวหน้าโครงการวิจัยที่ต่อได้ทั้งในและนอกเวลาราชการ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อ.องครักษ์ จ.นครนายก 26120
เบอร์โทรศัพท์ 091-432-2665

ผู้สนับสนุนทุนวิจัย -
ระยะเวลาในการวิจัย 12 เดือน
โครงการวิจัยนี้ทำขึ้นเพื่อ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย ทำให้ทราบผลระยะยาวของการออกกำลังกายแบบแรงต้าน ที่ความหนักและจำนวนครั้ง แตกต่างกันที่มีต่อโครงสร้าง และหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ

ท่านได้รับเชิญให้เข้าร่วมการวิจัยนี้เพราะ ท่านมีคุณสมบัติดังนี้

-ท่านเป็นเพศชายหรือหญิง มีอายุระหว่าง 60 – 70 ปี

-ท่านมีสุขภาพแข็งแรงปราศจากโรคหรืออาการที่ทำให้ไม่พร้อมที่จะออกกำลังกายโดยประเมินจากแบบสอบถามประวัติสุขภาพเพื่อการออกกำลังกาย (Physical Activity Readiness Questionnaire หรือ PAR-Q) กลุ่มตัวอย่างต้องตอบว่า “ไม่เคย” ทุกข้อ จึงจะสามารถผ่านเกณฑ์

-ท่านไม่ได้รับอาหารเสริมอยู่เป็นประจำ และไม่สูบบุหรี่

-ท่านไม่ได้เข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายอย่างเป็นระบบในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา

-ท่านไม่มีโรคประจำตัวใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือดและหัวใจ

-ท่านมีความสมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัย และยินดีลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

รับสมัครอาสาสมัคร เข้าร่วมงานวิจัย

"การศึกษาผลฉับพลันและผลระยะยาว ของการออกกำลังกายแบบแรงต้าน ที่ความหนักและจำนวนครั้งแตกต่างกัน ที่มีต่อโครงสร้าง และหน้าที่การทำงาน ของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ"

หัวหน้าโครงการวิจัย กฤติกา สาริกะวณิช

คุณสมบัติ อาสาสมัคร

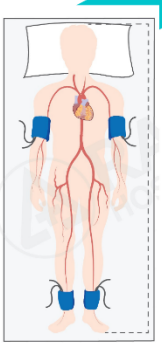
- ผู้ที่มีอายุ 60-70ปี
- มีสุขภาพแข็งแรง
- มีค่าความดันโลหิตไม่เกิน 130 /90 มิลลิเมตรปรอท
- ไม่ได้เข้ารับการผ่าตัดในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา

สถานที่ทำการวิจัย

คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์

สิ่งที่จะได้รับ

- ได้รับความรู้เกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ
- ได้รับการตรวจภาวะโรคหลอดเลือดแดงส่วนปลายตีบ
- ได้รับการออกกำลังกายแบบแรงต้าน



สอบถามข้อมูลติดต่อ

หัวหน้าโครงการวิจัย กฤติกา สาริกะวณิช
เบอร์ 0914322665
EMAIL: MY_.IDEA@LIVE.COM

ภาคผนวก ค

แบบบันทึกและประเมินผล

แบบบันทึกข้อมูลผู้เข้าร่วมงานวิจัย
(การศึกษาที่ 1)

รหัส_____

ข้อมูลตัวแปรทางสรีรวิทยา	
อายุ	
เพศ	
น้ำหนัก	
ส่วนสูง อัตราการเต้นของชีพจรขณะพัก	
ความดัน โลหิต ดัชนีมวลกาย	

	Baseline	**หลังทันที**	**หลัง 10 นาที**	**หลัง 30 นาที**	**หลัง 60 นาที**
SBP					
DBP					
FMD					
PWV					
MAP					

แบบบันทึกข้อมูลผู้เข้าร่วมงานวิจัย
(การศึกษาที่ 2)

รหัส_____ ❑ ก่อนการทดลอง ❑ หลังการทดลอง

ข้อมูลตัวแปรทางสรีรวิทยา	
อายุ เพศ	
น้ำหนัก	
ส่วนสูง ความดัน โลหิต	
ดัชนีมวลกาย	
% Muscle	
% body fat	

	ค่าที่วัดได้
Systolic Blood Pressure (SBP)	
Diastolic Blood Pressure (DBP)	
Flow-mediated dilation (FMD)	
Pulse wave velocity (PWV)	
Carotid intima-media thickness (CIMT)	

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	กฤติกา สาริกะวณิช
วัน เดือน ปี เกิด	13 กรกฎาคม 2538
สถานที่เกิด	กรุงเทพ
วุฒิการศึกษา	พ.ศ.2557 นิติศาสตร์บัณฑิต จาก มหาวิทยาลัรามคำแหง พ.ศ.2559 วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ชะลอวัยและการฟื้นฟูสุขภาพ จาก มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง พ.ศ.2560 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ จาก สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ที่อยู่ปัจจุบัน	91/91 อาร์เคออฟฟิศ มีนบุรี มีนบุรี ถนนสุวินทวงศ์ กรุงเทพ 10510