ผลฉับพลันของการออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีสที่มีต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ

THE ACUTE EFFECTS OF REFORMER PILATES EXERCISES ON VASCULAR FUNCTION IN ELDERLY

ยุพาวรรณ ระงับไพร

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2564

ผลฉับพลันของการออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีสที่มีต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ

ยุพาวรรณ ระงับไพร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

THE ACUTE EFFECTS OF REFORMER PILATES EXERCISES ON VASCULAR FUNCTION IN ELDERLY

YUPAWAN RANGABPRAI

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of MASTER OF SCIENCE

(Sport and Exercise Science)

Faculty of Physical Education, Srinakharinwirot University

2021

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลฉับพลันของการออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีสที่มีต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดใน
ผู้สูงอายุ

ของ

ยุพาวรรณ ระงับไพร

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

.....

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

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

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

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

ชื่อเรื่อง	ผลฉับพลันของการออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีสที่มีต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ
ผู้วิจัย	ยุพาวรรณ ระงับไพร
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2564
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิทิต มิตรานันท์

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลฉับพลันของการออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีสที่มีต่อการทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุ เพศชาย 4 คน เพศหญิง 13 คน อายุ 60-69 ปี (เฉลี่ย 60±2.76 ปี) จำนวน 17 คน การศึกษาครั้งนี้เป็นแบบไขว้กลุ่ม (Crossover design) แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 เงื่อนไข 1.) เงื่อนไขออกกำลังกายด้วยรีฟอร์เมอร์พิลาทีส ซึ่งออกกำลังกายที่ความหนัก 4-5 OMNI resistance scale เป็นเวลา 60 นาที และ 2.) เงื่อนไขควบคุม ซึ่งนั่งอยู่ในห้องทดลองเป็นเวลา 60 นาที จากนั้นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 เงื่อนไขจะได้รับการวัดค่าการไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด (Flow-mediated dilatation; FMD) วัดค่าคลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้า (Brachia-ankle pulse wave velocity; baPWV) และความดันโลหิต ทั้งหมด 5 ช่วงเวลา (ช่วงก่อนการได้รับเงื่อนไข, หลังจากได้รับเงื่อนไขทันที, หลังจากนาทีที่ 10, หลังจากนาทีที่ 30 และหลังจากนาทีที่ 60 ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่า หลังจากการออกกำลังกายด้วยรีฟอร์เมอร์พิลาทีสมีการเปลี่ยนแปลงของค่า FMD เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในช่วงหลังจากได้รับเงื่อนไขทันที, หลังจากนาทีที่ 10, หลังจากนาทีที่ 30 และหลังจากนาทีที่ 60 เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงก่อนการได้รับเงื่อนไขและมีการเพิ่มขึ้นของ baPWV ในช่วงหลังจากได้รับเงื่อนไขทันที ($P<0.05$) เท่านั้น ส่วนในช่วงเวลาที่เหลือค่าดังกล่าวค่า baPWV กลับเข้าสู่ช่วงก่อนการได้รับเงื่อนไข ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่าเงื่อนไขออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีสมีค่า FMD ที่มากกว่าเงื่อนไขควบคุมในช่วงหลังจากได้รับเงื่อนไขทันที, หลังจากนาทีที่ 10, หลังจากนาทีที่ 30 ($P<0.05$) แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของช่วงเวลาหลังได้รับเงื่อนไขเมื่อเทียบกับช่วงก่อนได้รับเงื่อนออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีสในตัวแปรด้านความดันโลหิตตัวบน, ความดันโลหิตตัวล่าง, และความดันโลหิตเฉลี่ย ($P>0.05$) สรุปได้ว่าการออกกำลังกายด้วยรีฟอร์เมอร์พิลาทีสส่งผลดีอย่างฉับพลันต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ

คำสำคัญ : การออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีส,หน้าที่การทำงานของหลอดเลือด, การไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด, คลื่นความดันชีพจร, ผู้สูงอายุ

Title	THE ACUTE EFFECTS OF REFORMER PILATES EXERCISES ON VASCULAR FUNCTION IN ELDERLY
Author	YUPAWAN RANGABPRAI
Degree	MASTER OF SCIENCE
Academic Year	2021
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Witid Mittranun

The purpose of this study was to investigate the acute effects of reformer Pilates exercises on vascular function in the elderly. There was a total of 17 participants (4 males, 13 females), and aged 60 to 69 years (SD 60±2.76 years) recruited for this study. A crossover design was applied in this study, which divided it into two conditions. (1) reformer Pilates exercise condition: 4-5 OMNI resistance scale for 60 min; and (2) control conditions: maintaining a seated position for 60 mins. The flow-mediated dilatation (FMD), brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV), and blood pressure were collected for five timelines (baseline, 0 min after condition, 10 min after condition, 30 min after condition, and 60 min after condition). The results showed that reformer Pilates conditions significantly enhanced FMD at 0 min after condition, 10 min after condition, 30 min after conditions, and 60 min after condition as compared to baseline ($P<0.05$) and baPWV was significantly increased ($P<0.05$) only 0 min after condition. While the remaining timeline of baPWV returned to the baseline at all time points ($P>0.05$). Considering the difference between conditions, reformer Pilates demonstrated the higher FMD at 0 min after condition, 10 min after condition, and 30 min after condition, as compared to the control condition ($P>0.05$). However, the significant differences were not observed in systolic, diastolic, and mean arterial pressure in both conditions ($P>0.05$). In conclusion, reformer Pilates exercise had acutely favorable effects on vascular functions in older adults.

Keyword : Reformer Pilates exercises Vascular function Flow-mediated dilatation Pulse wave velocity Elderly people

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความเมตตากรุณาช่วยเหลือและความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดจนการให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการปรับแก้ไขข้อบกพร่องจากอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทิต มิตรานันท์ ที่ได้ให้ความเมตตากรุณาเป็นที่ปรึกษาหลัก และให้ความช่วยเหลือชี้แนะแนวทางในสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและการทำปริญญานิพนธ์นี้ด้วยความเอาใจใส่ตลอดมา รวมทั้ง ท่านประธารการสอบปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.อภิลักษณ์ เทียนเทอง และคณะกรรมการการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์ ท่านศาสตราจารย์ ดร.สาลี่ สุภาภรณ์ ท่านรองศาสตราจารย์ ดร. สนธยา สีละมาด ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร้อยตรี ดร.ประสิทธิ์ ปีปทุม และท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัจฉริยะ เอนก ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะต่างๆ เพิ่มเติมแก่ผู้วิจัย ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์และกรรมการบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตรการกีฬาและการออกกำลังกาย คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่าน ที่ได้กรุณาประสิทธิ์ประสาทความรู้ต่างๆ ให้แก่ผู้วิจัย ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ๆ และเพื่อน ๆ นิสิตปริญญาโทสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย รหัส 621 ทุกคน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นางสาวทิพย์วิมล สิงห์เอี่ยม นายเดชา ชินอักษร นายธิติวัฒน์ น้อยคำเมือง นางสาวรักษ์ณัทฤดี ศรีประภาธนาเลิศ นางสาวกีรติ อินทวชิรารัตน์ และนางสาวรุ่งอรุณ เชยโพธิ์ ที่ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน แนะนำ ติดตามและให้กำลังใจซึ่งกันและกันทั้งในชั่วโมงเรียนและในการทำวิจัยตลอดมา

ขอขอบพระคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ได้ให้ความเมตตาในการเข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงคุณของบิดา (คุณพ่อสนิด ระงับไพร) มารดา (คุณแม่สุดใจ ระงับไพร) และอาจารย์ สุปราณี คุณกิตติ ที่อบรมสั่งสอนให้ความรู้เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนผู้วิจัยด้วยดีตลอดมา

ยุพาวรรณ ระงับไพร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญรูปภาพ ..... ฑ

บทที่1 บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

คำถามงานวิจัย 4

ความมุ่งหมายของงานวิจัย 4

ความสำคัญของงานวิจัย 4

ขอบเขตของการวิจัย 4

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย 4

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 5

ตัวแปรที่ศึกษา 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 6

กรอบแนวคิด 7

สมมติฐานในการวิจัย 8

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 9

1.ผู้สูงอายุ 10

1.1 ความหมายของผู้สูงอายุ 10

1.2 การเปลี่ยนแปลงของผู้สูงอายุ 10
1.3 การดูแลผู้สูงอายุ 15
2.เซลล์ผนังหลอดเลือด 17
2.1 โครงสร้างของหลอดเลือด 17
2.2 ความหมายและหน้าที่ของเซลล์บุหลอดเลือด (Endothelial cell) 18
2.3 ความผิดปกติในการทำงานของหลอดเลือด 19
2.4 การวัดค่าการทำงานของหลอดเลือด 20
2.5 ขั้นตอนการวัดและวิธีการวัด Flow-mediated dilatation (FMD) 20
2.6 ความหมายของแรงเครียดเฉือน (Shear stress) 22
2.7 ขั้นตอนการวัดและวิธีการวัด Brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV) 23
3. พิลาทีส 25
3.1 ประวัติความเป็นมาของพิลาทีส 25
3.2 พิลาทีสเทคนิค 26
3.4 พิลาทีสบนผืนเสื่อ 27
3.5 รีฟอร์เมอร์พิลาทีส 28
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 30
4.1 งานวิจัยในประเทศ 30
4.2 งานวิจัยต่างประเทศ 31
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 36
1.การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 36
ประชากร 36
การเลือกกลุ่มตัวอย่าง 36
2.การเก็บรวบรวมข้อมูล 37

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 37
3.การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 42
บทที่ 4 43
ผลการศึกษา 43
บทที่ 5 68
สรุปผลและอภิปรายผล 68
สรุปผลการวิจัย 69
1.1 ลักษณะของกลุ่มประชากร 69
1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ไขมันในร่างกาย มวลกล้ามเนื้อ อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว PWV และ FMD ความดันหลอดเลือดแดง (MAP) ของกลุ่มตัวอย่าง 69
1.3 ผลฉับพลันของ FMD สำหรับเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส 69
1.4 ผลฉับพลันของ FMD สำหรับเงื่อนไขควบคุม 69
1.5 การเปรียบเทียบผลฉับพลันของ FMD สำหรับเงื่อนไขควบคุมและเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส 69
1.6 ผลฉับพลันของ baPWV สำหรับเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส 70
1.7 ผลฉับพลันของ baPWV สำหรับเงื่อนไขควบคุม 70
1.8 การเปรียบเทียบผลฉับพลันของ baPWV สำหรับเงื่อนไขควบคุมและเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส 70
1.9 ผลฉับพลันของความดันโลหิต SBP สำหรับเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส 70
1.10 ผลฉับพลันของความดันโลหิต SBP สำหรับเงื่อนไขควบคุม 70
1.11 การเปรียบเทียบผลฉับพลันของความดันโลหิต SBP สำหรับเงื่อนไขควบคุมและเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส 70

1.12 ผลฉับพลันของความดันโลหิต DBP สำหรับเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส 70
1.13 ผลฉับพลันของความดันโลหิต DBP สำหรับเงื่อนไขควบคุม 70
1.14 การเปรียบเทียบผลฉับพลันของความดันโลหิต DBP สำหรับเงื่อนไขควบคุม และเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส 71
1.15 ผลฉับพลันของความดันหลอดเลือดแดง MAP สำหรับเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์ พิลาทีส 71
1.16 ผลฉับพลันของความดันหลอดเลือดแดง MAP สำหรับเงื่อนไขควบคุม 71
1.17 การเปรียบเทียบผลฉับพลันของความดันหลอดเลือดแดง MAP สำหรับเงื่อนไข ควบคุมและเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส 71
อภิปรายผล 72
บรรณานุกรม 77
ภาคผนวก 87
..... 88
ภาคผนวก ก 88
ใบรับรองจริธรรมการวิจัย 88
ภาคผนวก ข 91
หนังสือยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย 91
ภาคผนวก ค 94
แบบสอบถาม (Questionnaire Par-Q-Plus 2019) เพื่อคัดกรองผู้สูงอายุ 94
ภาคผนวก ง 99
คำอธิบายโปรแกรมการฝึก 99
ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 117
ประวัติผู้เขียน 121

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ตารางแสดงช่วงเวลาการออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีส.....40

ตาราง 2 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).....43

ตาราง 3 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ FMD โดยพิจารณาเวลารวมของทั้งสองเงื่อนไขและปฏิสัมพันธ์ (เวลา x เงื่อนไข) รวมของทั้งสองเงื่อนไข ด้วยการอ่านค่า จาก Huynh-Feldt (เมื่อทำการทดสอบ Mauchly's Test of Sphericity มีค่า Greenhouse-Geisser >0.75).....44

ตาราง 4 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ FMD เพื่อเปรียบเทียบเงื่อนไขการออกกำลังกายด้วยรีฟอร์เมอร์พิลาทีส สำหรับค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min).....45

ตาราง 5 เปรียบเทียบค่า FMD ภายในเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่ ค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min) ด้วย Two way ANOVA with repeated วิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni).....46

ตาราง 6 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ FMD เพื่อเปรียบเทียบเงื่อนไขควบคุม สำหรับค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min).....47

ตาราง 7 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ baPWV โดยพิจารณาเวลารวมของทั้งสองเงื่อนไข และปฏิสัมพันธ์ (เวลา x เงื่อนไข) รวมของทั้งสองเงื่อนไข ด้วยการอ่านค่า จาก Greenhouse-Geisser (เมื่อทำการทดสอบ Mauchly's Test of Sphericity มีค่า Greenhouse-Geisser<0.75).....50

ตาราง 8 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ baPWV เพื่อเปรียบเทียบเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส สำหรับค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min) 51

ตาราง 9 เปรียบเทียบค่า baPWV (cm/s) ภายในเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่ ค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min) ด้วย Two way ANOVA with repeated วิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni)..... 52

ตาราง 10 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ PWV เพื่อเปรียบเทียบเงื่อนไขควบคุม สำหรับค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min)..... 53

ตาราง 11 เปรียบเทียบค่า PWV ระหว่างเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทิสและเงื่อนไขควบคุม ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่ ค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min) ด้วย Two way ANOVA with repeated วิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni)..... 54

ตาราง 12 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ SBP โดยพิจารณาเวลารวมของทั้งสองเงื่อนไขและปฏิสัมพันธ์ (เวลา x เงื่อนไข) รวมของทั้งสองเงื่อนไข ด้วยการอ่านค่า จาก Greenhouse-Geisser (เมื่อทำการทดสอบ Mauchly's Test of Sphericity มีค่า Greenhouse-Geisser<0.75) 56

ตาราง 13 เปรียบเทียบค่า SBP ภายในเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่ ค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min) ด้วย Two way ANOVA with repeated วิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni)..... 57

ตาราง 14 เปรียบเทียบค่า SBP ระหว่างเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทิสและเงื่อนไขควบคุม ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่ ค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min) ด้วย Two way ANOVA with repeated วิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni)..... 58

ตาราง 15 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ DBP โดยพิจารณาเวลารวมของทั้งสองเงื่อนไข และปฏิสัมพันธ์ (เวลา x เงื่อนไข) รวมของทั้งสองเงื่อนไข ด้วยการอ่านค่า จาก Greenhouse-Geisser (เมื่อทำการทดสอบ Mauchly's Test of Sphericity มีค่า Greenhouse-Geisser<0.75) 60

ตาราง 16 เปรียบเทียบค่า DBP ภายในเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่ ค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min) ด้วย Two way ANOVA with repeated วิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni).....61

ตาราง 17 เปรียบเทียบค่า DBP ระหว่างเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทิสและเงื่อนไขควบคุม ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่ ค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min) ด้วย Two way ANOVA with repeated วิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni).....62

ตาราง 18 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ MAP โดยพิจารณาเวลารวมของทั้งสองเงื่อนไข และปฏิสัมพันธ์ (เวลา x เงื่อนไข) รวมของทั้งสองเงื่อนไข ด้วยการอ่านค่า จาก Greenhouse-Geisser (เมื่อทำการทดสอบ Mauchly's Test of Sphericity มีค่า Greenhouse-Geisser<0.75) 64

ตาราง 19 เปรียบเทียบค่า MAP ภายในเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่ ค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min) ด้วย Two way ANOVA with repeated วิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni).....65

ตาราง 20 เปรียบเทียบค่า MAP ระหว่างเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทิสและเงื่อนไขควบคุม ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่ ค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min) ด้วยวิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni).....66

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิด 7

ภาพประกอบ 2 ผิวหนังที่เปลี่ยนแปลงเมื่อเข้าสู่วัยสูงอายุ 11

ภาพประกอบ 3 ตารางแสดงอัตราการเต้นของหัวใจ 12

ภาพประกอบ 4 โครงสร้างของอวัยวภายในและทางเดินอาหาร 13

ภาพประกอบ 5 โครงสร้างหลอดเลือดแดง 17

ภาพประกอบ 6 เซลล์บุผนังหลอดเลือด 18

ภาพประกอบ 7 ความผิดปกติของการทำงานของหลอดเลือด 19

ภาพประกอบ 8 ขั้นตอนการวัดและวิธีการวัด Flow-mediated dilatation (FMD) 20

ภาพประกอบ 9 สมการคำนวณหาค่า FMD 22

ภาพประกอบ 10 การตอบสนองของ Shear stress และเส้นผ่าศูนย์กลางหลังคลายการปิดกั้นการไหลเวียน 23

ภาพประกอบ 11 สมการคำนวณหาค่า baPWV 24

ภาพประกอบ 12 Joseph Hubertus Pilates *(1883-1967)* 25

ภาพประกอบ 13 การออกแบบโปรแกรมเป็นการศึกษาแบไขว้ (Crossover Design) 39

ภาพประกอบ 14 โปรแกรมออกกำลังกายแบบรีฟอร์เมอร์พิลาทีส 41

ภาพประกอบ 15 แผนภาพแสดงขั้นตอนการวัด 42

ภาพประกอบ 16 แสดงผลสรุปของการเปลี่ยนแปลง Brachial artery FMD ตามช่วงเวลา Baseline, 0 min, 10 min, 30 min, และ 60 min ของทั้งเงื่อนไข CON และเงื่อนไข RM โดย * แสดงการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับ Baseline ในเงื่อนไขเดียวกัน และ # แสดงการเปลี่ยนเมื่อเทียบกันระหว่างเงื่อนไขในช่วงเวลาเดียวกัน 49

ภาพประกอบ 17 แสดงผลสรุปของการเปลี่ยนแปลง Pulse wave velocity ตามช่วงเวลา Baseline, 0 min, 10 min, 30 min, และ 60 min ของทั้งเงื่อนไข CON และเงื่อนไข RM โดย * แสดงการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับ Baseline ในเงื่อนไขเดียวกัน 55

ภาพประกอบ 18 แสดงผลสรุปของการเปลี่ยนแปลง Systolic blood pressure ตามช่วงเวลา Baseline, 0 min, 10 min, 30 min, และ 60 min ของทั้งเงื่อนไข CON และเงื่อนไข RM 59

ภาพประกอบ 19 แสดงผลสรุปของการเปลี่ยนแปลง Diastolic blood pressure ตามช่วงเวลา Baseline, 0 min, 10 min, 30 min, และ 60 min ของทั้งเงื่อนไข CON และเงื่อนไข RM 63

ภาพประกอบ 20 แสดงผลสรุปของการเปลี่ยนแปลง Mean artery pressure ตามช่วงเวลา Baseline, 0 min, 10 min, 30 min, และ 60 min ของทั้งเงื่อนไข CON และเงื่อนไข RM 67

ภาพประกอบ 21 1. Footwork, Heels Together toes apart 101

ภาพประกอบ 22 2. Footwork, Heels on bar 101

ภาพประกอบ 23 3. Footwork, Toes on bar 102

ภาพประกอบ 24 4. Foot work, Lower & Lift 102

ภาพประกอบ 25 5. Midback series, Triceps 103

ภาพประกอบ 26 6. Midback series, straight down 103

ภาพประกอบ 27 7. Midback series, Side 104

ภาพประกอบ 28 8. Front rowing prep, Offering 104

ภาพประกอบ 29 9. Front Rowing Prep, straight forward 105

ภาพประกอบ 30 10. Front rowing prep, Second position 105

ภาพประกอบ 31 11. Side twist sitting 106

ภาพประกอบ 32 12. Back rowing prep, Plow 106

ภาพประกอบ 33 13. Back rowing prep, Triceps 107

ภาพประกอบ 34 14.Back rowing prep, Biceps curl 107

ภาพประกอบ 35 15. Biceps curl with row back 108

ภาพประกอบ 3616.Stomach massage..... 108
ภาพประกอบ 37 17.Long box, Plow..... 109
ภาพประกอบ 38 18. Arms pulling straps, Triceps 109
ภาพประกอบ 39 19.Running 110
ภาพประกอบ 40 20.Mermaid..... 110
ภาพประกอบ 41 21.Single Thigh Stretch 111
ภาพประกอบ 42 เครื่องรีฟอร์เมอร์พิลาทีส (Stott pilates reformer Vo2Max)..... 118
ภาพประกอบ 43 อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ 118
ภาพประกอบ 44 เครื่องวัดความดันโลหิต 118
ภาพประกอบ 45 เครื่องวัดองค์ประกอบร่างกาย (Tanita) 119
ภาพประกอบ 46 เครื่องอัลตราซาวด์หลอดเลือด(Flow-mediated-dilated: FMD)..... 119
ภาพประกอบ 47 เครื่องวัดค่าความแข็งตัวของหลอดเลือด (Pulse wave velocity: PWV)..... 120

บทที่1
บทนำ

ภูมิหลัง

โรคหัวใจและหลอดเลือดจัดเป็นโรคเรื้อรังที่มีรายงานทางสถิติขององค์กรอนามัยโลก พบว่า โรคดังกล่าวเป็นสาเหตุอันดับ 1 ของการเสียชีวิตทั่วโลกโดยมีผู้เสียชีวิตประมาณ 17.9 ล้านคนในแต่ละปี ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 32 ของประชากรโลก และมากกว่าร้อยละ 75 เปอร์เซ็นต์ของประชากรที่เสียชีวิตจะอาศัยอยู่ในประเทศที่กำลังพัฒนา (Zou et al., 2020) ทั้งนี้สิ่งที่เป็นปัจจัยของโรคหัวใจและหลอดเลือดได้แก่ การเลือกบริโภคอาหาร การขาดกิจกรรมทางกาย และอายุที่เพิ่มมากขึ้น จากปัจจัยด้านอายุที่เพิ่มขึ้นที่ส่งผลต่อความเสื่อมถอยของร่างกาย ทั้งด้านโครงกระดูกและกล้ามเนื้อ ด้านหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดที่ผิดปกติไป เช่น หลอดเลือดมีความแข็งตัวเพิ่มมากขึ้น การสร้างหลอดเลือดใหม่ลดลง เกิดการอักเสบของผนังหลอดเลือดทำให้เส้นเลือดอุดตัน ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคความดันโลหิตสูง (Gonzales et al., 2016) เป็นต้น จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า อายุที่เพิ่มขึ้นอาจเป็นสาเหตุหลักในการพัฒนาไปสู่โรคหัวใจและหลอดเลือด (Seals, Jablonski, & Donato, 2011) ในประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. 2561 มีการคาดการณ์ถึงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทยโดยประมาณ 19 ล้านคนในปี พ.ศ. 2576 คิดเป็นร้อยละ 30 ของจำนวนประชากรในประเทศ (Pongboriboon, 2020) จึงเป็นสาเหตุให้โรคที่เกี่ยวข้องกับหัวใจและหลอดเลือดเป็นหนึ่งในปัจจัยการเสียชีวิตของผู้สูงอายุในประเทศไทย (Ponpinij, Deenan, & Wiseso, 2020) และหากขาดการดูแลในอนาคตคาดการณ์ได้ว่า จะส่งผลให้เกิดปัญหาหลายด้านกับระบบสาธารณสุข เช่น ด้านการจัดการโรค ด้านการดูแลผู้ป่วยไร้ญาติ และการใช้เงินทุนในการรักษาโรคสำหรับผู้ป่วยในระบบสาธารณสุขของไทย ดังนั้นการทำความเข้าใจถึงการดูแลผู้สูงอายุในการให้ความสำคัญต่อสุขภาพร่างกาย จิตใจ และสุขภาพของหลอดเลือด ทั้งนี้เพื่อชะลอการเสื่อมของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ

การประเมินหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดสามารถประเมินได้จากการวัดค่าการไหลเวียนเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด (Flow mediated dilation; FMD) การวัดค่าดังกล่าวอาจประเมินได้จากการขยายตัวของหลอดเลือดสูงสุดหลังจากที่ปิดกั้นการไหลเวียนเลือดภายในหลอดเลือดที่แขนส่วนบน (brachial artery) (Tinken et al., 2010) จากการศึกษาก่อนหน้าพบว่า ในผู้สูงอายุมีการหดตัวของผนังหลอดเลือดเพิ่มขึ้น และเกิดการอักเสบในหลอดเลือดเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า FMD ในผู้สูงอายุมีค่าลดลง (Seals et al., 2011) จากผลของค่า FMD สามารถเชื่อมโยงถึงคุณภาพการทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือด (Endothelium cells) ได้ เพราะเซลล์บุ

ผนังหลอดเลือดมีหน้าที่ผลิตสารเคมีไนตริออกไซด์ (Nitric oxide; NO) ในหลอดเลือดผ่านการเพิ่มขึ้นของความเครียดเฉือน (Shear stress) ส่งผลให้หลอดเลือดมีหน้าที่การทำงานที่ดีขึ้น ลดการอักเสบและการแข็งตัวของหลอดเลือด รวมถึงช่วยกระตุ้นให้เกิดการสร้างหลอดเลือดใหม่ (Angiogenesis) (K.-H. Park & Park, 2015) หากการทำงานที่ผิดปกติของเซลล์บุผนังหลอดเลือดสามารถพัฒนาไปสู่ความผิดปกติของหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดได้ (Seals, Kaplon, Gioscia-Ryan, & LaRocca, 2014)

การประเมินหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดด้วยการวัดความแข็งตัวของหลอดเลือดอาจวัดได้จากความเร็วคลื่นชีพจร (Brachial-ankle pulse wave velocity; baPWV) การวัด baPWV สามารถพยากรณ์ถึงโอกาสในการแข็งตัวของหลอดเลือด และโอกาสของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ (Ohkuma et al., 2017) ทั้งนี้มีการศึกษาถึงค่าความเร็วคลื่นชีพจรในผู้ที่มีสุขภาพดีถึงโอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดพบว่า ค่า baPWV และความดันโลหิต (Blood pressure) เพิ่มขึ้นตามอายุและเพิ่มสูงสุดถึง 1.5 เท่าในผู้สูงอายุเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่อายุน้อยกว่า (Hickson et al., 2010) และจากผลการประเมินหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ สามารถนำไปใช้ออกแบบโปรแกรมการดูแลผู้สูงอายุ เพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับหัวใจและหลอดเลือดได้อย่างถูกต้อง

การดูแลผู้สูงอายุเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือดได้แก่ การควบคุมด้านโภชนาการ การลดปัจจัยการเกิดความเครียด และการออกกำลังกายอย่างเหมาะสม ในแง่มุมด้านการออกกำลังกาย มีการรายงานการศึกษาการออกกำลังกายแบบแรงต้าน ผลดังกล่าวพบว่า ส่งผลดีต่อความดันโลหิต ช่วยลดการแข็งตัวของหลอดเลือด (Shiotsu, Watanabe, Tujii, & Yanagita, 2018) ในการออกกำลังกายแบบแอโรบิกสามารถช่วยให้เซลล์บุผนังหลอดเลือดคงหน้าที่การทำงานได้อย่างมีคุณภาพในผู้สูงอายุ (Seals et al., 2014) และผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นประจำจะมีค่า baPWV ใกล้เคียงกับคนวัยทำงานที่ขาดกิจกรรมทางกาย (Vaitkevicius et al., 1993) อีกทั้ง ยังมีการแนะนำการฝึกโยคะเพื่อลดความดันโลหิต (Cramer, Sellin, Schumann, & Dobos, 2018) และการออกกำลังกายแบบพิลาทีส เป็นต้น

การออกกำลังกายแบบพิลาทีสเทคนิคถูกคิดค้นมาในปี ค.ศ. 1980 โดยนายโจเซฟ พิลาทีส นายโจเซฟได้เรียกเทคนิคของเขาเองว่า “ศาสตร์แห่งการควบคุม (Contrology)” ศาสตร์ดังกล่าวเกี่ยวข้องกับหลักการจดจ่อ การหายใจ การแยกแยะ การควบคุม ความถูกต้อง และการฝึกเป็นกิจวัตรจนเกิดความจำของกล้ามเนื้อ เทคนิคการออกกำลังกายแบบพิลาทีสเหมาะสำหรับผู้สูงอายุที่ช่วยฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกาย เพิ่มความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อ เสริมสร้างการทรงตัว

ให้กับผู้สูงอายุ (Moreno-Segura, Igual-Camacho, Ballester-Gil, Blasco-Igual, & Blasco, 2018) และการออกกำลังกายแบบพิลาทีสสามารถเพิ่มคุณภาพชีวิตให้กับผู้สูงอายุได้ จากการศึกษาผู้ที่มีประสบการณ์ออกกำลังด้วยเทคนิคพิลาทีสแสดงให้เห็นผลลัพธ์ที่ดีขึ้นในทางกายภาพ (ค่าเฉลี่ย 86.37 คะแนน $p<0.01$) สุขภาพทั่วไป (ค่าเฉลี่ย 29.48 คะแนน; $p<0.001$) และสุขภาพจิต (เฉลี่ย 43.59 คะแนน; $p<0.02$) ของคุณภาพชีวิตในประเทศบราซิล (Vieira, Faria, Wittmann, Teixeira, & Nogueira, 2013) และการออกกำลังด้วยการหายใจและการควบคุมลมหายใจซึ่งเป็นแนวทางเดียวกับการฝึกโยคะ มีงานวิจัยก่อนหน้านี้รายงานผลการออกกำลังกายแบบแอโรบิกเปรียบเทียบกับการฝึกการหายเพียงอย่างเดียว และผลของการเปรียบเทียบพบว่ามีการลดลงของความดันโลหิตของทั้งสองกลุ่ม แต่ในกลุ่มที่ฝึกการหายใจให้ผลที่มีค่าความเชื่อมั่นทางสถิติสูงกว่าในกลุ่มแอโรบิก (Desai & Desai, 2020)

ศาสตร์การออกลังกายพิลาทีสได้ถูกพัฒนาและได้สร้างเครื่องออกกำลังกายที่ชื่อว่า “รีฟอร์เมอร์พิลาทีส” กลไกของเครื่องชนิดนี้ทำให้ผู้ออกกำลังกายได้ออกแรงต้านกับสปริงแบบความเข้มต่ำ และให้ความสำคัญกับการใช้กล้ามเนื้อทั้งการหดสั้นเข้าของกล้ามเนื้อ(Concentric contraction) การใช้งานในขณะเหยียดยืดออก (Eccentric contraction) และการเกร็งค้างไว้ (Isometric contraction) ของแกนกลางลำตัวรวมกับการหายใจแบบพิลาทีสก่อให้เกิดพลังจากภายในร่างกาย เพื่อออกแรงภายนอก (Power house) (Roh, 2016) ที่ควบคู่ไปกับการหายใจแบบพิลาทีส จากการผสมผสานการใช้กล้ามเนื้อในรูปแบบต่างๆ อาจส่งต่อการทำงานของหลอดเลือดที่แตกต่างกันออกไป มีรายงานการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่า การออกกำลังกายแรงต้านด้วยการยกน้ำหนักที่ให้ความสำคัญกับ Eccentric contraction ที่ความหนักสูงส่งผลต่อการลดหน้าที่การทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือดและเพิ่มสภาวะแข็งตัวของหลอดเลือด (Choi et al., 2016) แต่ในขณะเดียวกันมีการศึกษา Isometric contraction พบว่าสามารถช่วยลดความดันโลหิตได้ (Badrov, Freeman, Zokvic, Millar, & McGowan, 2016) ส่วนการฝึกที่เกี่ยวข้องกับ Isometric contraction ไว้ด้วยเครื่องบีบมือในกลุ่มตัวอย่างเพศชายและเพศหญิง โดยบีบค้าง 2 นาที สลับกับการพัก 4 นาที สามารถลดความดันโลหิตค่าตัวบน (Systolic) ($P<0.001$) และลดค่าความดันตัวล่าง (Diastolic) ($P<0.01$) และเพิ่มการทำงานของผนังหลอดเลือด FMD ที่ $P<0.05$ ได้ และการออกกำลังกายที่เกี่ยวข้องกับ Isometric contraction ได้ถูกแนะนำให้เป็นการออกกำลังกายที่ได้ผลในการช่วยลดความดันโลหิตได้ (Carlson, Dieberg, Hess, Millar, & Smart, 2014) อย่างไรก็ตามด้วยวิธีกการใช้กล้ามเนื้อแบบผสมผสานนี้ ยังไม่มีรายงานการศึกษาที่เกี่ยวข้องโดยตรงมาก่อนที่เกี่ยวข้องกับผลฉับพลันของเทคนิครีฟอร์เมอร์พิลาทีสที่ส่งผลต่อค่า FMD และ baPWV

จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาการออกกำลังกายด้วยรีฟอร์เมอร์พิลาทีสซึ่งยังไม่มีการศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยรีฟอร์เมอร์พิลาทีสที่ส่งผลต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด (ค่า FMD, baPWV, ความดันโลหิต) ในผู้สูงอายุระดับต้น 60-69 ปี ผู้วิจัยคาดว่า ผลฉับพลันจากการออกกำลังกายแบบรีฟอร์เมอร์พิลาทีสจะส่งผลดีต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด

คำถามงานวิจัย

การออกกำลังกายแบบรีฟอร์เมอร์พิลาทีสจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงการทำงานของหลอดเลือดแบบฉับพลันในผู้สูงอายุอย่างไร

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมาย

เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงในการทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ การขยายตัวการหดตัวของผนังหลอดเลือดด้วยการตรวจวัด Flow-Mediated Vasodilation (FMD) และความแข็งตัวของหลอดเลือด Brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV) หลังจากการออกกำลังกายชุดฝึกรูปแบบรีฟอร์เมอร์พิลาทีสแบบฉับพลัน

ความสำคัญของงานวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงผลการออกกำลังกายแบบรีฟอร์เมอร์พิลาทีสส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงแบบฉับพลันในการทำงานของหลอดเลือด ได้แก่ ค่า FMD, baPWV, และความดันโลหิต

2. ทำให้ทราบถึงรูปแบบการออกกำลังกายแบบรีฟอร์เมอร์พิลาทีสที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุดีต่อตัวแปรทางสุขภาพ และหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด

3. ผลของการศึกษาสามารถนำชุดออกกำลังกายแบบรีฟอร์เมอร์พิลาทีสไปใช้เพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับหัวใจและหลอดเลือดได้และเพื่อพัฒนาหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดได้

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิงอายุระหว่าง 60-69 ปี

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นผู้สูงอายุที่มีสภาวะความดันโลหิตตัวบนไม่เกิน139 มิลลิเมตรปรอท หรือค่าความดันตัวล่างไม่เกิน 89 มิลลิเมตรปรอท อายุระหว่าง 60-69 ปี กำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 18 คน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ (Independent variable) ได้แก่ ออกกำลังกายด้วยชุดออกกำลังกายแบบรีฟอร์เมอร์พิลาทีส 60 นาที จำกัดความหนักของการฝึกที่ระดับ 4-5 ของ OMNI-RES scale

2. ตัวแปรตาม (Dependent variable) ได้แก่ การไหลเวียนของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด (FMD) และความแข็งตัวของหลอดเลือด (baPWV)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ผู้สูงอายุ หมายถึง ผู้ที่มีอายุ 60 ปีบริบูรณ์ขึ้นไปตามพระราชบัญญัติผู้สูงอายุ ฉบับปัจจุบัน พ.ศ. 2546 (Sakda, 2020)

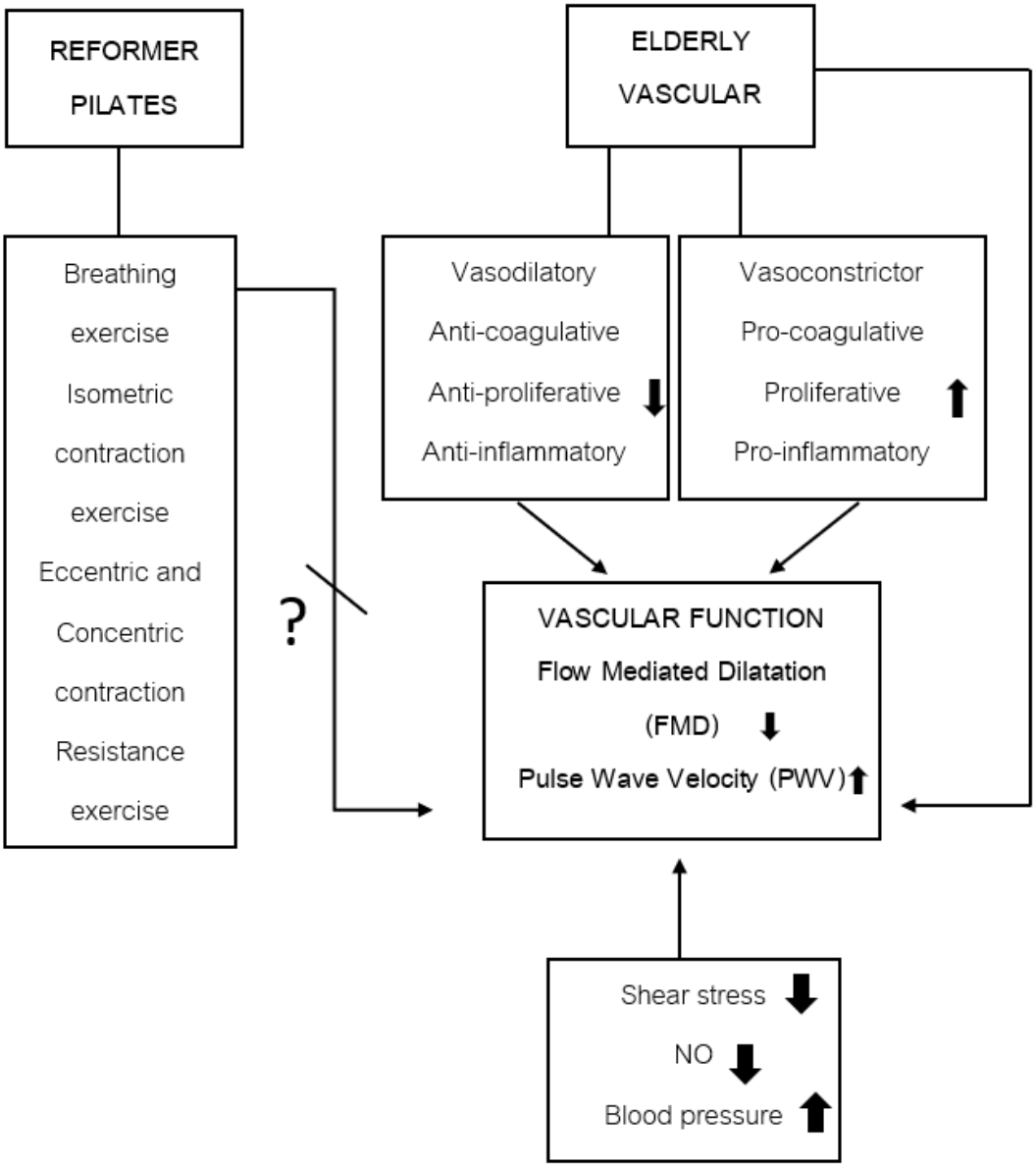
2. การประเมินหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดด้วยการวัดค่าการไหลเวียนของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด (Flow-mediated dilatation; FMD) หมายถึง ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของการขยายตัวของเส้นผ่านศูนย์กลางหลอดเลือดบริเวณหลอดเลือดแดงต้นแขน (Brachial Artery) ภายหลังการถูกปิดกั้น

3. การประเมินหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดด้วยการวัดความเร็วคลื่นชีพจร (brachial ankle- pulse wave velocity; baPWV) หมายถึง การวัดความแข็งตัวของหลอดเลือดส่วนปลาย

4. พิลาทีส หมายถึง หลักการออกกำลังกายที่ใช้การทำงานของร่างกายผสานเข้ากับลมหายใจ รับรู้ตำแหน่งของร่างกายที่เคลื่อนไหว และไม่เคลื่อนไหว หรือสามารถเรียกอีกอย่างได้ว่า “การออกกำลังกายด้วยการควบคุม” และมีแบบแผนการฝึก 6 ประการ 1. มีสมาธิควบคุมแกนกลางลำตัวในให้มั่นคง (Powerhouse) 2. จดจ่อในการเคลื่อนไหวร่างกาย 3. เคลื่อนไหวร่างกายให้ถูกต้องตามกายวิภาค 4. จัดตำแหน่งการวางร่างกายให้แม่นยำ 5. มีความต่อเนื่อง 6. ควบคุมการหายใจ (McNeill, 2011)

5. รีฟอร์เมอร์ หมายถึง อุปกรณ์ที่ช่วยในการออกกำลังกายแบบพิลาทีสให้ท่าทางการออกกำลังกายทำได้โดยง่าย หรือทำได้ยาก และเครื่องรีฟอร์เมอร์นี้มีสปริงเพื่อให้น้ำหนัก ทำให้ผู้ออกกำลังกายสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและควบคุมร่างกายให้มั่นคงได้รวดเร็วยิ่งขึ้น (McNeill, 2011)

กรอบแนวคิด



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิด

สมมติฐานในการวิจัย

การออกกำลังกายแบบรีฟอร์เมอร์พิลาทีสในผู้สูงอายุส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าการไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด ค่าความเร็วคลื่นชีพจร และค่าความดันโลหิตในระยะฉับพลัน

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ผู้สูงอายุ
    1.1 ความหมายของผู้สูงอายุ
    1.2 การเปลี่ยนแปลงของผู้สูงอายุ
    1.3 การดูแลผู้สูงอายุ
2. เซลล์ผนังหลอดเลือด
    2.1 หลอดเลือด (Blood Vessel)
    2.2 ความหมายและหน้าที่ของเซลล์บุหลอดเลือด (Endothelial cell)
    2.3 ความผิดปกติในการทำงานของหลอดเลือด
    2.4 การวัดค่าการทำงานของหลอดเลือด
    2.5 ขั้นตอนการวัดและวิธีการวัด Flow-mediated dilatation (FMD)
    2.6 ความหมายของแรงเครียดเฉือน (Shear stress)
    2.7 ขั้นตอนการวัดและวิธีการวัด Brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV)
3. พิลาทีส
    3.1 ประวัติความเป็นมาของพิลาทีส
    3.2 พิลาทีสเทคนิค
    3.4 พิลาทีสผืนเสื่อ
    3.5 รีฟอร์เมอร์พิลาทีส
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    4.1 งานวิจัยในประเทศ
    4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1.ผู้สูงอายุ

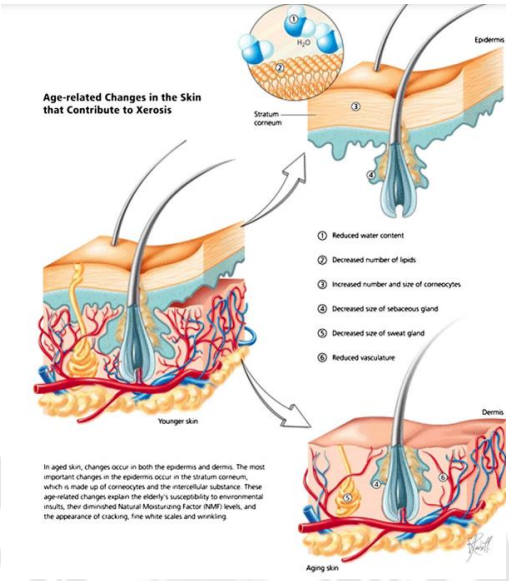
1.1 ความหมายของผู้สูงอายุ

ความหมายของผู้สูงอายุ คือประชากรเพศชายและเพศหญิงซึ่งอายุ 60 ปีขึ้นไป (Sakda, 2020) สามารถแบ่งผู้สูงอายุออกเป็น 3 ช่วง ผู้สูงอายุตอนต้น 60-69ปี, ผู้สูงอายุตอนกลาง 70-79ปี และผู้สูงอายุตอนปลายอายุตั้งแต่ 80 ปีขึ้นไป และจากการประชมผู้สูงอายุแห่งประเทศไทย ในปีพ.ศ. 2506 เพื่อเป็นการให้เกียรติและยกย่องนับถือผู้สูงสูงอายุ นอกการแบ่งผู้สูงอายุเป็นช่วงแล้ว (แชบัว, คล้ำชานา, & ศิริวงศ์, 2017) ได้แบ่งความหมายของผู้สูงอายุออกเป็น 4 แบบ คือ ผู้สูงอายุแก่โดยอายุ, ผู้สูงอายุแก่โดยสังขาร, ผู้สูงอายุแก่โดยจิตใจ และผู้สูงอายุแก่โดยสังคมประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมรอบด้าน ในส่วนขององค์กรอนามัยโลกกำหนดการแบ่งผู้สูงอายุออกเป็นสี่กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้สูงอายุที่มีศักยภาพ (Active Aging) คือ ผู้สูงอายุที่มีสุขภาพดี มีบทบาท มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทั้งในครอบครัว ชุมชน และมีหลักประกันความมั่นคงปลอดภัยด้านร่างกาย ที่อยู่อาศัย และสถานที่ผู้สูงอายุไปใช้บริการปรับเปรียนจากความต้องการขั้นพื้นฐานเป็นสิทธิขั้นพื้นฐานตามแนวคิดหลักพื้นฐานของสหประชาชาติ, ผู้สูงอายุที่มีสุขภาพดี (Healthy Aging) คือ ผู้สูงอายุที่ปราศจากโรคภัยและสามารถดูแลสภาพร่างกาย จิตใจ และสังคมให้ทำงานได้อย่างเหมาะสมเสมอ, ผู้สูงอายุที่ประสบความสำเร็จ (Successful Aging) คือ ผู้สูงอายุที่มีศักยภาพ สร้างรากฐานที่มั่นคงและมีความพึงพอใจกับสภาพแวดล้อมที่ตนอาศัยอยู่ และผู้สูงอายุที่ประสบความสำเร็จต้องมีส่วนรวมในการทำงานที่หลากหลายและต้องทำทุกอย่างอย่างต่อเนื่องเป็นประจำ และผู้สูงอายุที่เป็นประโยชน์ (Productive Aging) คือ ผู้สูงอายุที่สามารถผลิตสินค้าหรือมีความสามารถในการแปรรูปสินค้า ที่ได้ผลตอบแทนเป็นตัวเงินหรือเป็นสิ่งอื่น

1.2 การเปลี่ยนแปลงของผู้สูงอายุ

1.2.1 การเปลี่ยนแปลงด้านร่างกาย โดยร่างกายมีการเสื่อมถอยตามธรรมชาติ และมีอัตราการเสื่อมของร่างกาย แต่การเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับการดูแลรักษาสุขภาพร่างกาย จิตใจ และสิ่งแวดล้อมรอบข้าง รวมไปถึงเรื่องของพันธุกรรม ซึ่งแต่ละบุคคลไม่เท่ากัน ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของร่างกายในผู้สูงอายุสามารถจำแนกได้ดังนี้

1.2.2 การเปลี่ยนแปลงด้านร่างกายที่ระบบผิวหนัง



ภาพประกอบ 2 ผิวหนังที่เปลี่ยนแปลงเมื่อเข้าสู่วัยสูงอายุ

ที่มา : (White-Chu & Reddy, 2011)

ในผู้สูงอายุร่างกายจะผลิตเซลล์ผิวหนังลดลงและเซลล์ผิวหนังเสื่อมสภาพเร็วขึ้น มีชั้นผิวหนังบางและขาดความยืดหยุ่นและความชุ่มชื่นใต้ผิวหนัง ผิวหนังแห้งและเหี่ยว เกิดรอยย่นตามร่างกาย ต่อมเหงื่อและรูขุมขนทำหน้าที่ได้ลดลง การขับเหงื่อทางผิวหนังลดลง ผู้สูงอายุอาจเกิดอาการลมแดดได้ง่ายในอากาศที่ร้อนจัด ไขมันสะสมใต้ผิวหนังลดลงทำให้ร่างกายทดต่ออากาศหนาวเย็นได้น้อยลง การปรับสภาพของร่างกายและการรับรู้ความรู้สึกต่ออุณหภูมิ การรับรู้ต่อการสั่นสะเทือน การรับรู้ความเจ็บปวดที่ผิวหนังลดลง การทำงานของเซลล์เม็ดสีลดลงทำให้สีผมและขนทั่วร่างกายจางลงในส่วนของเล็บจะแข็งและมีสีที่เข้มขึ้น

1.2.3 การเปลี่ยนแปลงที่ระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อจะมีขนาดของเส้นใยเล็กลงและมวลกล้ามเนื้อลดลง เป็นเหตุให้กล้ามเนื้อฝ่อลีบมีขนาดเล็กลง (Hengkrawit, 2016) ส่งผลให้มีปริมาณไกรโคเจนและโปรตีนที่สะสมในกล้ามเนื้อลดลง ทำให้การหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อแต่ละครั้งใช้เวลานานและเคลื่อนไหวได้ช้าลง และกล้ามเนื้อและเส้นเอ็นขาดความยืดหยุ่น เกิดชั้นพังผืดเกาะตามบริเวณกล้ามเนื้อและข้อต่างๆ

1.2.4 การเปลี่ยนแปลงที่กระดูก ในผู้สูงอายุจะมีขนาดของกระดูกบางลงแตกหักได้ง่าย (Whangmahaporn et al., 2019) มวลภายในกระดูกลดลง ส่วนสูงของผู้สูงอายุลดลงเนื่องจากการเสื่อมของหมอนรองกระดูกสันหลังและการทรุดตัวของกระดูกสันหลัง และตำแหน่ง

ของกระดูกสันหลังผิดรูปไป เช่น การโค้งค่อม และการเบี้ยวของกระดูกสันหลัง และการเสื่อมลงของหมอนรองกระดูก ทำให้น้ำในหมอนรองกระดูกแห้ง ก่อให้เกิดการเสียดสีกันของกระดูกมากขึ้น และในผู้สูงอายุเพศหญิงฮอร์โมนเอสโตรเจนลดลง เกิดการกระตุ้นให้เกิดการทำงานของเซลล์กระดูกลดลง ส่งผลให้ผู้สูงอายุเพศหญิงมีอัตราการเกิดโรคกระดูกพรุนได้ง่ายกว่าเพศชาย และกระดูกเสียงต่อการแตกหักได้ง่าย

1.2.5 การเปลี่ยนแปลงที่ระบบหัวใจและหลอดเลือด

MAXIMUM HEART RATE BY AGE								
AGE IN YEAR	20	30	40	50	60	70	80	90
BEATS PER MINUTE (TRADITIONAL ESTIMATE)	200	190	180	170	160	150	140	130
BEATS PER MINUTE (HEALTHY NONSMOKERS+)	194	187	180	173	166	159	152	145

ภาพประกอบ 3 ตารางแสดงอัตราการเต้นของหัวใจ

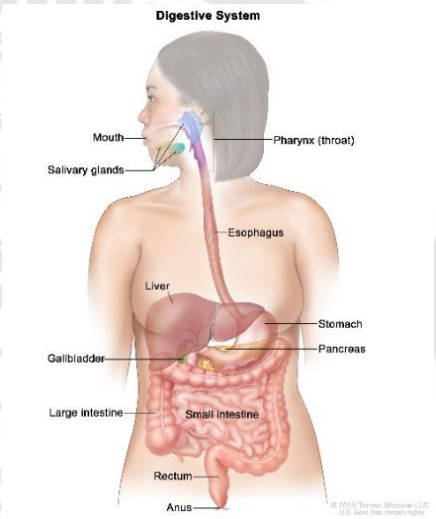
ที่มา : (Tanaka, Monahan, & Seals, 2001)

ในผู้สูงอายุจะมีขนาดของหัวใจโต มีขนาดของผนังหัวใจห้องล่างซ้ายหนาขึ้นจากการทำงานที่หนักสะสม และกำลังการบีบตัวของหัวใจลดลงส่งผลให้มีอัตราการเต้นของหัวใจลดลง และปริมาณเลือดออกจากหัวใจในเวลา 1 นาที ลดลงประมาณ 1% ต่อปี กล้ามเนื้อหัวใจที่อ่อนแรงลงอาจส่งผลให้เกิดโรคหัวใจได้ และการเสื่อมของโครงสร้างหลอดเลือด เช่น การอักเสบ หลุดหลอก การอุดตัน และผนังหลอดเลือดเกิดการแข็งตัวสูญเสียความยืดหยุ่น ก่อให้เกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือดและหัวใจ เช่น โรคความดันโลหิต เป็นต้น

1.2.6 ด้านระบบทางเดินหายใจ

กล้ามเนื้อโดยรอบทรวงอกของผู้สูงอายุมีความยืดหยุ่นและแข็งแรงน้อยลง รวมถึงกล้ามเนื้อที่ให้ในการหายใจเสื่อมลงทำให้การขยายตัวหน้าอกและช่องท้องลดลง การหายใจของผู้สูงอายุตื้นขึ้น หายใจเพียงบริเวณอกส่วนบน ส่งผลเยื้อหุ้มปอดแห้ง การขยายตัวและการหดตัวของปอดลดลงและระบบการไหลเวียนเลือดของเส้นเลือดฝอยไปยังถุงลมปอดลดลง จำนวนถุงลมในปอดลดลงแต่มีขนาดใหญ่แต่ผนังของถุงลมเปราะบางและมีโอกาสแตกได้ง่าย ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซในปอดลดลง ส่งผลให้ร่างกายได้รับออกซิเจนลดลง

1.2.7 การเปลี่ยนแปลงที่ระบบทางเดินอาหารย่อยและระบบขับถ่าย



ภาพประกอบ 4 โครงสร้างของอวัยวภายในและทางเดินอาหาร

ที่มา : (สัญญา ร้อยสมมุติ, 2556)

ในผู้สูงอายุระบบการย่อยอาหารมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ระบบย่อยอาหารส่วนแรกของร่างกาย คือ เหงือกและฟัน ตัวเหงือกร่นลง และฟันของผู้สูงอายุเปราะบางแตกและหักได้ง่าย มีปัญหาของการสบกันของฟัน ทำให้การเคี้ยวอาหารในผู้สูงอายุไม่ละเอียด ทำให้ระบบย่อยอาหารทำงานหนักขึ้น

การลำเลียงอาหารไปยังกระเพาะอาหารในผู้สูงอายุช้าลง กล้ามเนื้อที่ปิดกั้นหลอดอาหารเสื่อมประสิทธิภาพหรือหย่อยตัวลง ทำให้น้ำย่อยจากกระเพาะอาหารไหลย้อนขึ้นไปที่หลอดอาหารหรืออาการของกรดไหลย้อนและเป็นเหตุให้เกิดการอักเสบของหลอดอาหาร และ

ส่งผลต่อการขยับตัวของกระเพาะอาหารลดลง อาหารตกค้างอยู่ในกระเพาะอาหารนานขึ้น และการดูดซึมสารอาหารลดลงซึ่งอาจเป็นสารเหตุของการขาดสารอาหารในผู้สูงอายุได้จากอาหารที่ค้างในกระเพาะอาหารทำให้การทำงานของลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่เคลื่อนไหวน้อยลง ส่งผลให้เกิดอาการปวดท้อง ท้องอืด ท้องผูกได้

ตับในผู้สูงอายุมีขนาดเล็กลงประสิทธิภาพในการกรองสารพิษและทำลายสารพิษลดลง ผลิตน้ำดีรวมลดลงแต่ความเข้มข้นและความหนืดของน้ำดีมากขึ้น อาจเกิดนิ่วในถุงน้ำดีได้ ตับอ่อนมีขนาดและน้ำหนักลดลง การผลิตเอนไซม์ในตับอ่อนทั้งปริมาณและคุณภาพลดลง

1.2.8 การเปลี่ยนแปลงที่ระบบทางเดินปัสสาวะและระบบสืบพันธุ์ ไตของผู้สูงอายุมีขนาดลดลง อัตราการกรองของเสียในไตใช้เวลานานและลดลง กล้ามเนื้อที่ใช้ในการบีบตัวของกระเพาะปัสสาวะอ่อนกำลังลง ทำให้มีปัสสาวะค้างในกระเพาะปัสสาวะเพิ่มขึ้น ผู้สูงอายุจึงขับถ่ายปัสสาวะบ่อยขึ้น

ระบบสืบพันธุ์ในผู้ชาย ลูกอัณฑะมีขนาดเล็กลง ผลิตเชื้ออสุจิน้อยลง มีความหนืดของน้ำเชื้อลดลง ความสามารถในการผสมกับไข่ลดลง อสุจิไม่แข็งแรงและมีขนาดเปลี่ยนไป

ระบบสืบพันธุ์ในผู้หญิง รังไข่ขนาดเล็กลง ช่องคลอดแคบและสั้นลง ความยืดหยุ่นและสารหล่อลื่นในช่องคลอดลดลง ความแห้งของช่องคลอดทำให้เกิดการติดเชื้อได้ง่าย กล้ามเนื้ออุ้งเชิงกรานอ่อนแรงและหย่อนลง ทำให้เกิดกระบังลมหย่อนและสามารถในการกลั้นปัสสาวะลดลง หรือบางรายไม่สามารถกลั้นปัสสาวะได้(หยก, 2019)

1.2.9 การเปลี่ยนแปลงที่ระบบต่อมไร้ท่อ ในผู้สูงอายุมีการสะสมของพังผืดที่หนาและยึดเกาะทั่วร่างกายรวมถึงอวัยวะภายใน และที่ต่อมไร้ท่อต่าง ๆ ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง เกิดการผลิตฮอร์โมนลดลง เช่น การผลิตฮอร์โมนจากต่อมไทรอยด์ลดลง และต่อมพาราไทรอยด์ทำงานลดลง และการลดลงของระดับเอสโตรเจนในผู้สูงอายุส่งผลให้ตับอ่อนมีการหลั่งอิซูลินลดลง ร่างกายมีการตอบสนองอินซูลินลดลงเป็นผลทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นก่อนให้เกิดโรคเรื่อรังตามมา เช่น โรคเบาหวาน

1.2.10 การเปลี่ยนแปลงด้านจิตใจและสังคมในผู้สูงอายุ อารมณ์ของผู้สูงอายุมีความมั่นคง และมีบุคลิกภาพประกอบที่เข้มแข็ง แต่ในทางกลับกันผู้สูงอายุบางรายมีแต่ความล้มเหลวในชีวิต อาจรู้สึกไร้ค่า (Kalapak & Sirivat, 2020) และส่งเสริมให้ร่างกายเสื่อมถอยลงอย่างรวดเร็ว เกิดการเจ็บป่วยโรคเรื้อรัง การเจ็บป่วยของผู้สูงอายุส่งผลให้ผู้สูงอายุเกิดความเครียดและผู้สูงอายุมากกว่า ร้อยละ 80 จะมีภาวะสับสนเฉียบพลันที่เกิดจากการติดเชื้อหรือการเจ็บปวดของร่างกาย (Kilner & Janes, 1997)

1.3 การดูแลผู้สูงอายุ

1.3.1 การดูแลผู้สูงอายุด้านโภชนาการ

ความต้องการสารอาหารในผู้สูงอายุควรรับประทานอาหารหลากหลายชนิด ในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย เพื่อรักษาความสมดุลของน้ำหนักและส่วนสูงให้เหมาะสม (Kaewanun, 2018) กล่าวไว้ดังนี้

1.3.1.1 พลังงาน ความต้องการพลังงานของผู้สูงอายุน้อยลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของร่างกายกระบวนการเผลาผลาญลดลง และกิจกรรมต่าง ๆ ลดลง ทำให้ความต้องการพลังงานของผู้สูงอายุขึ้นอยู่กับกิจกรรมที่ทำและส่วนความต้องการของร่างกาย ซึ่งความต้องการพลังงานในผู้ใหญ่ประมาณ 1.5 เท่าของความต้องการพลังงานพื้นฐาน แต่เมื่อเข้าสู่อายุ 51-75 ปี ความต้องการพลังงานจะลดลงร้อยละ 10-15 ของพลังงานทั้งหมด เมื่ออายุมากกว่า 75 ปี ผู้สูงอายุควรได้รับพลังงานไม่เกินวันละ 2,250 และ 1,850 กิโลแคลอรี่ สารอาหารที่ให้พลังงานได้ดี ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน

1.3.1.2 โปรตีน ผู้สูงอายุมีความต้องการพลังงานหรือสารอาหารจากโปรตีนไม่ลดลงจากวัยหนุ่มสาวและวัยทำงาน ใน 1 วันผู้สูงอายุควรได้รับสารอาหารจากโปรตีน 1 กรัม ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เพื่อให้เพียงพอต่อระดับไนโตรเจนที่สมดุล แต่เมื่อเกิดความเครียด การบาดเจ็บ การติดเชื้อ การเจ็บป่วย ร่างกายจะต้องการสารอาหารจากโปรตีนเพิ่มขึ้น อาหารที่ให้ค่าโปรตีนสูง ได้แก่ เนื้อสัตย์ ถั่ว ไข่ นม เป็นต้น และผู้สูงอายุความดื่มนมพร้อกมันเนย ไขมันต่ำเป็นประจำและไข่ต้มอย่างน้อย 3 ฟองต่อสัปดาห์

1.3.2 การออกกำลังกายในผู้สูงอายุ

การออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุแบ่งออกเป็น 3 ประเภท(Lohman, Milliken, & Medicine, 2019) คือ

1.3.2.1 การฝึกแอโรบิก ≥ 5 วันต่อสัปดาห์ ความหนักในการออกกำลังกายอยู่ที่ระดับต่ำตามมาตราส่วนอยู่ที่ 5-6 ไม่เหนื่อยมาก ยังคงสามารถพูดคุยในขณะที่ออกกำลังกายอยู่ได้ และ ≥ 3 วันต่อสัปดาห์ ความหนักอยู่ระดับปานกลางตามมาตราส่วนที่ 7-8 มีความเหนื่อยเพิ่มขึ้น แต่ยังคงสามารถพูดคุยได้เป็นระยะ สำหรับผู้สูงอายุที่มีความแข็งแรงควรออกกำลังกายอยู่ที่ 3-5 วันต่อสัปดาห์ มีการผสมผสานที่ระดับต่ำและปานกลางเข้าด้วยกัน ระยะเวลา 30-60 นาทีต่อวันที่ความหนักระดับต่ำ และ 20-30 นาทีที่ความหนักระดับปานกลาง แนะนำการเดินในน้ำ การเดิน การปั่นจักรยาน เป็นต้น

1.3.2.2 การออกกำลังกายด้วยแรงต้าน ≥ 2 วันต่อสัปดาห์ ความหนักระดับต่ำ (40%-50% ของ 1RM) สำหรับผู้สูงอายุที่เริ่มออกกำลังกาย และมีการพัฒนาเพิ่มระดับความหนักขึ้นเป็น (60%-80% ของ 1RM) เน้นที่กล้ามเนื้อมัดหลัก จำนวน 8-10 ท่าออกกำลังกาย(บุคคล) แต่ละชุดฝึกทำ 8-12 ครั้ง และออกกำลังกาย 1-3 ชุด (Morey, 2019)

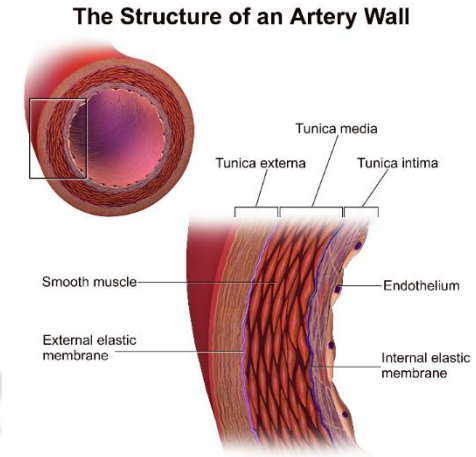
1.3.2.3 การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่น ≥ 2 วันต่อสัปดาห์ เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นกับกล้ามเนื้อและข้อต่อ ยืดกล้ามควรค้างท่ายืดอยู่กับที่ประมาณ 30-60 วินาที เน้นการเคลื่อนไหวที่ช้าและเพิ่มความยืดหยุ่น เช่น โยคะ ฤาษีดัดตน และพิลาทีส ซึ่งมีการศึกษาถึงผลการออกกำลังแบบพิลาทีสดีต่อคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ ทั้งด้านสุขภาพ ด้านการทรงตัว และการลุกนั่ง เดินที่ดีขึ้น (Engers, Rombaldi, Portella, & da Silva, 2016)

1.3.2.4 การออกกำลังกายแบบพิลาทีสที่ส่งเสริมคุณภาพชีวิตให้กับผู้สูงอายุดีขึ้น ซึ่งมีรายงานผลของการออกกำลังกายพิลาทีสอย่างต่อเนื่องมากกว่า 1 ปี สามารถช่วยเพิ่มคุณภาพชีวิตให้กับผู้ออกกำลังกายได้ ทั้งด้านร่างกาย จิตใจ และสังคม (Vieira et al., 2013) และมีรายงานแนะนำให้การออกกำลังกายแบบพิลาทีสเป็นการออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุในทวีปยุโรป (de Oliveira Francisco, de Almeida Fagundes, & Gorges, 2015)

1.3.2.5 กิจกรรมทางกายอื่นๆ เช่น การเดินเหยาะๆ การทำความสะอาดบ้าน การปั่นจักร การพายเรือ การเต้นรำ และการเดินขึ้นบันได เป็นต้น เพื่อให้ผู้สูงอายุได้เคลื่อนไหวร่างกาย ที่ไม่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บ และผู้สูงอายุเพลิดเพลินกับการทำกิจกรรมนั้นๆ (Sukwatjanee, 2012)

2.เซลล์ผนังหลอดเลือด

2.1 โครงสร้างของหลอดเลือด



ภาพประกอบ 5 โครงสร้างหลอดเลือดแดง

ที่มา : (Tucker, Arora, & Mahajan, 2017)

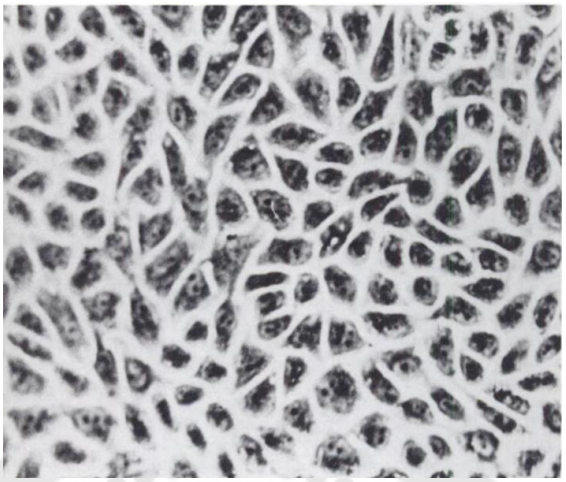
หลอดเลือดคือ ท่อขนส่งเลือดออกจากหัวใจไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกาย หลอดเลือดแดงมีลักษณะเป็นท่อ มีโครงสร้างเป็นกล้ามเนื้อเรียบสามชั้น ได้แก่

2.1.1 เนื้อเยื่อชั้นนอกสุด เรียกว่า Tunica Adventitia (Externa) เป็นชั้นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเช่นเดียวกับเส้นใยคอลลาเจน ภายในมีท่อน้ำเหลือง มีเส้นประสาทและมีกล้ามเนื้อเรียบบางส่วนแทรกอยู่ สามารถยืดขยายตามความต้องการของร่างกาย และป้องกันการยืดขยายหรือหดตัวของหลอดเลือดจากแรงดันภายนอกที่มากระทำต่อหลอดเลือดจากการไหลเวียนโลหิต (Tucker et al., 2017)

2.1.2 เนื้อเยื่อชั้นกลาง เรียกว่า Tunica Media เป็นกล้ามเนื้อเรียบที่มีความยืดหยุ่นและแข็งแรง มีกล้ามเนื้อเรียบแทรกอยู่เพียงเล็กน้อย

2.1.3 เนื้อเยื่อชั้นในสุด เรียกว่า Tunica Intima ประกอบด้วยเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือด (Endothelial cells) ที่ควบคุมและเชื่อมต่อการไหลเวียนของโลหิตและน้ำเหลืองในหลอดเลือด ทำหน้าที่กรองสารโมเลกุลต่าง ๆ ออกซิเจน, ฮอร์โมน, และเอ็นไซด์ ให้ผ่านผนังหลอดลเอดเข้าสู่ร่างกาย และสร้างไนตริกออกไซด์ (Nitric oxide; NO) ควบคุมการขยายตัว, ลดการแข็งตัวของหลอดเลือดรวมถึงการสร้างหลอดเลือดฝอย

2.2 **ความหมายและหน้าที่ของเซลล์บุหลอดเลือด** (Endothelial cell)



ภาพประกอบ 6 เซลล์บุผนังหลอดเลือด

ที่มา : (Cervera, Khamashta, & Hughes, 1993)

เซลล์บุผนังหลอดเลือดหรือเอนโดทีเลียลเซลล์ (Endothelial cells) เป็นเซลล์ชั้นในสุดของหลอดเลือดวางเรียงตัวกันในแนวยาว รูปทรงคลายสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัด มีความยาวเฉลี่ย 20-40 µM กว้าง 10-15 µM และหนา 0.1-0.5 µM เอ็นโดทีเลียลเซลล์เป็นผนังชั้นในสุดของหลอดเลือดและเป็นเซลล์ที่สัมผัสกับเลือดที่ไหลเวียนอยู่ในหลอดเลือดโดยตรง

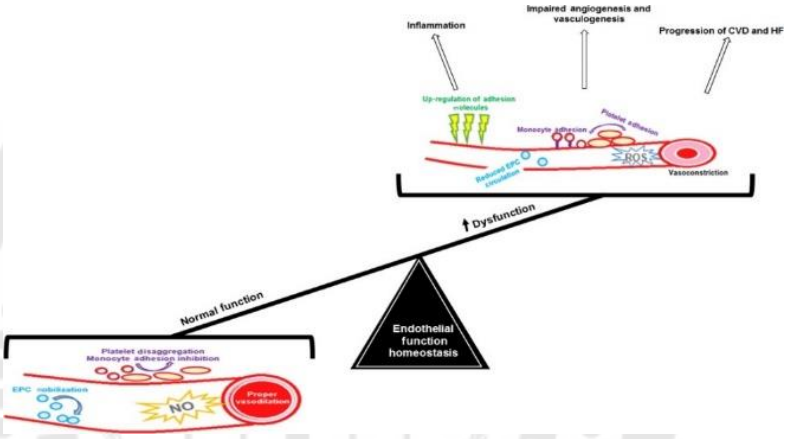
2.2.1 หน้าที่การทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือดมี ดังนี้

- ควบคุมการหดและขยายตัวของหลอดเลือด
- ควบคุมสมดุลการไหลเวียนโลหิต
- ทำหน้าที่เป็นตัวกลางเชื่อมต่อปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับเซลล์ที่ประกอบเป็นผนังหลอดเลือด
- เป็นผนังกั้นระหว่างกล้ามเนื้อเรียบกับช่องว่างภายในหลอดเลือด ควบคุมและคัดเลือกสารต่าง ๆ และควบคุมการเคลื่อนย้ายเซลล์ที่ผ่านเข้าออกผนังหลอดเลือด
- ยับยั้งการเกิดลิ่มเลือดหรือการจับตัวกันของเกล็ดเลือด และการจับตัวของเม็ดเลือดขาวกับเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือด
- ควบคุมความตึงของเซลล์ผนังหลอดเลือด
- ต้านการอักเสบ
- สร้างหลอดเลือดใหม่ (Angiogenesis)

- สร้างเอนไซม์ที่กระตุ้นการสร้างของสารไนตริกออกไซด์ (Endothelial nitric oxide synthase: eNOS) โดยมากจากกำลังการไหลเวียนของเลือดในหลอดเลือดที่ทำให้เกิดแรงเครียดเฉือน (Shear stress) กระทบกับผนังหลอดเลือด ส่งผลให้หลอดเลือดตึงตัวลดลงและขยายตัวมากขึ้น (Cahill & Redmond, 2016)

2.3 ความผิดปกติในการทำงานของหลอดเลือด

ความผิดปกติในการทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือด (Endothelial cells dysfunction)



ภาพประกอบ 7 ความผิดปกติของการทำงานของหลอดเลือด

ที่มา : (Premer, Kanelidis, Hare, & Schulman, 2019)

2.3.1 ความผิดปกติของเซลล์บุผนังหลอดเลือด เกิดจากการอักเสบเรื่องรัง และมีการอักเสบเพิ่มขึ้น รวมถึงการเกาะตัวของไขมันในเส้นเลือด ส่งผลให้การขยายตัวของหลอดเลือด (Vasodilation) ขาดความสมดุล ทำให้ร่างกายกระตุ้นการหลั่งไซโตไคน์เข้าสู่กระแสเลือด เป็นเหตุให้เซลล์บุผนังหลอดเลือด (Endothelium) ผลิตไนตริกออกไซด์ (Nitric Oxide: NO) ได้น้อยลง ซึ่งทำให้หลอดเลือดขาดความอ่อนนุ่มและเพิ่มความแข็งตัวในหลอดเลือด ที่นำไปสู่ความผิดปกติของการทำงานในหลอดเลือดและส่งผลเสียหายต่อหลอดเลือด ก่อให้เกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับหัวใจและหลอดเลือดตามา

2.3.2 กลไกพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติของเซลล์บุผนังหลอดเลือดในผู้สูงอายุมีหลายปัจจัย เช่น ความอ่อนนุ่มของตัวหลอดเลือดลดลง เกิดการเสื่อม การอักเสบของผนังหลอดเลือด การหลุดล้อน ตลอดจนเกิดการอุดตันภายในหลอดเลือด ซึ่งเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิด

โรคความดันโลหิตสูง และโรคความดันโลหิตสูงมีความแปรผลันตามอายุที่เพิ่มขึ้น ที่สามารถนำไปสู่โรคหัวใจและหลอดเลือดได้ในที่สุด (Gonzales et al., 2016)

2.4 การวัดค่าการทำงานของหลอดเลือด

เซลล์บุผนังหลอดเลือดมีหน้าที่ควบคุมการหดและขยายตัวของหลอดเลือด รวมไปถึงการคัดกรองสารต่าง ๆ ให้เข้าสู่ร่างกาย และการวัดค่าการทำงานของหลอดเลือดนั้นสามารถวัดได้ด้วยวิธีการที่เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย โดยไม่รุกรานร่างกาด้วยวิธีการวัดค่าความเร็วคลื่นชีพจร (Brachial-ankle pulse wave velocity; baPWV) และด้วยวิธีการวัดค่าการไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด (Flow Mediated Dilatation; FMD) หากการวัดหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดได้ค่า FMD ที่สูง หมายถึง หลอดเลือดมีหน้าที่การทำงานที่ดี แต่หากค่า FMD ต่ำ หมายถึง หลอดเลือดมีหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดลดลง (Gori et al., 2010)

2.5 ขั้นตอนการวัดและวิธีการวัด Flow-mediated dilatation (FMD)

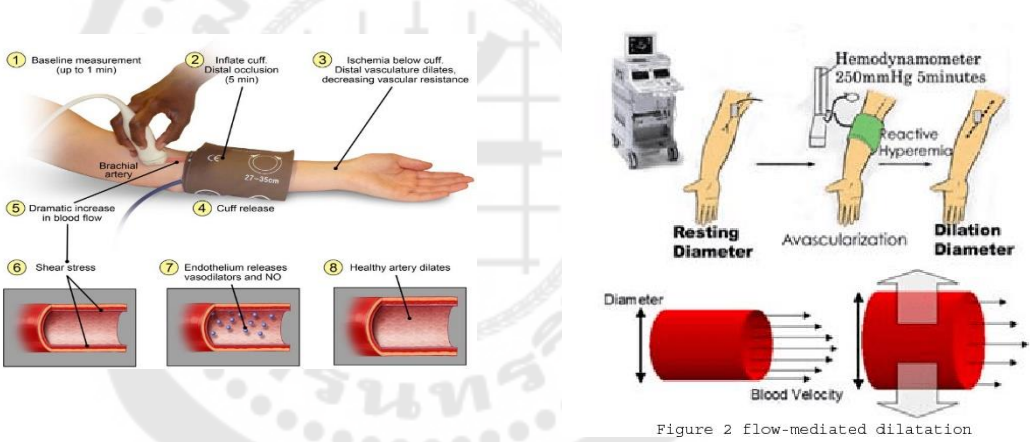


Figure 2 flow-mediated dilatation

ภาพประกอบ 8 ขั้นตอนการวัดและวิธีการวัด Flow-mediated dilatation (FMD)

ที่มา : (Thijssen et al., 2011)

2.5.1 การเตรียมตัวของผู้เข้ารับการประเมินหลอดเลือด

- งดอาหารประมาณไม่ต่ำกว่า 6 ชั่วโมง หากไม่สามารถงดอาหารได้ ให้ทานอาหารที่มีไขมันต่ำ

- งดหรือหลีกเลี่ยงการออกกำลังกายก่อนการประเมิน ประมาณ 12-24 ชั่วโมง

- งดหรือหลีกเลี่ยงการดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของคาเฟอีนเครื่องดื่มที่แอลกอฮอล์ หรืออาหารเสริมเช่น วิตามินซี และงดอาหารเสริมที่มีผลต่อการทำงานของหลอดเลือดก่อนการประเมิน 12 ชั่วโมง

- งดสูบบุหรี่อย่างน้อย 6 ชั่วโมงก่อนการประเมิน

- งดการทานยาบางประเภทที่มีผลต่อหลอดเลือดก่อนการประเมิน

- พักผ่อนให้เพียงพอ 6-8 ชั่วโมงก่อนรับการประเมิน

2.5.2 การประเมินการทำงานของหลอดเลือดด้วยเครื่องอัลตราซาวด์

ผู้เข้ารับการประเมิน นอนราบ ประมาณ 10-15 นาที เพื่อปรับความดันโลหิต แบ่งการประเมินออกเป็น 3 ช่วง คือ

- ช่วงวัดค่าเริ่มต้น (Base line) เพื่อบันทึกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดเลือดก่อนการปิดกั้นการไหลเวียนเลือดในหลอดเลือด โดยมีคัฟฟ์รัดที่ปลายแขนแล้ววัดความดันโลหิตก่อนการทดสอบ และบันทึกภาพของหลอดเลือดประมาณ 30 -60 วินาที

- ช่วงการบีบรัดหรือปิดกั้นการไหลเวียนเลือดในหลอดเลือด (Cuff occlusion) ด้วยการเพิ่มความดันของคัฟฟ์ให้บีบตัวและค่าความดันโลหิตตัวบน (Systolic blood pressure) สูงกว่าก่อนการทดสอบ ประมาณ 50 มิลลิเมตรปรอท (mmHg) แล้วค้างไว้ประมาณ 5 นาที ทำการบันทึกภาพของหลอดเลือดด้วยการอัลตราซาวด์ตลอดช่วง

- ช่วงการคลายการปิดกั้นการไหลเวียนเลือด (Post deflation) โดยการผ่อนการบีบรัดออกและบันทึกภาพหลอดเลือดต่ออีกประมาณ 1 นาที เป็นช่วงที่เกิดการไหลของเลือดเร็วขึ้นเกิดแรงเครียดเฉือน (Shear stress) ที่กระทำต่อผนังหลอดเลือดเพิ่มขึ้น และเป็นช่วงที่หลอดเลือดเกิดการขยายตัวมากที่สุด

2.5.3 การหาค่า FMD คำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดเลือดก่อนการทดสอบ (Baseline Diameter) และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสูงสุดของหลอดเลือดหลังจากการคลายการปิดกั้นเลือด (Maximum Diameter) เพื่อหาอัตราการเปลี่ยนแปลงการขยายตัวของหลอดเลือด (Relative change (%)) (Morales-Acuna, Ochoa, Valencia, & Gurovich, 2019) โดยคำนวณจากสมการดังนี้

$$\text{FMD (\%)} = 100 \times \frac{(\text{Peak diameter} - \text{Basal diameter})}{\text{Basal diameter}}$$

Peak diameter = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางสูงสุดของหลอดเลือด
หลังจากการปล่อยการปิดกั้นเลือด

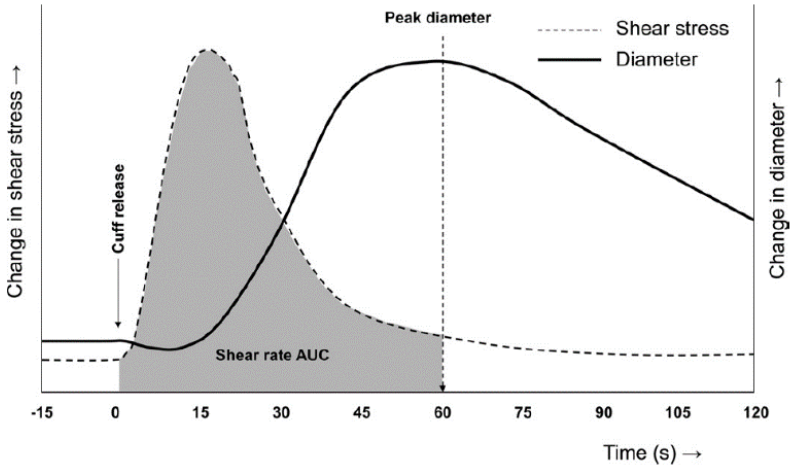
Basal diameter = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดเลือดก่อนการทดสอบ

ภาพประกอบ 9 สมการคำนวณหาค่า FMD

ที่มา: (Morales-Acuna, Ochoa, Valencia, & Gurovich, 2019)

2.6 ความหมายของแรงเครียดเฉือน (Shear stress)

แรงเครียดเฉือน (Shear stress) หมายถึง แรงที่เกิดจากความเร็วของการไหลของเลือดที่กระทบหรือกระทำต่อเซลล์บุผนังหลอดเลือด ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้เซลล์บุผนังหลอดเลือดสร้างไนตริกออกไซด์ eNOs ทำให้กล้ามเนื้อเรียบบริเวณโดยรอบหลอดเลือดคลายตัว และเกิดการขยายตัวของหลอดเลือดได้ดีขึ้น และจากแรงเครียดเฉือน (Shear stress) ที่กระทำต่อผนังหลอดเลือดส่งผลต่อค่า FMD โดยตรง



ภาพประกอบ 10 การตอบสนองของ Shear stress และเส้นผ่าศูนย์กลางหลังคลายการปิดกั้นการไหลเวียน

ที่มา : (Thijssen et al., 2011)

จากการรัดปิดกั้นการไหลของเลือดเป็นเวลา 5 นาที และคลายการรัดออก เกิดการเพิ่มขึ้นของอัตราการไหลเวียนของเลือด ทำให้เกิดแรงเครียดเฉือนที่กระทำ(กระทบ)ต่อเซลล์บุผนังหลอดเลือดเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 15 วินาที การขยายตัวของหลอดเลือดก็ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนขยายสูงสุดที่เวลาประมาณ 60 วินาที (Thijssen et al., 2011)

2.7 ขั้นตอนการวัดและวิธีการวัด Brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV)

การประเมินค่าความเร็วคลื่นชีพจรจากจุดต้นที่หัวใจไปยังรยางค์ส่วนปลายต้นแขนและข้อเท้า (baPWV) เป็นวิธีการวัดค่าความแข็งของหลอดเลือดที่เป็นมาตรฐาน และความยืดหยุ่นของหลอดเลือดเป็นพารามิเตอร์ที่ประเมินความเสี่ยงที่เกี่ยวกับหลอดเลือดและหัวใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเสี่ยงของโรคหลอดเลือดสมอง และใช้ประเมินคุณภาพการทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุได้เป็นอย่างดี baPWV ได้รับความนิยมกันในทวีปเอเชีย เป็นการวัดคลื่นความดันชีพจรและความยาวของหลอดเลือดระหว่างต้นแขนกับข้อเท้า และความแตกต่างของเวลาในการสูบฉีดเลือดของหัวใจไปยังต้นแขนและข้อเท้า โดยให้ผู้เข้ารับการทดสอบอยู่ในท่านอนราบ เป็นการใช้คัฟฟ์รัดที่ต้นแขนและข้อเท้าทั้งสองข้างและประมวลค่าคลื่นความดันชีพจรระหว่างต้นแขนและข้อเท้าถ้ามีค่า baPWV ต่ำ สามารถกล่าวได้ว่า หลอดเลือดมีค่าความแข็งตัวที่ดี หากมีค่า baPWV สูง สามารถกล่าวได้ว่า หลอดเลือดมีค่าความแข็งตัวไม่ดี อาจก่อให้เกิดการแข็งตัว

หรือการตีบของหลอดเลือดได้ (Pereira, Correia, & Cardoso, 2015) โดยคำนวณจากสมการดังนี้

$$baPWV = \frac{\text{Artery Length Difference}}{\text{Time Difference}} = (L_a - L_b)/\Delta T_{ba}$$

L_a = ความยาวของหลอดเลือดต้นแขน

L_b = ความยาวของหลอดเลือดข้อเท้า

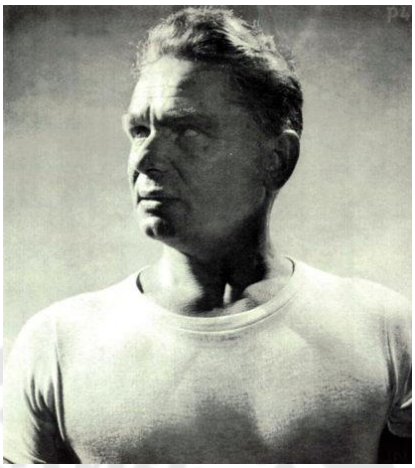
ΔT_{ba} = ค่าความต่างของเวลาในการสูบฉีดเลือดของต้นและข้อเท้า

ภาพประกอบ 11 สมการคำนวณหาค่า baPWV

ที่มา: (Pereira et al., 2015)

3. พิลาทีส

3.1 ประวัติความเป็นมาของพิลาทีส



ภาพประกอบ 12 Joseph Hubertus Pilates *(1883-1967)*

ที่มา : (VOINEA)

โจเซฟ เอช. พิลาทีส เกิดในประเทศเยอรมัน ในปี ค.ศ 1883 จากผู้ป่วยโรคหอบ โรคกระดูกอ่อน และมีสภาวะร่างกายที่อ่อนแอในวัยเด็กสู่ผู้คิดค้นการออกกำลังกายแบบพิลาทีส เนื่องจากบิดาของโจเซฟได้ฝึกให้โจเซฟออกกำลังกายด้วยการต่อยมวย มวยปล้ำ เพาะกาย ฝึกโยคะ ฝึกยิมนาสติก ดำน้ำ รวมถึงศิลปะการป้องกันตัวต่าง ๆ และโจเซฟได้การออกกำลังกายเพื่อฟื้นฟูร่างกายและสุขภาพองค์รวม ทำให้โจเซฟมีร่างกายและสุขภาพประกอบที่แข็งแรงสมบูรณ์ขึ้น (ปทุม & ประสิทธิ์, 2014)

ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 1 โจเซฟ ได้สอนวิธีการออกกำลังกายที่ผสมผสานของศาสตร์โยคะ, การฝึกสมาธิแบบเซน และระบบกายวิภาคของกรีกโรมัน เป็นที่มาของชุดฝึกพิลาทีสบนผืนเสื่อ (Pilates mat work) และโจเซฟเรียกวิธีการที่เขาคิดค้นขึ้นมานี้ว่า “CONTROLOGY” หรือ ศาสตร์แห่งการควบคุม (Curi, Vilaça, Haas, & Fernandes, 2018) และได้มีการพัฒนาเครื่องออกกำลังกายที่มีแรงต้านขึ้น อุปกรณ์ดังกล่าวคือ รีฟอร์เมอร์ (Reformer) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แรงต้านจากสปริงและทำให้ผู้ฝึกมีความมั่นคงในการออกกำลังกายเพิ่มขึ้น

ในปัจจุบันพิลาทีสได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย มีการศึกษาผลของการฝึกพิลาทีสในคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในประเทศบราซิล การศึกษาผลของการฝึกพิลาทีสเพิ่มการทรงตัวของผู้สูงอายุ รวมไปถึงการศึกษาผลของการฝึกพิลาทีสที่ช่วยลดความดันโลหิต เป็นต้น

3.2 พิลาทีสเทคนิค

3.2.1 พิลาทีส (Pilates Training) เป็นลักษณะของการออกกำลังกายที่เกิดแรงกด หรือแรงกระแทกต่ำ ใช้การเคลื่อนไหวของร่างกายควบคู่ไปกับลมหายใจ มีการใช้กล้ามเนื้ออย่างผสมผสาน (Coordination) ใช้กล้ามเนื้ออย่างเต็มรูปแบบทั้งการหดสั้นของกล้ามเนื้อ (Concentric contraction) การใช้กล้ามเนื้อขณะยืดออก(Eccentric contraction) การใช้กล้ามเนื้อแบบค้างไว้(Isometric contraction) และให้ความสำคัญกับกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (Core muscles) การออกำลังกายแบบพิลาทิสช่วยฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกาย จัดต่ำแหน่งกระดูก, ความผิดปกติของระบบประสาท, อาการปวดเรื้อรังในมะเร็ง,และโรคหัวใจและหลอดเลือด (Eyigor, Karapolat, Yesil, Uslu, & Durmaz, 2010) โดยมีหลักการออกกำลังกาย 6 ประการดังนี้

3.2.1.1 การให้ความสำคัญกับแกนกลางลำตัว (กล้ามเนื้อที่อยู่ระหว่างอุ้งเชิงกรานและซี่โครง) ทั้งการเคลื่อนไหวและการใช้แรง กล้ามเนื้อเวณดังกล่าวหากผู้ฝึกสามารถควบคุมการใช้งานได้ ทำให้ผู้ฝึกมีกำลังอย่างมาก ซึ่งถือได้ว่ากล้ามเนื้อบริเวณดังกล่างคือ จุดขุมพลังภายในร่างกาย (Powerhuse) (ปทุม & ประสิทธิ์, 2014)

3.2.1.2 การจดจ่อ มีสมาธิ มีสติ และให้ความใส่ใจกับท่าทางการเคลื่อนไหวตลอดเวลาในขณะที่ออกกำลังกายแบบพิลาทีส

3.2.1.3 การควบคุมร่างกาย ควบคุมการเคลื่อนไหวให้อยู่ในตำแหน่งและควบคุมการใช้กล้ามเนื้อที่ตรงจุดประสงค์

3.2.1.4 การจัดวางตำแหน่งร่างกาย การเคลื่อนไหว การใช้แรง ถูกต้องและแม่นยำตามหลักการชีวกลศาสตร์

3.2.1.5 ชุดท่าการออกกำลังกายมีความต่อเนื่อง เคลื่อนไหวกล้ามเนื้ออย่างเป็นระบบการหายใจ

3.2.1.6 การหายใจด้วยเทคนิกพิลาทีสเป็นส่วนช่วยให้เกิดความผ่อนคลายของกล้ามเนื้อ ลดการใช้กล้ามเนื้อทดแทนในขณะที่ออกกำลังกาย ด้วยวิธีการหายใจเข้าทางจมูกนำอากาศเข้าสู่ร่างกาย ขยายลำตัวออกทางด้านข้างทั้งสองด้านและหลัง ในรูปแบบสามมิติ เกิดการเคลื่อนตัวลงของกระบังลม และการหย่อยตัวลงของกล้ามเนื้ออุ้งเชิงกราน ทำให้การหายใจนำอากาศเข้าสู่ร่างกายไปจนถึงปอดส่วนสุดท้าย และหายใจออกทางปาก กล้ามเนื้ออุ้งเชิงกรานกระชับเข้า กระบังลมเคลื่อนตัวขึ้น กล้ามเนื้อบริเวณโดยรอบทำหน้าที่ช่วยให้เกิดการหายใจออก

การหายใจรูปแบบพิลาทีสส่งผลให้เกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซภายในร่างกายอย่างเต็มประสิทธิภาพ (Shirley Archer)

การหายใจด้วยเทคนิคพิลาทีสในผู้สูงอายุ ที่ให้ความสำคัญกับการขยายของกล้ามเนื้อที่อยู่บริเวณซี่โครงทั้ง 3 มิติ คือขยายออกทางด้านข้างทั้งสองข้างและขยายไปทางด้านหลัง และใช้กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ กล้ามเนื้ออุ้งเชิงกราน กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวชั้นลึก และกระบังลม ทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ลดการแห้งของเนื้อปอด เกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซได้เต็มประสิทธิภาพ และสามารถช่วยลดความดันโลหิตในผู้สูงอายุได้

3.4 พิลาทีสบนผืนเสื่อ

การออกกำลังกายแบบพิลาทีสบนผืนเสื่อ (Pilates mat) ชุดท่าฝึกที่ให้ความสำคัญกับการควบคุมการเคลื่อนไหวของแนวกระดูกสันหลัง และปรับแนวกระดูกสันหลังให้กับสู่ปกติ (Neutral spine) รวมทั้งเน้นการใช้กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว Transversus Abdominis, Obliques, Multifidus และ Pelvic floor (Rydeard, Leger, & Smith, 2006) ด้วยหลักการพิลาทีสเพื่อช่วยเสริมสร้างความแข็งแรง และลดอาการปวดของกล้ามเนื้อหลัง (Muscolino and Cipriani, 2004)

จากการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายแบบพิลาทีสสามารถช่วยฟื้นฟูผู้ป่วยที่มีสภาวะหัวใจล้มเหลวให้มีอาการดีขึ้น อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมในระยะเวลา 16 สัปดาห์ และยังแสดงให้เห็นถึงค่าการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo2Max) ดีขึ้น (Guimarães, Carvalho, Bocchi, & d'Avila, 2012)

การฝึกด้วยเทคนิคใช้แกนกลางลำตัวแบบพิลาทีสเพื่อเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อบริเวณช่องท้องอย่างต่อเนื่อง ควบคู่กับการหายใจระหว่างการออกกำลังกายส่งผลให้สามารถควบคุมความดันในช่องท้องได้ดีขึ้น และสามารถช่วยลดระดับความดันโลหิตได้ (Cruz-Ferreira et al., 2011)

และการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบพิลาทีสบนผืนเสื่อ ในผู้หญิงที่มีสภาวะความดันโลหิตสูง 44 ท่าน อายุเฉลี่ย 50 ปี หลังจากการออกกำลังกายแบบพิลาทีสบนผืนเสื่อ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ รวม16 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า ค่าความดันโลหิตลดลง $p< 0.05$ และค่ามวลรวมร่างกายลดลง ความยืดหยุ่นและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Martins-Meneses, Antunes, de Oliveira, & Medeiros, 2015)

3.5 รีฟอร์เมอร์พิลาทีส

การออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีสเกี่ยวข้องกับการเพิ่มแรงต้าน(สปริง) สปริงคือแรงต้านหรือน้ำหนักบนเครื่องรีฟอร์เมอร์ แรงต้านจะเริ่มต้นที่ความหนักต่ำและค่อยๆเพิ่มขึ้นตามช่วงของการเคลื่อนที่ และจะให้แรงต้านมากที่สุดคือช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนไหว ความตึงของสปริงจะช่วยให้เกิดการทำงานของกล้ามเนื้อและข้อต่อทั้งหมดตลอดช่วงการยืดออกของสปริง นอกจากนี้การใช้สปริงเป็นแรงต้านจะไม่เหมือนกับการฝึกด้วยน้ำหนักแบบดั้งเดิม โดยมีการเคลื่อนควบคุมการใช้กล้ามเนื้อและข้อต่อตลอดช่วงการเคลื่อนไหว และการออกกำลังกายสามารถทำให้ท้าทายได้มากขึ้นหรือช่วยทำท่าการออกกำลังกายให้ง่ายลงได้ เช่น การออกกำลังกายที่เกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อขา เมื่อมีแรงต้านหรือน้ำหนักเพิ่มขึ้นส่งผลให้ การออกกำลังกายต้องใช้กล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังสามารถเป็นประโยชน์เมื่อฝึกแขนไหล่หรือส่วนอื่น ๆ ของร่างกายจำนวนมากเพียงอย่างเดียวหรือใช้ร่วมกัน (Barrel & Trainer) ตัวสปริงมีน้ำหนักเปรียบเทียบดังนี้

ความหนักของสปริง
สปริงตำแหน่งเริ่มต้น : 5.8 ปอนด์ (2.63 กก.)
เมื่อเริ่มยืดออกน้ำหนักเพิ่มขึ้น 1.25 ปอนด์ / นิ้ว (.57 กก.)
สปริงกลาง
สปริงตำแหน่งเริ่มต้น : 3.5 ปอนด์ (1.59 กก.)
เมื่อเริ่มยืดออกน้ำหนักเพิ่มขึ้น .63 ปอนด์ / นิ้ว (.28 กก.)
สปิงเบา
สปิงตำแหน่งเริ่มต้น : 2.75 ปอดน์ (1.25 กก.)
เมื่อเริ่มยืดออกน้ำหนักเพิ่มขึ้น .31 ปอนด์ / นิ้ว (.14 กก.)

สิ่งสำคัญคือการมีแรงต้านส่งผลต่อระบบทางเดินหายใจในการตอบสนองต่อการไหลเวียนเลือดและความดันโลหิต มีการศึกษา ผลการออกกำลังกายแบบพิลาทีสส่งผลต่อการทำงานของเซลล์ผนังหลอดเลือดในผู้ป่วยที่มีสภาวะพร่องออกซิเจนแบบฉับผลัน กลุ่มตัวอย่างอายุเฉลี่ยที่ 26.4 ± 3.0 ปี วัยกลางคน จำนวน 10 คน โดยกลุ่มตัวอย่างได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายจำนวน 25 ท่าฝึก แต่ละท่าฝึกใช้เวลา 2 นาที ทุกช่วงของการฝึกมีการเก็บข้อมูลของอัตราการเผาผลาญของร่างกาย การระบายอากาศแบบนาที(minute ventilation; VE), การดูดซึมออกซิเจน (oxygen uptake; VO2), การขับคาร์บอนไดออกไซด์(carbon dioxide excretion; VCO2), อัตราส่วนการแลกเปลี่ยนทางเดินหายใจ(respiratory exchange ratio; RER), ออกซิเดชันของ

คาร์โบไฮเดรต(carbohydrate oxidation; CHO), ออกซิเดชันของกรดไขมัน(fatty acid oxidation; FAO),และค่าการจ่ายด้านพลังงาน(energy expenditure; EE) และการทำงานของหัวใจ (อัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate; HR), ปริมาณโรคหลอดเลือดสมอง(stroke volume; SV), อัตราการเต้นของหัวใจ (cardiac output; CO), ปริมาณเลือดในหัวใจห้องล่างซ้าย (end-diastolic volume; EDV), ปริมาตรเลือดในหัวใจห้องล่างซ้ายก่อนหัวใจมีการบีบตัว(end-systolic volume; ESV), และสัดส่วนการบีบตัวของหัวใจ(ejection fraction; EF) และใช้ค่าผลรวม 50 นาทีเป็นผลสรุปของการศึกษา มีการตรวจวัดความดันโลหิต (Blood pressure; BP) ความเร็วของคลื่นชีพจรของท่อนแขนและข้อเท้า (Branchial ankle pulse wave velocity; baPWV) และการไหลเวียนของเลือดผ่านขยายตัวของหลอดเลือด (Flow-mediated dilation; FMD) หลังการออกกำลังกายแบบพิลาทีสแบบฉับผลัน ทำให้ค่า FMD เพิ่มขึ้นที่ $P < 0.01$ (Kyounghwa Jung et al.,2020)

และมีการศึกษาการออกกำลังกายแบบพิลาทีสที่มีแรงต้านส่งผลต่อความดันโลหิตและการทำงานของเซลล์ผนังหลอดเลือดแบบฉับผลัน กลุ่มตัวอย่าง 13 ท่าน มีสภาวะความดันโลหิตสูง อายุเฉลี่ย 54 ± 5 ปี ความหนักของท่าฝึกอยู่ที่ระดับ 3–5 จากตารางเปรียบเทียบอัตราความหนักในการฝึกแรงต้านของ OMNI-RES scale ระยะเวลาการออกกำลังกายทั้งหมด 60 นาที แบ่งเป็นการอบอุ่นร่างกายก่อนการฝึก 8-10 นาที และทำการออกกำลังกายแบบพิลาทีสทั้งหมด 16 ท่าออกกำลังกายแต่ละท่าฝึกกระทำ 10 ครั้ง มีการจัดเก็บอัตราการเต้นของหัวใจตลอดช่วงการออกกำลังกายและความคุมความหนักให้กลุ่มตัวอย่างเท่าเทียบกันด้วยการหาค่า แรงกระตุ้นในการฝึก จากสูตร TRIMP = ความหนักและจำนวนครั้งคูนด้วยระยะเวลาของการออกกำลังกาย (TD) โดยการสำรองอัตราการเต้นของหัวใจโดยเฉลี่ย (HRR) ดังนี้ (ก) TRIMP, a.u. (ผู้ชาย) = TD 3% HRR 3 0.64 3 e (1.92x% HRR) และ (ข) TRIMP, a.u. (ผู้หญิง) = TD 3% HRR 3 0.86 3 e (1.67x% HRR) ผลจากการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายแบบพิลาทีสเพียงหนึ่งครั้งสามารถลดค่าความดันโลหิตได้ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ $P< 0.05$ (จากค่าพื้นที่ใต้โค้ง AUC)

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยในประเทศ

การศึกษาการออกกำลังกายแบบหะฐะโยคะต่อสมรรถภาพทางกายในผู้สูงอายุ (ประเสริฐ, อุทัย, & น์, 2016) ได้ทำการศึกษากับผู้สูงอายุจำนวน 26 ราย โดยมีลักษณะคล้ายคลึงกันในด้าน เพศ อายุ และความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและข้อต่อ รวมถึงความอดทนของปอดและหัวใจ ทำการออกกำลังกายแบบหะฐะโยคะ 50 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลของการศึกษาพบว่า หลังการออกกำลังกายแบบหะฐะโยคะ ผู้สูงอายุมีสมรรถภาพทางกายเพิ่มขึ้นที่ค่า $p< 0.001$ ทั้งด้านความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและข้อต่อ ด้านความอดทนของปอดและหัวใจ

การส่งเสริมพฤติกรรมการออกกำลังกายในผู้สูงอายุที่เป็นผู้เปราะบาง(คีรี, 2016) ได้ศึกษาถึงการออกกำลังอย่างไรให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุที่มีการเสื่อมถอยของร่างกายที่อาจเกิดการบาดเจ็บรุนแรงจากการออกกำลังกายได้ โดยผู้วิจัยได้แนะนำการออกกำลังกายในผู้สูงอายุดั้งนี้ มีค่าความเข้มของการออกกำลังกายที่ 12-13 ของค่า Borg's Scale (RPE scale) มีการจัดชุดออกกำลังกายให้ครบทั้ง 3 แบบคือ 1. การอบอุ่นร่างกาย 2. การออกกำลังกาย 20-30 นาที และ 3. การผ่อนคลายกล้ามเนื้อ 5-10 นาที และมีการออกกำลังกายอย่างน้อย 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์

การศึกษาผลเฉียบพลันของการออกกำลังกายแบบพิลาทีสต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาของระบบหัวใจและปอด ของ(แก้ว, 2012) โดยทำการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 ราย เพศหญิง 14 คน เพศชาย 16 คน อายุเฉลี่ยน 25 ปี แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 15 ราย และกลุ่มออกกำลังกายแบบพิลาทีส 15 ราย ทำการออกกำลังกายแบบพิลาทีส 40 นาที มีการวัดค่าอัตราการเต้นของหัวใจ, ค่าความดันโลหิต, ค่าการไหลเวียนโลหิตภายใต้เนื้อเยื่อที่บริเวณกล้ามเนื้อหลัง และค่าแรงดันสูงสุดของการหายใจเข้าและหายใจออก พบว่า กลุ่มพิลาทีสให้ค่าการตอบสนองทางสรีรวิทยาของระบบหัวใจและปอดได้ดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ $p<0.05$

ความแข็งแรงอดทนของกล้ามเนื้อภายหลังการออกกำลังกายด้วยยางยืดในผู้สูงอายุ (แพน & นาวี, 2019) ได้ศึกษาการออกกำลังกายแบบแรงต้านโดยใช้ยางยืดกับกลุ่มตัวอย่าง 40 ราย เป็นผู้สูงอายุ 60-79 ปี แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มออกกำลังกาย ทำการออกกำลังกาย 3 วัน ต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ก่อนการทดลองความแข็งแรงอดทนของกล้ามเนื้อในกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกันทั้ง 2 กลุ่ม ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ออกกำลังกายแบบแรงต้านด้วยยาง

ยืด มีค่าความแข็งแรงอดทนทดสอบนั่งยกน้ำหนัก 30 วินาที มีค่าแตกต่างกับกลุ่มควบคุมที่ $p<0.05$

การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจ ในผู้ป่วยความดันโลหิตสูง (Khatthamat, Saneha, & Puwarawuttipanit, 2020) ได้ทำการศึกษาในโรงพยาบาลของรัฐ จำนวน 126 ราย เก็บข้อมูลได้แก่ แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป แบบสอบถามการรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจ แบบสอบถามการรับรู้ภาวะสุขภาพ แบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับโรค หลอดเลือดหัวใจ และแบบสอบถามการสื่อสารระหว่างผู้ป่วยกับเจ้าหน้าที่สุขภาพและพฤติกรรมการป้องกันโรคหลอดเลือด หัวใจในผู้ป่วยความดันโลหิตสูง พบว่าการ รับรู้ภาวะสุขภาพสามารถทำนายพฤติกรรมส่งเสริม สุขภาพในผู้ป่วยความดันโลหิตสูงวัยผู้ใหญ่ตอนต้น13 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ใช้แนวคิดทฤษฎีแบบ แผนความเชื่อด้านสุขภาพประกอบที่ $p=0.1$ และพบว่าการรับรู้ภาวะ สุขภาพมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดูแลตนเองเพื่อป้องกันโรคความดันโลหิตสูงของประชาชนกลุ่ม เสี่ยง32 ผลการศึกษาเป็นไปตามแนวคิดทฤษฎีแบบ Stretcher และ Rosenstock ที่อธิบายถึงการรับรู้ภาวะสุขภาพ อาการหรือการเจ็บป่วยของตนเองเป็นปัจจัยพื้นฐาน ที่มากระตุ้นให้เกิดการปฏิบัติพฤติกรรมเพื่อป้องกันโรค

4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

การออกกำลังกายแบบพิลาทีสเพียงหนึ่งครั้งส่งผลต่อความดันโลหิตแบบฉับพลันในผู้สูงอายุ (Rocha et al., 2020) โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 13 คน มีสภาวะความดันโลหิตสูง อายุเฉลี่ย 54 ± 5 ปี ความหนักของท่าฝึกอยู่ที่ระดับ 3–5 จากตารางเปรียบเทียบความหนักของการฝึกด้วยแรงต้าน OMNI-RES scale ระยะเวลาการออกกำลังกายทั้งหมด 60 นาที แบ่งเป็นการอบอุ่นร่างกายก่อนการฝึก 8-10 นาที,ออกกำลังกายด้วยชุดออกกำลังกายแบบพิลาทีสทั้งหมด 16 ท่า ออกกำลังกายแต่ละท่าฝึกกระทำ 10 ครั้ง มีการจัดเก็บอัตราการเต้นของตัวใจตลอดช่วงการออกกำลังกาย ผลจากการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายแบบพิลาทีสเพียงหนึ่งครั้งสามารถลดค่าความดันโลหิตได้เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ $P< 0.05$ (จากค่าพื้นที่ใต้โค้ง (AUC)

การศึกษาผลของโปรแกรมพิลาทิสฉับพลัน ส่งผลต่อการทำงานของเยื่อบุผนังหลอดเลือดในผู้ที่มีสภาวะพร่องออกซิเจน เปรียบเทียบกับผู้ที่มีสุขภาพดี (Jung et al., 2020) มีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน ออกกำลังกายแบบพิลาทีส 50 นาที โดยกลุ่มตัวอย่างได้รับการโปรแกรม

การออกกำลังกายจำนวน 25 ท่าฝึก แต่ละท่าฝึกใช้เวลา 2 นาที ทุกช่วงของการฝึกมีการเก็บข้อมูลของอัตราการเผาผลาญของร่างกาย การระบายอากาศแบบนาที(minute ventilation; VE), การดูดซึมออกซิเจน (oxygen uptake; VO2), การขับคาร์บอนไดออกไซด์(carbon dioxide excretion; VCO2), อัตราส่วนการแลกเปลี่ยนทางเดินหายใจ (respiratory exchange ratio; RER), ออกซิเดชันของคาร์โบไฮเดรต(carbohydrate oxidation; C H O), ออกซิเดชันของกรดไขมัน(fatty acid oxidation; FAO),และค่าการจ่ายด้านพลังงาน(energy expenditure; EE) และการทำงานของหัวใจ (อัตราการเต้นของหัวใจ(heart rate; HR), ปริมาณโรคหลอดเลือดสมอง(stroke volume : SV), อัตราการเต้นของหัวใจ (cardiac output; CO), ปริมาณเลือดที่อยู่ในหัวใจห้องล่างซ้าย(end-diastolic volume; EDV), ปริมาตรเลือดในหัวใจห้องล่างซ้ายก่อนหัวใจมีการบีบตัว (end-systolic volume; ESV), และสัดส่วนการบีบตัวของหัวใจ (ejection fraction; EF) และใช้ค่าผลรวม 50 นาทีเป็นผลสรุปของการศึกษา มีการตรวจวัดความดันโลหิต (Blood pressure; BP) ความเร็วของคลื่นชีพจรของท่อนแขนและข้อเท้า (Branchial ankle pulse wave velocity; baPWV) และการขยายตัวของผนังหลอดเลือด (Flow-mediated dilation; FMD) หลังการออกกำลังกายแบบพิลาทีสแบบฉับผลัน ค่าการขยายตัวของหลอดเพิ่มขึ้นที่ $P<0.01$

การออกกำลังกายแบบพิลาทีสบนผืนเสื่อช่วยลดอาการทางคลินิกในผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ให้ยาลดความดันโลหิตสูงเพศหญิง (Martins-Meneses et al., 2015) โดยมีกลุ่มตัวอย่าง 44 คน ที่มีโรคความดันโลหิตสูงและรับยาลดความดันโลหิตสูง อายุ 50.5 ± 6.3 ปี แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มออกกำลังกายแบบพิลาทีสและกลุ่มควบคุม ในกลุ่มพิลาทีสจะออกกำลังกายแบบพิลาทีส 60 นาที และฝึกสัปดาห์ละ 2 ครั้งต่อเนื่อง 16 สัปดาห์ และในกลุ่มควบคุมเพียงแค่รักษากิจกรรมการออกกำลังกายของตนปกติ ผลการศึกษาพบว่า แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการที่ดีขึ้นของค่าความดันโลหิตในกลุ่มที่ออกกำลังกายแบบพิลาทีสบนผืนเสื่อได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P< 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและสามารถช่วยปรับค่าความดันโลหิตตัวบนและตัวล่างได้

การศึกษาผลของการฝึกพิลาทิสต่อระบบทางเดินหายใจและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการหายใจในผู้สูงอายุ (Tozim & Navega, 2018) โดยมีกลุ่มตัวอย่าง 31 คน แบ่งเป็นกลุ่มออกกำลังกายแบบพิลาทีส 14 คน และกลุ่มควบคุม 17 คน ทำการวิจัยทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ ออกกำลังกายแบบพิลาทีส 2 ครั้งต่อสัปดาห์ และกลุ่มควบคุมใช้ชีวิตปกติ ผลของการศึกษาพบว่า หลัง

การออกกำลังกายแบบพิลาทีสแสดงผลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการหายใจไม่มีการเปลี่ยนแปร เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ผลที่ได้จากกลุ่มออกกำลังกายแบบพิลาทีสแสดงให้เห็นถึงความแข็งแรงเพิ่มขึ้น 27% เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการออกกำลังกายแบบพิลาทีส

การศึกษาผลของการหายใจฝึกหายใจแบบสลับข้างรูจมูก ในผู้ที่มีภาวะความดันโลหิตสูง (U**ğ**ur & Uysal, 2020) มีจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 76 คน แบ่งเป็น กลุ่มควบคุม 39 คน และกลุ่มที่ฝึกการหายใจแบบสลับข้างรูจมูก 37 คน ได้ฝึกหายใจทแบบสลับข้างรูจมูกทุกวัน วันละ 15 นาทีเป็นเวลา 2 สัปดาห์ จากนั้นนำผลเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึกหายใจแบบสลับรูจมูก ผลการศึกษาการหายใจแบบสลับรูจมูกสามารถลดความดันโลหิต ให้ค่านัยสำคัญทางสถิติ $P< 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาการเปรียบเทียบระหว่างการฝึกโยคะ และการออกกำลังกายแบบแอโรบิกส่งผลอย่างไรต่อความดันโลหิต, อัตราการเต้นของหัวใจ, อัตราการหายใจ และอุณภูมิในร่างกาย (Desai & Desai, 2020) ใช้กลุ่มตัวอย่าง 100 คน แบ่งเป็นกลุ่มโยคะ 50 คน และกลุ่มแอโรบิก 50 คน ทำการศึกษา 6 สัปดาห์ โดยสัปดาห์ที่ 1-6 ทั้ง 2 กลุ่มได้รับการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ในกลุ่มโยคะฝึกการหายใจ (ปราณยามะ Nadi-shodana, Kpalbhati และ Ujjay) 45 นาที และในกลุ่มแอโรบิกออกกำลังกาย ที่ความหนักปานกลางแบ่งเป็นอบอุ่นร่างกาย 5 นาที เดินเร็ว 5 นาที, เต้นแอโรบิก 30 นาที และยืดกล้ามเนื้อ 5 นาที ผลที่ได้จากการศึกษาในสัปดาห์ที่ 1-6 การเปรียบเทียบแสดงความแตกต่างระหว่างกลุ่มแอโรบิกและกลุ่มโยคะ และในกลุ่มโยคะให้ค่าการเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิต, อัตราการเต้นของหัวใจ, อัตราการหายใจ และอุณภูมิในร่างกายได้ดีกว่ากลุ่มแอโรบิก

การศึกษาผลของการหายใจเข้าทางจมูก-หายใจออกทางปาก (Purse lips breathing number counting; PLB with NC) ร่วมกับการนับจังหวะการหายใจส่งผลต่อความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจ ในผู้ที่มีภาวะความดันโลหิตสูงแบบกระทันหัน (Mitsungnern, Srimookda, Imoun, Wansupong, & Kotruchin, 2021) ใช้กลุ่มตัวอย่าง 110 คน ที่มีประวัติความดันโลหิตตัวบน(SBP) ≥180 mmHg หรือ ความดันตัวล่าง(DBP) ≥110 mmHg (ที่ห้องฉุกเฉินของโรงพยาบาล) แบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 55 คน และ PLB with NC 55 คน จากนั้นกลุ่ม PLB with NC ได้รับการฝึกหายใจ โดยหายใจเข้านับ 1 และ 2, หายใจออกทางปากนับ 1, 2, 3 และ 4

ทำซ้ำจนถึง 15 นาที หลังจากนั้นให้หายใจเข้าออกแบบไม่นับต่อไปอีกจนถึง 1 ชั่วโมง และในส่วนของกลุ่มควบคุมได้รับการดูแลแบบปกติและหายใจตามธรรมชาติของร่างกาย 1 ชั่วโมง และหลังจากนั้นทำการวัดค่าความดันโลหิตใน 3 ชั่วโมง ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่า ค่าความดันโลหิตทั้งตัวบนและตัวล่างลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของทั้งสองกลุ่ม แต่เมื่อเปรียบเทียบแล้ว กลุ่มที่ฝึกการหายใจแบบ PLB with NC สามารถลดความดันโลหิตและค่าอัตราการเต้นของหัวใจได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม SBP (9.80 mm Hg, 95%CI; 4.10 to 15.50), DBP (7.69 mm Hg, 95%CI; 3.61 to 11.77), และ HR (3.85 bpm, 95%CI; 1.99 to 5.72) ซึ่งสรุปได้ว่า การหายใจแบบ PLB with NC ให้ช่วยลดความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การทบทวนวรรณกรรมผลของการออกกำลังกายแบบพิลาทีสส่งผลอย่างไรต่อผู้สูงอายุ (Engers et al., 2016) ได้รวบรวมการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกายแบบพิลาทีสที่มีกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุทั้งหมด 21 คัดเลือกการออกกำลังการแบบพิลาทีสตั้งแต่ 4 สัปดาห์ถึง 12 เดือนจากการศึกษาทั่วโลก ผลของการทบทวนวรรณกรรมนี้แสดงให้เห็นถึงการออกกำลังกายแบบพิลาทีสสามารถเพิ่มความสามารถทางกายในผู้สูงอายุได้ เช่น การทรงตัว สัดส่วนลดลง การลุก การเดินได้ดีขึ้น

ผลของการออกกำลังกายแบบ ไทชิ ที่มีต่อหน้าที่การทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือดและการแข็งตัวของหลอดเลือดในผู้สูงอายุเพศหญิงที่มีอาการข้ออักเสบ (Shin et al., 2015) ได้ศึกษากับผู้สูงอายุจำนวน 27 ราย โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมให้ทำกิจกรรมทางกายปกติ และกลุ่มออกกำลังกายแบบไทชิ เป็นเวลา 3 เดือน มีการวัดค่าการทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือดไม่แตกต่างกันก่อนการทดลอง และผลการศึกษาพบว่า หลังการออกกำลังกายแบบไทชิเป็นเวลา 3 เดือน เพิ่มการทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และสามารถลดค่าความแข็งตัวของหลอดเลือดได้

ผลของการออกกำลังกายพิลาทิสบนเสื่อต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและต่อการทำงานของปอดในผู้ป่วยโรคปอดเรื้อรัง (Franco et al., 2014) โดยทำการศึกษากับผู้ป่วยจำนวน 19 ราย ออกกำลังกายพิลาทีสบนเสื่อสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ครั้งละ 60 นาที เป็นเวลา 4 เดือน มีการวัดค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้าและค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจออกพบว่า หลังการออกกำลังกายแบบพิลาทีสบนเสื่อ กลุ่มตัวอย่างให้ค่าแรงดันสูงสุดขณะหายใจเข้าและค่าแรงดันสูงสุดขณะ

หายใจออกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P<0.017 ในเพศชาย และ P<0.05 ในเพศหญิง และในการศึกษาครั้งนี้ผลที่ได้นั้นสามารถบอกได้ว่า การออกกำลังกายแบบพิลาทีสสามารถเพิ่มความแข็งแรงขอกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจได้

การติดตามค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ OMNI RES Scale ที่ใช้หาค่าการออกกำลังกายแบบแรงต้านในผู้สูงอายุเพศหญิงและเพศชาย (Gearhart Jr, Lagally, Riechman, Andrews, & Robertson, 2009)ได้ศึกษาผลของการใช้เครื่องมือ OMNI RES scale ในผู้สูงอายุเพศชาย 22 ราย และเพศหญิง 27 ราย มีการฝึกยกน้ำหนักเพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึก กลุ่มตัวอย่างได้ทำการฝึกยกน้ำหนักเป็นเวลา 12 สัปดาห์ และหลังจากการฝึกเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผู้สูงอายุสามารถยกน้ำหนักเพิ่มขึ้นได้จากตอนก่อนฝึกที่มีค่านัยสำคัญทางสถิติ p<0.05 และจะสามารถกล่าวได้ว่า เครื่องการวัดค่าความเข้มด้วย OMNI RES scale สามารถใช้หาค่าความเข้มให้กับผู้สูงอายุได้

ผลฉับพลันของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในน้ำที่ตอบสนองต่อความดันโลหิตในผู้สูงอายุ (Tsai, Ukropec, Ukropcová, & Pai, 2018) โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุจำนวน 15 คน ออกกำลังกายในน้ำเป็นเวลา 45 นาที และมีค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่ 70%-75% ของอัตราการเต้นของหัวจสูงสุด และเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้มีการออกกำลังกายในขณะที่ทดสอบ ผลการศึกษาพบว่า หลังจากการออกกำลังกายในน้ำเป็นเวลาค่าความดันของทั้งสองตัวเพิ่มขึ้น ค่าตัวบนอยู่ที่ 17.4 มิลลิเมตรปรอท (14.3%, p< 0.001) และค่าตัวล่างอยู่ที่ 5.4 มิลลิเมตรปรอท (7.8%, p< 0.001) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และหลังจากการทดสอบ 20 นาทีต่อมา ค่าความดันโลหิตลดลงเทียบเท่ากับกลุ่มควบคุม จึงสามารถสรุปได้ว่า การออกกำลังกายในน้ำที่ตอบสนองต่อค่าความดันโลหิตนั้น มีความปลอดภัยต่อผู้สูงอายุที่มีสภาวะความดันโลหิตสูง

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4.การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1.การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ชายและผู้หญิง อายุระหว่าง 60-69 ปีบริบูรณ์

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ชายหรือผู้หญิง อายุระหว่าง 60-69 ปีบริบูรณ์ คำนวณโดยโปรแกรม G*Power อ้างอิงจากงานวิจัยเรื่อง ผลจากการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ส่งผลต่อการทำงานของหลอดเลือด(Jung et al., 2020) (Franklin, Ali, Goslawski, Wang, & Phillips, 2014) ได้ค่า effect size = 0.8 และ α = 0.05 ได้มาซึ่งกลุ่มตัวอย่าง 14 คน แต่ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่าง 18 คน และกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร

เกณฑ์ในการคัดเข้า (Inclusion Criteria)

1. เป็นผู้สูงอายุเพศชายหรือเพศหญิง อายุ 60-69 ปี มีความดันโลหิตสูง โดยความดันโลหิตตัวบนไม่เกิน139 มิลลิเมตรปรอท (mmHg) และความดันโลหิตตัวล่างไม่เกิน 89 mmHg
2. ผ่านเกณฑ์ทดสอบ 2019-PAR-Q+
3. ไม่ได้รับการฝึกโยคะ ชี่กง ไทชิ และการออกกำลังกายแบบพิลาทีสในช่วง 6 เดือน ก่อนเข้าร่วมการศึกษาในครั้งนี้
4. ไม่มีประวัติการออกกำลังกายอย่างเป็นระบบในช่วง 6 เดือน
5. ต้องไม่มีโรคประจำตัวร้ายแรง เช่น โรคหัวใจ โรคไตเรื่อรัง โรคที่เกี่ยวข้องกับข้อต่อและกระดูก
6. ต้องไม่ได้รับการผ่าตัดใหญ่ในช่วงเวลา 12 เดือน
7. ต้องไม่ได้รับการรักษาเส้นเลือดในสมองแตกในช่วงเวลา 12 เดือน

8. ต้องเป็นผู้ที่ไม่มีอาการปวดหลังเรื้อรัง

9. ต้องไม่สูบบุหรี่

เกณฑ์ในการคัดออก(Exclusion Criteria)

1. เกิดเหตุสุวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ หรือมีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น

2. กลุ่มตัวอย่างไม่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัยต่อ

2.การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1.1 แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (PAR-Q+)

1.2 แบบยินยอมของกลุ่มตัวอย่าง (Informed consent form)

1.3 อุปกรณ์ตรวจวัดองค์ประกอบทางร่างกาย (Body composition analyzer)

- Omron

1.4 อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor)

- Polar

1.5 เครื่องวัดความดันโลหิต

1.6 เครื่องอัลตราซาวด์ (Ultrasound)

1.7 เครื่องวัดค่าคลื่นชีพจรระหว่างแขนและข้อเท้า

- Omron

1.8 แบบประเมินความหนักของการออกกำลังกายแบบแรงต้าน (OMNI-RES)

2. วิธีดำเนินงานวิจัย

2.1 เตรียมความพร้อมกลุ่มตัวอย่างและผู้วิจัย ได้แก่

2.1.1 ศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการดูแลด้านโภชนาการ การออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุ, เพศต่างกันมีผลต่อการจัดโปรแกรมการออกกำลังกาย และเทคนิคการหายใจ รวมไปถึงการใช้กล้ามเนื้อในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด

2.1.2 ประชาสัมพันธ์รับสมัครกลุ่มตัวอย่าง ตามเกณฑ์คัดเข้าโดยผู้เข้าร่วมศึกษาด้วยความสมัครใจ ประกอบด้วยผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิงอายุระหว่าง 60-69 ปี จำนวน 18 คน

2.1.3 แจ้งรายละเอียดข้อปฏิบัติในการทดสอบ การเก็บข้อมูล และลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการศึกษาครั้งนี้

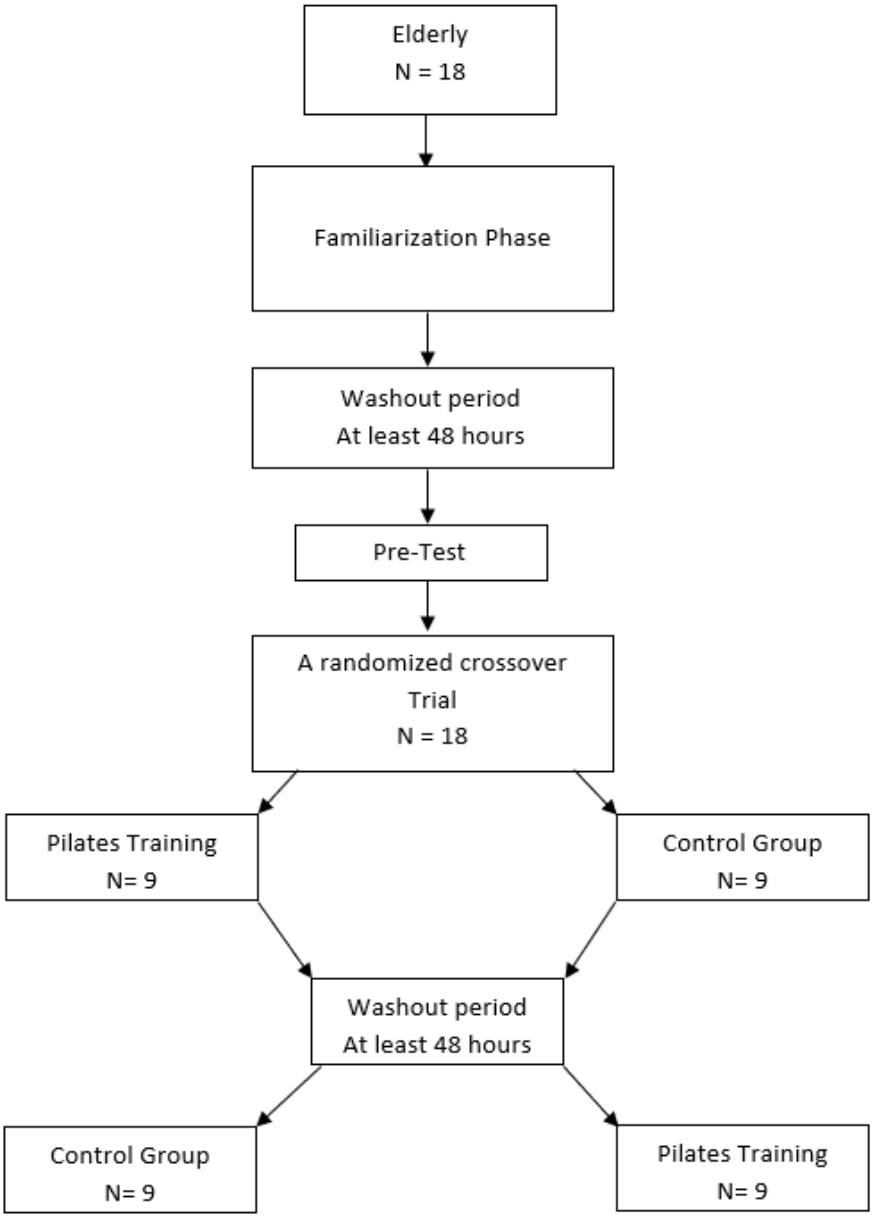
2.2 ขั้นตอนการศึกษา

2.2.1 งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบไขว้กลุ่ม (Crossover Design) โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์คัดเข้า ทำความคุ้นชินกับอุปกรณ์และรูปแบบการทดสอบ (Familiarization period) ก่อนที่จะเข้ารับการทดสอบจริง 1 ครั้ง ในระยะเวลา 1 สัปดาห์ ก่อนการทดสอบจริงมีระยะพัก 2 วัน จากนั้นจะทำการทดสอบจริงจำนวน 1 ครั้ง โดยผู้เข้าร่วมการวิจัยจะถูกแบ่งกลุ่มด้วยการจับฉลาก แบ่งกลุ่มควบคุม (Control group; CON) และกลุ่มรีฟอร์เมอร์พิลาทีส (Pilates Reformer group; RM) กลุ่มละ 9 คน ด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย และปฏิบัติตามการทดสอบ ดังนี้

2.2.2 แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ช่วง

2.2.2.1 ช่วงที่ 1 เก็บข้อมูลพื้นฐาน และสร้างความคุ้นชิน (ไม่มีการบันทึกข้อมูลของตัวแปรตาม) ให้กับกลุ่มตัวอย่าง 1 ครั้งก่อนการทดสอบ ดังนี้

- นัดกลุ่มตัวอย่างครั้งละ 2 คน (เพื่อเป็นไปตามการควบคุมโรคโควิด-19 และมีการเว้นระยะห่าง) มาที่สถานที่ทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลพื้นฐาน เช่น น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย (BMI) ความดันโลหิต (BP) ค่าองค์ประกอบของร่างกาย และเข้าทำความคุ้นชินกับชุดออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีสครั้งที่หนึ่ง : กลุ่มตัวอย่าง RM 1 คน และ CON 1 คน เข้ารับการเรียนรู้และฝึกการออกกำลังกายด้วยพิลาทีสพื้นฐานที่เน้นการฝึกลมหายใจเป็นหลัก โดยจะแบ่งเป็นการฝึกหายใจร่วมกับการใช้กล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว การฝึกหายใจร่วมกับการใช้กล้ามเนื้อแขนและกล้ามเนื้อหน้าอก การฝึกหายใจร่วมกับการใช้กล้ามเนื้อขาและการหายใจร่วมกับการใช้กล้ามเนื้อแบบผสานกันใช้เวลา 10 นาที จากนั้นผู้วิจัยได้แนะนำการใช้งานของเครื่องอุปกรณ์รีฟอร์เมอร์พิลาทีสให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจ และกลุ่มตัวอย่างได้ฝึกการเคลื่อนไหวบนเครื่องรีฟอร์เมอร์คนละ 20 ท่าฝึก เพื่อเพิ่มความเข้าใจกลไกของเครื่องและการออกกำลังกายแบบรีฟอร์เมอร์พิลาทีสมากขึ้น รวมถึงหาค่าความเข้มข้นความหนัก (Intensity In Individual OMNI-RES Scale) ค่าความหนักของการใช้แรงในการศึกษานี้ ผู้ทดลองได้กำหนดค่าความหนักอยู่ที่ 4-5 คะแนนของ OMNI-RES Scale หรือเทียบเท่า Borg's Scale ที่ระดับ 14-15 คะแนน และการทำความคุ้นชินครบทั้ง RM 1 คน และ CON 1 คน ในระยะเวลา 8.00 น. – 17.00 น. เป็นการทำความคุ้นชินก่อนทำการทดสอบจริง (ทั้ง RM 1 และ CON 1 จะเข้ามาที่สถานทดสอบอีกครั้งหลังจากพักอย่างน้อย 48 ชั่วโมง) การออกแบบโปรแกรมเป็นการศึกษาแบไขว้ (Crossover Design) ดังภาพประกอบที่ 18



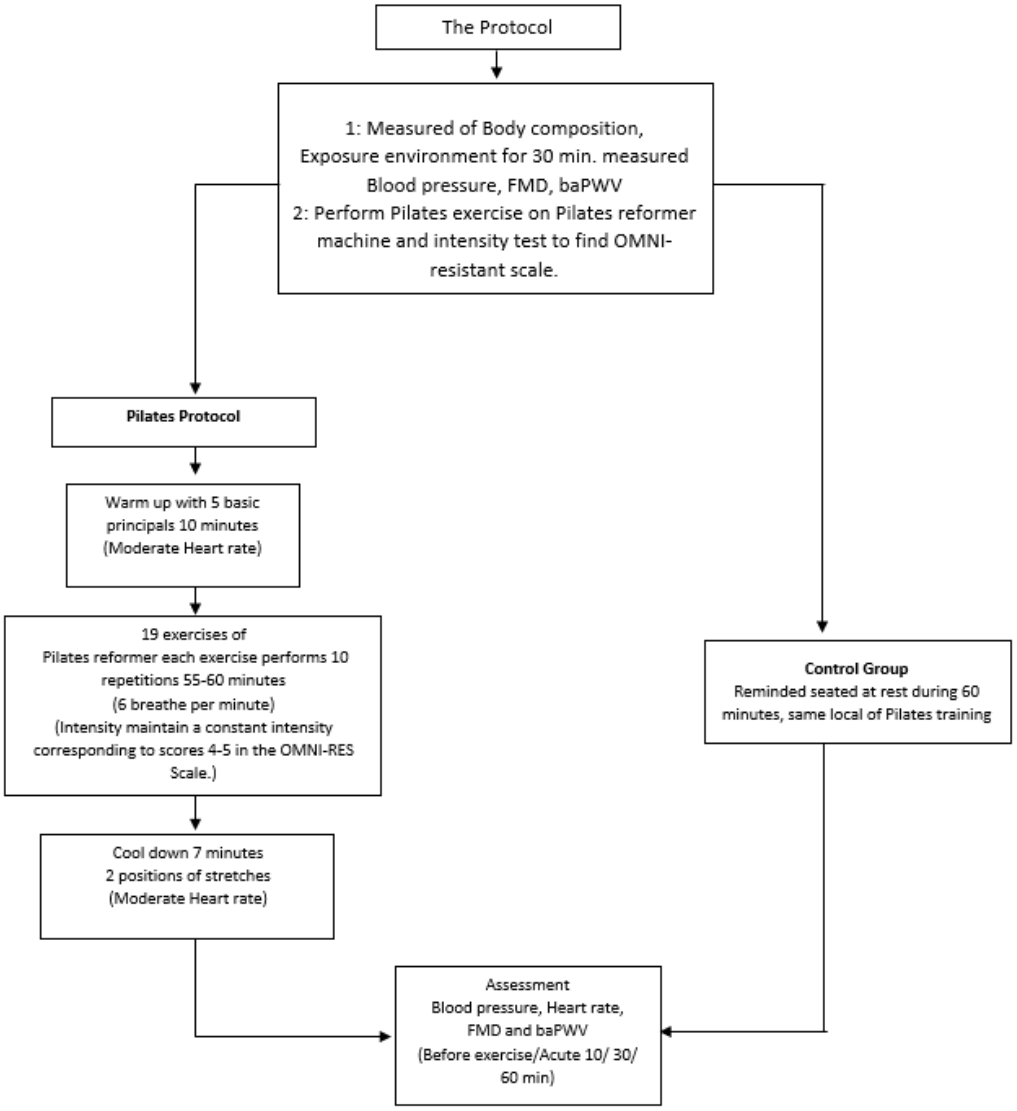
ภาพประกอบ 13 การออกแบบโปรแกรมเป็นการศึกษาแบไขว้ (Crossover Design)

2.2.2.2 ช่วงที่ 2 การทดสอบและเก็บข้อมูลและหลังการออกกำลังกายด้วยรีฟอร์เมอร์พิลาทีส (Pilates Reformer) ดังตารางแสดงที่ 1

- ผู้ทดสอบจะถูกห้ามไม่ออกกำลังกายหรือทำกิจกรรมทางกายอย่างน้อย 48 ชั่วโมง ไม่รับคาเฟอีนอย่างน้อย 24 ชั่วโมง และพักผ่อนที่เพียงพอ 6-8 ชั่วโมงก่อนรับการทดสอบ (การทดสอบและตรวจวัดทุกขั้นตอนจบลง ภายในหนึ่งวันช่วงเวลา 10 โมงเช้า–4 โมงเย็น อุณหภูมิห้องทดลองควบคุมที่ 22–25 องศา) และขั้นตอนการวัดแสดงในภาพประกอบที่ 19

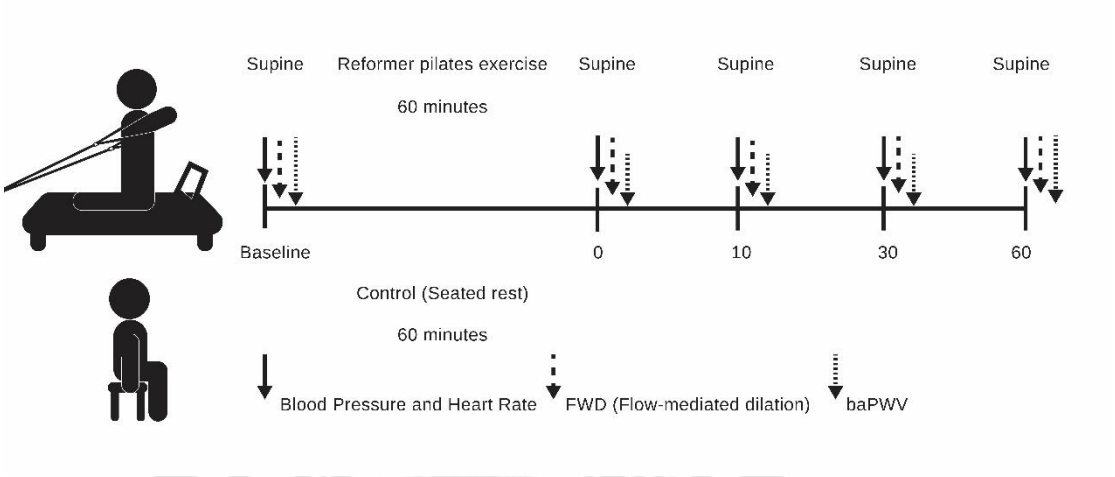
ตาราง 1 ตารางแสดงช่วงเวลาการออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีส

Time	PILATES REFORMER GROUP	CONTROL GROUP
9.00	กลุ่มตัวอย่างถึงสถานที่ทดสอบและลงทะเบียน	กลุ่มตัวอย่างถึงสถานที่ทดสอบและลงทะเบียน
9.30	วัดค่าการไหลเวียนโลหิต (FMD), วัดค่าความแข็งตัวของหลอดเลือด (baPWV), วัดค่าชีพจร (Hr) และวัดค่าความดันโลหิต (BP) ก่อนการออกกำลังกายแบบรีฟอร์เมอร์พิลาทีส	วัดค่าการไหลเวียนโลหิต (FMD), วัดค่าความแข็งตัวของหลอดเลือด (baPWV), วัดค่าชีพจร (Hr) และวัดค่าความดันโลหิต (BP)
10.30	ออกกำลังกายแบบรีฟอร์เมอร์พิลาทีสและวัด Hr ตลอดเวลาที่ออกกำลังกายแบบรีฟอร์เมอร์พิลาทีส (ชุดออกกำลังกายแบบรีฟอร์เมอร์พิลาทีส แสดงที่ภาคผนวก ก)	นั่งพักในห้องรับรองและวัด Hr ตลอดเวลา ในห้องรับรองอุณหภูมิควบคุมที่ 22 – 25 องศา) เทียบเท่ากับห้องออกกำลังกายแบบรีฟอร์เมอร์พิลาทีส
11.30	วัดค่า FMD, baPWV, และ BP หลังการออกกำลังกายแบบรีฟอร์เมอร์พิลาทีส	วัดค่า FMD, baPWV, และ BP
การทดสอบและตรวจวัดทุกขั้นตอนจบลง ภายในหนึ่งวันช่วงเวลา 10 โมงเช้า – 4 โมงเย็น อุณหภูมิห้องทดลองควบคุมที่ 22 – 25 องศา จากนั้นทำการติดต่อให้กลุ่มตัวอย่างชุดที่สองเข้ามาที่สถานที่ทดลอง		



ภาพประกอบ 14 โปรแกรมออกกำลังกายแบบรีฟอร์เมอร์พิลาทีส

จากตารางประกอบที่ 1 และภาพประกอบที่ 19 จึงได้มาซึ่งแผนภาพแสดงขั้นตอนการวัดของการศึกษาครั้งนี้



ภาพประกอบ 15 แผนภาพแสดงขั้นตอนการวัด

3.การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาดำเนินการตามกระบวนการทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ดังนี้

3.1 หาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของตัวแปรอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตและตัวแปรการทำงานของหลอดเลือด

3.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตและตัวแปรการทำงานของหลอดเลือด ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่รับการออกกำลังกายด้วยเทคนิครีฟอร์เมอร์พิลาทีส 60 นาที ก่อนการทดสอบจริง โดยวิเคราะห์หาค่าความต่างกันของทั้งสองกลุ่มด้วยวิธีการจับคู่วิเคราะห์ (Two-way ANOVA with repeated)

3.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตและตัวแปรการทำงานของหลอดเลือด ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่รับการออกกำลังกายด้วยเทคนิครีฟอร์เมอร์พิลาทีส 60 นาที หลังการทดสอบจริง โดยวิเคราะห์หาค่าความต่างกันของทั้งสองกลุ่มด้วยวิธีการจับคู่วิเคราะห์ (Two-way ANOVA with repeated)

3.4 กำหนดค่าความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การวิจัยเรื่อง ผลฉับพลันของการฝึกรีฟอร์เมอร์พิลาทีสที่ส่งผลต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามกระบวนการและ ขั้นตอนต่างๆ และรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยมีผลการวิจัยดังนี้

ตาราง 2 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)

ตัวแปรด้านสรีรวิทยา (n=17)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
อายุ (ปี)	65	2.76
น้ำหนัก (Kg.)	57.74	8.10
ส่วนสูง (Cm.)	158	10.4
ดัชนีมวลกาย (BMI) (kg./m²)	23.42	3.68
ไขมัน (%)	28.57	5.86
กล้ามเนื้อ (%)	23.25	3.06
อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (bpm)	154.94	2.86
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (bpm)	70.52	9.82
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (SBP) ขณะพัก (mmHg)	121.76	12.86
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (DBP) ขณะพัก (mmHg)	72.47	10.25
ค่าการไหลเวียนของเลือดผ่านการขยายตัวของ	4.12	0.52

หลอดเลือด (FMD)		
ความเร็วของคลื่นชีพจร (baPWV)	1495.35	235.98
ความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย (MAP)	91.76	12.55

ตารางที่ 2 กลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย 65 ปี น้ำหนักตัวเฉลี่ย 57.74 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 158 เซนติเมตร ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) เฉลี่ย 23.42 kg/m² มีไขมันเฉลี่ย 28.57 เปอร์เซ็นต์ มีกล้ามเนื้อเฉลี่ย 23.25 เปอร์เซ็นต์ อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดเฉลี่ย 154.94 ครั้งต่อนาที อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก เฉลี่ย 70.52 ครั้งต่อนาที ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (SBP) ขณะพัก เฉลี่ย 121.76 mmHg ความ ดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (DBP) ขณะพัก เฉลี่ย 72.47 mmHg การไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือด (FMD) เฉลี่ย 4.12 เปอร์เซ็นต์ และความเร็วของคลื่นชีพจร (baPWV) เฉลี่ย 1495.35 mmHg

ตาราง 3 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ FMD โดยพิจารณาเวลารวมของทั้งสองเงื่อนไขและปฏิสัมพันธ์ (เวลา x เงื่อนไข) รวมของทั้งสองเงื่อนไข ด้วยการอ่านค่า จาก Huynh-Feldt (เมื่อทำการทดสอบ Mauchly's Test of Sphericity มีค่า Greenhouse-Geisser >0.75)

Outcome		F	p-value
Time	Huynh-Feldt	9.77	.00*
Time*Condition	Huynh-Feldt	7.28	.00*

*P<0.05

จากตารางแสดงให้เห็นว่า ค่า FMD อย่างน้อยหนึ่งผลรวมกันของ 5 ช่วงเวลา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 (P-value = .05) และปฏิสัมพันธ์ (เงื่อนไขและเวลา) มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (P-value = .05)

ตาราง 4 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ FMD เพื่อเปรียบเทียบเงื่อนไขการออกกำลังกายด้วยรีฟอร์เมอร์พิลาทีส สำหรับค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min)

Outcome RM	FMD (%) (Mean ±SD)					F	P-value
	Baseline	0 min	10 min	30 min	60 min		
Flow Mediated Dilatation (FMD)	4.63±1.20	8.79±3.26	9.58±4.01	10.06±3.38	6.60±3.17	14.27	.00*

*$P<0.05$

จากตารางแสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเวลาที่แตกต่างกัน (Baseline, 0 min, 10 min, 30 min และ 60 min) ในเงื่อนไขการออกกำลังกายด้วยรีฟอร์เมอร์พิลาทีส ($P<0.05$)

ตาราง 5 เปรียบเทียบค่า FMD ภายในเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่ ค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min) ด้วย Two way ANOVA with repeated วิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

ระยะเวลา	FMD (%)	P-value RM				
	mean± SD	Baseline	0 min	10 min	30 min	60 min
Baseline	4.63±1.20	-	0.00*	0.00*	0.00*	0.04*
0 min	8.79±3.26	-	-	1.00	0.77	0.19
10 min	9.58±4.01	-	-	-	1.00	.026*
30 min	10.06±3.38	-	-	-	-	0.00*
60 min	6.60±3.17	-	-	-	-	-

* $P < 0.05$

ภายใต้เงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส

1. 0 min, 10 min, 30 min, และ 60 min มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเทียบกับ Baseline

2. 10min และ 30 min มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเทียบกับ 60 min

3. ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในคู่อื่นๆ ได้แก่ 0 min กับ 10 min, 0 min กับ 30 min, 0 min กับ 60 min และ 10 min กับ 30 min

ตาราง 6 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ FMD เพื่อเปรียบเทียบเงื่อนไขควบคุม สำหรับค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min)

Outcome	FMD (%) (Mean± SD)					F	P-value
CON	Baseline	0 min	10 min	30 min	60 min		
Flow Mediated Dilatation (FMD)	4.50±1.12	4.58±1.69	5.17±1.55	5.04±1.53	5.09±1.19	.29	.88

จากตารางแสดงว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเวลาที่แตกต่างกัน (Baseline, 0 min, 10 min, 30 min และ 60 min) ในเงื่อนไขควบคุม

ตาราง 7 เปรียบเทียบค่า FMD ระหว่างเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทิสและเงื่อนไขควบคุม ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่ ค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min) ด้วย Two way ANOVA with repeated วิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

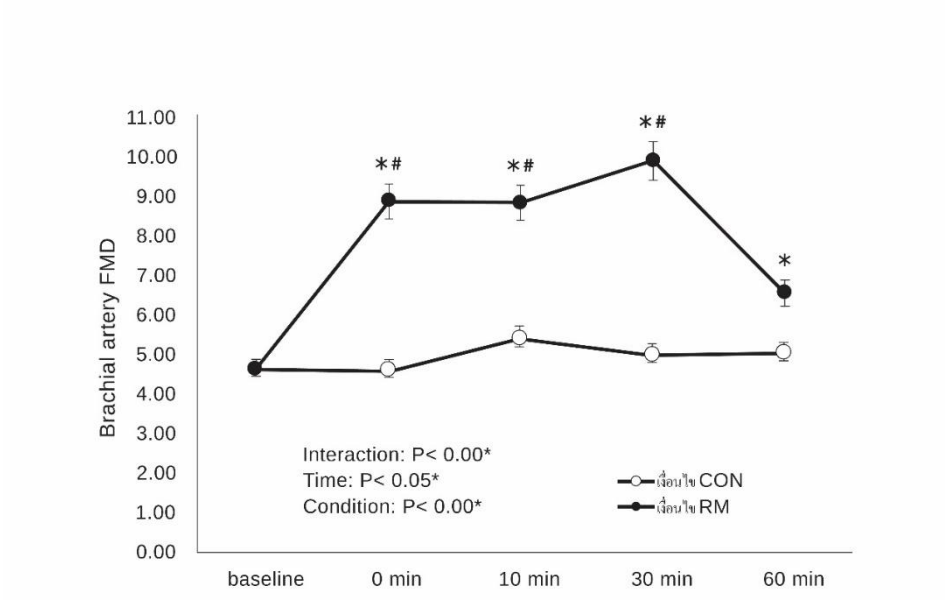
ช่วงเวลา	ค่า FMD ของ RM (%) (Mean ± SD)	ค่า FMD ของ CON (%) (Mean ± SD)	P-value
Baseline	4.63±1.20	4.50±1.12	0.76
0 min	8.79±3.26	4.58±1.69	0.00*
10 min	9.58±4.01	5.17±1.55	0.00*
30 min	10.06±3.38	5.04±1.53	0.00*
60 min	6.60±3.17	5.09±1.19	0.10

*$P<0.05$

จากตารางพบว่า ค่า FMD ของ RM มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับ ค่า FMD ของ CON ในช่วงเวลา 0 min, 10 min, และ 30 min ($P<0.05$)

ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในช่วงเวลา Baseline และ 60 min

ภาพประกอบที่ 21 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ FMD ตามช่วงเวลาต่างกัน ได้แก่ Baseline, 0 min, 10 min, 30 mins, และ 60 min ของทั้งสองเงื่อนไข คือ เงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทิสและเงื่อนไขควบคุม



ภาพประกอบ 16 แสดงผลสรุปของการเปลี่ยนแปลง Brachial artery FMD ตามช่วงเวลา Baseline, 0 min, 10 min, 30 min, และ 60 min ของทั้งเงื่อนไข CON และเงื่อนไข RM โดย * แสดงการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับ Baseline ในเงื่อนไขเดียวกัน และ # แสดงการเปลี่ยนเมื่อเทียบกันระหว่างเงื่อนไขในช่วงเวลาเดียวกัน

ตาราง 7 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ baPWV โดยพิจารณาเวลารวมของทั้งสองเงื่อนไข และปฏิสัมพันธ์ (เวลา x เงื่อนไข) รวมของทั้งสองเงื่อนไข ด้วยการอ่านค่า จาก Greenhouse-Geisser (เมื่อทำการทดสอบ Mauchly's Test of Sphericity มีค่า Greenhouse-Geisser<0.75)

Outcome		F	P-value
Time	Greenhouse-Geisser	4.70	.01*
Time*Condition	Greenhouse-Geisser	5.24	.01*

*P<0.05

จากตารางแสดงให้เห็นว่า ค่า baPWV อย่างน้อยหนึ่งผลรวมกันของ 5 ช่วงเวลา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 (P-value = .005) และปฏิสัมพันธ์ (เงื่อนไขและเวลา) มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (P-value = .05)

ตาราง 8 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ baPWV เพื่อเปรียบเทียบเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส สำหรับค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min)

Outcome RM	Mean ±SD					F	P-value
	Baseline	0 min	10 min	30 min	60 min		
Pulse Wave Velocity (PWV, cm/s)	1495.35 ±235.98	1655.05 ±255.722	1529.20 ±220.39	1526.52 ±233.43	1542.02 ±233.57	19.37	.01*

*P<0.05

จากตารางแสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเวลาที่แตกต่างกัน (Baseline, 0 min, 10 min, 30 min และ 60 min) ในเงื่อนไขการออกกำลังกายด้วยรีฟอร์เมอร์พิลาทีส (P<.05)

ตาราง 9 เปรียบเทียบค่า baPWV (cm/s) ภายในเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่ ค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min) ด้วย Two way ANOVA with repeated วิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

ระยะเวลา	PWV (cm/s) mean± SD	P-value RM				
		Baseline	0 min	10 min	30 min	60 min
Baseline	1495.35±235.98	-	0.00*	1.00	1.00	1.00
0 min	1655.05±255.72	-	-	0.00*	0.00*	0.02*
10 min	1529.20±220.39	-	-	-	1.00	1.00
30 min	1526.52±233.43	-	-	-	-	1.00
60 min	1542.02±233.57	-	-	-	-	-

*P<0.05

ภายใต้เงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส

1. 0 min มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05) เมื่อเทียบกับ Baseline

2. 10min, 30 min และ 60 min มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05)

เมื่อเทียบกับ 0 min

3. ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในคู่อื่นๆ ได้แก่ Baseline กับ 10 min, Baseline กับ 30 min, Baseline กับ 60 min, 10 min กับ 30 min, 10 min กับ 60 min และ 30 min กับ 60 min

ตาราง 10 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ PWV เพื่อเปรียบเทียบเงื่อนไขควบคุม สำหรับค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min)

Outcome	Mean ±SD					F	P-value
CON	Baseline	0 min	10 min	30 min	60 min		
Pulse Wave Velocity (PWV)	1495.35 ±235.98	1501.44 ±197.83	1510.50 ±205.23	1512.55 ±221.88	1545.76 ±234.40	.81	1.00

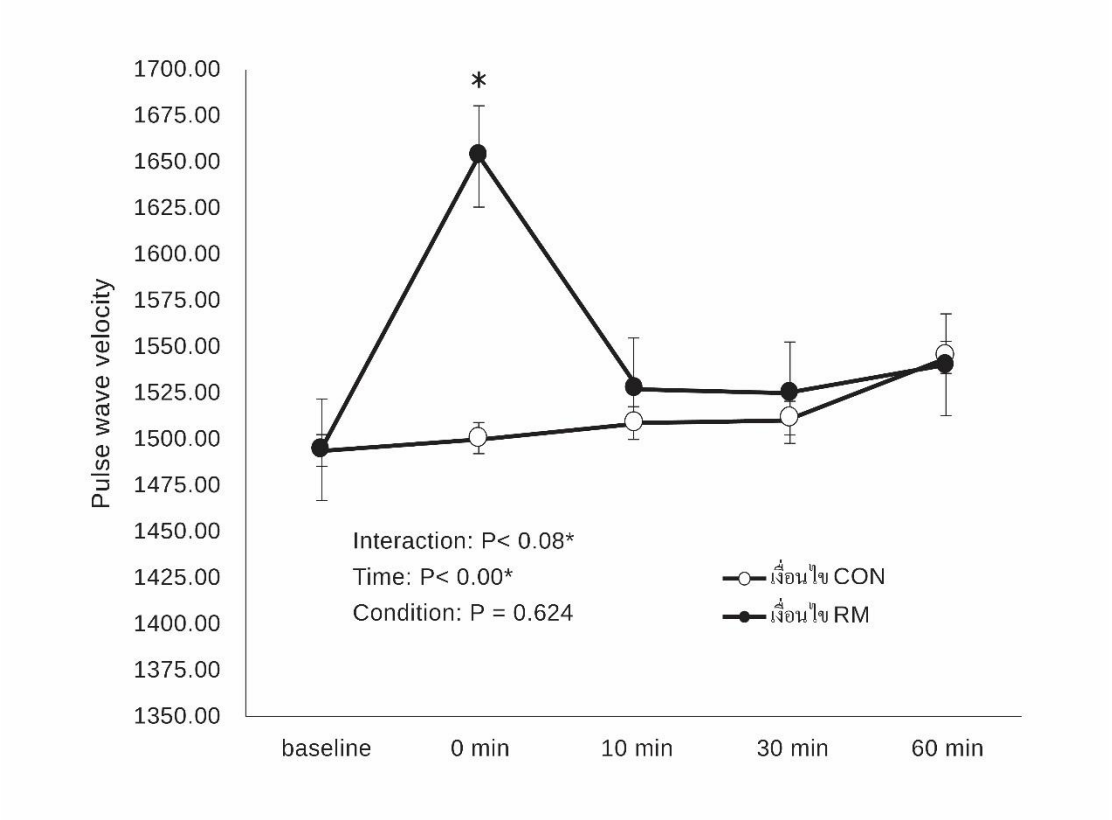
จากตารางแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างเวลาที่แตกต่างกัน (Baseline, 0 min, 10 min, 30 min และ 60 min) ในเงื่อนไขการออกกำลังกายด้วยรีฟอร์เมอร์พิลาทีส ($P<0.05$)

ตาราง 11 เปรียบเทียบค่า PWV ระหว่างเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทิสและเงื่อนไขควบคุม ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่ ค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min) ด้วย Two way ANOVA with repeated วิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

ช่วงเวลา	ค่า PWV ของ RM (cm/s) (Mean ± SD)	ค่า PWV ของ CON (cm/s) (Mean ± SD)	P-value
Baseline	1495.35 ±235.98	1495.35 ±235.98	1.00
0 min	1655.05 ±255.722	1501.44 ±197.83	0.059
10 min	1529.20 ±220.39	1510.50 ±205.23	0.800
30 min	1526.52 ±233.43	1512.55 ±221.88	0.859
60 min	1542.02 ±233.57	1545.76 ±234.40	0.963

จากตารางพบว่า ค่า PWV ของ RM ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับ ค่า PWV ของ CON ในทุกช่วงเวลา Baseline, 0 min, 10 min, 30 min และ 60 min

ภาพประกอบที่ 22 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ PWV ตามช่วงเวลาต่างกัน ได้แก่ Baseline, 0 min, 10 min, 30 mins, และ 60 min ของทั้งสองเงื่อนไข คือ เงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทิสและเงื่อนไขควบคุม



*ภาพประกอบ 17 แสดงผลสรุปของการเปลี่ยนแปลง Pulse wave velocity ตามช่วงเวลา Baseline, 0 min, 10 min, 30 min, และ 60 min ของทั้งเงื่อนไข CON และเงื่อนไข RM โดย * แสดงการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับ Baseline ในเงื่อนไขเดียวกัน*

ตาราง 12 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ SBP โดยพิจารณาเวลารวมของทั้งสองเงื่อนไข และปฏิสัมพันธ์ (เวลา x เงื่อนไข) รวมของทั้งสองเงื่อนไข ด้วยการอ่านค่า จาก Greenhouse-Geisser (เมื่อทำการทดสอบ Mauchly's Test of Sphericity มีค่า Greenhouse-Geisser<0.75)

Outcome		F	P-value
Time	Greenhouse-Geisser	.97	.41
Time*Condition	Greenhouse-Geisser	1.49	.22

จากตารางแสดงให้เห็นว่า ค่า SBP อย่างน้อยหนึ่งผลรวมกันของ 5 ช่วงเวลา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 (P-value = .05) และปฏิสัมพันธ์ (เงื่อนไขและเวลา) มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (P-value = .05)

ตาราง 13 เปรียบเทียบค่า SBP ภายในเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่ ค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min) ด้วย Two way ANOVA with repeated วิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

ระยะเวลา	SBP (mmHg) mean± SD	P-value RM				
		Baseline	0 min	10 min	30 min	60 min
Baseline	121.76±12.86	-	1.00	1.00	1.00	1.00
0 min	124.29±14.83	-	-	0.598	1.00	1.00
10 min	121.08±11.12	-	-	-	1.00	0.07
30 min	119.88±13.02	-	-	-	-	0.04*
60 min	125.29±11.82	-	-	-	-	-

*$P<0.05$

ภายใต้เงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส

1. 30 min มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเทียบกับ 60 min

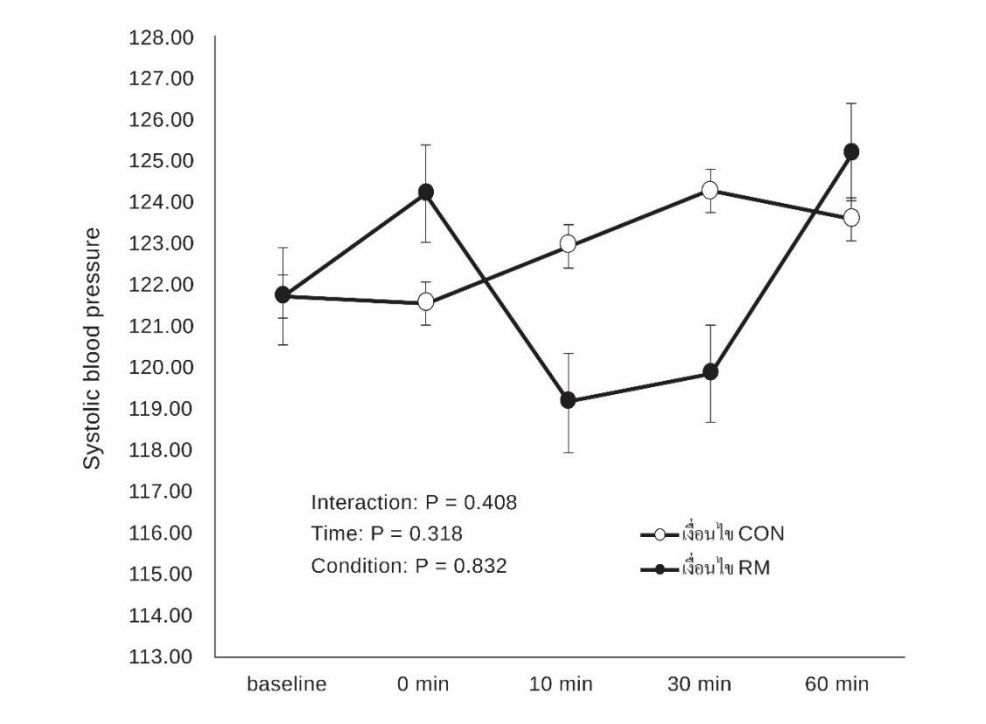
2. ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในคู่อื่นๆ ได้แก่ Baseline กับ 0 min, Baseline กับ 10 min, Baseline กับ 30 min, Baseline กับ 60 min, 10 min กับ 30 min, 10 min กับ 60 min

ตาราง 14 เปรียบเทียบค่า SBP ระหว่างเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทิสและเงื่อนไขควบคุม ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่ ค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min) ด้วย Two way ANOVA with repeated วิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

ช่วงเวลา	ค่า SBP ของ RM (mmHg) (Mean ± SD)	ค่า SBP ของ CON (mmHg) (Mean ± SD)	P-value
Baseline	121.76±12.86	121.76±12.86	1.00
0 min	124.29±14.83	121.588±10.89	0.55
10 min	119.17±11.11	123±11.14	0.32
30 min	119.88±13.02	124.35±12.12	0.31
60 min	125.29±11.82	123.64±15.73	0.73

จากตารางพบว่า ค่า SBP ของ RM ไม่พบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับค่า FMD ของ CON ในช่วงเวลา 0 min, 10 min, 30 min และ 60 min

ภาพประกอบที่ 23 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ SBP ตามช่วงเวลาต่างกัน ได้แก่ Baseline, 0 min, 10 min, 30 mins, และ 60 min ของทั้งสองเงื่อนไข คือ เงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทิสและเงื่อนไขควบคุม



ภาพประกอบ 18 แสดงผลสรุปของการเปลี่ยนแปลง Systolic blood pressure ตามช่วงเวลา Baseline, 0 min, 10 min, 30 min, และ 60 min ของทั้งเงื่อนไข CON และเงื่อนไข RM

ตาราง 15 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ DBP โดยพิจารณาเวลารวมของทั้งสองเงื่อนไข และปฏิสัมพันธ์ (เวลา x เงื่อนไข) รวมของทั้งสองเงื่อนไข ด้วยการอ่านค่า จาก Greenhouse-Geisser (เมื่อทำการทดสอบ Mauchly's Test of Sphericity มีค่า Greenhouse-Geisser<0.75)

Outcome		F	P-value
Time	Greenhouse-Geisser	1.48	.22
Time*Condition	Greenhouse-Geisser	1.80	.15

จากตารางแสดงให้เห็นว่า ค่า DBP อย่างน้อยหนึ่งผลรวมกันของ 5 ช่วงเวลา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 (P-value = .05) และปฏิสัมพันธ์ (เงื่อนไขและเวลา) มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (P-value = .05)

ตาราง 16 เปรียบเทียบค่า DBP ภายในเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่ ค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min) ด้วย Two way ANOVA with repeated วิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

ระยะเวลา	DBP (mmHg) mean± SD	P-value RM				
		Baseline	0 min	10 min	30 min	60 min
Baseline	72.47±10.25	-	0.17	1.00	1.00	1.00
0 min	77.58±10.81	-	-	0.06	0.04*	0.34
10 min	73.23±8.88	-	-	-	1.00	1.00
30 min	72.41±9.19	-	-	-	-	1.00
60 min	73.76±7.28	-	-	-	-	-

*P<0.05

ภายใต้เงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส

1. 0 min มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05) เมื่อเทียบกับ 30 min

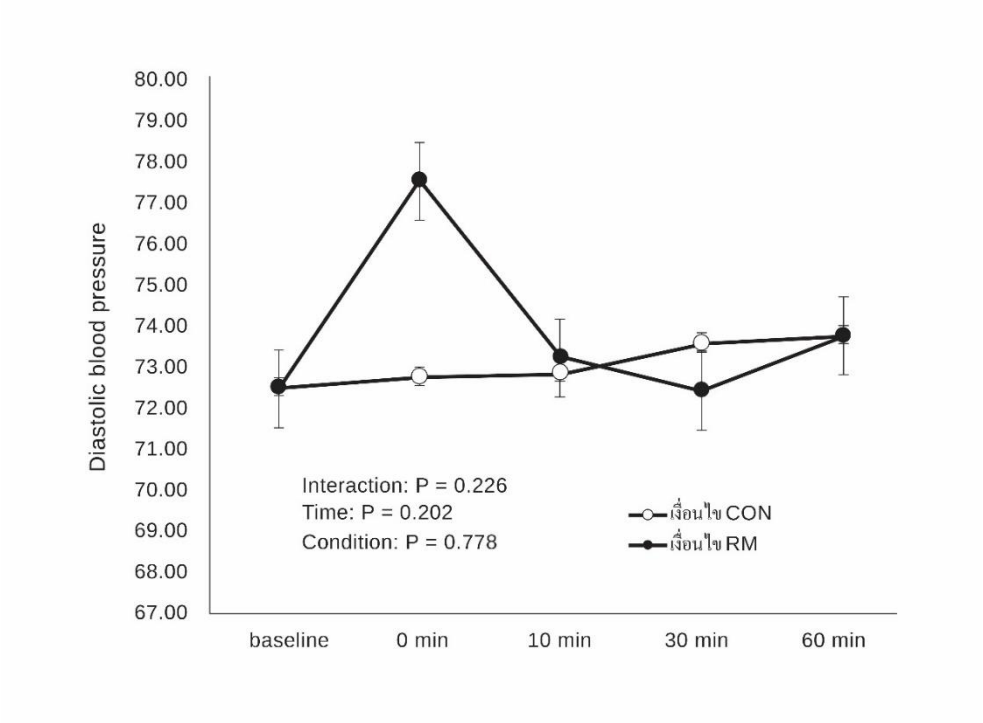
2. ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในคู่อื่นๆ ได้แก่ Baseline กับ 0 min, Baseline กับ 10 min, Baseline กับ 30 min, Baseline กับ 60 min,0 min กับ 0 min, 10 min กับ 60 min, 10 min กับ 30 min, 10 min กับ 60 min และ 30 min กับ 60 min

ตาราง 17 เปรียบเทียบค่า DBP ระหว่างเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทิสและเงื่อนไขควบคุม ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่ ค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min) ด้วย Two way ANOVA with repeated วิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

ช่วงเวลา	ค่า DBP ของ RM (mmHg) (Mean ± SD)	ค่า DBP ของ CON (mmHg) (Mean ± SD)	P-value
Baseline	72.47±10.25	72.47±10.25	1.00
0 min	77.58±10.81	72.76±9.14	0.17
10 min	73.23±8.88	72.82±7.82	0.89
30 min	72.41±9.19	73.58±9.72	0.72
60 min	73.76±7.28	73.76±10.48	1.00

จากตารางพบว่า ค่า DBP ของ RM ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับ ค่า DBP ของ CON ในทุกช่วงเวลา Baseline, 0 min, 10 min, 30 min และ 60 min

ภาพประกอบที่ 24 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ DBP ตามช่วงเวลาต่างกัน ได้แก่ Baseline, 0 min, 10 min, 30 mins, และ 60 min ของทั้งสองเงื่อนไข คือ เงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทิสและเงื่อนไขควบคุม



ภาพประกอบ 19 แสดงผลสรุปของการเปลี่ยนแปลง Diastolic blood pressure ตามช่วงเวลา Baseline, 0 min, 10 min, 30 min, และ 60 min ของทั้งเงื่อนไข CON และเงื่อนไข RM

ตาราง 18 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ MAP โดยพิจารณาเวลารวมของทั้งสองเงื่อนไข และปฏิสัมพันธ์ (เวลา x เงื่อนไข) รวมของทั้งสองเงื่อนไข ด้วยการอ่านค่า จาก Greenhouse-Geisser (เมื่อทำการทดสอบ Mauchly's Test of Sphericity มีค่า Greenhouse-Geisser<0.75)

Outcome		F	P-value
Time	Greenhouse-Geisser	1.51	.22
Time*Condition	Greenhouse-Geisser	1.21	.30

จากตารางแสดงให้เห็นว่า ค่า MAP อย่างน้อยหนึ่งผลรวมกันของ 5 ช่วงเวลา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 (P-value = .22) และปฏิสัมพันธ์ (เงื่อนไขและเวลา) มีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (P-value = .05)

ตาราง 19 เปรียบเทียบค่า MAP ภายในเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่ ค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min) ด้วย Two way ANOVA with repeated วิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

ระยะเวลา	MAP (mmHg) mean± SD	P-value RM				
		Baseline	0 min	10 min	30 min	60 min
Baseline	91.76±12.55	-	1.00	1.00	1.00	1.00
0 min	95.58±8.85	-	-	0.03*	0.27	1.00
10 min	91.11±8.44	-	-	-	1.00	0.42
30 min	91.47±10.21	-	-	-	-	1.00
60 min	94.70±8.65	-	-	-	-	-

*P<0.05

ภายใต้เงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส

1. 0 min มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P < 0.05) เมื่อเทียบกับ 10 min

2. ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในคู่อื่นๆ ได้แก่ Baseline กับ 0 min, Baseline กับ 10 min, Baseline กับ 30 min, Baseline กับ 60 min,0 min กับ 30 min, 0 min กับ 60 min, 10 min กับ 30 min, 10 min กับ 60 min และ 30 min กับ 60 min

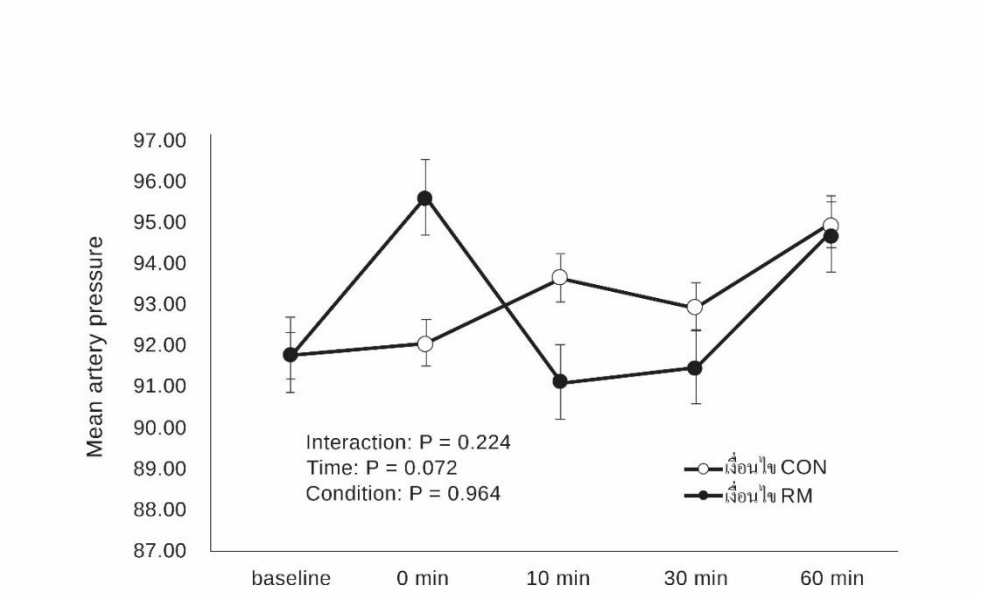
ตาราง 20 เปรียบเทียบค่า MAP ระหว่างเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทิสและเงื่อนไขควบคุม ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่ ค่าขณะพัก (baseline) ค่าหลังจากเงื่อนไขทันที (0 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 10 นาที (10 min), ค่าหลังจากเงื่อนไข 30 นาที (30 min) และค่าหลังจากเงื่อนไข 60 นาที (60 min) ด้วยวิธีบอนเฟอโรนี (Bonferroni)

ช่วงเวลา	ค่า MAP ของ RM (mmHg) (Mean ± SD)	ค่า MAP ของ CON (mmHg) (Mean ± SD)	P-value
Baseline	91.76±12.55	91.76±12.55	1.00
0 min	95.58±8.85	92.05±10.44	0.30
10 min	91.11±8.44	93.64±9.91	0.42
30 min	91.47±10.21	92.94±10.62	0.68
60 min	94.70±8.65	94.94±12.24	0.94

จากตารางพบว่า ค่า MAP ของ RM ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับ

ค่า MAP ของ CON ในทุกช่วงเวลา Baseline, 0 min, 10 min, 30 min และ 60 min

ภาพประกอบที่ 25 แสดงการเปลี่ยนแปลงของ MAP ตามช่วงเวลาต่างกัน ได้แก่ Baseline, 0 min, 10 min, 30 mins, และ 60 min ของทั้งสองเงื่อนไข คือ เงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทิสและเงื่อนไขควบคุม



ภาพประกอบ 20 แสดงผลสรุปของการเปลี่ยนแปลง Mean artery pressure ตามช่วงเวลา Baseline, 0 min, 10 min, 30 min, และ 60 min ของทั้งเงื่อนไข CON และเงื่อนไข RM

บทที่ 5

สรุปผลและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง ผลฉับพลันของการออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีสส่งผลต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงในการทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ ผ่านการขยายตัวของหลอดเลือดด้วยการตรวจวัด Flow-Mediated Vasodilation (FMD) และความเร็วคลื่นชีพร Brachial-ankle pulse wave velocity(baPWV) หลังจากการออกกำลังกายชุดฝึกรูปแบบรีฟอร์เมอร์พิลาทีส

โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 เงื่อนไข ด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย เงื่อนไขออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์และเงื่อนไขควบคุม และปฏิบัติตามการทดสอบ ดังนี้ ทำความคุ้นชินกับอุปกรณ์และรูปแบบการทดสอบ (Familiarization period) ก่อนเข้ารับการทดสอบจริง 1 ครั้ง ด้วยชุดออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีสจำนวน 19 ท่าออกกำลังกายและ 2 ท่ายืดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 55-60 นาที พร้อมทั้งหาค่าความหนักของการออกกำลังกายด้วยเครื่องมือวัด OMNI-RES scale ชุดออกกำลังกายแบ่งเป็น 3 ช่วงออกกำลังกาย ได้แก่ ชุดอบอุ่นร่างกายก่อนการออกกำลังกายบนเครื่องรีฟอร์เมอร์พิลาทีส ด้วยการปรับลมหายใจเข้าทางจมูกและหายใจออกทางปาก (รูปแบบการหายใจแบบพิลาทีส) พร้อมการเคลื่อนไหวให้เกิดการจดจ่อ และไม่เกิดการกลั้นหายใจขณะออกกำลังกาย , ชุดออกกำลังกายบนเครื่องรีฟอร์เมอร์พิลาทีส มีการเพิ่มแรงต้านที่ความหนัก 4-5 OMNI-Resistance scale และชุดคลูดาวร่างกายหลังจากการออกกำลังกายในเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส (Reformer pilates; RM) และในเงื่อนไขควบคุม (Control; CON) จะถูกให้นั่งนิ่งโดยไม่ได้รับการออกกำลังกายเป็นเวลา 60 นาที ในอุณหภูห้องที่เท่ากัน 22°c-25°c ทั้งนี้การศึกษาเป็นแบบไขว้ (Crossover design) เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงในการทำงานของหลอดเลือด FMD และ PWV ในผู้สูงอายุ เมื่อทั้งสองกลุ่มเงื่อนไขได้ปฏิบัติเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้จัดเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเรียบร้อยแล้ว จากนั้นทำการบันทึกข้อมูล แล้วจึงนำมาประมวลผลข้อมูล หาค่าทางสถิติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สามารถวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) และสถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) หรือการ ทดสอบสมมติฐาน ได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1.1 ลักษณะของกลุ่มประชากร

การวิจัยเรื่อง ผลฉับพลันของการออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีสส่งผลต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ เป็นผู้สูงอายุที่มีสภาวะความดันโลหิตตัวบนไม่เกิน139 mmHg หรือค่าความดันตัวล่างไม่เกิน 89 mmHg จำนวนทั้งหมด 17 คน เพศชาย 3 คน เพศหญิง 14 คน โดยผ่านเกณการคัดเข้าและผ่านการประเมิน 2019-Par-Q+

1.2 ข้อมูลเกี่ยวกับ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ไขมันในร่างกาย มวลกล้ามเนื้อ อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว PWV และ FMD ความดันหลอดเลือดแดง (MAP) ของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้มีอายุเฉลี่ย 65±2.76 น้ำหนักเฉลี่ย 57.74±8.10 ส่วนสูงเฉลี่ย 158±10.4 ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 23.42±3.68 ไขมันเฉลี่ย 28.57±5.86 มวลกล้ามเนื้อเฉลี่ย 23.25±3.06 อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดเฉลี่ย 154.94±2.86 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักเฉลี่ย 70.52±9.82 ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวเฉลี่ย 121.76±12.86 ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวเฉลี่ย 72.47±10.25 PWV เฉลี่ย 1495.35±235.98 และ FMD เฉลี่ย 4.12±0.52 ความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ย 91.76±12.55

1.3 ผลฉับพลันของ FMD สำหรับเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส

เงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีสแสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเวลาที่แตกต่างกัน (Baseline, 0 min, 10 min, 30 min และ 60 min) โดยหลังจากได้รับเงื่อนไขดังกล่าวทำให้ค่า FMD เพิ่มขึ้นอย่างฉับพลันในนาทีที่ 0, 10, 30, และ 60

1.4 ผลฉับพลันของ FMD สำหรับเงื่อนไขควบคุม

เงื่อนไขควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเวลาที่แตกต่างกัน (Baseline, 0 min, 10 min, 30 min และ 60 min)

1.5 การเปรียบเทียบผลฉับพลันของ FMD สำหรับเงื่อนไขควบคุมและเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส

เงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีสมีค่า FMD ที่สูงกว่า เงื่อนไขควบคุมในนาทีที่ 0, 10, และ 30

1.6 ผลฉับพลันของ baPWV สำหรับเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส

เงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีสแสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเวลาที่แตกต่างกัน (Baseline, 0 min, 10 min, 30 min และ 60 min) โดยหลังจากได้รับเงื่อนไขดังกล่าวทำให้ค่า baPWV เพิ่มขึ้นอย่างฉับพลันในนาทีที่ 0

1.7 ผลฉับพลันของ baPWV สำหรับเงื่อนไขควบคุม

เงื่อนไขควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเวลาที่แตกต่างกัน (Baseline, 0 min, 10 min, 30 min และ 60 min)

1.8 การเปรียบเทียบผลฉับพลันของ baPWV สำหรับเงื่อนไขควบคุมและเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส

เงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีสมีค่า baPWV ที่สูงกว่า เงื่อนไขควบคุมในนาทีที่ 0

1.9 ผลฉับพลันของความดันโลหิต SBP สำหรับเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส

เงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีสแสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเวลาที่แตกต่างกัน (Baseline, 0 min, 10 min, 30 min และ 60 min) โดยหลังจากได้รับเงื่อนไขดังกล่าวทำให้ค่า SBP ลดลงอย่างฉับพลันในนาทีที่ 30

1.10 ผลฉับพลันของความดันโลหิต SBP สำหรับเงื่อนไขควบคุม

เงื่อนไขควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเวลาที่แตกต่างกัน (Baseline, 0 min, 10 min, 30 min และ 60 min)

1.11 การเปรียบเทียบผลฉับพลันของความดันโลหิต SBP สำหรับเงื่อนไขควบคุมและเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส

ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีสและเงื่อนไขควบคุม

1.12 ผลฉับพลันของความดันโลหิต DBP สำหรับเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส

เงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีสแสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเวลาที่แตกต่างกัน (Baseline, 0 min, 10 min, 30 min และ 60 min) โดยหลังจากได้รับเงื่อนไขดังกล่าวทำให้ค่า DBP ลดลงอย่างฉับพลันในนาทีที่ 30

1.13 ผลฉับพลันของความดันโลหิต DBP สำหรับเงื่อนไขควบคุม

เงื่อนไขควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเวลาที่แตกต่างกัน (Baseline, 0 min, 10 min, 30 min และ 60 min)

1.14 การเปรียบเทียบผลฉับพลันของความดันโลหิต DBP สำหรับเงื่อนไขควบคุมและเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส

ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีสและเงื่อนไขควบคุม

1.15 ผลฉับพลันของความดันหลอดเลือดแดง MAP สำหรับเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส

เงื่อนไขรีฟอร์เมอร์แสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเวลาที่แตกต่างกัน (Baseline, 0 min, 10 min, 30 min และ 60 min) โดยหลังจากได้รับเงื่อนไขดังกล่าวทำให้ค่า MAPเพิ่มขึ้นอย่างฉับพลันในนาทีที่ 10

1.16 ผลฉับพลันของความดันหลอดเลือดแดง MAP สำหรับเงื่อนไขควบคุม

เงื่อนไขควบคุมแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างเวลาที่แตกต่างกัน (Baseline, 0 min, 10 min, 30 min และ 60 min)

1.17 การเปรียบเทียบผลฉับพลันของความดันหลอดเลือดแดง MAP สำหรับเงื่อนไขควบคุมและเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีส

ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเงื่อนไขรีฟอร์เมอร์พิลาทีสและเงื่อนไขควบคุม

อภิปรายผล

ผลการศึกษาหลักในครั้งนี้พบว่า การออกกำลังกายด้วยรีฟอร์เมอร์พิลาทีส สามารถเพิ่มค่าการไหลของเลือดผ่านการขยายตัวของหลอดเลือดภายหลังการออกกำลังกายทันที นาทีที่ 10 และนาทีที่ 30 มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความแข็งตัวของหลอดเลือดแบบฉับพลันจากการออกกำลังกายดังกล่าวมีเพียงเล็กน้อย และมีการเปลี่ยนแรงของความดันโลหิตตัวบนและตัวล่าง รวมถึงค่าความดันหลอดเลือดแรงเฉลี่ยลดลงอย่างฉับพลันเพียงเล็กน้อย ผลจากการศึกษาในครั้งนี้ทำให้เห็นประโยชน์ของการออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีสในผู้สูงอายุที่มีผลดีต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดได้

พิลาทีสเป็นลักษณะของการออกกำลังกายที่เกิดแรงกระแทกต่ำ ใช้การเคลื่อนไหวของร่างกายควบคู่ไปกับการหายใจอย่างเป็นระบบ มีการกำหนดลมหายใจเข้า ลมหายใจออก ร่างกายผสานกับจิต (Body and mind) มีการใช้กล้ามเนื้ออย่างผสมผสาน (Coordination) และเน้นการใช้กล้ามเนื้อแบบค้างไว้(Isometric contraction) ของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว (Core muscles) (Eyigor et al., 2010) การเคลื่อนไหวเป็นไปอย่างช้า แม่นยำถูกต้อง การออกำลังกายแบบพิลาทิสช่วยฟื้นฟูสมรรถภาพร่างกาย จัดตำแหน่งกระดูก, ความผิดปกติของระบบประสาท, อาการปวดเรื้อรังในมะเร็ง,และโรคหัวใจและหลอดเลือด (Gonzales et al., 2016) จากเหตุผลดังกล่าว พิลาทีสจึงได้รับความนิยมและได้รับการยอมรับให้เป็นการออกกำลังกายที่เหมาะสำหรับผู้สูงอายุโดยเฉพาะ (Bullo et al., 2015) สิ่งที่น่าสนใจต่อไปคือ รีฟอร์เมอร์พิลาทีสน่าจะมีประโยชน์อย่างไรต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด

การออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีสในผู้สูงอายุครั้งนี้ใช้เวลาประมาณ 55-60 นาที และมีความหนักในการฝึกเฉลี่ย 47.6 % อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ซึ่งใกล้เคียงกับงานของโรชาและคณะ (Rocha et al., 2020) ที่เป็นการออกกำลังกายพิลาทีสแบบผสมผสานกับการใช้อุปกรณ์หลายชนิดและผสมผสานกับท่าฝึกหลากหลายประเภท ผลดังกล่าวพบว่า มีความหนักในการฝึกอยู่ที่ 50-66 % ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด โดยใช้เวลาประมาณ 48-65 นาที นอกจากนี้การศึกษาดังกล่าวยังพบว่า การออกกำลังกายพิลาทีสแบบผสมผสานยังทำให้เกิดการลดลงของความดันโลหิตแบบฉับพลันภายหลังจากออกกำลังกาย (Post-exercise hypotension; PEH) ได้ โดยการเกิด PEH เกี่ยวข้องกับการการเปลี่ยนแปลงของการควบคุมของระบบประสาทอัตโนมัติ โดยมีการลดลงกิจกรรมซิมพาเทติกและการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมพาราซิมพาเทติก (S. Park, Rink, & Wallace, 2006) (Rocha et al., 2020) แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาของผู้วิจัยในครั้งนี้พบว่า การออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีสในผู้สูงอายุทำให้เกิด PEH ของความดันโลหิตทั้งความดันโลหิต

ตัวบน ความดันโลหิตตัวล่าง และความดันหลอดเลือดแดงเฉลี่ยเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างที่มีอายุมากและมีความดันโลหิตขณะพักที่ต่ำกว่าการศึกษาดังกล่าว ดังนั้นการเกิด PEH จึงไม่เด่นชัดมากนัก

ความเร็วคลื่นชีพจร (Pulse wave velocity; PWV) เป็นวิธีการวัดค่าความแข็งของหลอดเลือดและเป็นตัวชี้วัดสำคัญที่บ่งชี้การเปลี่ยนแปลงของผนังหลอดเลือดแดงทั้งในเชิงโครงสร้างและหน้าที่การทำงาน นอกจากนี้ PWV ยังเป็นพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินความเสี่ยงโรคหลอดเลือดและหัวใจได้ (Manandhar, Lee, & Meng, 2019) มีการศึกษาว่า การออกกำลังกายมีความสัมพันธ์กับการช่วยลดปัญหาโรคที่เกี่ยวข้องกับหลอดเลือดและหัวใจ โดยช่วยพัฒนาให้หลอดเลือดแข็งตัวลดลงจากการออกกำลังกายเป็นประจำ(Pierce, Doma, & Leicht, 2018) สำหรับการศึกษาผลระยะฉับพลันของการออกกำลังกายโดยใช้แรงต้านยังให้ผลที่แตกต่างกัน ในบางการศึกษาที่ทำการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความหนัก 75% 1RM โดยให้ออกกำลังกายจนกว่าจะหมดแรง และหลังจากการออกกำลังกายพบว่า PWV ลดลงอย่างฉับพลันในจนถึงในนาทีที่ 30 (DeVan et al., 2005) ในขณะที่การออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ความหนัก 60% ของความหนักสูงสุด (1RM) ทำให้ PWV เพิ่มขึ้นหลังจากการออกกำลังกายในนาทีที่ 20 และ 40 (Yoon et al., 2010) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า PWV เพิ่มขึ้นฉับพลันในนาทีที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับช่วงก่อนการออกกำลังกายและช่วงเวลาหลังออกกำลังกายอื่นๆ ในขณะที่นาทีที่ 10 ค่าดังกล่าวลดลงใกล้เคียงกับช่วงก่อนการออกกำลังกาย การเปลี่ยนแปลงเพียงชั่วขณะเวลาหนึ่งดังกล่าวอาจเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิตในขณะออกกำลังกาย(Jurik, Żebrowska, & Stastny, 2021) กลไกที่เกี่ยวข้องอีกด้านหนึ่งอาจเกี่ยวข้องกับการออกกำลังกายในครั้งนี้ที่เน้นท่าออกกำลังกายในช่วงบนมากกว่าช่วงล่าง ซึ่งมีรายงานที่น่าสนในว่าการออกกำลังกายช่วงบนที่ความหนัก 70% ของการยกน้ำหนักสูงสุด (1RM) ส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นแบบฉับพลันของ PWV เมื่อเทียบกับการออกกำลังกายช่วงล่าง (Li et al., 2015) แม้ว่าการออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีสในครั้งนี้จะเป็นการทำที่ความหนักที่เบา 4-5 OMNI Scale การศึกษาต่อไปในระยะยาวอาจช่วยยืนยันผลของการเปลี่ยนแปลง baPWV ได้ชัดเจนมากขึ้น

Flow-mediated dilation (FMD) เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญที่บ่งบอกหน้าที่การทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือด Endothelial cell ผ่านการรัดคัฟฟ์เป็นเวลา 5 นาทีและเมื่อปล่อยคัฟฟ์เลือดที่โดนปิดกลั้นไว้ได้ถูกปล่อยให้ไหลตามหลอดเลือดปกติ ทำให้เกิดแรงเคียดเฉือนที่ผนังหลอดเลือด ซึ่งกระตุ้นให้เกิดการผลิตสาร Nitric oxide; NO ที่เป็นสารสำคัญในการขยายตัวของหลอด

เลือด (Anderson & Mark, 1989) (Thijssen et al., 2011) และมีความสำคัญในการทำนายการเกิดรอยโรคของหัวใจและหลอดเลือดได้ในผู้สูงอายุ (Yeboah, Crouse, Hsu, Burke, & Herrington, 2007) ผลฉับพลันของการออกกำลังกายที่มีผล FMD มีการศึกษาอย่างกว้างขวาง (Phillips, Das, Wang, Pritchard, & Gutterman, 2011) (Dawson, Cable, Green, & Thijssen, 2018) (Phillips et al., 2011) (Farah et al., 2017) การศึกษาผลฉับพลันจากการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่มีต่อ FMD มีผลที่แตกต่างกันออกไป (Jurva et al., 2006) พบว่า การออกกำลังกายแรงต้านที่ความหนักสูงจนทำให้ความดันโลหิตขึ้นสูงถึง มีผลทำให้ค่า FMD ลดต่ำลงแบบฉับพลัน แต่ปรากฏการดังกล่าวกลับไม่พบในกลุ่มนักกีฬา(Montero et al., 2014) สอดคล้องกับงานของ (Mitranun & Peepathum, 2018) ที่พบการลดลงของ FMD หลังจากการออกกำลังกายโดยใช้แรงต้านในกลุ่มที่ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำ นอกจากสมรรถภาพร่างกายจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ FMD ท่าทางการออกกำลังกายที่แตกต่างกันยังอาจส่งผลที่ทำให้เกิดความแตกต่างกันในการเปลี่ยนแปลงค่า FMD (Mitranun, 2016) (Tomschi et al., 2018) อย่างไรก็ตามการศึกษาผลของการออกกำลังกายแรงต้านแบบฉับพลันในผู้สูงอายุยังมีการศึกษาน้อย

ผลการวิจัยที่น่าสนใจจากการศึกษาในครั้งนี้คือการเพิ่มขึ้นของ FMD อย่างฉับพลันในผู้สูงอายุ หลังจากการออกกำลังกายด้วยรีฟอร์เมอร์พิลาทีส ในนาทีที่ 0, นาทีที่ 10 ซึ่งค่า FMD ยังคงค้างสูงถึง 30 นาที ก่อนกลับเข้าใกล้ค่าก่อนการออกกำลังกาย (Boonsit, Peepathum, & Mitranun, 2017) ที่ทำการศึกษาท่าทางการฝึก TRX ที่ส่งผลฉับพลันต่อ FMD ในผู้สูงอายุพบว่า 3ท่าออกกำลังกาย 1. TRX mid row, 2. TRX Squat, และ 3. TRX Chest press ที่ความหนัก 60% จำนวนครั้งสูงสุด ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของ FMD แบบฉับพลัน ในมุมมองของการฝึกด้วยแรงต้าน การศึกษาในครั้งนี้อาจมีความต่างกับงานของ (Boonsit et al., 2017) ในประเด็นเรื่อง ความเร็วในการเคลื่อนไหวในแต่ละท่าฝึก กลไกที่อาจเป็นไปได้คือ การออกกำลังกายความหนักต่ำและความเร็วในการออกกำลังกายค่อนข้างช้าอาจส่งผลฉับพลันต่อการเพิ่มขึ้นของ FMD ได้ (Tsuchiya, Morishima, & Ochi, 2022) ซึ่งการออกกำลังกายดังกล่าวอาจมีความคล้ายคลึงกับลักษณะท่าทางของการออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีส นอกจากนี้การศึกษาในครั้งนี้ยังพบปรากฏการณ์การลดลงของความดันโลหิตภายหลังการออกกำลังกาย (Post-exercise hypotension; PEH) ในชั่วขณะหนึ่ง(นาทีที่ 30) ซึ่งมีรายงานความสัมพันธ์ของความดันโลหิตที่เกี่ยวข้องกับ FMD (Quyyumi & Patel, 2010) (Mordi, Mordi, Delles, & Tzemos, 2016) และเกี่ยวพันกับการลดลงของความดันโลหิตขณะพักหากมีการฝึกเป็นระยะเวลานาน (Moraes et al.,

2012) ดังนั้นทั้งกลไกเรื่อง ความหนักในการฝึกและความเร็วควบคู่กับกลไกการเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตอาจเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของ FMD แบบฉับพลันได้

การฝึกหายใจในอัตราที่ช้าและมีการปรับเปลี่ยนจังหวะการหายใจสามารถช่วยลดความดันโลหิตได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการหายใจที่ลึกและช้าสามารถเพิ่มความไวของบาโรรีเฟล็ก (Baroreflex) และส่งต่อความผันแปรของอัตราการเต้นหัวใจ (Heart rate variability) นอกจากนี้การหายใจดังกล่าวยังเพิ่มอัตราการไหลของเลือดที่เส้นเลือดขนาดเล็กและลดความต้านทานของหลอดเลือดส่วนปลายได้ (Grossman & Grossman, 2003) นอกจากการหายใจเข้าลึกและช้า ด้วยวิธีการหายใจเข้าทางจมูกและหายใจออกทางจมูกแล้วยังมีการหายใจอีกรูปแบบหนึ่งที่ช่วยกระตุ้นให้ร่างกายเกิดความนิ่ง และมีสติ (Mindfulness) ด้วยการหายใจเข้าทางจมูกและออกทางปาก (Pursed lips breathing) แบบช้าและเป็นจังหวะ มีการรายงานว่า การหายใจดังกล่าว ส่งผลต่อการลดลงของความดันโลหิตและอัตราการเต้นของหัวใจ (Mitsungnern et al., 2021) ซึ่งการหายใจเข้าทางจมูกและหายใจออกทางปากเป็นรูปแบบที่คล้ายคลึงกับการออกกำลังกายแบบรีฟอร์เมอร์พิลาทีส และส่งผลต่อการลดลงความดันโลหิตตัวบนที่ต่ำกว่าการหายใจแบบอื่นๆ (Gholamrezaei, Van Diest, Aziz, Vlaeyen, & Van Oudenhove, 2021) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอาจมีสาเหตุมาจากการลดลงของการทำงานของระบบซิมพาเทติกที่มีต่อหลอดเลือด และการเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตนี้เป็นตัวแปรที่สำคัญของการเปลี่ยนแปลงค่าเครียดเฉือน (Share stress)และการกระตุ้นให้เกิดการผลิตไนตริกออกไซด์ในหลอดเลือด ซึ่งส่งผลต่อ FMD ได้ (Dawson, Green, Timothy Cable, & Thijssen, 2013)

รีฟอร์เมอร์พิลาทีสใช้สปริงเพื่อเพิ่มแรงต้านขณะออกกำลังกาย และการเคลื่อนไหวต้องมีการควบคุมการใช้กล้ามเนื้อทั้งแบบการหดสั้น (Concentric contraction) และการควบคุมกล้ามเนื้อขณะยืดออก (Eccentric contraction) เพื่อลดแรงกระแทกที่มีต่อกล้ามข้อต่อต่างๆ และช่วยลดการทำงานของกล้ามเนื้อในช่วง Eccentric contraction ซึ่งอาจส่งผลดีต่อ FMD เพราะมีการศึกษาก่อนหน้านี้ พบว่าการออกกำลังแบบแรงต้านที่ใช้กล้ามเนื้อแบบ eccentric contraction ที่ระดับสูงอาจจะส่งผลเสียต่อ FMD (Choi et al., 2016) และนอกจากนี้การออกกำลังกายบนรีฟอร์เมอร์พิลาทีสยังมุ่งเน้นไปที่การควบคุมการหายใจพร้อมกับการเคลื่อนไหว ไม่มีการกลั้นลมหายใจขณะออกกำลังกาย โดยจะหายใจเข้าทางจมูกและหายใจออกทางปาก แบบ Purse lip ตลอดการเคลื่อนไหว ดังนั้นการหายใจจึงอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของ FMD แบบฉับพลันได้ กลไกที่เป็นไปได้ที่อาจส่งผลต่อการพัฒนาของ FMD แบบฉับพลันอาจจะพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในระยะยาวภายหลังจากการฝึกได้ เนื่องจากมีรายงานการพบ

ความสัมพันธ์ของการออกกำลังกายแอโรบิกที่มีต่อค่า FMD แบบฉับพลันกับ หลังการฝึก 2 สัปดาห์ การศึกษาผลของการฝึกรีฟอร์เมอร์พิลาทีสในระยะยาวที่มีต่อหลอดเลือดอาจจะต้องมีการยืนยันต่อไปในการศึกษาครั้งหน้า (Dawson et al., 2018)

การวิจัยในครั้งนี้มีข้อจำกัดในการศึกษาในประเด็นต่างๆดังนี้ ประการแรก การศึกษาดังกล่าวเป็นการศึกษาผลฉับพลันของรีฟอร์เมอร์พิลาทีสที่มีต่อหน้าที่การทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือดแบบไม่เจาะผ่าน (Non-invasive method) เท่านั้น การยืนยันผลการพัฒนาในระยะยาวหรือการเปลี่ยนแปลงในเชิงกลไกทางโมเลกุล เช่น การวัด Nitrite/nitrate, endothelin-1, หรือสารชีวเคมีตัวอื่นๆ อาจจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปในการศึกษาครั้งหน้า ประการที่สอง การศึกษานี้ไม่ได้วัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อเรียบของหลอดเลือด และประการที่สาม การศึกษาในครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวนไม่มาก

การออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีสที่มีความหนักเบาและเคลื่อนไหวช้าส่งผลดีต่อการเปลี่ยนแปลงของหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดแบบฉับพลันในผู้สูงอายุภายหลังจากการออกกำลังกายไป 55-60 นาที ไม่ทำให้ความดันโลหิตเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเหมาะกับกลุ่มคนที่มีความดันโลหิตสูง ซึ่งการศึกษาในระยะยาวอาจช่วยยืนยันผลที่เกิดขึ้นดังกล่าวได้

บรรณานุกรม

Anderson, E. A., & Mark, A. L. (1989). Flow-mediated and reflex changes in large peripheral artery tone in humans. *Circulation, 79*(1), 93-100.

Badrov, M. B., Freeman, S. R., Zokvic, M. A., Millar, P. J., & McGowan, C. L. (2016). Isometric exercise training lowers resting blood pressure and improves local brachial artery flow-mediated dilation equally in men and women. *European journal of applied physiology, 116*(7), 1289-1296.

Barrel, S., & Trainer, B. B.). Author Archives: PilateOn.

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).

Bullo, V., Bergamin, M., Gobbo, S., Sieverdes, J., Zaccaria, M., Neunhaeuserer, D., & Ermolao, A. (2015). The effects of Pilates exercise training on physical fitness and wellbeing in the elderly: a systematic review for future exercise prescription. *Preventive medicine, 75*, 1-11.

Cahill, P. A., & Redmond, E. M. (2016). Vascular endothelium–gatekeeper of vessel health. *Atherosclerosis, 248*, 97-109.

Carlson, D. J., Dieberg, G., Hess, N. C., Millar, P. J., & Smart, N. A. (2014). *Isometric exercise training for blood pressure management: a systematic review and meta-analysis.* Paper presented at the Mayo Clinic Proceedings.

Cervera, R., Khamashta, M. A., & Hughes, G. R. (1993). *Antibodies to endothelial cells and vascular damage*: CRC Press.

Choi, Y., Akazawa, N., Zempo-Miyaki, A., Ra, S.-G., Shiraki, H., Ajisaka, R., & Maeda, S. (2016). Acute effect of high-intensity eccentric exercise on vascular endothelial function in young men. *Journal of strength and conditioning research, 30*(8), 2279-2285.

Cramer, H., Sellin, C., Schumann, D., & Dobos, G. (2018). Yoga in Arterial Hypertension: A Three-Armed, Randomized Controlled Trial. *Deutsches Ärzteblatt International,*

115(50), 833.

Cruz-Ferreira, A., Fernandes, J., Gomes, D., Bernardo, L. M., Kirkcaldy, B. D., Barbosa, T. M., & Silva, A. (2011). Effects of Pilates-based exercise on life satisfaction, physical self-concept and health status in adult women. *Women & health, 51*(3), 240-255.

Curi, V., Vilaça, J., Haas, A., & Fernandes, H. (2018). Effects of 16-weeks of Pilates on health perception and sleep quality among elderly women. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 74*, 118-122.

Dawson, E. A., Cable, N. T., Green, D. J., & Thijssen, D. H. (2018). Do acute effects of exercise on vascular function predict adaptation to training? *European journal of applied physiology, 118*(3), 523-530.

Dawson, E. A., Green, D. J., Timothy Cable, N., & Thijssen, D. H. (2013). Effects of acute exercise on flow-mediated dilatation in healthy humans. *Journal of applied physiology, 115*(11), 1589-1598.

de Oliveira Francisco, C., de Almeida Fagundes, A., & Gorges, B. (2015). Effects of Pilates method in elderly people: Systematic review of randomized controlled trials. *Journal of Bodywork and Movement Therapies, 19*(3), 500-508.

Desai, B., & Desai, D. (2020). To Compare the Effect of Specific Yoga and Aerobic Exercise Program on Vital Parameters in Young Adult Females. *International Journal of Current Research and Review, 12*(1).

DeVan, A. E., Anton, M. M., Cook, J. N., Neidre, D. B., Cortez-Cooper, M. Y., & Tanaka, H. (2005). Acute effects of resistance exercise on arterial compliance. *Journal of applied physiology, 98*(6), 2287-2291.

Engers, P. B., Rombaldi, A. J., Portella, E. G., & da Silva, M. C. (2016). The effects of the Pilates method in the elderly: a systematic review. *Revista Brasileira De Reumatologia (English Edition), 56*(4), 352-365.

Eyigor, S., Karapolat, H., Yesil, H., Uslu, R., & Durmaz, B. (2010). Effects of pilates exercises on functional capacity, flexibility, fatigue, depression and quality of life in female breast cancer patients: a randomized controlled study. *Eur J Phys Rehabil Med, 46*(4), 481-487.

Farah, B. Q., Germano-Soares, A. H., Rodrigues, S. L. C., Santos, C. X., Barbosa, S. S., Vianna, L. C., . . . Ritti-Dias, R. M. (2017). Acute and chronic effects of isometric handgrip exercise on cardiovascular variables in hypertensive patients: a systematic review. *Sports, 5*(3), 55.

Franco, C. B., Ribeiro, A. F., Morcillo, A. M., Zambon, M. P., Almeida, M. B., & Rozov, T. (2014). Effects of Pilates mat exercises on muscle strength and on pulmonary function in patients with cystic fibrosis. *Jornal Brasileiro de Pneumologia, 40*(5), 521-527.

Franklin, N. C., Ali, M., Goslawski, M., Wang, E., & Phillips, S. A. (2014). Reduced vasodilator function following acute resistance exercise in obese women. *Frontiers in Physiology, 5*, 253.

Gearhart Jr, R. F., Lagally, K. M., Riechman, S. E., Andrews, R. D., & Robertson, R. J. (2009). Strength tracking using the OMNI resistance exercise scale in older men and women. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 23*(3), 1011-1015.

Gholamrezaei, A., Van Diest, I., Aziz, Q., Vlaeyen, J. W., & Van Oudenhove, L. (2021). Psychophysiological responses to various slow, deep breathing techniques. *Psychophysiology, 58*(2), e13712.

Gonzales, A. I., Nery, T., Fragnani, S. G., Pereira, F., Lemos, R. R., Bezerra, P. P., & Haas, P. (2016). Pilates exercise for hypertensive patients: A review of the literature. *Altern Ther Health Med, 22*(5), 38-43.

Gori, T., Grotti, S., Dragoni, S., Lisi, M., Di Stolfo, G., Sonnati, S., . . . Parker, J. D. (2010). Assessment of vascular function: flow-mediated constriction complements the information of flow-mediated dilatation. *Heart, 96*(2), 141-147.

Grossman, A., & Grossman, E. (2003). Treatment of hypertension with device-guided breathing exercise. *Harefuah, 142*(10), 677-679, 718.

Guimarães, G. V., Carvalho, V. O., Bocchi, E. A., & d'Avila, V. M. (2012). Pilates in heart failure patients: a randomized controlled pilot trial. *Cardiovascular therapeutics, 30*(6), 351-356.

Hengkrawit, S. (2016). โปรแกรม ป้องกัน กระดูก สะโพก หัก ซ้ำ ใน ผู้ ป่วย สูงอายุ ที่ เคย กระดูก

สะโพก หัก. *Region 4-5 Medical Journal, 35*(4), 259-265.

Hickson, S. S., Butlin, M., Graves, M., Taviani, V., Avolio, A. P., McEniery, C. M., & Wilkinson, I. B. (2010). The relationship of age with regional aortic stiffness and diameter. *JACC: Cardiovascular Imaging, 3*(12), 1247-1255.

Jung, K., Seo, J., Jung, W.-S., Kim, J., Park, H.-Y., & Lim, K. (2020). Effects of an acute Pilates program under hypoxic conditions on vascular endothelial function in Pilates participants: A randomized crossover trial. *International journal of environmental research and public health, 17*(7), 2584.

Jurik, R., Żebrowska, A., & Stastny, P. (2021). Effect of an Acute Resistance Training Bout and Long-Term Resistance Training Program on Arterial Stiffness: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of clinical medicine, 10*(16), 3492.

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. *Journal of the american college of cardiology, 48*(3), 588-589.

Kaewanun, C. (2018). โภชนาการ สำหรับ ผู้ สูงอายุ. *EAU Heritage Journal Science and Technology, 12*(2), 112-119.

Kalapak, P., & Sirivat, V. (2020). คุณภาพ ชีวิต ผู้ สูงอายุ ใน เขต กรุงเทพมหานคร. *Rajapark Journal, 14*(36), 302-316.

Khatthamat, P., Saneha, C., & Puwarawuttipanit, W. (2020). ปัจจัย ที่ มี อิทธิพล ต่อ พฤติกรรม การ ป้องกัน โรค หลอดเลือด หัวใจ ใน ผู้ ป่วย ความ ดัน โลหิต สูง. *Thai Journal of Cardio-Thoracic Nursing, 31*(1), 62-79.

Kilner, A., & Janes, E. (1997). Intensive care in the elderly. *Current Anaesthesia & Critical Care, 3*(8), 120-125.

Li, Y., Bopp, M., Botta, F., Nussbaumer, M., Schäfer, J., Roth, R., . . . Hanssen, H. (2015). Lower body vs. upper body resistance training and arterial stiffness in young men. *International journal of sports medicine, 36*(12), 960-967.

Lohman, T., Milliken, L. A., & Medicine, A. C. o. S. (2019). *ACSM's body composition assessment*: Human Kinetics.

Manandhar, S., Lee, Y. H., & Meng, Y. S. (2019). GPS-PWV based improved long-term rainfall prediction algorithm for tropical regions. *Remote Sensing, 11*(22), 2643.

Martins-Meneses, D. T., Antunes, H. K. M., de Oliveira, N. R. C., & Medeiros, A. (2015). Mat Pilates training reduced clinical and ambulatory blood pressure in hypertensive women using antihypertensive medications. *International journal of cardiology, 179*, 262-268.

McNeill, W. (2011). Decision making in Pilates. *Journal of Bodywork and Movement Therapies, 15*(1), 103-107.

Mitranun, W. (2016). The acute effects of short and long durations of plank training on endothelial function. *Songklanakarin J Sci Technol, 38*(691), e7.

Mitranun, W., & Peepathum, P. (2018). Brachial flow-mediated dilatation response to acute different upper body training postures in lean inactive vs. lean active men. *Artery Research, 22*, 1-7.

Mitsungnern, T., Srimookda, N., Imoun, S., Wansupong, S., & Kotruchin, P. (2021). The effect of pursed-lip breathing combined with number counting on blood pressure and heart rate in hypertensive urgency patients: A randomized controlled trial. *The Journal of Clinical Hypertension, 23*(3), 672-679.

Montero, D., Padilla, J., Diaz-Cañestro, C., Muris, D., Pyke, K. E., Obert, P., & Walther, G. (2014). Flow-mediated dilation in athletes: influence of aging. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 46*(11), 2148-2158.

Moraes, M. d., Bacurau, R. F. P., Simões, H., Campbell, C., Pudo, M., Wasinski, F., . . . Araujo, R. (2012). Effect of 12 weeks of resistance exercise on post-exercise hypotension in stage 1 hypertensive individuals. *Journal of human hypertension, 26*(9), 533-539.

Morales-Acuna, F., Ochoa, L., Valencia, C., & Gurovich, A. N. (2019). Characterization of blood flow patterns and endothelial shear stress during flow-mediated dilation. *Clinical Physiology and Functional Imaging, 39*(4), 240-245.

Morales-Acuna, F., Ochoa, L., Valencia, C., & Gurovich, A. N. (2019). Characterization of blood flow patterns and endothelial shear stress during flow-mediated dilation.

Clinical physiology and functional imaging, 39(4), 240-245.

Mordi, I., Mordi, N., Delles, C., & Tzemos, N. (2016). Endothelial dysfunction in human essential hypertension. *Journal of hypertension, 34*(8), 1464-1472.

Moreno-Segura, N., Igual-Camacho, C., Ballester-Gil, Y., Blasco-Igual, M. C., & Blasco, J. M. (2018). The effects of the pilates training method on balance and falls of older adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of aging and physical activity, 26*(2), 327-344.

Morey, M. C. (2019). Physical activity and exercise in older adults. *UpToDate, Waltham,(Consulted 11 April 2015)*.

Ohkuma, T., Ninomiya, T., Tomiyama, H., Kario, K., Hoshide, S., Kita, Y., . . . Tabara, Y. (2017). Brachial-ankle pulse wave velocity and the risk prediction of cardiovascular disease: an individual participant data meta-analysis. *Hypertension, 69*(6), 1045-1052.

Park, K.-H., & Park, W. J. (2015). Endothelial dysfunction: clinical implications in cardiovascular disease and therapeutic approaches. *Journal of Korean medical science, 30*(9), 1213.

Park, S., Rink, L. D., & Wallace, J. P. (2006). Accumulation of physical activity leads to a greater blood pressure reduction than a single continuous session, in prehypertension. *Journal of hypertension, 24*(9), 1761-1770.

Pereira, T., Correia, C., & Cardoso, J. (2015). Novel methods for pulse wave velocity measurement. *Journal of medical and biological engineering, 35*(5), 555-565.

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.

Pierce, D. R., Doma, K., & Leicht, A. S. (2018). Acute effects of exercise mode on arterial stiffness and wave reflection in healthy young adults: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology, 9*, 73.

Pongboriboon, U. (2020). สถานการณ์ ผู้ สูงอายุ ประเทศไทย: ปัญหา และ ความ ต้องการ ด้าน

สุขภาพ. *EAU Heritage Journal Social Science and Humanities, 10*(2), 46-58.

Ponpinij, P., Deenan, A., & Wiseso, W. (2020). การ วิเคราะห์ องค์ประกอบ ของ แบบสอบถาม พฤติกรรม การ รับประทาน อาหาร ใน ผู้ ป่วย โรค หลอดเลือด หัวใจ. *The Journal of Faculty of Nursing Burapha University, 28*(2), 40-51.

Premer, C., Kanelidis, A. J., Hare, J. M., & Schulman, I. H. (2019). Rethinking endothelial dysfunction as a crucial target in fighting heart failure. *Mayo Clinic Proceedings: Innovations, Quality & Outcomes, 3*(1), 1-13.

Quyyumi, A. A., & Patel, R. S. (2010). Endothelial dysfunction and hypertension: cause or effect? In (Vol. 55, pp. 1092-1094): Am Heart Assoc.

Rocha, J., Cunha, F. A., Cordeiro, R., Monteiro, W., Pescatello, L. S., & Farinatti, P. (2020). Acute effect of a single session of pilates on blood pressure and cardiac autonomic control in middle-aged adults with hypertension. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 34*(1), 114-123.

Roh, S. Y. (2016). The effect of 12-week Pilates exercises on wellness in the elderly. *Journal of exercise rehabilitation, 12*(2), 119.

Rydeard, R., Leger, A., & Smith, D. (2006). Pilates-based therapeutic exercise: effect on subjects with nonspecific chronic low back pain and functional disability: a randomized controlled trial. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy, 36*(7), 472-484.

Sakda, S. (2020). ระบบ จัดการ ความ รู้ ภูมิปัญญา การ ทอ ผ้า ของ ผู้ สูงอายุ ใน เขต ภาค ใต้ ตอน บน. *Journal of Technology Management Rajabhat Maha Sarakham University, 7*(2), 106-116.

Seals, D. R., Jablonski, K. L., & Donato, A. J. (2011). Aging and vascular endothelial function in humans. *Clinical science, 120*(9), 357-375.

Seals, D. R., Kaplon, R. E., Gioscia-Ryan, R. A., & LaRocca, T. J. (2014). You're only as old as your arteries: translational strategies for preserving vascular endothelial function with aging. *Physiology, 29*(4), 250-264.

Shin, J.-H., Lee, Y., Kim, S. G., Choi, B. Y., Lee, H.-S., & Bang, S.-Y. (2015). The beneficial effects of Tai Chi exercise on endothelial function and arterial stiffness in elderly

women with rheumatoid arthritis. *Arthritis research & therapy, 17*(1), 1-10.

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.

Shirley Archer, J.). Defining Modern Pilates.

Sukwatjanee, A. (2012). การ ออกกำลัง กาย สำหรับ ผู้ สูงอายุ (EXERCISE FOR ELDERS). *Srinakharinwirot Research and Development (Journal of Humanities and Social Sciences), 4*(8), 216-223.

Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the american college of cardiology, 37*(1), 153-156.

Thijssen, D. H., Black, M. A., Pyke, K. E., Padilla, J., Atkinson, G., Harris, R. A., . . . Green, D. J. (2011). Assessment of flow-mediated dilation in humans: a methodological and physiological guideline. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology, 300*(1), H2-H12.

Tinken, T. M., Thijssen, D. H., Hopkins, N., Dawson, E. A., Cable, N. T., & Green, D. J. (2010). Shear stress mediates endothelial adaptations to exercise training in humans. *Hypertension, 55*(2), 312-318.

Tomschi, F., Köster, P., Predel, H.-G., Lay, D., Bloch, W., & Grau, M. (2018). Acute effects of lower and upper body-resistance training on arterial stiffness, peripheral, and central blood pressure in young normotensive women. *Sport Sciences for Health, 14*(2), 357-363.

Tozim, B. M., & Navega, M. T. (2018). Effect of pilates method on inspiratory and expiratory muscle strength in the elderly. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano, 20*(1), 1-9.

Tsai, C.-L., Ukropec, J., Ukropcová, B., & Pai, M.-C. (2018). An acute bout of aerobic or strength exercise specifically modifies circulating exerkine levels and neurocognitive functions in elderly individuals with mild cognitive impairment. *NeuroImage: Clinical, 17*, 272-284.

Tsuchiya, Y., Morishima, T., & Ochi, E. (2022). Slow-Speed Low-Intensity but Not Normal-

Speed High-Intensity Resistance Exercise Maintains Endothelial Function. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1-8.

Tucker, W. D., Arora, Y., & Mahajan, K. (2017). Anatomy, blood vessels.

Uğur, G., & Uysal, H. (2020). The Effect of Alternate Nostril Breathing Exercise on Regulation of Blood Pressure in Individuals with Hypertension. *Turk J Cardiovasc Nurs, 11*(26), 125-131.

Vaitkevicius, P. V., Fleg, J. L., Engel, J. H., O'Connor, F. C., Wright, J. G., Lakatta, L. E., . . . Lakatta, E. G. (1993). Effects of age and aerobic capacity on arterial stiffness in healthy adults. *Circulation, 88*(4), 1456-1462.

Vieira, F. T. D., Faria, L. M., Wittmann, J. I., Teixeira, W., & Nogueira, L. A. C. (2013). The influence of Pilates method in quality of life of practitioners. *Journal of Bodywork and Movement Therapies, 17*(4), 483-487.

VOINEA, A.). PILATES–FROM BEGINNING TILL NOW.

Whangmahaporn, P., Phromsathit, S., Wangtepanukroh, N., Siriburana, S., Kijmanawat, Y., & Wachum, W. (2019). ปัจจัย ที่ ส่ง ผล ต่อ การ ดา เนิน งาน ของ ศูนย์ พัฒนา คุณภาพ ชีวิต และ ส่งเสริม อาชีพ ผู้ สูงอายุ ใน ประเทศไทย (Factors Affecting the Operation of Center for Quality of Life Development and Career Promotion for the Elderly in Thailand). *Journal of Interdisciplinary Research: Graduate Studies, 8*(1).

White-Chu, E. F., & Reddy, M. (2011). Dry skin in the elderly: complexities of a common problem. *Clinics in dermatology, 29*(1), 37-42.

Yeboah, J., Crouse, J. R., Hsu, F.-C., Burke, G. L., & Herrington, D. M. (2007). Brachial flow-mediated dilation predicts incident cardiovascular events in older adults: the Cardiovascular Health Study. *Circulation, 115*(18), 2390-2397.

Yoon, E. S., Jung, S. J., Cheun, S. K., Oh, Y. S., Kim, S. H., & Jae, S. Y. (2010). Effects of acute resistance exercise on arterial stiffness in young men. *Korean circulation journal, 40*(1), 16-22.

Zou, Z., Cini, K., Dong, B., Ma, Y., Ma, J., Burgner, D. P., & Patton, G. C. (2020). Time trends in cardiovascular disease mortality across the BRICS: an age-period-cohort analysis of key nations with emerging economies using the global burden of

disease study 2017. *Circulation, 141*(10), 790-799.

แก้ว, อ. ภ. ณ. จ. (2012). ผล เฉียบพลัน ของ การ ออกกำลัง กาย แบบ พิ ลา ที ส ต่อ การ ตอบ สนอง ทาง สรีรวิทยา และ ระบบ หัวใจ และ ปอด= Acute effects of pilates exercise on physiological responses of the cardiopulmonary system.

แซบัว, ว., คล้ำชานา, ฐ., & ศิริวงศ์, พ. (2017). กระบวนการ สร้าง พื้นที่ ทาง สังคม ของ ชมรม ผู้ สูงอายุ เมตตา ประชา รักษ์ ไร่ ขิง: การ ศึกษา เพื่อ สร้าง ท ฤ ษ ฎี ฐานราก. *Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and arts), 10*(1), 1774-1786.

แพน, ท. ร. ล., & นาวี, ห. ร. ร. (2019). ความ แข็งแรง อดทน ของ กล้าม เนื้อ ภายหลัง การ ออก กำลัง กาย ด้วย ยาง ยืด ใน ผู้ สูงอายุ. *The Journal of Boromarajonani College of Nursing, Nakhonratchasima, 25*(2), 148-167.

คีรี, ช. ธ. ช. จ. ท. (2016). การ ส่งเสริม พฤติกรรม การ ออกกำลัง กาย ใน ผู้ สูงอายุ ที่ เปราะ บาง. *The Journal of Faculty of Nursing Burapha University, 24*(2), 1-13.

ปทุม, ป., & ประสิทธิ์. (2014). การ วิจัย เชิง คุณภาพ เกี่ยว กับ การ เรียน พิ ลา ที ส ของ นิสิต ปริญญา ตรี A QUALITATIVE STUDY OF PILATES LEARNING OF UNDERGRADUATE STUDENTS. วารสาร คณะ พลศึกษา, *1*.

ประเสริฐ, จ. ด. บ., อุทัย, ศ. ร. ป., & น์, โ. น. จ. ว. ฒ. (2016). ผล ของ การ ออกกำลัง กาย แบบ หะ ฐะ โยคะ ต่อ สมรรถภาพ ทาง กาย ใน ผู้ สูงอายุ. *Nursing Journal, 43*(5), 35-47.

สัญญา ร้อยสมมุติ. (2556). หัวใจและการไหลเวียนเลือด เล่มที่ *3* การไหลเวียนเลือดส่วนกาย (พิมพ์ครั้งที่ 1): คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

หยก, บ. เ. (2019). ความ สุข ของ ผู้ สูงอายุ ไทย ใน ยุค Thailand 4.0. *JOURNAL OF PHRAPOKKLAO NURSING COLLEGE, 30*(2), 219-228.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ใบรับรองจริธรรมการวิจัย

เลขที่โครงการวิจัย **SWUEC-G- 231/2564**

MF-04-version-2.0
วันที่ 18 ต.ค. 61

หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย
เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยและใบยินยอม

หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC-G- 231/2564E

ข้อเสนอการวิจัยนี้และเอกสารประกอบของข้อเสนอการวิจัยตามรายการแสดงด้านล่าง ได้รับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒแล้ว คณะกรรมการฯ มีความเห็นว่าข้อเสนอการวิจัยที่จะดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

ชื่อโครงการวิจัยเรื่อง: ผลฉับพลันของการออกกำลังกายพิลาทีสรีฟอร์เมอร์ที่มีต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ

ชื่อผู้วิจัยหลัก: นางสาว ยุพาวรรณ ระงับไพร

สังกัด: คณะพลศึกษา

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

เอกสารที่พิจารณาทบทวน

1. แบบเสนอโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 24 พฤษภาคม 2564
2. โครงร่างการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 24 พฤษภาคม 2564
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 24 พฤษภาคม 2564
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 24 พฤษภาคม 2564

(ลงชื่อ).....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทันตแพทย์หญิงณปภา เอี่ยมจิรกุล)
กรรมการและเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

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

หมายเลขรับรอง : SWUEC/E/G-231/2564
วันที่ให้การรับรอง : 24/05/2564
วันหมดอายุใบรับรอง : 24/05/2565

ที่ อว 8718/

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

27 พฤษภาคม 2564

เรื่อง ขอแจ้งผลการพิจารณาโครงการวิจัยเลขที่ SWUEC-G- 231/2564E

เรียน นางสาว ยุพาวรรณ ระงับไพรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ใบรับรองโครงการวิจัย SWUEC/E/G-231/2564

ตามที่ท่านได้ส่งโครงร่างการวิจัยเรื่อง ผลฉับพลันของการออกกำลังกายพิลาทีสรีฟอร์เมอร์ที่มีต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ โครงการวิจัยเลขที่ SWUEC-G 231/2564E เพื่อรับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ นั้น

คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ได้พิจารณาโครงการวิจัยดังกล่าว บัดนี้ คณะกรรมการฯ ให้การรับรองโครงการวิจัยดังกล่าวแล้วเมื่อวันที่ 24 พฤษภาคม 2564 รายละเอียดดังนี้

Certificate Number	SWUEC/E/G-231/2564
Date of Approval	24 พฤษภาคม 2564 (อายุใบรับรองโครงการวิจัย 12 เดือน)
Date of Expiration	24 พฤษภาคม 2565
Continuing Review	ทุก 12 เดือน (ครบกำหนดส่งรายงานครั้งแรก วันที่ 24 พฤษภาคม 2565)

ในการนี้ คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ใคร่ขอความกรุณาให้ผู้วิจัยส่งรายงานความก้าวหน้าของการวิจัยและต่ออายุการรับรองก่อนกำหนดวันหมดอายุ 30 วัน เพื่อให้เป็นไปตามวิธีดำเนินการมาตรฐาน (SOPs version 2.0) ของคณะกรรมการฯ ทั้งนี้รายละเอียดของเอกสารที่ให้การรับรองตามที่ปรากฏใน Certificate of Approval (Certificate Number SWUEC/E/G-231/2564) ที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(แพทย์หญิงสุวีพร ภัทรสุวรรณ)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
โทรศัพท์ 0-2649-5000 ต่อ 12430
โทรสาร 0-2259-1822

ภาคผนวก ข

หนังสือยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย

MF-10-2-version-2.0
วันที่ 18 พ.ค. 61

หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย

(Informed Consent Form)

วันที่ .....

ข้าพเจ้า.....อายุ.....ปี อยู่บ้านเลขที่.....ถนน.....หมู่ที่.....
แขวง/ตำบล.....เขต/อำเภอ.....จังหวัด.....
โทรศัพท์.....

ขอทำหนังสือนี้ให้ไว้ต่อหัวหน้าโครงการวิจัยเพื่อเป็นหลักฐานแสดงว่า

ข้อ 1 . ข้าพเจ้า ได้รับทราบโครงการวิจัยของ นางสาวยุพาวรรณ ระงับไพร
เรื่อง ผลฉับพลันของการออกกำลังกายพิลาทีสรีฟอร์เมอร์ที่มีต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดในผู้สูงอายุ

ข้อ 2. ข้าพเจ้า ยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ โดยมิได้มีการบังคับขู่เข็ญ หลอกลวงแต่ประการใด และจะให้ความร่วมมือในการวิจัยทุกประการ

ข้อ 3. ข้าพเจ้า ได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย ประสิทธิภาพ ความปลอดภัย อาการหรืออันตรายที่อาจเกิดขึ้น รวมทั้งแนวทางป้องกัน และแก้ไข หากเกิดอันตราย ค่าตอบแทนที่จะได้รับ ค่าใช้จ่ายที่ข้าพเจ้าจะต้องรับผิดชอบจ่ายเอง โดยได้อ่านข้อความที่มีรายละเอียดอยู่ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยโดยตลอด อีกทั้งยังได้รับคำอธิบายและตอบข้อสงสัยจากหัวหน้าโครงการวิจัยเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และตกลงรับผิดชอบตามคำรับรองในข้อ 5 ทุกประการ

ข้อ 4. ข้าพเจ้า ได้รับการรับรองจากผู้วิจัยว่าจะเก็บข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าเป็นความลับ จะเปิดเผยเฉพาะผลสรุปการวิจัยเท่านั้น

ข้อ 5. ข้าพเจ้า ได้รับทราบจากผู้วิจัยแล้วว่า หากมีอันตรายใด ๆ **<u>อันเกิดขึ้นจากการวิจัยดังกล่าว</u>** ข้าพเจ้าจะได้รับการรักษาพยาบาลจากคณะผู้วิจัย โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายและจะได้รับค่าชดเชยรายได้ที่สูญเสียไปในระหว่างการรักษาพยาบาลดังกล่าว ตลอดจนมีสิทธิได้รับค่าทดแทนความพิการที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัยตามสมควร

ข้อ 6. ข้าพเจ้า ได้รับทราบแล้วว่าข้าพเจ้ามีสิทธิ์จะบอกเลิกการร่วมโครงการวิจัยนี้ และการบอกเลิกการร่วมโครงการวิจัยจะไม่มีผลกระทบต่อการดูแลรักษาโรคที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไป

ข้อ 7. หากข้าพเจ้ามีข้อข้องใจเกี่ยวกับขั้นตอนของการวิจัย หรือหากเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากการวิจัย สามารถติดต่อกับ นางสาวยุพาวรรณ ระงับไพร ผู้สอนพิลาทีสรีฟอร์เมอร์ 318/594 the stage condo แขวงบางขื่อ เขตบางขื่อ กรุงเทพมหานคร 10800 หมายเลขโทรศัพท์ 0962919165

ข้อ 8. หากข้าพเจ้า ได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าจะสามารถติดต่อกับประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับการพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์หรือผู้แทน ได้ที่สถาบันยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทรศัพท์ 02-649-5000 ต่อ 11019

/ ข้าพเจ้า.....

ข้าพเจ้าได้อ่านและเข้าใจข้อความตามหนังสือนี้โดยตลอดแล้ว เห็นว่าถูกต้องตามเจตนาของข้าพเจ้า จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญพร้อมกับหัวหน้าโครงการวิจัยและต่อหน้าพยาน

ลงชื่อ .....
(.....)
ผู้ยินยอม / ผู้แทนโดยชอบธรรม

ลงชื่อ .....
(.....)
ผู้ให้ข้อมูลและขอความยินยอม/หัวหน้าโครงการวิจัย

ลงชื่อ .....พยาน
(.....)

ลงชื่อ .....พยาน
(.....)

ในกรณีที่ผู้เข้าร่วมการวิจัย อ่านหนังสือไม่ออก ผู้ที่อ่านข้อความทั้งหมดแทนผู้เข้าร่วมการวิจัยคือ.....
จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นพยาน

ลงชื่อ .....พยาน
(.....)

หมายเหตุ

1. ในกรณีผู้ให้ความยินยอมมีอายุไม่ครบ 18 ปีบริบูรณ์ จะต้องมีผู้ปกครองตามกฎหมายเป็นผู้ให้ความยินยอมด้วย หรือผู้ป่วยที่ไม่สามารถแสดงความยินยอมได้ด้วยตนเอง จะต้องมีผู้มีอำนาจทำการแทน เป็นผู้ให้ความยินยอม
2. กรณีผู้ยินยอมตนให้ทำวิจัย ไม่สามารถอ่านหนังสือได้ ให้ผู้วิจัยอ่านข้อความในหนังสือให้ความยินยอมนี้ให้แก่ผู้ยินยอมตนให้ทำวิจัยฟังจนเข้าใจแล้ว และให้ผู้ยินยอมตนให้ทำวิจัยลงนาม หรือพิมพ์ลายนิ้วหัวแม่มือรับทราบ ในการให้ความยินยอมดังกล่าวด้วย

ภาคผนวก ค

แบบสอบถาม (Questionnaire Par-Q-Plus 2019) เพื่อคัดกรองผู้สูงอายุ

แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q +

ส่วนของคำถามทั่วไป

การออกกำลังกาย หรือ กิจกรรมทางกาย มีหลักฐานที่ชัดเจนแล้วว่ามีประโยชน์ต่อสุขภาพ คนส่วนใหญ่ควรมีกิจกรรมทางกายในทุกวันของสัปดาห์ การมีกิจกรรมทางกายมีความปลอดภัยสำหรับประชาชนส่วนใหญ่ แบบสอบถามนี้จะบอกให้ว่า 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)** และประเมินสุขภาพตรวจสุขภาพประจำปี **(health)**
- ถ้าคุณอายุมากกว่า 45 ปี และไม่ได้ฝึกซ้อมออกกำลังกายความหนักมาก่อน ให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกายก่อนไปร่วมกิจกรรมทางกายที่มีความหนัก
- ถ้าคุณมีปัญหาเกี่ยวกับกิจกรรมทางกาย ให้ตอบถามแพทย์ 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**

⚠ ให้ระลอการมีกิจกรรมทางกายที่เพิ่มขึ้น ในกรณีที่

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

แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q +

ส่วนของคำถามต่อเนื่อง เกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์

	ใช่	ไม่ใช่
1. คุณมีอาการข้ออักเสบ กระดูกพรุน หรือมีปัญหาปวดหลัง ใช่หรือไม่ (ถ้าใช่ ตอบข้อ 1a-1c) ☐ ไม่ใช่ข้ามไปตอบข้อ 2		
a. คุณมีปัญหาในเรื่องความปวด โดยการใช้ยาหรือการรักษาด้วยวิธีอื่นนอกจากยาเพื่อควบคุมอาการ (ตอบไม่ใช่ กรณีที่ปัจจุบันคุณไม่ได้รับประทานยาหรือการรักษาด้วยวิธีการอื่นที่ไม่ใช้ยา)	☐	☐
b. ในปัจจุบันหรือที่ผ่านมา คุณมีอาการปวดที่เกิดจากข้อ , กระดูกหักเนื่องจากกระดูกพรุนหรือเป็นมะเร็ง ,กระดูกสันหลังเคลื่อน (spondylolisthesis) ,กระดูกสันหลังเสื่อม (spondylosis) หรือกระดูกสันหลังยุบ	☐	☐
c. ขีดยาหรือรับประทานยาในกลุ่มสเตียรอยด์ติดต่อกันเป็นเวลามากกว่า 3 เดือน	☐	☐
2. คุณเป็นมะเร็งชนิดใดชนิดหนึ่ง ใช่หรือไม่ (ถ้าใช่ให้ตอบ ข้อ 2a -2b) ☐ ไม่ใช่ ข้ามไปตอบข้อ 3		
a. ประเภทของมะเร็งที่เป็นได้แก่ มะเร็งปอดหรือหลอดลม มะเร็งของระบบ ศีรษะ หู คอ จมูก ,multiple myeloma ใช่หรือไม่	☐	☐
b. ท่านกำลังรักษามะเร็งด้วย เคมีบำบัดหรือรังสีบำบัดอยู่ ใช่หรือไม่	☐	☐
3. คุณป่วยเป็นโรคหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งรวมถึงโรคหลอดเลือดหัวใจ หัวใจล้มเหลว หรือจังหวะการเต้นของหัวใจผิดปกติของหรือไม่ ถ้าตอบว่าใช่ ให้ตอบข้อ 3a-3b ☐ ไม่ใช่ ข้ามไปข้อ 4		
a. คุณต้องใช้ยาหรือวิธีการรักษาอย่างอื่นที่ไม่ใช่ยาเพื่อควบคุมอาการของโรคอยู่ (ถ้าเคยรับประทานยาแต่ตอนนี้ไม่ต้องรับประทานยาหรือการรักษาอื่นที่ไม่ใช่ยาแล้ว ให้ตอบว่าไม่ใช่)	☐	☐
b. คุณเคยต้องใช้ยาเพื่อรักษาภาวะการเต้นของหัวใจผิดจังหวะ เช่น การเต้นผิดจังหวะเช่น AF หรือ PVC	☐	☐
c. คุณเป็นโรคหัวใจล้มเหลวแบบเรื้อรัง	☐	☐
d. คุณได้รับการวินิจฉัยเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ และไม่ได้ออกกำลังกายในช่วง 2 เดือนที่ผ่านมา	☐	☐
4. คุณเป็นโรคความดันโลหิตสูงหรือไม่ ถ้าใช่ให้ตอบคำถามข้อ 4a-4b ☐ ไม่ใช่ ให้ข้ามไปตอบข้อ 5		
a. คุณต้องควบคุมความดันโลหิตโดยใช้ยาหรือการรักษาอื่นๆที่ไม่ใช่ยาหรือไม่ (ถ้าเคยได้รับแต่ปัจจุบันไม่ต้องใช้ยาหรือการรักษาอื่นที่ไม่ใช่ยาแล้วให้ตอบข้อนี้ว่า ไม่ใช่)	☐	☐
b. ขณะนี้ คุณมีความดันโลหิตขณะพัก มากกว่าหรือเท่ากับ 160/90 ไม่ว่าจะรับประทานยาหรือไม่ได้รับประทานยา หรือไม่ (ถ้าไม่ทราบค่าความดันโลหิตขณะพักของคุณ ให้ตอบว่าใช่)	☐	☐
5. คุณเป็นโรคเบาหวานหรือมีภาวะน้ำตาลในเลือดสูงที่เรียกว่าภาวะก่อนเบาหวานหรือไม่ ถ้าตอบว่าใช่ให้ไปตอบคำถามข้อ 5a-5e ☐ ไม่ใช่ ให้ข้ามไปตอบข้อ 6		
a. คุณต้องควบคุมเบาหวานด้วยยา และการรักษาอื่นๆที่ไม่ใช่ยาหรือไม่	☐	☐
b. คุณประสบปัญหาภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำหลังจากการออกกำลังกายหรือมีกิจกรรมประจำวันเป็นประจำ ใช่หรือไม่ (อาการของการมีน้ำตาลต่ำในเลือดได้แก่ มือสั่น ใจสั่น กระวนกระวาย เหงื่อออกมาก เวียนศีรษะ ปวดศีรษะเล็กน้อย สับสน พูดไม่รู้เรื่องหรือพูดคล้ายบาก ง่วนเพลียหรือ ซึม)	☐	☐
c. คุณมีอาการหรืออาการแสดงของผลแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน ได้แก่ผลแทรกซ้อนของระบบหัวใจหรือหลอดเลือด หรือผลแทรกซ้อนทางตา ไต หรือมีอาการชาที่เท้าและนิ้วเท้า หรือไม่	☐	☐
d. คุณมีผลแทรกซ้อนอื่นๆหรือไม่ เช่น เป็นเบาหวานที่เกิดจากการตั้งครรภ์ หรือโรคไตวายเรื้อรัง หรือโรคตับ ใช่หรือไม่	☐	☐
e. คุณมีโปรแกรมที่จะออกกำลังกายที่หนักขึ้นกว่าที่เคยออกกำลังกายปกติ ในอนาคตอันใกล้ ใช่หรือไม่	☐	☐
6. คุณมีปัญหาสุขภาพจิต เช่นความจำเสื่อม โรคซึมเศร้า โรควิตกกังวล ความผิดปกติของการกิน โรคจิต โรคที่มีผลต่อเชาว์ปัญญา เช่น กลุ่มอาการดาวน์ ใช่หรือไม่ ถ้าใช่ให้ตอบคำถามข้อ 6a-6c ☐ ไม่ใช่ ให้ข้ามไปตอบข้อ 7		
a. คุณต้องรับประทานยา หรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่ง เพื่อรักษาโรคเหล่านั้นอยู่ ใช่หรือไม่ (ถ้าไม่ต้องใช้ยาหรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่งให้ตอบว่าไม่ใช่)	☐	☐
b. คุณเป็นโรคกลุ่มอาการดาวน์ (Down syndrome) และมีปัญหาปวดหลังอยู่ใช่หรือไม่	☐	☐

แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q +

7. คุณมีโรคของระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ โรคอุดกลั้นทางเดินหายใจแบบเรื้อรัง โรคหอบหืด โรคความดันของเส้นเลือดในปอดสูง (Pulmonary high blood pressure) ใช่หรือไม่ ถ้าใช่ให้ตอบคำถามข้อ 7a-7d ☐ ไม่ใช่ ให้ข้ามไปข้อ 8
   a. คุณต้องรับประทานยา หรือการรักษาอื่นตามที่แพทย์สั่ง เพื่อรักษาโรคเหล่านั้นอยู่ ใช่หรือไม่ (ถ้าไม่ต้องใช้ยาหรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่งให้ตอบว่าไม่ใช่) ☐ ☐
   b. แพทย์เคยบอกกับคุณว่า คุณมีปริมาณออกซิเจนในเลือดอยู่ในระดับต่ำทั้งในขณะพักหรือขณะออกกำลังกาย และจำเป็นต้องให้ออกซิเจนเพิ่มเติมเนื่องจากออกซิเจนในอากาศไม่เพียงพอ ใช่หรือไม่ ☐ ☐
   c. ในกรณีที่คุณเป็นโรคหอบหืด ขณะนี้คุณมีอาการ แน่นหน้าอก หายใจได้ยินเสียงวี๊ดๆ หายใจลำบาก ไอเป็นประจำ (มากกว่า 2 วันต่อสัปดาห์) หรือต้องได้รับการรักษาแบบฉุกเฉินมากกว่า 2 ครั้งในช่วงสัปดาห์ที่ผ่านมา ใช่หรือไม่ ☐ ☐
   d. แพทย์เคยบอกคุณว่า คุณมีความดันในเส้นเลือดที่ปอดสูง ใช่หรือไม่ ☐ ☐
8. คุณได้รับบาดเจ็บที่ไขสันหลัง และเป็นอัมพาตทั้งตัว หรือครึ่งซีก ถ้าใช่ให้ตอบข้อ 8a-8c ☐ ไม่ใช่ ข้ามไปตอบข้อ 9
   a. คุณต้องรับประทานยา หรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่ง เพื่อรักษาโรค ใช่หรือไม่ (ถ้าไม่ต้องใช้ยาหรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่งให้ตอบว่าไม่ใช่) ☐ ☐
   b. คุณประสบปัญหาความดันโลหิตขณะพักต่ำจนทำให้เกิดอาการเวียนศีรษะ ปวดศีรษะเล็กน้อย หรือเป็นลมไม่รู้สึกตัว ใช่หรือไม่ ☐ ☐
   c. แพทย์เคยบอกกับคุณว่า คุณมีภาวะความดันโลหิตสูงขึ้นอย่างฉับพลัน ที่เรียกในทางการแพทย์ว่า Autonomic dysreflexia ใช่หรือไม่ ☐ ☐
9. คุณป่วยเป็นโรคหลอดเลือดสมอง (Stroke) ซึ่งรวมถึง โรคที่หลอดเลือดสมองหดตัวชั่วคราว ทำให้เกิดอาการชั่วคราว แล้วกลับมาปกติภายใน 24 ชั่วโมง ที่ทางการแพทย์เรียกว่า ว่า Transient Ischemia Attack (TIA) หรือเป็น อัมพาต/อัมพฤกษ์ ใช่หรือไม่ ถ้าใช่ ให้ตอบคำถามข้อ 9a-9c ☐ ไม่ใช่ ให้ข้ามไปตอบข้อ 10
   a. คุณต้องรับประทานยา หรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่ง เพื่อรักษาโรค ใช่หรือไม่ (ถ้าไม่ต้องใช้ยาหรือการรักษาอื่นที่แพทย์สั่งให้ตอบว่าไม่ใช่) ☐ ☐
   b. คุณมีปัญหาในด้านการเดินหรือการเคลื่อนที่ใช่หรือไม่ ☐ ☐
   c. คุณเคยป่วยด้วยโรคเส้นเลือดสมองหรือมีปัญหาของระบบประสาทหรือกล้ามเนื้อในรอบ 6 เดือนที่ผ่านมา ใช่หรือไม่ ☐ ☐
10. คุณมีปัญหาด้านสุขภาพนอกเหนือจาก 9 ข้อด้านบนหรือไม่ หรือมีโรค มากกว่าหรือเท่ากับ 2 โรค ใช่หรือไม่ ถ้าใช่ให้ตอบคำถามข้อ 10a-10c ☐ ไม่ใช่ ให้ข้ามไปอ่านข้อเสนอแนะในหน้า 4
    a. ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยประสบอุบัติเหตุที่ศีรษะ จน หน้ามืด เป็นลมหมดสติ หรือสลบ หรือได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่า Cerebral concussion ใช่หรือไม่ ☐ ☐
    b. คุณมีโรคอื่นนอกจากที่โรคที่ได้กล่าวมาแล้ว เช่น โรคลมชัก (ลมบ้าหมู) โรคของระบบประสาท หรือโรคไต ใช่หรือไม่ ☐ ☐
    c. ปัจจุบันคุณมีโรคหรือภาวะทางการแพทย์ มากกว่าหรือเท่ากับ 2 โรค/ภาวะ ใช่หรือไม่ ถ้าตอบว่าใช่ โปรดระบุ โรคหรือภาวะที่ท่านเป็นอยู่ในปัจจุบัน ..... และชื่อยาหรือการรักษาอื่น ที่ใช้ ☐ ☐
    .....

ไปที่หน้าที่ 4 เพื่อดูคำแนะนำเกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์ในปัจจุบันของคุณ
พร้อมทั้งลงนามในคำประกาศของผู้เข้าร่วมกิจกรรมทางกาย

แบบสอบถามความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกาย แปลจาก 2019-PAR-Q +

ถ้าคุณตอบไม่ใช่ในทุกข้อ ของคำถามที่เกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์ คุณมีความพร้อมที่จะมีกิจกรรมทางกายหรือการออกกำลังกายที่เพิ่มมากขึ้น ให้คุณลงชื่อใน คำประกาศของผู้สมัครเข้าร่วมกิจกรรมทางกาย **(Participant Declaration)**

- แนะนำให้คุณปรึกษาผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกกำลังกายเพื่อแนะนำวิธีการออกกำลังกายที่ปลอดภัยและโปรแกรมการออกกำลังกายที่มีประสิทธิภาพที่สอดคล้องกับปัญหาสุขภาพของคุณ
- แนะนำให้เริ่มออกกำลังกายแบบเบาๆก่อนแล้วค่อยๆเพิ่มความหนักอย่างช้าๆ โดยออกกำลังแบบแอโรบิคที่ความหนักระดับเบาหรือปานกลาง **20-50** นาทีต่อครั้ง อาทิตย์ละ **3-5** วัน รวมถึงการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วย
- ถ้าคุณมีความก้าวหน้าของการออกกำลังกาย คุณควรมีเป้าหมายในการออกกำลังกายด้วยความหนักขนาดปานกลาง สะสมให้ได้ **150** นาทีหรือมากกว่า ต่อสัปดาห์
- ถ้าคุณอายุมากกว่า **45** ปี และไม่ได้ฝึกฝนในการออกกำลังกายที่มีความหนักเป็นประจำ คุณควรปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกายก่อนที่จะสมัครเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายต้องใช้ความหนักที่เพิ่มขึ้น

ถ้าท่านตอบว่าใช่ **1** หรือมากกว่า **1** ข้อ ของคำถามที่เกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์ คุณต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมก่อนที่จะไปร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายที่มีหนักเพิ่มขึ้น คุณควรที่จะตอบแบบสอบถามเฉพาะ คือ **ePARmed-X+** ที่ **web site** www.eparmedx.com และ/หรือ ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกายที่ผ่านการรับรอง เพื่อช่วยคุณทำแบบสอบถามใน **ePARmed-X+** หรือการค้นหาข้อมูลข่าวสารอื่นๆ

ให้ระลอการมีกิจกรรมทางกายที่เพิ่มขึ้น ในกรณีที่

- ✓ คุณกำลังป่วยเป็นโรคปัจจุบันที่ไม่ใช่โรคเรื้อรัง เช่น เป็นหวัด หรือมีไข้ โดยให้หายจากหวัดหรือไข้ก่อนจนกว่าอาการดีขึ้น
- ✓ ถ้าคุณกำลังตั้งครรภ์ ให้ปรึกษาแพทย์ หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย หรือให้ตอบคำถามใน **ePAR-X+** www.eparmedx.com ก่อนเพื่อที่จะให้คำแนะนำการมีกิจกรรมทางกายที่เหมาะสมก่อนจะเพิ่มกิจกรรมทางกาย
- ✓ ถ้าคุณมีการเปลี่ยนแปลงของสุขภาพ ให้ตอบคำถามในหน้า 3-4 หรือปรึกษาแพทย์ หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย ก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกายตามโปรแกรมที่เคยได้รับ

คุณควรถ่ายรูป **PAR-Q** ทั้ง **4** หน้า และไม่อนุญาตให้มีการเปลี่ยนแปลงคำตอบที่ได้ตอบก่อนหน้า ถ้ามีข้อสงสัยในการใช้ **PAR-Q+** หรือ **ePARMed-X** ภายหลังที่คุณได้ตอบแบบสอบถาม ให้ปรึกษาแพทย์ ก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกาย/ออกกำลังกาย

คำประกาศของผู้เข้าร่วมกิจกรรมทางกาย **(Participant Declaration)**

- ทุกท่านที่ได้ตอบแบบสอบถาม **PAR-Q+** จนครบทุกข้อ โปรดลงนามในคำประกาศด้านล่าง
- ผู้ที่ยังไม่บรรลุนิติภาวะตามกฎหมาย ต้องได้รับคำยินยามจาก พ่อแม่ ผู้ปกครอง และร่วมลงนามในประกาศนี้ด้วย

ข้าพเจ้า ผู้ซึ่งลงนามในคำประกาศนี้ ได้อ่าน เข้าใจ และได้ตอบคำถามทั้งหมดอย่างเต็มใจ และตระหนักเป็นอย่างดีว่า คำประกาศนี้สามารถใช้ได้ภายใน 12 เดือนนับจากวันที่ได้ทำแบบสอบถาม และจะไม่มีผลในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงของเงื่อนไข ข้าพเจ้ายินยอมที่จะให้ ผู้จัด/ ศูนย์ฝึกกิจกรรมทางกาย ได้สำเนาเอกสารนี้เก็บไว้อีกฉบับ โดยผู้จัด/ศูนย์ฝึก ต้องไม่นำข้อมูลไปเปิดเผยและรักษาความลับตามที่กฎหมายกำหนด

ชื่อ ..... ลายเซน ..... วันที่ .....

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

ภาคผนวก ง

คำอธิบายโปรแกรมการฝึก

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกายบนเครื่องรีฟอร์เมอร์พิลาทีสเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดโรคที่เกี่ยวข้องกับหัวใจและหลอดเลือดและเพื่อพัฒนาหน้าที่การทำงานของหลอดเลือดให้กับผู้ายุ

ชุดอบอุ่นร่างกายก่อนการออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีส

1. Breathing exercise with pilates ball

อบอุ่นร่างกายด้วยการหายใจแบบพิลาทีสปกติ 10 ลมหายใจ และหายใจพร้อมการบีบลูกบอลด้วยขาทั้งสองข้าง 10 ลมหายใจ

2. Arms circle

เคลื่อนไหวกล้ามเนื้อที่อยู่หัวไหล่ทั้งสองข้าง ตามมุมการเคลื่อนไหวเป็นวงกลมไปด้านหน้า และไปด้านหลัง 10 วงกลม

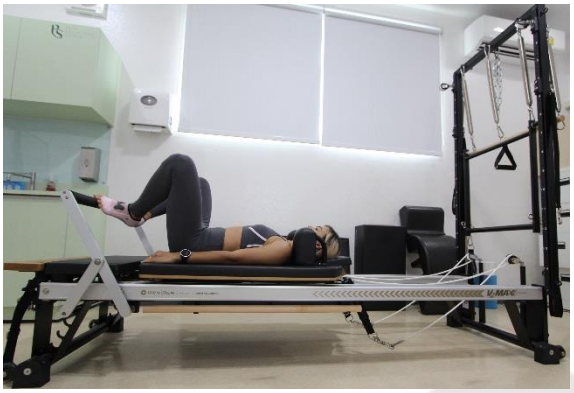
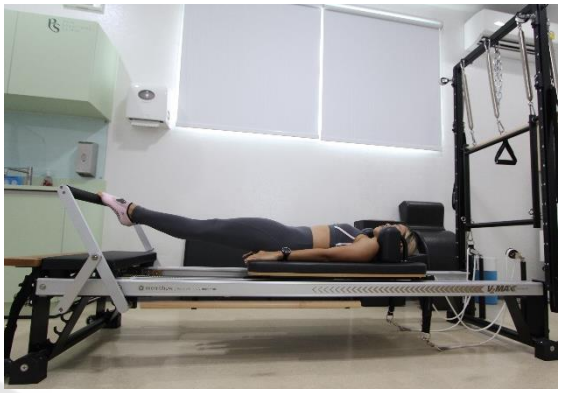
3. Imprint release

เคลื่อนไหวกระดูกสะโพกเพื่อกระตุ้นการทำงานของแกนกลางลำตัวชั้นลึกบริเวณสะโพก 10 ครั้ง

4. Hip Roll

เคลื่อนกระดูกสะโพกจากพื้นให้ได้ใช้กล้ามเนื้อก้นและต้นขาด้านหลัง 10 ครั้ง

ชุดออกกำลังกายแบบรีฟอร์เมอร์พิลาทีส

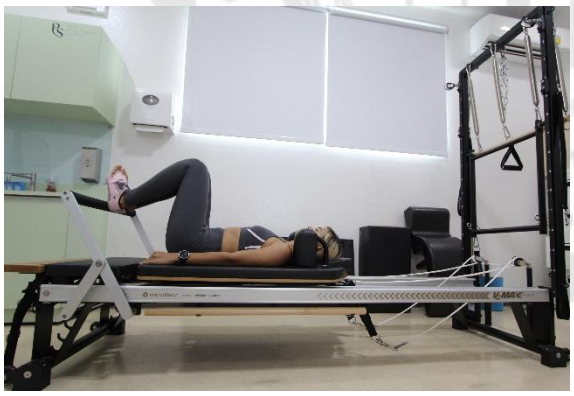
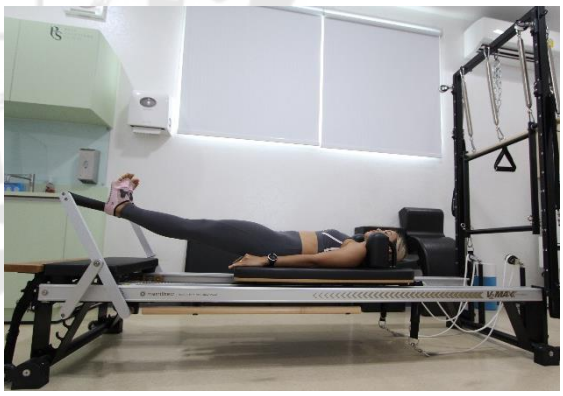
ภาพประกอบ 21 1. Footwork, Heels Together toes apart

ท่าเตรียมนอนหงาย กระดูกสะโพกวางในตำแหน่งธรรมชาติ, หัวไหล่ห่างจากที่กั้น, แขนสองข้างวางข้างลำตัวผ่อนคลาย, วางจมูกเท้าที่ตัวบาร์ส้นเท้าชิดปลายเท้าแยก

หายใจเข้า : เพื่อเตรียม

หายออก : ขาทั้งสองข้างเหยียดดันเครื่องออก

หายใจเข้า : เพื่อนำเครื่องกลับ

ภาพประกอบ 22 2. Footwork, Heels on bar

ท่าเตรียมนอนหงาย กระดูกสะโพกวางในตำแหน่งธรรมชาติ, หัวไหล่ห่างจากที่กั้น, แขนสองข้างวางข้างลำตัวผ่อนคลาย, วางส้นเท้าที่ตัวบาร์กระดกข้อเท้าขึ้น

หายใจเข้า : เพื่อเตรียม

หายออก : ขาทั้งสองข้างเหยียดดันเครื่องออก

หายใจเข้า : เพื่อนำเครื่องกลับ

ภาพประกอบ 23 3. Footwork, Toes on bar

ท่าเตรียมนอนหงาย กระดูกสะโพกวางในตำแหน่งธรรมชาติ, หัวไหล่ห่างจากที่กั้น, แขนสองข้างวางข้างลำตัว ผ่อนคลาย, วางจมูกเท้าที่ตัวบาร์เหยียดข้อเท้า

หายใจเข้า : เพื่อเตรียม

หายออก : ขาทั้งสองข้างเหยียดดันเครื่องออก

หายใจเข้า : เพื่อนำเครื่องกลับ

ภาพประกอบ 24 4. Foot work, Lower & Lift

ท่าเตรียมนอนหงาย กระดูกสะโพกวางในตำแหน่งธรรมชาติ, หัวไหล่ห่างจากที่กั้น, แขนสองข้างวางข้างลำตัว ผ่อนคลาย, วางจมูกเท้าที่ตัวบาร์เหยียดข้อเท้า

หายใจเข้า : เพื่อเตรียม

หายออก : ขาทั้งสองข้างเหยียดดันเครื่องออก และลดส้นเท้าลงใต้บาร์

หายใจเข้า : ยกส้นเท้าขึ้น เหยียดปลายเท้าออก

*ลดส้นเท้าและยกส้นเท้า 10 ครั้ง แล้วหายใจเข้านำเครื่องกลับสู่ทางเตรียม

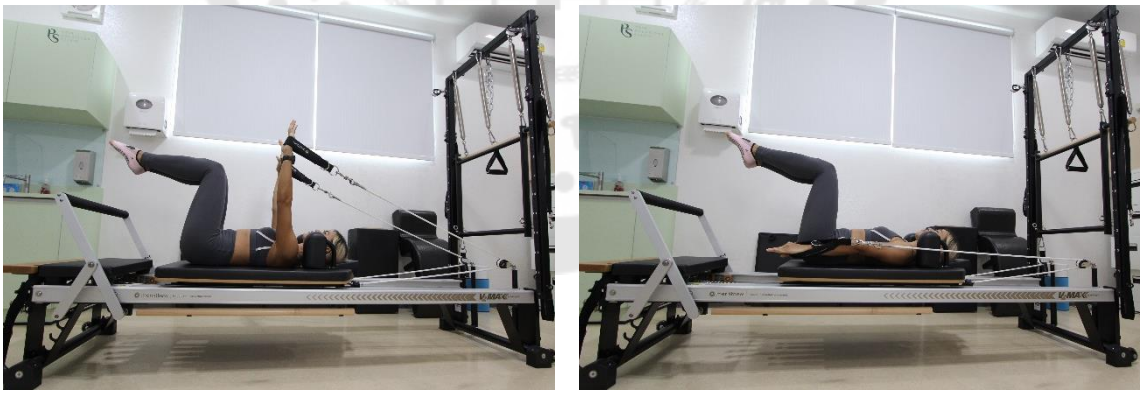
ภาพประกอบ 25 5. Midback series, Triceps

ท่าเตรียมนอนหงาย กระดูกสะโพกวางในตำแหน่งธรรมชาติ, แขนสองข้างถือสเตร็ป, งอข้อศอกทำมุม 90 องศา, ขาทั้งสองข้างยกลอยขึ้นทำมุมฉาก 90 องศา ที่ท่าเทเบอร์ท๊อป

หายใจเข้า : เพื่อเตรียม

หายออก : แขนสองข้างออกแรงต้านกดมือลงข้างลำตัว ดึงเครื่องออก

หายใจเข้า : ยกแขนขึ้นที่มีแรงต้าน เพื่อนำเครื่องกลับ



ภาพประกอบ 26 6. Midback series, straight down

ท่าเตรียมนอนหงาย กระดูกสะโพกวางในตำแหน่งธรรมชาติ, แขนสองข้างถือสเตร็ป, ขาทั้งสองข้างยกลอยขึ้นทำมุมฉาก 90 องศา ที่ท่าเทเบอร์ท๊อป

หายใจเข้า : เพื่อเตรียม

หายออก : แขนสองข้างออกแรงต้านกดมือลงข้างลำตัว ดึงเครื่องออก

หายใจเข้า : ยกแขนขึ้นที่มีแรงต้าน เพื่อนำเครื่องกลับ

ภาพประกอบ 27 7. Midback series, Side

ท่าเตรียมนอนหงาย กระดูกสะโพกวางในตำแหน่งธรรมชาติ, แขนสองข้างถือสเตร็ป, กางแขนทั้งสองข้างออกทางด้านข้าง, ขาทั้งสองข้างยกลอยขึ้นทำมุมฉาก 90 องศา ที่ท่าเทเบอร์ท๊อป

หายใจเข้า : เพื่อเตรียม

หายออก : แขนสองข้างออกแรงต้านดึงมือเข้าข้างลำตัว ขยับเครื่องออก

หายใจเข้า : กางแขนออกทางด้านข้างโดยยังมีแรงต้านที่แขนและมือ เพื่อนำเครื่องกลับ

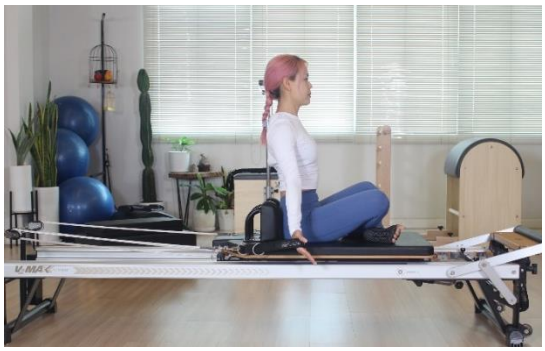
ภาพประกอบ 28 8. Front rowing prep, Offering

ท่าเตรียมนั่งหลังตรง, น้ำหนักอยู่กระดูกลองนั่งทั้งสองข้างเท้ากัน, มือทั้งสองข้างถือ สเตร็ป งอข้อศอกทำมุม 90 องศา

หายใจเข้า : เพื่อเตรียม

หายใจออก : ออกแรงต้านเหยียดแขนสองข้างดันเครื่องออกโดยที่ลำตัวไม่ขยับ

หายใจเข้า : งอข้อศอก กลับสู่ท่าเตรียม

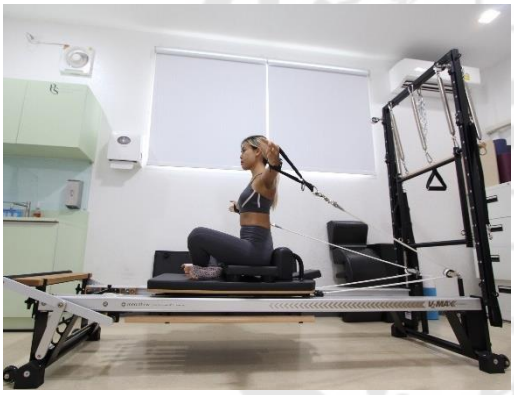
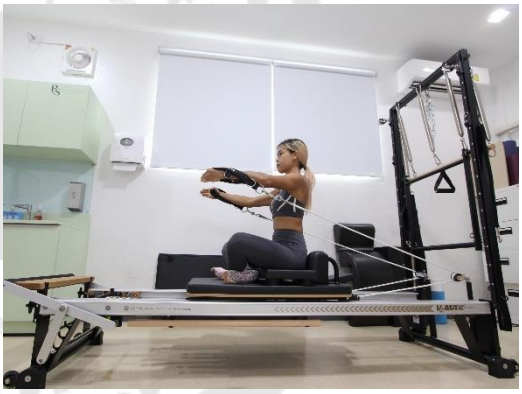


ภาพประกอบ 29 9. Front Rowing Prep, straight forward

ท่าเตรียมนั่งหลังตรง, น้ำหนักอยู่กระดูกลองนั่งทั้งสองข้างเท้ากัน, มือทั้งสองข้างถือ สเตร็ป แขนตรง

หายใจเข้า : เพื่อเตรียม

หายใจออก : ออกแรงต้านเหยียดแขนสองข้างดันเครื่องออกโดยที่ลำตัวไม่ขยับ

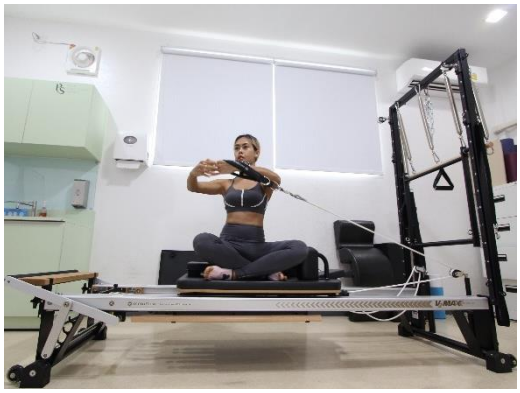
ภาพประกอบ 30 10. Front rowing prep, Second position

ท่าเตรียมนั่งหลังตรง, น้ำหนักอยู่กระดูกลองนั่งทั้งสองข้างเท้ากัน, มือทั้งสองข้างถือสเตร็ป, กางแขนออกทางด้านข้าง

หายใจเข้า : เพื่อเตรียม

หายใจออก : ออกแรงต้านดึงแขนสองข้างหุบเข้าหากันและดึงเครื่องออก โดยที่ควบคุมให้ลำตัวตั้งตรง

หายใจเข้า : กางแขนออกเพื่อกลับสู่ท่าเตรียม



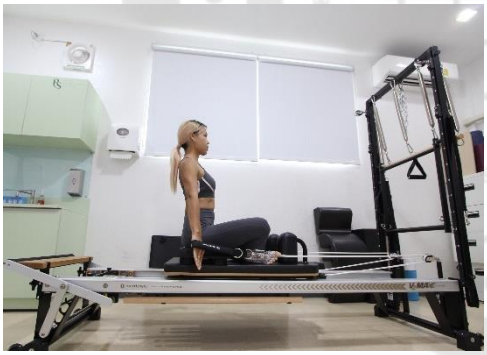
ภาพประกอบ 31 11. Side twist sitting

ท่าเตรียมนั่งหลังตรง, ลำตัวหันทางด้านข้าง, น้ำหนักอยู่กระดูกลองนั่งทั้งสองข้าง, มือหนึ่งข้างถือสเต็ป

หายใจเข้า : เพื่อเตรียม

หายใจออก : ออกแรงต้านดึงเครื่องและหมุนลำตัวไปด้านบาร์ และควบคุมให้สะโพกไม่เคลื่อนไหว มีการเคลื่อนไหวจากลำตัวเท่านั้น

หายใจเข้า : หมุนลำตัวกลับสู่ท่าเตรียม



ภาพประกอบ 32 12. Back rowing prep, Plow

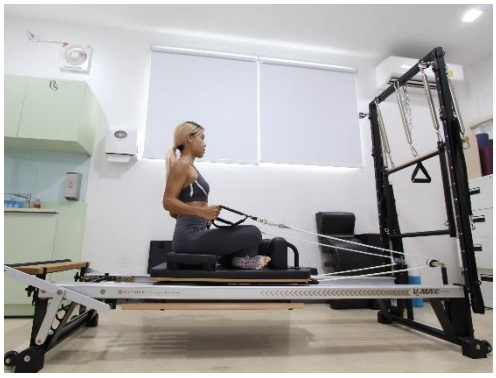
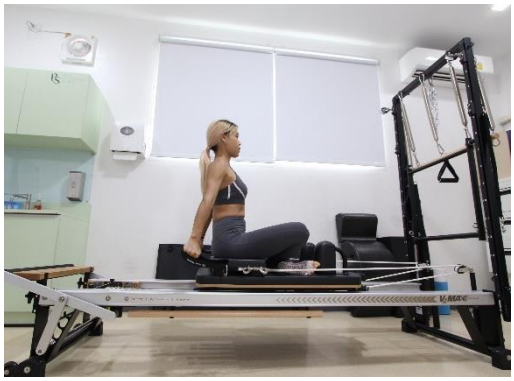
ท่าเตรียมนั่งหลังตรง, น้ำหนักอยู่กระดูกลองนั่งทั้งสองข้างเท้ากัน, มือทั้งสองข้างถือ

สเต็ป, แขนสองข้างเหยียดตรงลงพื้น

หายใจเข้า : เพื่อเตรียม

หายใจออก : ออกแรงต้านยกแขนทั้งสองข้างขึ้น ความสูงเท่าหัวไหล่ทั้งดึงเครื่องออก โดยที่ควบคุมให้ลำตัวตั้งตรง

หายใจเข้า : ลดแขนลงเพื่อกลับสู่ท่าเตรียม

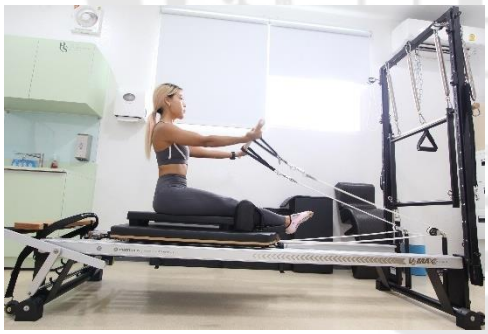
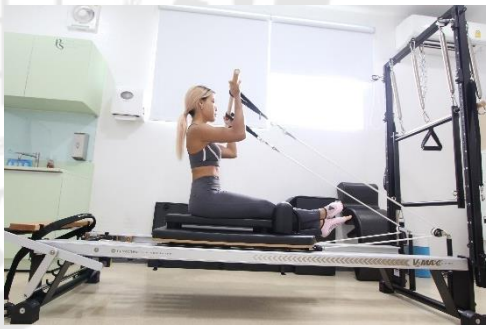
ภาพประกอบ 33 13. Back rowing prep, Triceps

ท่าเตรียมนั่งหลังตรง, น้ำหนักอยู่กระดูกลองนั่งทั้งสองข้างเท้ากัน, มือทั้งสองข้างถือสเตร็ป, แขนสองข้างเหยียดตรงลงพื้น

หายใจเข้า : เพื่อเตรียม

หายใจออก:ออกแรงต้านดันมือทั้งสองข้างไปด้านหลังลำตัวดึงเครื่องออกโดยที่ควบคุมให้ลำตัวตั้งตรง

หายใจเข้า : นำแขนกลับสู่ท่าเตรียม

ภาพประกอบ 34 14.Back rowing prep, Biceps curl

ท่าเตรียมนั่งหลังตรง, น้ำหนักอยู่กระดูกลองนั่งทั้งสองข้างเท้ากัน, มือทั้งสองข้างถือสเตร็ป, กางแขนสองข้างเหยียดตรง ออกทางด้านข้าง

หายใจเข้า : เพื่อเตรียม

หายใจออก :ออกแรงต้านดันมือทั้งสองข้างไปด้านหลังลำตัวดึงเครื่องออกโดยที่ควบคุมให้ลำตัวตั้งตรง

หายใจเข้า : นำแขนกลับสู่ท่าเตรียม

ภาพประกอบ 35 15. Biceps curl with row back

ท่าเตรียมนั่งหลังตรง, น้ำหนักอยู่กระดูกลองนั่งทั้งสองข้างเท้ากัน, มือทั้งสองข้างถือสเตร็ป, กางแขนสองข้างเหยียดตรง ออกทางด้านข้าง

หายใจเข้า : เพื่อเตรียม

หายใจออก : โค้งลำตัวนอนลงเล็กน้อย น้ำหนักอยู่บริเวณกระเบนเหน็บพร้อมงอศอก มือดึงเชือกทำท่า biceps curl

หายใจเข้า : นำแขนกลับสู่ท่าเตรียม

ภาพประกอบ 3616.Stomach massage

ท่าเตรียมนั่งหลังโค้งเป็นรูปตัวซี, น้ำหนักอยู่ด้านหลังของกระดูกลองนั่ง, มือทั้งสองจับที่ตัวบาร์, จมูกเท้าวางที่ตัวบาร์, ส้นเท้าชิดปลายเท้าแยก และเข่ากางกว้างเท่าหัวไหล่

หายใจเข้า : เพื่อเตรียม

หายใจออก : ออกแรงหน้าท้องและขาทั้งสองข้างดันเครื่องออก

หายใจเข้า : งอเข่านำเครื่องกลับสู่ท่าเตรียม

ภาพประกอบ 37 17.Long box, Plow

ท่าเตรียมนอนคว่ำบนกล่อง มือทั้งสองข้างจับเชือก ศีรษะก้มลง ขาเหยียดตรง วางผ้าลองกระดูกสะโพกเพื่อป้องกันการกดที่หลังและกระดูกสะโพก

หายใจเข้า : เพื่อเตรียม

หายใจออก : แขนสองข้างดึงเชือก พร้อมยกลำตัวขึ้น กระดูกสันหลังเป็นเส้นตรง

หายใจเข้า : วางลำตัวกลับสู่ท่าเตรียม

ภาพประกอบ 38 18. Arms pulling straps, Triceps

ท่าเตรียมนอนคว่ำบนกล่อง มือทั้งสองข้างจับเชือก งอข้อศอกทำมุม 90 องศา ลำตัวเหยียดตรงและขาเหยียดตรง วางผ้าลองกระดูกสะโพกเพื่อป้องกันการกดที่หลังและกระดูกสะโพก

หายใจเข้า : เพื่อเตรียม

หายใจออก : ออกแรงต้านที่แขนดึงเครื่องออก แขนเหยียดตรง

หายใจเข้า : งอข้อศอกกลับสู่ท่าเตรียม

ชุดคูลน์ดาวร่างกายก่อนการออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีส

ภาพประกอบ 39 19.Running

ท่าเตรียมนอนหงาย กระดูกสะโพกวางในตำแหน่งธรรมชาติ, หัวไหล่ห่างจากที่กั้น, แขนสองข้างวางข้างลำตัว ผ่อนคลาย, วางจมูกเท้าที่ตัวบาร์เหยียดข้อเท้า

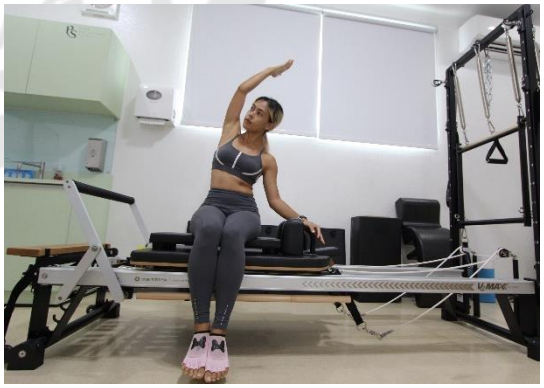
หายใจเข้า : เพื่อเตรียม

หายออก : ขาทั้งสองข้างเหยียดดันเครื่องออก กดส้นเท้าหนึ่งข้างลอดใต้บาร์

หายใจเข้า : ยกส้นเท้าสองข้างขึ้นเหยียดปลายเท้า

หายใจออก : สลับข้าง *สลับเท้าขึ้นและลง 50 ครั้ง

หายใจเข้า : กลับสูงท่าเตรียม



ภาพประกอบ 40 20.Mermaid

ท่าเตรียมนั่งพับเพียบบนที่ลองสะโพกหย่อนข้างสองข้างลงด้านหน้า, มือด้านนึ่งจับบาร์, แขนอีกข้างยกขึ้น, ลำตัวตั้งตรง และสะโพกสองข้างวางเท้ากันน้ำหนักบนกระดูกลองนั่ง

หายใจเข้า : เพื่อเตรียม

หายใจออก : แขนที่วางบาร์ดันเครื่องออก, ยืดลำตัวไปทางบาร์ พยายามคุมสะโพกให้เท่ากัน ยืดลำตัวทางด้านข้าง

หายใจเข้า : ลำตัวกลับในท่านั่งหลังตรง และนำมือตรงข้างบาร์จับที่กั้นหัวไหล่

หายใจออก : ยืดลำตัวไปทางด้านที่กั้นหัวไหล่

หายใจเข้า : กลับสู่ท่าเตรียม

ภาพประกอบ 41 21.Single Thigh Stretch

ท่าเตรียมยืดด้านข้างของเครื่องรีฟอร์เมอร์ โดยขาทั้งสองข้างเท่ากัน, สะโพกเท่ากัน, วางเข่าหนึ่งข้างบนตัวเครื่องและมีที่ลองเข่า, มือทั้งสองข้างจับที่ตัวบาร์

หายใจเข้า : เพื่อเตรียม

หายใจออก : ใช้แรงขาที่วางบนเครื่องดันเครื่องออก เพื่อยืดกล้ามเนื้อขาด้านหน้าและลำตัวด้านหน้า

หายใจออก : กลับสู่ท่าเตรียม

แบบแสดงความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อโปรแกรม

โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยรีฟอร์เมอร์พิลาทีสที่ส่งผลต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด

คำชี้แจง ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อโปรแกรม

โดยใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในช่องความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาปรับปรุงต่อไป

รายการขอความคิดเห็น	ความคิดเห็น			ข้อเสนอแนะ
	เหมาะสม 1	ไม่แน่ใจ 0	ไม่เหมาะสม -1	
1. โปรแกรมการออกกำลังกาย มีความชัดเจน เข้าใจง่าย และสามารถปฏิบัติได้				
2. โปรแกรมการออกกำลังกายมีการอบอุ่นร่างกายที่เหมาะสม				
3. โปรแกรมการออกกำลังกายมีความต่อเนื่องและระยะเวลาในการออกกำลังกายเหมาะสม				
4. โปรแกรมการออกกำลังกายมีการคูลดาวน์ร่างกายที่เหมาะสม				
โปรแกรมการออกกำลังกายรีฟอร์เมอร์พิลาทีสมีความเหมาะสมกับผู้สูงอายุ				
5. อบอุ่นร่างกาย 1. Breathing flexed forward				
6. อบอุ่นร่างกาย 2. Arms circle				
7. อบอุ่นร่างกาย 3. Imprint & Release				
8. อบอุ่นร่างกาย 4. Hip Roll				

9. ท่าออกกำลังกายที่ 1. Toes apart heels together				
10. ท่าออกกำลังกายที่ 2. Heels on bar				
11. ท่าออกกำลังกายที่ 3. Toes on bar				
12. ท่าออกกำลังกายที่ 4. Lower & Lift				
13. ท่าออกกำลังกายที่ 5. Triceps press				
14. ท่าออกกำลังกายที่ 6. Straight down				
15. ท่าออกกำลังกายที่ 7. Side				
16. ท่าออกกำลังกายที่ 8. Front Rowing Prep, Offering				
17. ท่าออกกำลังกายที่ 9. Front Rowing Prep, straight forward				
18. ท่าออกกำลังกายที่ 10. Front Rowing Prep, Second position				
19. ท่าออกกำลังกายที่ 11. Side twist sitting				
20. ท่าออกกำลังกายที่ 12. Back Rowing Prep, Plow				
21. ท่าออกกำลังกายที่ 13. Back Rowing Prep, Triceps				
22. ท่าออกกำลังกายที่ 14. Back Rowing Prep, Biceps				
22. ท่าออกกำลังกายที่ 15. Biceps curls with row back				
23. ท่าออกกำลังกายที่ 16. Stomach Massage, Round back				
24. ท่าออกกำลังกายที่ 17. Arms Pulling Strap, Plow				

25. ท่าออกกำลังกายที่ 18. Arms Pulling Strap, Triceps				
26. ท่าออกกำลังกายที่ 19. Running				
27. คูลดาวน์ร่างกายที่ 1. Mermaid siting				
28. คูลดาวน์ร่างกายที่ 2. Single thigh stretched				

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

ขอแสดงความขอบคุณอย่างยิ่ง

.....

(.....)

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

ตารางวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

โปรแกรมการออกกำลังกายด้วยรีฟอร์เมอร์พิลาทีสที่ส่งผลต่อหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด

รายการขอความคิดเห็น	ประมาณค่าความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
1. โปรแกรมการออกกำลังกาย มีความชัดเจน เข้าใจง่าย และสามารถปฏิบัติได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
2. โปรแกรมการออกกำลังกายมีการอบอุ่นร่างกายที่เหมาะสม	+1	+1	+1	0	+1	0.8	ใช้ได้
3. โปรแกรมการออกกำลังกายมีความต่อเนื่องและระยะเวลาในการออกกำลังกายเหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
4. โปรแกรมการออกกำลังกายมีการคูลดาวน์ร่างกายที่เหมาะสม	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
5. โปรแกรมการออกกำลังกายมีความหลากหลายของการใช้กล้ามเนื้อ	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
6. โปรแกรมการออกกำลังกายมีความยืดหยุ่นสำหรับผู้ออกกำลังกาย	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
7. โปรแกรมการออกกำลังกายมีความสอดคล้องกับหน้าที่การทำงานของหลอดเลือด	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
8. โปรแกรมการออกกำลังสามารถเพิ่มการทำงานของเซลล์บุผนังหลอดเลือดได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
9. การตรวจผลของการออกกำลังกายจากค่าการไหลเวียนโลหิต (Flow-mediated-dilatation; FMD)	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
10. การตรวจผลของการออกกำลังกายจากค่าความแข็งตัวของหลอดเลือด (Pulse wave	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้

velocity; PWV)							

ค่า IOC = $\frac{1.0+0.8+1.0+0.8+1.0+0.8+1.0+1.0+1.0+1.0}{10}$

$= \frac{8.4}{10} = 0.84$

สรุปว่า แบบฝึก ใช้ได้

ภาคผนวก จ
เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ภาพประกอบ 42 เครื่องรีฟอร์เมอร์พิลาทีส (Stott pilates reformer Vo2Max)

ภาพประกอบ 43 อุปกรณ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ

ภาพประกอบ 44 เครื่องวัดความดันโลหิต

ภาพประกอบ **45** เครื่องวัดองค์ประกอบร่างกาย **(Tanita)**

ภาพประกอบ **46** เครื่องอัลตราซาวด์หลอดเลือด(**Flow-mediated-dilated: FMD**)

ภาพประกอบ 47 เครื่องวัดค่าความแข็งตัวของหลอดเลือด (Pulse wave velocity: PWV)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ยุพาวรรณ ระงับไพร
วัน เดือน ปี เกิด	21 มีนาคม 2533
สถานที่เกิด	เพชรบูรณ์
ที่อยู่ปัจจุบัน	318/594 The stage condo เตาปูน แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800