

การเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกแรง
ต้านในระดับต่ำกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านในระดับสูงของกล้ามเนื้อหลัง

COMPARISONS BETWEEN LOW-INTENSITY RESISTANCE TRAINING WITH BLOOD
FLOW RESTRICTION AND HIGH-INTENSITY RESISTANCE TRAINING ON
BACK MUSCLE

ชานนท์ สีนวล

การเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกแรง
ต้านในระดับต่ำกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านในระดับสูงของกล้ามเนื้อหลัง



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

COMPARISONS BETWEEN LOW-INTENSITY RESISTANCE TRAINING WITH BLOOD
FLOW RESTRICTION AND HIGH-INTENSITY RESISTANCE TRAINING ON
BACK MUSCLE



CHANON SEENUAN

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

2022

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกแรง
ต้านในระดับต่ำกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านในระดับสูงของกล้ามเนื้อหลัง

ของ

ชานนท์ สีนวล

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิจิต มิตรานันท์) (รองศาสตราจารย์ ดร.อภิรักษ์ณ์ เทียนทอง)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัฉริยะ เอนก)

ชื่อเรื่อง	การเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบการจำกัดการไหลเวียนของเลือดรวมกับการฝึกแรงต้านในระดับต่ำกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านในระดับสูงของกล้ามเนื้อหลัง
ผู้วิจัย	ชานนท์ สีนวล
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิจิต มิตรานันท์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดรวมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในระดับสูงที่มีผลต่อกล้ามเนื้อหลัง ศึกษาในกลุ่มผู้ชายวัยทำงาน อายุ 18-39 ปี ไม่มีประวัติการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา ทั้งหมด 30 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน ใช้วิธีสุ่มแบบเป็นระบบเข้ากลุ่ม กลุ่มที่ 1 จำกัดการไหลเวียนของเลือดรวมกับการฝึกด้วยแรงต้านระดับต่ำ กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยแรงต้านระดับสูง และกลุ่มควบคุม ช่วงระยะเวลาในการฝึก 8 สัปดาห์ ฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ ทำการทดสอบ 1RM ในท่า Lat pulldown ก่อนเริ่มการฝึก กลุ่มที่ 1 จำกัดการไหลเวียนของเลือดรวมกับการฝึกที่ 30% ของ 1RM กลุ่มที่ 2 ฝึกที่ 75 % ของ 1 RM ฝึก 8 สัปดาห์ การศึกษานี้มีการทดสอบทั้งหมด 2 ครั้งคือก่อนและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ โดยทดสอบ 1RM ในท่า Lat Pulldown 1RM ในท่า Preacher curl วัดค่าของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อหลัง บริเวณใต้สะบัก วัดค่าของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อแขน และวัดองค์ประกอบของร่างกาย ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ากลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีค่า 1 RM ในท่า Lat pulldown 1RM ในท่า Preacher curl ค่าของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบักและค่าของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อแขนเพิ่มขึ้นหลังฝึก 8 สัปดาห์ ($p < 0.05$) และวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มพบว่ากลุ่มที่ 2 มีค่า 1 RM ในท่า Lat pulldown และค่าของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($p < 0.05$) สรุปได้ว่าการฝึกทั้งสองรูปแบบให้ประสิทธิภาพใกล้เคียงกันสามารถนำรูปแบบการฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดไปประยุกต์ใช้ได้

คำสำคัญ : การออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือด, การออกกำลังกายแบบแรงต้านในระดับสูง, ความสามารถในการออกแรงสูงสุด ใน 1 ครั้ง

Title	COMPARISONS BETWEEN LOW-INTENSITY RESISTANCE TRAINING WITH BLOOD FLOW RESTRICTION AND HIGH-INTENSITY RESISTANCE TRAINING ON BACK MUSCLE
Author	CHANON SEENUAN
Degree	MASTER OF SCIENCE
Academic Year	2022
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Witid Mittranun

The study aims to compare the results of exercise with blood flow restriction combined with low resistance training and high resistance training on the back muscles. The subjects were 30 working age men, aged between 18- 39 without background resistance training six months ago were randomly selected with systematic sampling into three groups of ten subjects each: blood flow restriction with low resistance (training 30% of one repetition maximum [1-RM]), high-intensity resistance training (training 75% of one repetition maximum [1-RM]), and no training control. The two training groups performed Lat pulldown exercises three days a week for eight weeks. Before and after eight weeks of training, the subjects were tested 1RM of Lat Pulldown, 1RM of Preacher Curl, and the measured posterior scapular circumference measured the circumference of the arm and body composition. The analysis of the paired t-test revealed that two training groups 1RM of Lat Pulldown, 1RM of Preacher Curl, and the posterior scapular circumference and circumference of the arm were significantly greater after eight weeks of training ($p < 0.05$). The Analysis of Covariance revealed high-intensity resistance training had 1RM in Lat pulldown and the posterior scapular circumference was different from the control group ($p < 0.05$). There was concluded both types of training were similarly effective and can be applied in the design of resistance training programs.

Keyword : Blood flow restriction training, High intensity resistance training, One repetition maximum

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี เพราะได้รับความเมตตาจากอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิฑิต มิตรานันท์ ประธานควบคุมปริญญาานิพนธ์ ที่ให้ความรู้ คำปรึกษา และ ชี้แนะต่าง ๆ ในการจัดทำปริญญาานิพนธ์รวมถึง การอบรม สั่งสอน และการแก้ไขข้อบกพร่อง ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาภรณ์ ศิลา เลิศเดชกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ปิปทุม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญาวีร์ ภาณุรัชต์สุนนท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัฉริยะ เอนก และอาจารย์ ดร.เกริกวิทย์ พงศ์ศรี เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณา ตรวจสอบ แก้ไขโปรแกรมการฝึกการออกกำลังกายแบบการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการ ฝึกแรงต้านในระดับต่ำกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านในระดับสูงของกล้ามเนื้อหลังและให้ คำแนะนำในการสร้างโปรแกรมให้ถูกต้อง และสมบูรณ์ที่สุด

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้ด้วยความเมตตาจากอย่างสูง สั่งสอน ให้ลูกศิษย์เป็นคนดีมีความรู้ ความเชี่ยวชาญในด้านต่างๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้ที่อบรมสั่งสอนให้เป็นคนดี มีความอดทน ขยันหมั่นเพียร และเป็นผู้สนับสนุนหลักทั้งร่างกายและแรงใจ คอยห่วงใย ขอบคุณครอบครัวที่คอย ให้กำลังใจตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ขอคุณเพื่อนๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ที่คอยให้กำลังใจและคำปรึกษา ซึ่งเป็นแรงบันดาลใจให้ผู้วิจัยฟันฝ่าอุปสรรคต่างๆ ในการวิจัยครั้งนี้ได้เป็นอย่างดี ทำให้ปริญญา นิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี ผู้วิจัยมีความรู้สึกซาบซึ้งในน้ำใจและความกรุณาของท่านเป็น อย่างสูง

ชานนท์ สีนวล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญรูปภาพ	ฏ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
ความสำคัญของการวิจัย.....	5
ขอบเขตในการวิจัย.....	5
ประชากรในการวิจัย.....	5
กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย	5
ข้อตกลงเบื้องต้น	5
ตัวแปรที่ศึกษา	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	7
สมมติฐานในการวิจัย	7
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	8
1. การออกกำลังกายแบบแรงต้าน (Weight training)	8
2. โปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อหลังด้วยการใช้แรงต้าน	9

1. การจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้าน.....	11
4. การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
5.สรุปผลการทบทวนและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	18
การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง.....	18
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย	18
การเลือกกลุ่มตัวอย่าง	18
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	19
ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ	19
เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล.....	21
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	21
ช่วงปรับตัวก่อนเข้าร่วมโปรแกรมการฝึก (Familyization phase).....	22
ช่วงโปรแกรมการฝึก.....	23
การเก็บข้อมูลหลังจากการทำการฝึก (Acute phase).....	23
การปรับเปลี่ยนระดับความหนักของการฝึก	24
การหาค่าความหนักที่ใช้ในการจำกัดการไหลเวียนเลือดบริเวณต้นแขน.....	24
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล	24
บทที่ 4.....	26
ผลดำเนินการวิจัย.....	26
บทที่ 5.....	43
สรุปการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	43
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า.....	45
การอภิปรายผล.....	48

ข้อจำกัดในงานวิจัย	50
ข้อเสนอแนะ	50
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	50
บรรณานุกรม	51
ภาคผนวก.....	55
ภาคผนวก ก	56
แบบสอบถามเพื่อประเมินความพร้อมก่อนออกกำลังกาย.....	56
ภาคผนวก ข.....	58
การทดสอบหาน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้จำนวน 1 ครั้ง	58
ภาคผนวก ค	60
โปรแกรมฝึกการออกกำลังกายกล้ามเนื้อหลัง.....	60
ภาคผนวก ง.....	63
การอบอุ่นร่างกายก่อนการเริ่มโปรแกรมการฝึกและการยืดกล้ามเนื้อหลังทำการฝึก	63
ภาคผนวก จ.....	65
การหาค่าการปิดกั้นการไหลเวียนเลือดแดง (Arterial occlusion pressure: AOP).....	65
และการคำนวณหาความดันที่ใช้ในการออกกำลังกายด้วยเทคนิค BFR	65
ภาคผนวก ฉ	67
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	67
ภาคผนวก ช.....	71
ใบรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์.....	71
ภาคผนวก ซ.....	73
หนังสือเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยและหนังสือแสดงความยินยอมการเข้าร่วมโครงการวิจัย	73

ภาคผนวก ฉ 79

รายชื่อผู้ทรงเชี่ยวชาญตรวจโปรแกรมการฝึกท่า Lat pulldown และการประเมินค่าดัชนีความ
 สอดคล้อง (IOC) 79

ประวัติผู้เขียน..... 84



สารบัญตาราง

หน้า

ไม่พบรายการสารบัญภาพ



สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 แสดงส่วนของกล้ามเนื้อ latissimus dorsi	10
ภาพประกอบ 2 Lat pulldown ทำฝึกกล้ามเนื้อ latissimus dorsi	11
ภาพประกอบ 3 แสดงการใช้อุปกรณ์จำกัดการไหลเวียนเลือดที่แขนในระหว่างการฝึก.....	12



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันการออกกำลังกายเป็นสิ่งทีหลายๆคนเล็งเห็นถึงความสำคัญและเริ่มหันมาออกกำลังกายด้วยวิธีต่าง ๆ มากมาย เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงและเพื่อสุขภาพที่ดีขึ้น การออกกำลังกายนั้นมิได้หลากหลายวิธี หนึ่งในนั้นคือการออกกำลังกายแบบแรงต้าน (Resistance training) เป็นการออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อในร่างกาย การออกกำลังกายแบบแรงต้านนั้น มีความจำเป็นตั้งแต่ผู้เริ่มออกกำลังกายใหม่ๆ ไปจนกระทั่งผู้ที่เป็นนักกีฬาอาชีพหรือเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ออกกำลังกายมาเป็นระยะเวลาช้านาน ในปัจจุบันมีประชาชนในประเทศไทยที่สนใจและใช้รูปแบบการออกกำลังกายแบบแรงต้านมากขึ้น จากสถิติการเข้าใช้ศูนย์ออกกำลังกายที่เพิ่มขึ้นของสำนักงานสถิติแห่งชาติ

การออกกำลังกาย (Exercise) กอองออกกำลังกายเพื่อสุขภาพ (2556) ได้นิยามไว้ว่าเป็นการเคลื่อนไหวกิจกรรมต่าง ๆ เช่น เดิน วิ่ง ขี่จักรยาน ว่ายน้ำ ฝึกด้วยน้ำหนัก เพื่อส่งเสริมให้สุขภาพแข็งแรง แตกต่างจากการเล่นกีฬา (Sports) ที่เป็นการเคลื่อนไหวกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะมีแบบแผนมากกว่า เช่น กฎ กติกาของการเล่นกีฬานั้น ๆ รวมถึงการฝึกเคลื่อนไหวทางกายเพื่อการแข่งขัน ส่วนกิจกรรมทางกาย (Physical Activities) หมายถึง การเคลื่อนไหวของร่างกายที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อลายและการหดตัวนี้ต้องมากพอที่จะทำให้มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยความแตกต่างระหว่างการออกกำลังกายและกิจกรรมทางกาย คือ การออกกำลังกายเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมทางกาย โดยการออกกำลังกายเป็นกิจกรรมทางกายที่มีลักษณะทำซ้ำไปซ้ำมาตามโครงสร้าง หรือแบบแผนกิจกรรมที่ได้กำหนดไว้แล้ว ทั้งนี้มักมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะปรับปรุงสมรรถนะทางกายให้ดีขึ้นหรือคงสภาพสมรรถนะที่มีอยู่เอาไว้ มีระดับความหนักและมีการเคลื่อนไหวนานเป็นระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งจะส่งผลดีต่อสุขภาพ องค์กรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ เช่น องค์การอนามัยโลก (WHO) สถาบันเวชศาสตร์ (IOM) สถาบันเวชศาสตร์การกีฬาแห่งอเมริกา (ACSM) สมาคมโรคหัวใจแห่งอเมริกา (AHA) และสมาคมโรคเบาหวานแห่งอเมริกา (Madarame et al.) แนะนำให้ทุกคนไม่ว่าจะเป็นหรือไม่เป็นโรค ควรออกกำลังกายในระดับปานกลางอย่างน้อย 3-5 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 30-60 นาที/ครั้ง เพื่อที่จะได้มีสุขภาพร่างกายที่แข็งแรงขึ้น

การออกกำลังกายเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (ACSM, 2010) หมายถึง การออกกำลังกายที่มุ่งเพิ่มขนาดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมัดใดมัดหนึ่งหรือกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งทำไปทีละกลุ่มกล้ามเนื้อ อาศัยแรงต้านต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อเป็นตัวช่วย วิธีออกกำลังกาย

กายชนิดนี้เช่นการยกน้ำหนัก (Weight Training) โดยอาจจะใช้ตัวเองเป็นน้ำหนักเช่นการดันพื้น หรือใช้อุปกรณ์เช่น บาร์เบลเป็นน้ำหนัก เป็นต้น คำแนะนำการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจาก วิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาแห่งอเมริกา และสมาคมโรคหัวใจแห่งอเมริกา ได้แนะนำให้ทุกคน ออกกำลังกายแบบสร้างเสริมความแข็งแรงให้กล้ามเนื้อวันละอย่างน้อย 10 ท่า แต่ละท่าทำซ้ำ 15 ครั้ง สัปดาห์หนึ่งอย่างน้อย 2-3 วัน (Haskell et al., 2007)

สำหรับการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในนั้นมีความจำเป็นเป็นสิ่งที่ผู้ออกกำลังกายต้องระวังมากที่สุดคืออาการบาดเจ็บไม่ว่าจะเป็นการบาดเจ็บแบบเฉียบพลัน (Acute injuries) และอาการบาดเจ็บเรื้อรังจากการฝึก (Chronic Injuries) ด้วยเหตุนี้ รูปแบบการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงจึงจำเป็นต้องมีความถูกต้องเหมาะสมและปลอดภัยต่อผู้ที่ทำการฝึกโดยในการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อและการฝึกเพื่อเพิ่มมวลของกล้ามเนื้อต้องใช้การฝึกที่ระดับความหนักระดับสูง 70 – 80 % ของน้ำหนักสูงสุดที่เล่นได้โดยสมบูรณ์แบบ (Brad Jon Schoenfeld, Grgic, & Krieger, 2019) ซึ่งในระหว่างการฝึกนั้นอาจทำให้มีแรงกระทำที่ข้อต่อในระดับสูง ทำให้ผู้ที่ทำการฝึกที่ฟุ้งเฟ้อจากการบาดเจ็บหรือมีข้อจำกัดในข้อต่อที่ต้องใช้ในการออกกำลังกายอาจไม่สามารถทำการฝึกที่ระดับดังกล่าวได้

การออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือด (Blood Flow Restriction training) คือเทคนิคการออกกำลังกายโดยในขณะที่ออกกำลังกายมีการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมด้วย เทคนิคการออกกำลังกายในรูปแบบนี้ทำให้เกิดกลไกการทำงานต่าง ๆ ภายในเซลล์กล้ามเนื้อซึ่งนำไปสู่การพัฒนาของกล้ามเนื้อได้ และมีกลไกต่าง ๆ ที่สำคัญที่เกิดขึ้นระหว่างการทำการจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน กลไกของการสังเคราะห์โปรตีนกล้ามเนื้อ (muscle protein synthesis; MPS) เพิ่มขึ้น (Hwang & Willoughby, 2019) ซึ่งกลไกดังกล่าวยังส่งผลต่อเนื่องทำให้มีการหลั่งของ Growth Hormone ซึ่ง Growth Hormone มีผลต่อการพัฒนาของกล้ามเนื้อทั้งในด้านความแข็งแรงและขนาดของกล้ามเนื้อ ฮอรโมนที่สำคัญตัวต่อไปคือ Peptide Hormone (IGF-1) ซึ่งเป็นอีกฮอรโมนที่สำคัญเป็นปัจจัยในการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อ Peptide Hormone (IGF-1) จะถูกกระตุ้นให้มีการหลั่งเพิ่มขึ้นที่บริเวณตับจากการกระตุ้นของ Growth Hormone (J. Loenneke et al., 2012) และยังมีการศึกษา 1 การศึกษาพบว่าการออกกำลังกายด้วยแรงต้านควบคู่กับการจำกัดการไหลเวียนเลือดทำให้มีการเพิ่มขึ้นของ Peptide Hormone (IGF-1) ควบคู่ไปกับการเติบโตของกล้ามเนื้อ (Abe et al., 2005) และมีกลไกการปรับตัวเมื่อทำการฝึกการออกกำลังกายด้วยแรงต้านคู่กับการจำกัดการไหลเวียนเลือดสามารถทำให้กลุ่ม Protein Kinase ที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณสารอาหาร เพื่อควบคุมระดับพลังงาน

ภายในเซลล์ ไปในทิศทางที่ส่งเสริมการเจริญเติบโต (Cell Growth) mTOR (mamalian Target Of Rapamycin) มีการทำงานที่ดีมากขึ้นภายหลังจากการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในระดับต่ำ ควบคู่กับการจำกัดการไหลเวียนของเลือด (Abe et al, 2017) ยังพบอีกในหลาย ๆ การศึกษาว่า การออกกำลังกายด้วยแรงต้านในระดับต่ำควบคู่กับการจำกัดการไหลเวียนเลือดสามารถกระตุ้นการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อแบบหดตัวเร็ว (Fast twitch muscle fiber) ได้เพิ่มมากขึ้น (Brad J Schoenfeld, 2013) การออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดมีการศึกษาควบคู่กับการออกกำลังกายในหลาย ๆ รูปแบบ เช่น การเดิน การปั่นจักรยาน การวิ่ง รวมไปถึงการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน ทั้งนี้จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า การออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อโดยทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นและมีการเปลี่ยนแปลงของขนาดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอีกด้วย (Madarame et al., 2008) โดยการศึกษาการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำมีรูปแบบในการศึกษาทั้งกล้ามเนื้อช่วงล่างของร่างกายและกล้ามเนื้อช่วงบนของร่างกายการศึกษาในรูปแบบนี้จะใช้วิธีการวัดบริเวณกล้ามเนื้อต้นขาในการศึกษาความเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อช่วงล่างลำตัวและใช้การวัดบริเวณต้นแขนในการศึกษาความเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อช่วงบนลำตัวจากที่กล่าวข้างต้นทำให้มีการศึกษาความเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อช่วงล่างลำตัวพบว่า การจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการฝึกแบบแรงต้านในระดับต่ำทำให้กล้ามเนื้อช่วงล่างมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น (Karabulut, Abe, Sato, & Bemben, 2007) การศึกษาที่น่าสนใจในกล้ามเนื้อช่วงบนลำตัวพบว่าการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำในการออกกำลังกายในท่า Bench press โดยการศึกษาทำการวัดจำกัดการไหลเวียนของเลือดที่บริเวณต้นแขนแล้วทำการวัดการทำงานของกล้ามเนื้อในระหว่างการออกกำลังกายด้วยเครื่อง Electromyography พบว่าในระหว่างการออกกำลังกายในท่า Bench press มีการทำงานของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นในกลุ่มทดลองเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมโดยในกลุ่มทดลองมีการทำงานเพิ่มขึ้นในกล้ามเนื้อที่ถูกจำกัดการไหลเวียนของเลือด (Triceps Brachii) และยังพบว่าในกล้ามเนื้อที่ไม่ได้ถูกจำกัดการไหลเวียนของเลือด (Pectoralis Major) ก็ยังมีการทำงานเพิ่มขึ้นอีกด้วย (T Yasuda et al., 2006) จากการศึกษาดังกล่าวผู้ทำการศึกษาคงจะทำการศึกษาเพิ่มเติมโดยทำการศึกษาการจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการฝึกแบบแรงต้านในระดับต่ำในท่าออกกำลังกาย Bench press โดยผลการศึกษาพบว่าทำให้กล้ามเนื้อช่วงบนลำตัวมีความแข็งแรงมากขึ้นในการออกกำลังกายในท่า Bench Press และทำให้ส่วนที่รัดเพื่อจำกัดการไหลเวียนเลือดโดยตรง (Triceps Brachii) และกล้ามเนื้อที่ไม่ได้มีการรัด

จำกัดการไหลเวียนเลือดโดยตรง(Pectoralis Major) มีขนาดของกล้ามเนื้อ(cross sectional area) เพิ่มขึ้น (Tomohiro Yasuda, Fujita, Ogasawara, Sato, & Abe, 2010)

จากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำมีผลในการเพิ่มความแข็งแรงรวมทั้งขนาดของกล้ามเนื้อทั้งกล้ามเนื้อช่วงล่างของร่างกายและกล้ามเนื้อช่วงบนของร่างกาย โดยการศึกษาในกล้ามเนื้อช่วงบนร่างกายในการศึกษาในท่าออกกำลังกาย Bench Press พบว่ากล้ามเนื้อที่ใช้ออกแรงในท่าดังกล่าวมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นทั้งกล้ามเนื้อส่วนที่ที่มีการจำกัดการไหลเวียนเลือดโดยตรงโดยการรัดบริเวณต้นแขนเพื่อจำกัดการไหลเวียนของเลือดและกล้ามเนื้อส่วนที่ไม่ได้ถูกจำกัดการไหลเวียนเลือดโดยตรงมีขนาดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดความสนใจศึกษาในการออกกำลังกายในกล้ามเนื้อหลังโดยการออกกำลังกายแบบแรงต้านในท่า Lat pulldown ซึ่งเป็นท่าออกกำลังกายแบบแรงต้านในกล้ามเนื้อช่วงบนลำตัวที่เป็นท่าที่ใช้ฝึกกล้ามเนื้อหลังที่สำคัญอีกท่าหนึ่งและยังไม่มีพบการศึกษาในการออกกำลังกายที่มีผลต่อกล้ามเนื้อช่วงบนลำตัวในอีกการเคลื่อนไหวในลักษณะการดึงซึ่งใช้แนวคิดเดียวกับการศึกษาในท่า Bench Press ซึ่งเป็นท่าฝึกกล้ามเนื้อหน้าอกที่สำคัญในการศึกษาที่ผ่านมา ผู้วิจัยมีแนวคิดใช้ท่าออกกำลังกายในท่า Lat pulldown เพื่อเป็นการศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อที่ถูกจำกัดการไหลเวียนเลือดโดยตรง (Biceps Brachii) และกล้ามเนื้อที่ไม่ได้ถูกจำกัดการไหลเวียนเลือดโดยตรง (Latissimus dorsi) ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อใกล้เคียงบริเวณที่ทำการจำกัดการไหลเวียนของเลือด

ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงมีขึ้นเพื่อต้องการศึกษาว่าการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับแรงต้านในระดับต่ำ ในท่า Lat pulldown ซึ่งการสร้างรูปแบบในการฝึก ผู้วิจัยใช้แนวทางการฝึกจากการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านระดับต่ำในการศึกษาที่ผ่านมา (Tomohiro Yasuda et al., 2010) และนำมาสร้างเป็นโปรแกรมออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำในกล้ามเนื้อหลังเพื่อทำการศึกษาว่าผลของการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านระดับต่ำจะส่งผลกระทบต่อการศึกษาเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อที่ทำงานร่วมกันอย่างไรและเมื่อเปรียบเทียบกับการฝึกด้วยแรงต้านระดับสูงมีความแตกต่างกันหรือไม่

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อ
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่ระดับหนัก

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อนำผลจากการทำวิจัยไปใช้เป็นทางเลือกและแนวทางการออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกายสำหรับผู้ที่ต้องการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่มีข้อจำกัดต่าง ๆ ในการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในระดับหนัก

ขอบเขตในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีลักษณะเป็นเชิงทดลอง (Experimental research) โดยมีการเลือกแบบเจาะจง (Purposing sampling) โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ได้มาจำนวน 30 คน เพื่อแบ่งกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน

ประชากรในการวิจัย

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ กลุ่มคนวัยทำงาน อายุระหว่าง 18-39 ปี เพศชายผู้ที่ไม่ม่ประวัติการออกกำลังกายด้วยแรงต้านใน 6 เดือนที่ผ่านมา

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ บุคลากรกรมพลศึกษาที่ไม่มีประวัติการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในระยะเวลา 6 เดือน อายุระหว่าง 18-39 ปี เพศชาย

ข้อตกลงเบื้องต้น

กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มคนวัยทำงานผู้ที่ไม่ม่ประวัติการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในระยะเวลา 6 เดือนที่ผ่านมา โดยทำการฝึกท่า Lat pulldown โดยกลุ่มแรกฝึกที่ความหนัก 30 % ของน้ำหนักที่สามารถออกแรงได้สูงสุดร่วมกับการจำกัดการไหลเวียนเลือด กลุ่มที่สองฝึกที่ความหนัก 75 % ของน้ำหนักที่สามารถออกแรงได้สูงสุด โดยระยะเวลาทำการฝึกทั้งหมด 8 สัปดาห์และทำการศึกษาผลของความแข็งแรงสูงสุดของความสามารถในการยก 1 ครั้ง (1RM) ในท่า Lat pulldown, เส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก, ผลของความแข็งแรงสูงสุดของ

ความสามารถในการยก 1 ครั้ง (1RM) ในท่า preacher curl , เส้นรอบวงของกล้ามเนื้อแขน (Arm circumference) และองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variable)

1.1 โปรแกรมการฝึกการออกกำลังกายแบบการจำกัดการไหลเวียนของเลือด ร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านระดับต่ำในท่า Lat pulldown

1.2 การออกกำลังกายด้วยแรงต้านระดับสูงในท่า Lat pulldown

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variable)

2.1 ความสามารถที่ยกได้สูงที่สุดจำนวน 1 ครั้ง ในท่า Lat pulldown (1RM)

2.2 เส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก

2.3 ความสามารถที่ยกได้สูงที่สุดจำนวน 1 ครั้ง ในท่า Preacher curl (1RM)

2.4 เส้นรอบวงของกล้ามเนื้อแขน (Arm circumference)

2.5 องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **การออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือด** หมายถึง การออกกำลังกาย โดยใช้อุปกรณ์รัดที่อวัยวะต้นแขนเพื่อจำกัดการไหลเวียนของเลือดที่ระดับ 70 % ของค่า arterial occlusion pressure (AOP) ในระหว่างการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่ความหนัก 30 % ของความหนักที่ยกได้สูงสุดใน 1 ครั้งในท่า Lat pulldown

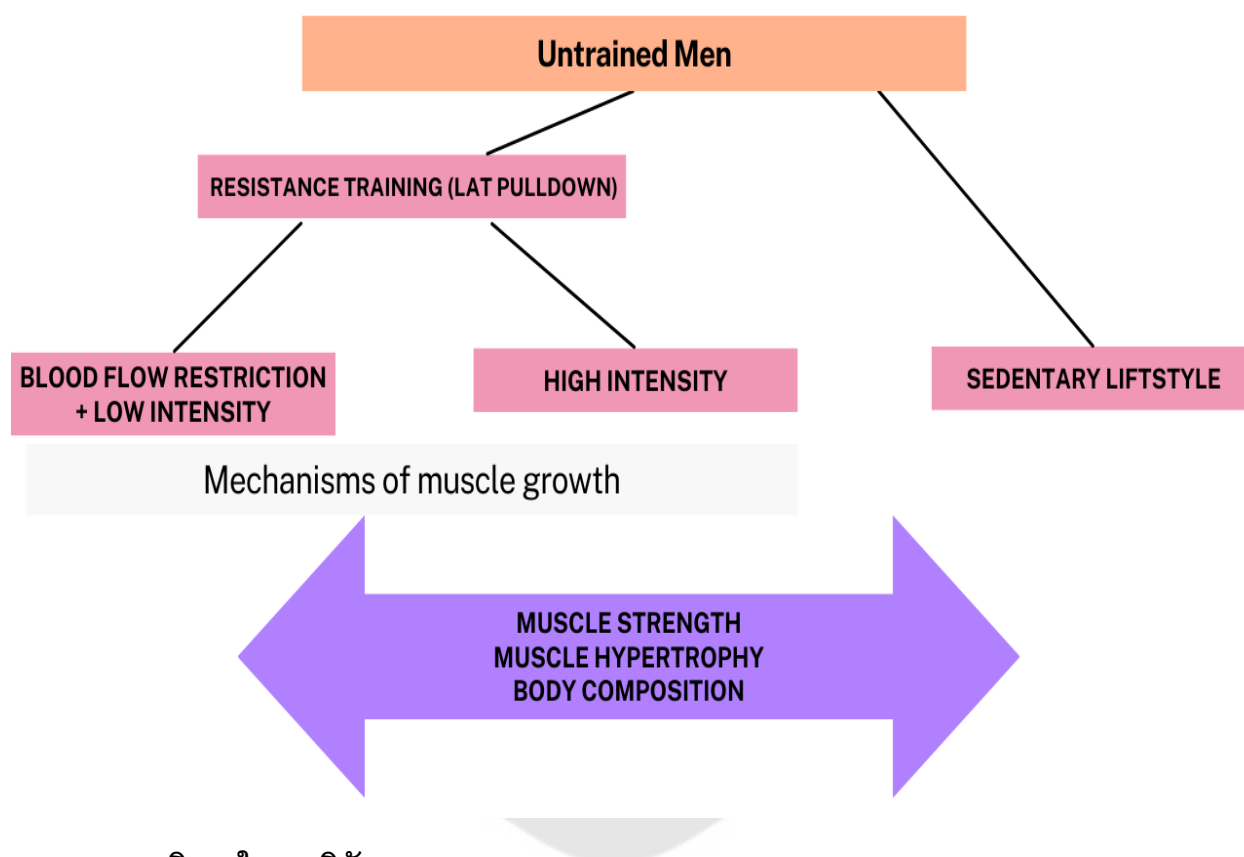
2. **การออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูง** หมายถึง การออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่ความหนัก 75 % ของความหนักที่ยกได้สูงสุดใน 1 ครั้งในท่า Lat pulldown

3. **ความสามารถในการออกแรงสูงสุด ใน 1 ครั้ง (1RM)** หมายถึง น้ำหนักที่ใช้ในการฝึกการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ผู้ออกกำลังกายสามารถยกได้โดยท่าที่สมบูรณ์ 1 ครั้งในท่า Lat pulldown และท่า Preacher Curl

4. **ขนาดของกล้ามเนื้อหลัง** หมายถึง ขนาดของกล้ามเนื้อ latissimus dorsi โดยวัดจากเส้นรอบวงรอบลำตัวบริเวณใต้กระดูกสะบัก

5. การจำกัดการไหลเวียนเลือด หมายถึง การใช้อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการจำกัดการไหลเวียนเลือดรััดที่บริเวณต้นแขนด้วยแรงรััดที่ 70 % ของค่า arterial occlusion pressure AOP

กรอบแนวคิดในการวิจัย



สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลของการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดเมื่อเปรียบเทียบกับการฝึกแบบการออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูง จะมีผลการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ไม่แตกต่างกัน

2. ผลของอาการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดจะสามารถเพิ่มความแข็งแรงและขนาดของกล้ามเนื้อหลังได้เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาการวิจัยครั้งนี้จึงมีขึ้นเพื่อตอบปัญหา ว่าการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือด จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อหลังอย่างไรเมื่อเทียบกับการฝึกแบบดั้งเดิม ผู้วิจัยได้เรียบเรียงข้อมูล เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การออกกำลังกายแบบแรงต้าน (Weight training)
2. โปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อหลังโดยใช้แรงต้าน
3. การจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้าน
4. สรุปผลการทบทวนและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การออกกำลังกายแบบแรงต้าน (Weight training)

การออกกำลังกายแบบแรงต้านแบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามการทำงานของกล้ามเนื้อ คือ

1. Isometric exercise หรือ static exercise คือ การออกกำลังกายที่ไม่มีการเคลื่อนไหวข้อความยาวของกล้ามเนื้อไม่เปลี่ยนแปลง เช่น การเกร็งกล้ามเนื้อ quadriceps ขณะข้อเข่าเหยียดตรง

2. Isotonic exercise หรือ dynamic exercise คือ การออกกำลังกายที่กล้ามเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงความยาวทำให้ข้อเคลื่อนไหว น้ำหนักหรือแรงต้านการเคลื่อนไหวคงที่ ความเร็วในการเคลื่อนไหวข้อไม่คงที่ แบ่งได้เป็น

2.1 Concentric exercise คือ การออกกำลังกายที่เส้นใยกล้ามเนื้อหดสั้นลงขณะทำงาน เช่น การยกน้ำหนักขึ้นจากพื้นซึ่งเกิดจากกล้ามเนื้อ biceps หดตัวทำให้ข้อศอกงอเป็นต้น

2.2 Eccentric exercise คือ การออกกำลังกายที่ใยกล้ามเนื้อถูกยืดออกขณะทำงาน เช่น การวางน้ำหนักลง กล้ามเนื้อ biceps ถูกยืดออกทั้งที่ยังหดตัว

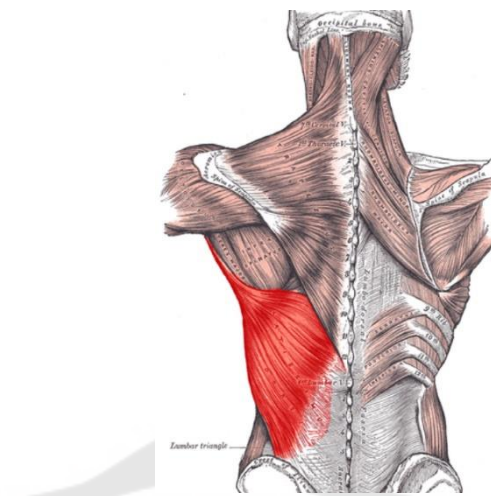
3. Isokinetic exercise คือ การออกกำลังกายที่ข้อเคลื่อนไหวด้วยความเร็วคงที่แรงต้านอาจเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนไหว (Feiring, Ellenbecker, & Derscheid, 1990)

หลักการพื้นฐานของการฝึกเพื่อสร้างความแข็งแรง ขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งที่ทำการฝึก จังหวะที่ใช้ในการฝึกด้วยแรงต้าน และน้ำหนักที่ต้องทำการเปลี่ยนแปลง ทั้งความแข็งแรง ความทนทาน เพื่อให้เกินขีดจำกัดของกลุ่มกล้ามเนื้อ การฝึกเฉพาะเจาะจงโดยรวมทั้งจำนวนครั้ง จำนวนยก การออกกำลังกาย แรงต้านทานและกำลังที่ออกนั้น ขึ้นอยู่กับเป้าหมายในการฝึกของแต่ละบุคคลที่การออกกำลังกาย อาจมีเป้าหมายในการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงหลายส่วน (4 ส่วนขึ้นไป) หรือการฝึกแบบจำนวนครั้งที่ยกที่น้อยลงไป แต่จะเพิ่มความหนักของการออกกำลังกายมากขึ้น

(Loenneke et al., 2015) และยังมีแนวคิดอีกหลายแบบที่สามารถดัดแปลงมาใช้ให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ผู้ทำการฝึกตั้งเป้าหมายไว้ แต่จากการฝึกแบบดั้งเดิมที่แนะนำโดยวิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาแห่งสหรัฐ (American College of Sport Medicine) ได้มีหลักการว่า ออกกำลังกายใช้แรงต้านที่ 8 ถึง 12 ครั้ง ในกล้ามเนื้อกลุ่มใหญ่ โดยมีความหนักที่ 40% ถึง 80% ของน้ำหนักที่มากที่สุดสามารถออกแรงได้ (one-repetition max (RM)) โดยสามารถฝึกตามรูปแบบที่ผู้ฝึกได้วางเป้าหมายไว้ กำหนดการพักระหว่างรอบอยู่ที่ 2-3 นาที เพื่อให้กล้ามเนื้อฟื้นตัว โดยฝึกที่จำนวน 2 ถึง 4 รอบ ในแต่ละกลุ่มกล้ามเนื้อ (Klika & Jordan, 2013) และหลายครั้งสาเหตุของการไม่เกิดพัฒนาของกล้ามเนื้อเกิดการฝึกในรูปแบบหรือวิธีที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการบาดเจ็บทั้งในรูปแบบเฉียบพลันและการบาดเจ็บแบบเรื้อรังและไม่สามารถฝึกจนสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ได้ เมื่อน้ำหนักที่ใช้ไม่เพียงพอต่อการพัฒนากล้ามเนื้อ หรือไม่สามารถฝึกด้วยความหนักที่เพิ่มขึ้นได้ กล้ามเนื้อจึงไม่มีการพัฒนาทั้งในด้านความแข็งแรงรวมถึงขนาดของกล้ามเนื้อ ประโยชน์และข้อดีของการฝึกกล้ามเนื้อเพื่อเพิ่มความแข็งแรงนั้นช่วยทำให้เพิ่มมวลกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงของเอ็นที่ยึดข้อต่อกับกล้ามเนื้อ ความหนาแน่นของกระดูก แต่การฝึกที่ระดับหนักต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานอาจทำให้มีความเสี่ยงในการเกิดอาการบาดเจ็บเรื้อรังบริเวณข้อต่อได้เนื่องจากแรงกดทับหรือแรงดึงของน้ำหนักที่ใช้ในการฝึกหนักต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน

2. โปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อหลังด้วยการใช้แรงต้าน

Latissimus dorsi เป็นกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ที่ด้านหลังซึ่งทอดยาวไปด้านข้างหลังแขนและส่วนที่ปกคลุมด้วย trapezius อยู่ด้านหลังใกล้กึ่งกลางลำตัว คำว่า latissimus dorsi มาจากภาษาละตินและมีความหมายว่า "กว้างที่สุด ด้านหลัง" จาก คำว่า "latissimus" (ภาษาละติน แปลว่า กว้าง) และกล้ามเนื้อหลังส่วนนี้เป็นที่รู้จักกันทั่วไปในชื่อย่อว่า "lats" โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหมู่นักเพาะกาย latissimus dorsi เป็นกล้ามเนื้อที่ใหญ่ที่สุดในร่างกายส่วนบน latissimus dorsi ทำหน้าที่ดึงแขนเข้าชิดลำตัว ดึงแขนลงมาข้างล่าง ด้านหลัง และหมุนแขนเข้าด้านใน เป็นกล้ามเนื้อใช้มากในการปีนป่าย ว่ายน้ำ และการทำกรรเชียงเรือ จะหดตัวทันทีในขณะที่ทำ



ภาพประกอบ 1 แสดงส่วนของกล้ามเนื้อ latissimus dorsi

(ที่มา Wikipedia : 2563)

การฝึกด้วยท่า Lat Pull down เริ่มต้นจากการคว่ำมือทั้งสองข้างลง จับบาร์ด้วยความกว้างที่กว้างกว่าหัวไหล่ประมาณครึ่งศอก จากนั้นนั่งลงบนเบาะของเครื่อง Cable Pulldown พยายามล็อกขากับเบาะรองไว้ให้แน่น ปล่อยให้กล้ามเนื้อหลังถูกเหยียดออกจนสุด ไปตามแรงของเคเบิล เป็นท่าเตรียมฝึกท่า Lat Pull down โดยขั้นตอนในการฝึกด้วยท่า Lat Pull down มีดังนี้

1. เริ่มต้นจากการสูดลมหายใจเข้าจนสุด จากนั้น ยืดอก หลังตรง ออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อหลัง เพื่อดึงด้ามจับลงมาจนสัมผัสกับหน้าอก โดยในขณะที่ออกแรงนั้นพยายามปิดมุมข้อศอก เข้าหาลำตัว พร้อมกับปล่อยลมหายใจออกจนสุด

2. ค่อยๆคลายกล้ามเนื้อหลังออก ปล่อยให้ด้ามจับกลับขึ้นไป เพื่อกลับสู่ท่าเตรียม พร้อมกับสูดลมหายใจเข้าจนสุด นับเป็น 1 ครั้ง

การทำงานของกล้ามเนื้อในระหว่างการฝึกท่าออกกำลังกาย Lat pull down

กล้ามเนื้อที่ทำงานเป็นหลัก ได้แก่ Latissimus Dorsi และ Teres Major

กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ช่วยในการออกแรง ได้แก่ Posterior Deltoid ,Trapezius- upper, middle, lower

Rhomboids, Levator Scapulae , Biceps Brachii , Brachialis/Brachioradialis

กล้ามเนื้อที่ทำให้ที่พยางค์เคลื่อนไหว ได้แก่ Triceps brachii , Rotator cuff



ภาพประกอบ 2 Lat pulldown ทำฝึกกล้ามเนื้อ latissimus dorsi

(ที่มา Wikipedia : 2563)

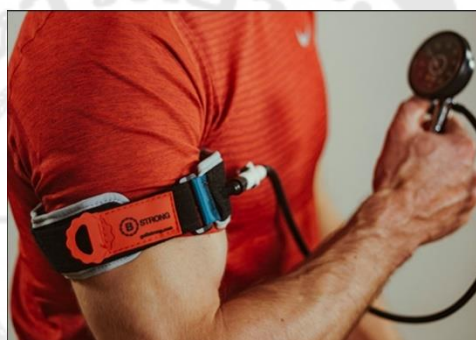
1. การจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้าน

การฝึกการออกกำลังกายแบบแรงต้านร่วมกับการจำกัดการไหลเวียนของเลือดนั้นเป็นรูปแบบการฝึกที่ใช้การรัดบริเวณส่วนแขนหรือขาเพื่อจำกัดการไหลเวียนของเลือดโดยรักษาการไหลเวียนของเลือดแดงและจำกัดการไหลเวียนของเลือดดำจำลองสภาวะออกซิเจนต่ำภายในเซลล์กล้ามเนื้อ เทคนิคนี้สามารถทำได้ทั้งการออกกำลังกายแบบแรงต้านและการออกกำลังกายด้วยการเดิน (Neto et al., 2015)

การออกกำลังกายด้วยแรงต้านระดับต่ำร่วมกับการจำกัดการไหลเวียนของเลือดนั้นใช้ความหนักที่ประมาณ 20 – 30 % ของน้ำหนักที่ทำได้สูงสุดใน 1 ครั้ง การฝึกเช่นนี้ให้ผลดีกว่าการฝึกที่ระดับต่ำแบบไม่มีการจำกัดการไหลเวียนของกล้ามเนื้อในเรื่องของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และยังให้ผลของการเปลี่ยนแปลงของขนาดกล้ามเนื้อเมื่อเทียบกับการออกกำลังกายที่ระดับต่ำเหมือนกันแต่ไม่มีการจำกัดการไหลเวียนของกล้ามเนื้อและให้ผลใกล้เคียงกับการฝึกที่ระดับความหนักระดับสูงแบบดั้งเดิม และมีหลักฐานหรืองานวิจัยที่ไปในทิศทางว่าการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกสามารถเพิ่มแรงระเบิด ความเร็วในการวิ่ง และ ความทนทานได้ แต่มีการฝึกคนละรูปแบบกัน

การออกกำลังกายด้วยแรงต้านระดับต่ำร่วมกับการจำกัดการไหลเวียนของเลือดนั้น แสดงให้เห็นถึงการทำงานของกล้ามเนื้อมากกว่าการฝึกความต้านทานแบบปกติที่น้ำหนักเท่ากัน ผลที่ได้คือเส้นใยกล้ามเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงเยอะขึ้นและมีขนาดใหญ่ขึ้น

การออกกำลังกายด้วยแรงต้านระดับต่ำร่วมกับการจำกัดการไหลเวียนของเลือดนั้นยังมี ผลในการทำให้เกิดกระบวนการต่าง ๆ ในระดับเซลล์ที่อาจทำให้เกิดการพัฒนาและการ เจริญเติบโตของกล้ามเนื้อ อาทิ การสังเคราะห์โปรตีนกล้ามเนื้อหลังการออกกำลังกาย การ เจริญเติบโตของฮอร์โมนการเจริญเติบโตที่สูงขึ้น และการตอบสนองต่อสัญญาณโมเลกุลที่ แข็งแกร่งขึ้นกว่าการฝึกความต้านทานแบบปกติ การเกิดการบวมของกล้ามเนื้อหลังจากการฝึก (Muscle Swelling) (Hwang et al., 2017)



ภาพประกอบ 3 แสดงการใช้อุปกรณ์จำกัดการไหลเวียนเลือดที่แขนในระหว่างการฝึก
ที่มา www.salmonbaypt.com

4. การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในการฝึกการออกกำลังกายแบบแรงต้านร่วมกับการจำกัดการไหลเวียนของเลือดนั้น ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าหาข้อมูลงานวิจัยที่สำคัญมาดังนี้

การวิจัยที่ 1 ได้ทำการทดลองในผู้ชายวัยหนุ่มอายุระหว่าง 22 – 32 ปี โดยใช้การสุ่มแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสี่กลุ่มคือ 1. กลุ่มฝึกด้วยความหนักระดับสูง (HI-RT) 2. กลุ่มฝึกด้วยความหนักระดับต่ำร่วมกับการจำกัดการไหลเวียนของเลือด (LI-BFR) 3. กลุ่มฝึกด้วยความหนักระดับสูงควบคู่กับรฝึกระดับต่ำร่วมกับการจำกัดการไหลเวียนของเลือด 4. กลุ่มควบคุม การออกกำลังกายของทั้ง 3 กลุ่มใช้ท่าออกกำลังกาย bench press โดยฝึกสามครั้งต่อสัปดาห์เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ผลคือ มีการเพิ่มขึ้นของความสามารถในการออกแรงสูงสุดในกลุ่ม HI-RT (19.9%) และ CB-RT (15.3%) และเพิ่มขึ้นน้อยในกลุ่ม LI-BFR (8.7%, $p < 0.05$). พื้นที่หน้าตัดของ

กล้ามเนื้อหลังแขน (triceps brachii) (The cross-sectional area (CSA) เพิ่มขึ้นในกลุ่ม ($p < 0.05$) HI-RT (8.6%), CB-RT (7.2%), and LI-BFR (4.4%) สรุปผลงานวิจัยนี้คือการทำการจำกัดการไหลเวียนของเลือดให้ผลในเรื่องความแข็งแรงและขนาดใกล้เคียงกับการฝึกในระดับหนัก (Tomohiro Yasuda et al., 2011a)

การวิจัยที่ 2 จากกลุ่มทดลอง 20 คน ซึ่งมีประสบการณ์ออกกำลังกายแบบแรงต้านมาไม่น้อยกว่า 1 ปี ได้ทำการเข้าร่วมการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรงต้านโดยมีลักษณะโปรแกรมเพิ่มกล้ามเนื้อ จากงานวิจัยที่ 1 การฝึกพร้อมกันระหว่างการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกปกติมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อ ทำการทดลองแบบ crossover โดยเพิ่มโปรแกรมการจำกัดไหลเวียนเลือดไปร่วมกับการฝึกแบบปกติ ผลคือการฝึกร่วมของการจำกัดการไหลเวียนของเลือดมีผลต่อขนาดของกล้ามเนื้อหน้าแขนเทียบเท่ากับการฝึกแบบแรงต้านปกติ (Wilson, Lowery, Joy, Loenneke, & Naimo, 2013)

การวิจัยที่ 3 ศึกษารูปแบบการใช้เทคนิคการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการออกกำลังกายในรูปแบบต่าง ๆ ที่ไม่เหมือนกันในแต่ละบุคคล ผลออกมาว่า การออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของกล้ามเนื้อมีผลในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อและยังมีผลต่อความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามการดัดแปลงโปรแกรมของการศึกษานี้ยังไม่มีรูปแบบที่ชัดเจน การวิจัยสรุปผลว่าหากกลุ่มประชากรไม่สามารถออกกำลังกายด้วยความหนักสูงได้ไม่ว่าจะด้วยเหตุผลจากการอยู่ในช่วงของการฟื้นฟูอาการบาดเจ็บหรือด้วยสาเหตุอื่น ๆ การออกกำลังกายด้วยหลักการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมด้วยการออกกำลังกายที่ระดับต่ำนี้จะช่วยให้มีผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับการฝึกในระดับสูง (Scott, Loenneke, Slattery, & Dascombe, 2015)

การวิจัยที่ 4 ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดเพื่อวัดผลของสัดส่วนร่างกายและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเทียบกับการฝึกการออกกำลังกายด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมโดยการศึกษานี้ได้ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกแรงต้านระดับต่ำ กลุ่มที่ 2 ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านในระดับสูง ทั้งสองกลุ่มทำการวัดสัดส่วนร่างกายก่อนเริ่มเข้าโปรแกรมการฝึก และการฝึกใช้ท่าออกกำลังกาย 2 ท่า ได้แก่ Back Squat และท่า Bench Press โดยกลุ่มแรกทำการฝึกที่ 20 – 32 % ของความสามารถสูงสุดในการออกแรง 1 ครั้ง (1RM) ร่วมกับการจำกัดการไหลเวียนของเลือด กลุ่มที่ 2 ทำการฝึกที่ 65 – 85 % ของความสามารถสูงสุดในการออกแรง 1 ครั้ง (1RM) ระยะเวลาในการฝึกทั้งสิ้น 4 สัปดาห์ ผลของการศึกษาพบว่า ทั้งสองกลุ่มไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนร่างกายรวมถึงความแข็งแรงของการออกกำลังกายในท่า

Back Squat และพบว่ากลุ่มที่ 1 ที่ทำการฝึกด้วยโปรแกรมการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกแรงต้านระดับต่ำมีความแข็งแรงในการออกกำลังภายในท่า Bench Press เพิ่มขึ้น (Salyers, 2017)

การวิจัยที่ 5 ทำการศึกษาในการออกกำลังภายในท่า Bench press โดยวิเคราะห์ถึงการศึกษที่ผ่านมาว่าเป็นการศึกษาที่เป็นการจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการออกกำลังภายในท่า Bench press เป็นท่าออกกำลังแบบข้อต่อเดียว (Single Joint) สำหรับท่า Bench press เป็นท่าออกกำลังมากกว่า 1 ข้อต่อและมีการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อต่าง ๆ ร่วมกันในการออกแรงดังกล่าว การศึกษามุ่งไปที่การดูทั้งความเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อที่ถูกจำกัดการไหลเวียนเลือดโดยตรงและกล้ามเนื้อที่ไม่ได้ถูกจำกัดการไหลเวียนเลือดหรือการวัดโดยตรง งานวิจัยศึกษาในกลุ่มเด็กผู้ชาย 10 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ทำการจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการออกกำลังภายในท่า Bench press ด้วยแรงต้านในระดับต่ำ และ กลุ่มที่ 2 กลุ่มควบคุม ออกกำลังภายในท่า Bench press วันละ 2 ช่วง โดยออกกำลังภายในท่า Bench press 6 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลาทั้งสิ้น 2 สัปดาห์ โดยมีการวัดการทำงานของกล้ามเนื้อ Triceps Brachii และ Pectoralis Major ก่อนและหลังทำการฝึก ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ 1 ที่ทำการจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการออกกำลังภายในท่า Bench press ด้วยแรงต้านในระดับต่ำในท่า Bench press มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น และมีขนาดของกล้ามเนื้อที่ทำการวัดจำกัดการไหลเวียนเลือดโดยตรง (Triceps Brachii) และกล้ามเนื้อที่ไม่ได้ทำการวัดจำกัดการไหลเวียนเลือดโดยตรง (Pectoralis Major) เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 2 ที่ไม่ได้ทำการฝึก (Tomohiro Yasuda et al., 2010)

การศึกษาที่ 6 เป็นการศึกษาผลของการออกกำลังภายในท่า Bench press ด้วยแรงต้านในระดับสูง เทียบกับการจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการออกกำลังภายในท่า Bench press ด้วยแรงต้านในระดับต่ำ การศึกษานี้ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ชายอายุระหว่าง 22-32 ปี โดยแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกทำการฝึกการออกกำลังภายในท่า Bench press ด้วยแรงต้านในระดับสูงที่ 75 % ของความสามารถในการออกแรงสูงสุด (1RM) กลุ่มที่ 2 จำกัดการไหลเวียนเลือดบริเวณแขนทั้งสองข้างร่วมกับการฝึกการออกกำลังภายในท่า Bench press ด้วยแรงต้านในระดับต่ำที่ 30 % ของความสามารถในการออกแรงสูงสุด (1RM) โดยทั้งสองกลุ่มทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ จากการศึกษาพบว่าทั้ง 2 กลุ่มมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น และมีขนาดของกล้ามเนื้อหน้าอก(pectolaris major) และกล้ามเนื้อแขน(triceps brachii) เพิ่มขึ้น ($P < 0.01$) (Ozaki et al., 2013)

การศึกษาที่ 7 เป็นการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านจากยางยืด งานวิจัยนี้ศึกษาในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน (61+5 years) โดยแบ่งกลุ่มทำการศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกทำการฝึกด้วยแรงต้านที่ระดับปานกลางถึงระดับสูง กลุ่มที่ 2 ทำการจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านระดับต่ำ ทั้งสองกลุ่มออกกำลังกายด้วยท่า seated chest press , seated row , seated shoulder press โดยฝึกสามวันต่อสัปดาห์เป็นเวลาทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าทั้งสองกลุ่มมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นในการออกกำลังกายทั้ง 3 ท่า seated chest press ($p=0.01$) , seated row ($p=0.01$), seated shoulder press ($p=0.02$) และพบว่ากล้ามเนื้อหน้าอก (pectoralis major) มีความหนาแน่นมากขึ้น ($p=0.04$) จากการศึกษาสรุปได้ว่าการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านระดับต่ำให้ผลคล้ายกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในระดับกลางถึงระดับสูง (Thiebaud et al., 2013)

การศึกษาที่ 8 เป็นการศึกษาการทบทวนงานวิจัย Meta-analysis โดยงานวิจัยที่นำมาวิเคราะห์ได้มีทั้งสิ้น 7 การศึกษาและจากการศึกษาพบว่าการฝึกที่ระดับความหนักต่ำเสมอไม่ได้เป็นการทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงหรือมีขนาดใหญ่ขึ้นเป็นอย่างมากแต่เมื่อฝึกร่วมกับการจำกัดการไหลเวียนเลือดแล้วสามารถทำให้ความแข็งแรงเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการฝึกระดับหนัก (LI-BFR 0.58 vs. HIT 0.80) และมีการเพิ่มขึ้นของกล้ามเนื้อ (LI-BFR 0.39 vs. HIT 0.35) อย่างไรก็ตามต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป (Loenneke, Abe, Wilson, Ugrinowitsch, & Bemben, 2012)

การศึกษาที่ 9 เป็นการศึกษาการทบทวนงานวิจัย Meta-analysis โดยงานวิจัยที่นำมาวิเคราะห์ได้มีทั้งสิ้น 20 การศึกษาโดยการศึกษานี้มุ่งเน้นไปในการศึกษาการจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านระดับต่ำในกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการการฟื้นฟูสภาพร่างกายหรือมีความแข็งแรงที่น้อยกว่าปกติ โดยทำการศึกษาการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านระดับต่ำในผู้ที่ต้องการสร้างและฟื้นฟูเอ็นไขว้หน้าหัวเข่า anterior cruciate ligament (ACL) จำนวน 3 งานวิจัย ผู้ที่มีอาการข้อเข่าเสื่อม (knee osteoarthritis) จำนวน 3 งานวิจัย ผู้สูงอายุและผู้ที่มีมวลกล้ามเนื้อน้อยจำนวน 1 งานวิจัย และผู้ป่วยที่มีอาการกล้ามเนื้ออักเสบ จำนวน 1 งานวิจัย จากการศึกษาดังกล่าวพบว่าการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านระดับต่ำสามารถทำให้ผู้ที่ไม่สามารถออกกำลังกายด้วยแรงต้านสูงได้มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นและมีการทำงานของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในระดับต่ำแบบ

ไม่ได้ทำการจำกัดการไหลเวียนของกล้ามเนื้อ (Hughes, Paton, Rosenblatt, Gissane, & Patterson, 2017)

การศึกษาที่ 10 เป็นการศึกษากการทบทวนงานวิจัย Meta-analysis โดยงานวิจัยที่นำมาวิเคราะห์ได้มีทั้งสิ้น 19 การศึกษาโดยเป็นการศึกษางานวิจัยที่ทำการจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในระดับต่ำที่ทำในท่าออกกำลังกายที่เป็นช่วงบนลำตัว โดยผู้ทำการศึกษาพบว่าที่ผ่านมาการวิจัยการจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในท่าออกกำลังกายช่วงบนลำตัวยังมีการศึกษาไม่มาก จากการศึกษาพบว่า การจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านระดับต่ำในท่าออกกำลังกายช่วงบนลำตัวจะมีการทำงานของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ได้รับผลจากการรัดจำกัดการไหลเวียนเลือดโดยตรง และกลุ่มกล้ามเนื้อที่ไม่สามารถรัดจำกัดการไหลเวียนเลือดโดยตรงมีการเปลี่ยนแปลงในผลของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรวมถึงขนาดของกล้ามเนื้อทั้งกล้ามเนื้อที่ถูกจำกัดการไหลเวียนเลือดโดยตรงและกล้ามเนื้อที่ไม่ได้ถูกการจำกัดการไหลเวียนเลือดทั้งนี้ในการศึกษาจากทั้ง 19 งานวิจัยเป็นการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในท่า Bench press , Elbow flexion , Elbow extension ทั้งนี้การศึกษาดังกล่าวยังให้ข้อคิดเห็นว่ายังไม่มีการศึกษาในท่าออกกำลังกายที่ใช้กล้ามเนื้อหลังร่วมกับการจำกัดการไหลเวียนของเลือดโดยฝึกร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านระดับต่ำ (Dankel, Jessee, Abe, & Loenneke, 2016)

การศึกษาที่ 11 เป็นการศึกษากลไกการทำงานในระดับเซลล์หลังจากการฝึกด้วยการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่มีผลต่อการเติบโตของกล้ามเนื้อ ศึกษาเกี่ยวกับงานวิจัยการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนเลือดโดยดูการเปลี่ยนแปลงของกลไกต่าง ๆ ภายในเซลล์ ที่สามารถทำให้กล้ามเนื้อเจริญเติบโตได้จากการศึกษาพบว่า กลไกของการสังเคราะห์โปรตีนกล้ามเนื้อ (muscle protein synthesis; MPS) เพิ่มขึ้น ซึ่งกลไกดังกล่าวยังส่งผลต่อเนื่องทำให้มีการหลั่งของ Growth Hormone ซึ่ง Growth Hormone มีผลต่อการพัฒนาของกล้ามเนื้อทั้งในด้านความแข็งแรงและขนาดของกล้ามเนื้อ ฮอรโมนที่สำคัญตัวต่อไปคือ Peptide Hormone (IGF-1) ซึ่งเป็นอีกฮอรโมนที่สำคัญเป็นปัจจัยในการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อ Peptide Hormone (IGF-1) จะถูกกระตุ้นให้มีการหลั่งเพิ่มขึ้นที่บริเวณตับจากการกระตุ้นของ Growth Hormone และยังมีการศึกษา 1 การศึกษาพบว่า การออกกำลังกายด้วยแรงต้านควบคู่กับการจำกัดการไหลเวียนเลือดทำให้มีการเพิ่มขึ้นของ Peptide Hormone (IGF-1) ควบคู่ไปกับการเติบโตของกล้ามเนื้อและมีกลไกการปรับตัวเมื่อทำการฝึกการออกกำลังกายด้วยแรงต้านคู่กับการจำกัดการไหลเวียนเลือดสามารถทำให้กลุ่ม Protein Kinase ที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับ

สัญญาณสารอาหาร เพื่อควบคุมระดับพลังงานภายในเซลล์ ไปในทิศทางที่ส่งเสริมการเจริญเติบโต (Cell Growth) mTOR (mammalian Target Of Rapamycin) มีการทำงานที่ตีมากขึ้น ภายหลังจากการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในระดับต่ำควบคู่กับการจำกัดการไหลเวียนของเลือด ยังพบอีกในหลาย ๆ การศึกษาว่าการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในระดับต่ำควบคู่กับการจำกัดการไหลเวียนเลือดสามารถกระตุ้นการทำงานของเส้นใยกล้ามเนื้อแบบหดตัวเร็ว (Fast twitch muscle fiber) ได้เพิ่มมากขึ้น (Hwang & Willoughby, 2019)

5.สรุปผลการทบทวนและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลจากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้ ดังนี้

1. การออกกำลังกายแบบแรงต้านในระดับต่ำร่วมกับการจำกัดการไหลเวียนของเลือดสามารถทำให้มีความเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อในเรื่องของความแข็งแรงและขนาดได้ ที่ผ่านมามีการศึกษาใน กล้ามเนื้อ หน้าอก ต้นแขน หลังแขน หน้าขา หลังขา น่อง แต่ยังไม่มีการศึกษาในกล้ามเนื้อหลัง

2. จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ากระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดจากการจำกัดการไหลเวียนเลือดในระหว่างออกกำลังกายด้วยแรงต้านระดับต่ำมีความน่าจะเป็นที่จะทำให้ออกกำลังกายในส่วนที่ถูกรัดเพื่อจำกัดการไหลเวียนเลือดโดยตรงและกล้ามเนื้อที่ไม่สามารถถูกรัดเพื่อทำการจำกัดการไหลเวียนเลือดโดยตรงได้มีความเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน

3. จากงานวิจัยที่ผ่านมายังไม่พบการศึกษาที่ใช้การออกกำลังกาย lat pull down และศึกษาการเปลี่ยนแปลงในกล้ามเนื้อหลังซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ไม่ได้ถูกรัดการจำกัดการไหลเวียนเลือดโดยตรงด้านบนร่างกายและเป็นกล้ามเนื้อที่สำคัญส่วนหนึ่งของร่างกาย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้ที่ไม่เคยมีประวัติการออกกำลังกายด้วยแรงต้านใน 6 เดือนที่ผ่านมา จำนวน 30 คน เพศชาย

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา มีจำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการคำนวณด้วยโปรแกรม G*Power (Version 3.1.9.4) โดยใช้ค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size) = 0.314 จากงานวิจัยก่อนหน้าที่ทำการศึกษา (Yasuda et al., 2011) และจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่คำนวณได้จากโปรแกรม G*Power (30คน) จะมีการแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ บุคลากรกรมพลศึกษาที่มีอายุระหว่าง 18-39 ปี เพศชาย จำนวน 45 คน ผู้ที่ไม่เคยมีประวัติการออกกำลังกายด้วยแรงต้านใน 6 เดือนที่ผ่านมาโดยผ่านการคัดกรองสุขภาพเบื้องต้นด้วยการตอบแบบสอบถาม PAR-Q (Physical Activity Readiness Questionnaire) ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบมีระบบ (Systematic Sampling) โดยกลุ่มอาสาสมัครทดสอบความสามารถในการยกสูงสุดจำนวน 1 ครั้งในท่า Lat Pulldown โดยแบ่งออกเป็นสามกลุ่ม กลุ่มที่ 1 ทำการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านระดับต่ำ กลุ่มที่ 2 ทำการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายที่แรงต้านระดับสูง กลุ่มที่ 3 ไม่มีการฝึกด้วยโปรแกรมฝึกแรงต้านในกล้ามเนื้อหลัง

เกณฑ์การคัดเลือก (Inclusion criteria)

1. ผู้เข้าร่วมวิจัย อายุอยู่ระหว่าง 18-39 ปี โดยช่วงกลุ่มวัยดังกล่าวเป็นประชากรวัยทำงาน
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นเพศชาย มีดัชนีมวลกายอยู่ที่ระหว่าง 18.5-30.0
3. ผู้เข้าร่วมวิจัยต้องไม่มีประวัติการออกกำลังกายด้วยแรงต้านใน 6 เดือนที่ผ่านมา
4. ผู้เข้าร่วมวิจัยมีความพร้อมที่จะเข้าร่วมงานวิจัยโดยสมัครใจ

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion criteria)

1. ผู้เข้าร่วมวิจัย ได้รับการฝึกน้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์
2. ผู้เข้าร่วมวิจัย ได้รับการบาดเจ็บระหว่างการฝึกจนไม่สามารถทำการฝึกได้
3. ผู้เข้าร่วมวิจัยไม่ประสงค์เข้าร่วมการฝึกต่อ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยสร้างและพัฒนารูปแบบการทดลองโดยผู้วิจัยค้นหา รูปแบบของการกำหนดปริมาณความหนักของการทดสอบเรียงเรียงและจัดสร้างโปรแกรม เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบและ แก้ไขปรับปรุงเนื้อหาของโปรแกรม (โปรแกรมจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการออกกำลังกายกล้ามเนื้อหลังด้วยแรงต้านในระดับต่ำ, โปรแกรมออกกำลังกายกล้ามเนื้อหลังด้วยแรงต้านในระดับสูง)

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

1. ศึกษาข้อมูล วิธีการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในระดับต่ำจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ
2. นำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการออกแบบโปรแกรมการฝึกเพื่อใช้ในการออกกำลังกายในท่าออกกำลังกายกล้ามเนื้อหลัง (Lat pulldown) โดยใช้การจำกัดการไหลเวียนของเลือดแบบเดียวกันกับการศึกษาในกล้ามเนื้อหน้าอกในท่า Bench press ใช้การจำกัดการไหลเวียนเลือดบริเวณต้นแขนทั้งสองข้าง
3. นำแบบฝึกการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในระดับต่ำในกล้ามเนื้อหลังที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้นเสนอต่อประธานและกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ในการทำวิจัย เพื่อพิจารณา ตรวจสอบ ปรับปรุง และแก้ไขให้มีความเหมาะสม

4. นำรายละเอียดแบบฝึกการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในระดับต่ำในกล้ามเนื้อหลังที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญพิจารณา จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบ ปรับปรุง และแก้ไขให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้นเพื่อให้ความเหมาะสม

5. นำรายละเอียดแบบฝึกการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในระดับต่ำในกล้ามเนื้อหลังไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่จะทำการศึกษาเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลนำไปวิเคราะห์ในการวิจัยต่อไป

โปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อหลังด้วยแรงต้าน

ผู้เข้าร่วมวิจัยออกกำลังกายด้วยการฝึกในท่า Lat pulldown โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มการฝึก กลุ่มแรก ใช้แรงต้านที่ระดับ 30 % ของ 1 RM ควบคู่กับการจำกัดการไหลเวียนเลือดจำนวน 15 ครั้ง (โดยรอบแรกฝึก 30 ครั้ง) และทำทั้งหมด 4 รอบ กลุ่มที่ 2 ใช้แรงต้านในระดับ 75 % ของ 1 RM จำนวน 10 ครั้งและทำทั้งหมด 3 รอบ กลุ่มที่ 3 ไม่มีโปรแกรมการฝึกกล้ามเนื้อหลัง กลุ่มที่ 1 และ 2 ทำการฝึก โดยทำการฝึกด้วยโปรแกรมที่ผู้วิจัยกำหนดให้เป็นจำนวน 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 8 สัปดาห์ โดยหลังจากทำการฝึกในสัปดาห์ที่ 4 แล้วเสร็จจะทำการเพิ่มค่าความสามารถสูงสุดของการออกแรง 1 ครั้ง (1RM) ของกลุ่มฝึกขึ้นกลุ่มละ 5 % เท่า ๆ กัน และใช้น้ำหนักดังกล่าวใช้ในการฝึกต่อเนื่องไปจนจบโปรแกรม (ภาคผนวก ค)

โปรแกรมการหาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังของผู้เข้าร่วมงานวิจัย (1RM)

ก่อนการเริ่มโปรแกรมการฝึก 1 สัปดาห์ ผู้เข้าร่วมวิจัยเข้าร่วมทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังด้วยการออกกำลังกายในท่า lat pulldown โดยหลังจากทำการวอร์มอัพกล้ามเนื้อช่วงบนร่างกายก่อนด้วยการยืดกล้ามเนื้อหัวไหล่ในท่าที่กำหนดจึงจะเริ่มการทดสอบ โดยการทดสอบจะเริ่มจากผู้เข้าร่วมวิจัยทดสอบท่า lat pulldown โดยวิธีการหาน้ำหนักของ 1 RM ทางอ้อมคือตั้งท่า lat pulldown ได้จำนวนไม่เกิน 10 ครั้ง โดยวิธีทดสอบนี้ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำทดสอบ 2 ครั้ง แต่แต่ละครั้งพัก 5 นาที เพื่อหาความแข็งแรงที่ยกได้จำนวน 10 ครั้ง และนำมาคำนวณ 1 RM เมื่อทราบค่าน้ำหนักและจำนวนครั้งที่ยกได้แล้วให้นำมาคำนวณตามสูตรดังนี้ (ภาคผนวก ข)

$$1 \text{ Repetition Maximum} = \text{Weight} * [1 + (0.033 * \text{Number of repetition})]$$

การจำกัดการไหลเวียนเลือด

ก่อนการเริ่มต้นงานวิจัย ผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะทำการฝึกการใช้อุปกรณ์จำกัดการไหลเวียนเลือดที่บริเวณต้นแขนทั้งสองข้าง โดยจำกัดการไหลเวียนของเลือดที่ระดับ 70 % ของค่า arterial occlusion pressure (AOP) (mmHg) ในระหว่างการฝึกด้วยโปรแกรมแรงต้านในระดับต่ำ จะทำการวัดที่บริเวณต้นแขนของผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งสองข้างและทำการถอดสายวัดออกในช่วงหลังการฝึกในรอบสุดท้ายในแต่ละวัน (ภาคผนวก จ)

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

- 1.แบบสอบถามประเมินความพร้อมก่อนออกกำลังกาย PAR Q (ภาคผนวก ก)
- 2.ประเมินความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้ง ในท่า Lat pulldown (1 RM Lat pulldown)(ภาคผนวก ข)
- 3.โปรแกรมการฝึก (ภาคผนวก ค)
- 4.เครื่องออกกำลังกาย Lat pulldown
- 5.เครื่องวัดออกซิเจนและชีพจรที่ปลายนิ้วเพื่อหาค่า Max arterial occlusion pressure (AOP)
- 6.อุปกรณ์สำหรับทำการจำกัดการไหลเวียนเลือดบริเวณต้นแขนทั้งสองข้าง
- 7.สายวัดใช้วัดขนาดของกล้ามเนื้อ
- 8.เครื่องวัด Inbody รุ่น 720 สำหรับวัดสัดส่วนร่างกาย
- 11.โบบันที่กผล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัย (Informed consent form) ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการวัดสัดส่วนร่างกายด้วยเครื่องวัด Inbody รุ่น 720 จากนั้น วัดรอบลำตัวบริเวณใต้สะบัก วัดรอบต้นแขนทั้งสองและทดสอบความสามารถในการออกแรงสูงสุด 1 ครั้ง ในท่าออกกำลังกาย Lat pulldown และ ท่าออกกำลังกาย Preacher curl โดยใช้เครื่องออกกำลังกาย Lat pulldown และเครื่องออกกำลังกาย Preacher curl เพื่อหาค่าความสามารถในการออก

แรงสูงสุด 1 ครั้ง (1 Repetition Maximum) โดยดำเนินการที่ศูนย์ออกกำลังกาย นิมิบุตร กรมพลศึกษา สนามกีฬาแห่งชาติ โดยก่อนเริ่มการทดสอบอาสาสมัครอบอุ่นร่างกายโดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อหัวใจใหญ่ เป็นเวลา 1 นาที แล้วต่อด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (Dynamic stretching) จำนวน 2 ท่า เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นจึงทำการวิเริ่มการทดสอบหาค่าความสามารถในการออกแรงสูงสุด 1 ครั้ง (1 Repetition Maximum) ในท่าออกกำลังกาย Lat pulldown โดยผู้เข้าร่วมวิจัยทำทดสอบการออกแรงในท่า Lat pulldown 2 ครั้ง แต่ละครั้งพัก 5 นาที เพื่อหาความสามารถที่ยกได้จำนวน 10 ครั้ง และนำน้ำหนักที่สามารถยกได้มาคำนวณค่าความสามารถในการออกแรงสูงสุด 1 ครั้ง (1 Repetition Maximum) (Baechle & Earle, 2008) เมื่อทำการทดสอบแล้วเสร็จ ผู้วิจัยบันทึกค่าความสามารถในการออกแรงสูงสุด 1 ครั้ง (1 Repetition Maximum) ในท่าออกกำลังกาย Lat pulldown และหลังจากนั้นพัก 3 วัน แล้วเข้าทำการทดสอบหาค่าความสามารถในการออกแรงสูงสุด 1 ครั้ง (1 Repetition Maximum) ในท่าออกกำลังกาย Preacher curl โดยผู้เข้าร่วมวิจัยทำทดสอบการออกแรงในท่า Preacher curl 2 ครั้ง แต่ละครั้งพัก 5 นาที เพื่อหาความสามารถที่ยกได้จำนวน 10 ครั้ง และนำน้ำหนักที่สามารถยกได้มาคำนวณค่าความสามารถในการออกแรงสูงสุด 1 ครั้ง (1 Repetition Maximum) ในท่าออกกำลังกาย Preacher curl เมื่อทำการทดสอบแล้วเสร็จ ผู้วิจัยบันทึกค่าความสามารถในการออกแรงสูงสุด 1 ครั้ง (1 Repetition Maximum) จากนั้น จึงนำค่าความสามารถในการออกแรงสูงสุด 1 ครั้ง ที่ได้ไปเพื่อใช้ในการแบ่งอาสาสมัครเป็น 3 กลุ่ม (กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3) แต่ละกลุ่มมีผู้เข้าร่วมวิจัย จำนวน 15 คนและมีค่าเฉลี่ยของค่าความสามารถในการออกแรงสูงสุด 1 ครั้งในท่า Lat pulldown ที่ใกล้เคียงกัน การแบ่งผู้เข้าร่วมวิจัยเป็น 3 กลุ่มมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและนำผลของการฝึกในแต่ละกลุ่มและกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกมาเปรียบเทียบกัน โดยวิธีการทดสอบเพื่อหาค่าความสามารถในการออกแรงสูงสุด 1 ครั้งในท่า Lat pulldown และท่า Preacher curl วัดการเปลี่ยนแปลงของเส้นรอบวงบริเวณกล้ามเนื้อ และสัดส่วนร่างกายของผู้เข้าร่วมทำการวิจัยด้วยเครื่อง Inbody รุ่น 720

ช่วงปรับตัวก่อนเข้าร่วมโปรแกรมการฝึก (Familyization phase)

ผู้เข้าร่วมการวิจัยในกลุ่มที่มีการฝึกการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในกล้ามเนื้อหลังจะได้รับการฝึกอบรมการใช้เครื่องออกกำลังกาย Lat pulldown โดยแนะนำและทำการสอนการออกกำลังกายกล้ามเนื้อหลังในท่า Lat pulldown และได้รับการทำการฝึกจริงเพื่อสร้างความคุ้นเคยกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในท่า Lat pulldown ในช่วง 1 สัปดาห์ ก่อนเข้าร่วมโปรแกรมการฝึก ในกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยที่มีการจำกัดการไหลเวียนเลือดโดยการรัดด้วยอุปกรณ์บริเวณต้นแขนทั้ง

สองข้างจะได้รับการฝึกการใช้อุปกรณ์ร่วมด้วยในระหว่างการฝึกออกกำลังภายในท่า Lat pulldown เพื่อให้ผู้เข้าร่วมวิจัยมีความคุ้นเคยในการใช้อุปกรณ์จำกัดการไหลเวียนของเลือด ร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในท่า Lat pulldown หลังจากผ่านช่วงปรับตัวก่อนการเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกคนจึงเข้าสู่ช่วงของการฝึก

ช่วงโปรแกรมการฝึก

กำหนดช่วงเวลาของการฝึกเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ สำหรับผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 3 กลุ่ม จะมีโปรแกรมฝึกในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 โดยกลุ่มที่ 3 ไม่ได้รับการฝึกใด ๆ ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยกำหนดช่วงเวลาในการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยทำการฝึกวัน จันทร์ วันพุธ และวัน ศุกร์ของแต่ละสัปดาห์ ก่อนทำการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในกล้ามเนื้อหลัง กลุ่มที่ 1 และ กลุ่มที่ 2 เริ่มต้นด้วยการอบอุ่นร่างกายและเตรียมความพร้อมให้กับข้อต่อช่วงบน ลำตัว โดยการท่าตามที่กำหนด กำหนดให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งสองกลุ่มทำการอบอุ่นร่างกายและเตรียมความพร้อมให้กับข้อต่อช่วงบนลำตัวเหมือนกันทั้งสองกลุ่ม (ภาคผนวก ง) ก่อนทำการเริ่มการเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกตามที่ผู้วิจัยสร้างรูปแบบไว้ (ภาคผนวก ค) หลังจากทำการอบอุ่นร่างกายเสร็จสิ้นทั้งสองกลุ่มเริ่มทำการฝึกโดยแบ่งรูปแบบการฝึกออกเป็นสองกลุ่มตามที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ กลุ่มแรกทำการจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในกล้ามเนื้อหลังที่ระดับต่ำ กลุ่มที่สองทำการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในกล้ามเนื้อหลังที่ระดับสูง หลังจากผู้เข้าร่วมวิจัยทำการฝึกเสร็จสิ้นผู้วิจัยทั้งสองกลุ่มทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อหลังและหัวไหล่ตามรูปแบบที่กำหนดหลังจากที่เข้าร่วมโปรแกรมการฝึกเสร็จสิ้น (ภาคผนวก ง) และกลุ่มที่สามไม่มีการเข้าร่วมโปรแกรมการฝึก

การเก็บข้อมูลหลังจากการทำกรฝึก (Acute phase)

ผู้วิจัยต้องการศึกษาการเกิดผลการเปลี่ยนแปลงในระยะเฉียบพลันของการเกิดสภาวะการบวมของกล้ามเนื้อ (muscle swelling) เปรียบเทียบในช่วงก่อนและหลังจากการฝึกด้วยการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำและกลุ่มที่ทำการฝึกด้วยแรงต้านในระดับสูง ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับการวัดขนาดของรอบแขนทั้งสองข้างและขนาดของรอบลำตัวบริเวณใต้สะบักของผู้ที่ทำการฝึกทั้งสองกลุ่ม หลังจากได้ค่าจากการวัดผู้วิจัยจะนำมาคำนวณเป็นสัดส่วนร้อยละของขนาดที่เพิ่มขึ้นหลังจากทำการฝึกเมื่อเทียบกับช่วงก่อนการฝึกของทั้งสองกลุ่ม

การปรับเปลี่ยนระดับความหนักของการฝึก

หลังจากผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการฝึกครบ 4 สัปดาห์ผู้วิจัยจะทำการเพิ่มค่าความสามารถสูงสุดของการออกแรง 1 ครั้ง (1RM) ให้กับผู้เข้าร่วมการวิจัยด้วยวิธีคำนวณเพิ่มค่าความสามารถในการออกแรงสูงสุด 1 ครั้งขึ้นอีก 5 % จากในช่วงก่อนเริ่มต้นการฝึกและทำการตั้งความหนักของการออกกำลังกายจากค่า 1 RM ที่วัดได้เพื่อทำการฝึกในสัปดาห์ที่เหลือจนครบตามกำหนดโปรแกรมทั้ง 8 สัปดาห์

การหาค่าความหนักที่ใช้ในการจำกัดการไหลเวียนเลือดบริเวณต้นแขน

ในกลุ่มผู้ที่เข้าร่วมวิจัยที่ต้องทำการจำกัดการไหลเวียนเลือดควบคู่กับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่ระดับต่ำ จะทำการหาค่า Arterial occlusion pressure (AOP) เพื่อสังเกตการณ์ปิดกั้นของหลอดเลือดที่แรงรัดสูงสุด โดยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยติดเครื่องมือวัดค่าออกซิเจนในเลือดไว้ที่บริเวณปลายนิ้วแล้วผู้วิจัยทำการรัดบริเวณต้นแขนด้วยอุปกรณ์วัดแรงดันหลังจากนั้นสังเกตและบันทึกผลจุดปิดกั้นของหลอดเลือดที่ทำให้สัญญาณชีพจรบริเวณปลายนิ้วหายไปและนำค่าแรงดันดังกล่าวมาคำนวณที่ 70 % ของค่า Arterial occlusion pressure (AOP) เป็นค่าความหนักในการจำกัดการไหลเวียนเลือดบริเวณต้นแขน ทั้งสองข้างของผู้เข้าร่วมวิจัยในกลุ่มที่ใช้การจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านระดับต่ำในการฝึกออกกำลังกายด้วยแรงต้านในท่า lat pull down

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการทดสอบมาดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยจัดกระทำด้วยโปรแกรมคำนวณสำเร็จ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนาในรูปของค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าความแปรปรวนของข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถสูงสุดในการออกแรง (1 RM) ในท่า Lat pull down ความสามารถสูงสุดในการออกแรง (1 RM) ในท่า Preacher curl (Biceps curl) ค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก ค่าของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อต้นแขน (Arm circumference) ค่าของมวลกล้ามเนื้อ (Muscle mass) ค่าของมวลไขมัน (Fat mass) ก่อนการฝึก และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มที่ 1 (กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านระดับสูง) กลุ่มที่ 2 (กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านระดับต่ำผสมผสานกับการจำกัดการไหลเวียนเลือด) และกลุ่มที่ 3 (กลุ่มควบคุม) โดยใช้สถิติ Paired T-Test

2. วิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถสูงสุด(1 RM) ในท่า Lat pulldown ความสามารถสูงสุดในการออกแรง(1 RM) ในท่า Preacher curl (Biceps curl) ค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก ค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบักหลังจากการฝึก ฉับพลัน (Muscle swelling) ค่าของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อต้นแขน (Arm circumference) ค่าของมวลกล้ามเนื้อ (Muscle mass) ค่าของมวลไขมัน (Fat mass) ระหว่างกลุ่มที่ 1 (กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านระดับสูง) กลุ่มที่ 2 (กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านระดับต่ำผสมผสานกับการจำกัดการไหลเวียนเลือด) และกลุ่มที่ 3 (กลุ่มควบคุม) ในช่วงก่อนการฝึก และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยใช้สถิติ One-way ANOVA ที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



บทที่ 4

ผลดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยการทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวม เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อและเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่ระดับหนักโดยนำผลมาวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอ ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของตัวแปรองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้ง ในท่า Lat pulldown (1RM Lat pulldown) ความสามารถสูงสุดในการออกแรงในท่า Preacher curl (1 RM Preacher curl) ค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก ค่าของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อต้นแขน (Arm circumference) ในช่วงก่อนและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 และค่าของเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก หลังการฝึกทันที (Muscle swelling)

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบผลของตัวแปรองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)

ความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้ง ในท่า Lat pulldown (1RM Lat pulldown) ความสามารถสูงสุดในการออกแรงในท่า Preacher curl (1 RM Preacher curl) ค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก ค่าของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อต้นแขน (Arm circumference) ในช่วงก่อนและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 และค่าของเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก หลังการฝึกทันที (Muscle swelling)

สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการแปลความหมายและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำเสนอผลการวิจัย ดังนี้

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

t แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์การแจกแจงแบบที (t- Distribution)

F แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์การแจกแจงแบบเอฟ (F- Distribution)

df	แทน	ชั้นแห่งความอิสระ (Degree of Freedom)
SS	แทน	ผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนกำลังสอง (Sum of Square)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนเบี่ยงเบนกำลังสอง (Mean of Square)
p-value	แทน	ความน่าจะเป็น (Probability)
*	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่ม	กลุ่มจำกัดการไหล		กลุ่มฝึกด้วยแรง		กลุ่มควบคุม	
	เวียนของเลือดร่วม		ด้านระดับสูง			
	กับฝึกด้วยแรงด้าน					
	ระดับต่ำ					
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
อายุ (ปี)	29.60	4.77	28.8	3.12	31	3.33
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	75.77	8.97	75.22	11.84	76.26	12.94
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	174.1	5.99	172.2	5.22	172.6	5.27
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ²)	24.97	2.03	25.25	2.79	25.54	3.70

จากตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับฝึกด้วยแรงด้านระดับต่ำ กลุ่มฝึกด้วยแรงด้านระดับสูง และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ 29.60 ± 4.77 ปี, 28.80 ± 3.12 ปี และ 31 ± 3.33 ปี ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนัก 75.77 ± 8.97 กิโลกรัม, 75.22 ± 11.84 กิโลกรัม และ 76.26 ± 12.94 กิโลกรัม ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของส่วนสูง 174.1 ± 5.99 เซนติเมตร, 172.2 ± 5.22 เซนติเมตร และ 172.6 ± 5.27 เซนติเมตร ตามลำดับ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของดัชนีมวลกาย 24.97 ± 2.03 กิโลกรัม/เมตร², 25.25 ± 2.79 กิโลกรัม/เมตร² และ 25.54 ± 3.70 กิโลกรัม/เมตร² ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของตัวแปรองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้ง ใน Lat pulldown (1RM Lat pulldown) ความสามารถสูงสุดในการออกแรง (1 RM) ในท่า Preacher curl (Biceps curl) ค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก และค่าของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อต้นแขน (Arm circumference) ในช่วงก่อนและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

ตาราง 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของตัวแปรองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)

กลุ่ม	กลุ่มจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับฝึกด้วยแรงต้านระดับต่ำ		กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านระดับสูง		กลุ่มควบคุม	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
Fat (kg)						
ก่อนการฝึก	17.40	3.07	17.23	7.39	17.29	6.10
หลังการฝึก	17.38	2.87	16.84	7.03	18.13	6.25
Fat %						
ก่อนการฝึก	22.99	3.46	22.22	6.22	22.13	5.95
หลังการฝึก	23.06	3.11	21.69	5.70	23.11	5.86
Muscle Mass (kg)						
ก่อนการฝึก	32.48	5.07	31.85	4.73	28.60	2.74
หลังการฝึก	32.35	5.19	32.24	4.64	28.62	2.58

จากตารางที่ 2 ข้อมูลขององค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) กลุ่มจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านระดับต่ำ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณไขมัน (Fat) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 17.40 ± 3.07 กิโลกรัม และ 17.38 ± 2.87 กิโลกรัม ตามลำดับ กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านระดับสูง มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณไขมัน (Fat) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 17.23 ± 7.39 กิโลกรัม และ 16.84 ± 7.03

กิโลกรัม ตามลำดับ และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณไขมัน (Fat) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 17.29 ± 6.10 กิโลกรัม และ 18.13 ± 6.25 กิโลกรัม ตามลำดับ

กลุ่มฝึกกลุ่มจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านระดับต่ำ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณไขมัน (Fat%) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 22.99 ± 3.46 เปอร์เซ็นต์ และ 23.06 ± 3.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านระดับสูง มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณไขมัน (Fat%) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 22.22 ± 6.22 เปอร์เซ็นต์ และ 21.69 ± 5.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณไขมัน (Fat%) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 22.13 ± 5.95 เปอร์เซ็นต์ และ 23.11 ± 5.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

กลุ่มจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านระดับต่ำ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณกล้ามเนื้อ (Muscle mass) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 32.48 ± 5.07 กิโลกรัม และ 32.35 ± 5.19 กิโลกรัม ตามลำดับ กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านระดับสูง มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณกล้ามเนื้อ (Muscle mass) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 31.85 ± 4.73 กิโลกรัม และ 32.24 ± 4.64 กิโลกรัม ตามลำดับ และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณกล้ามเนื้อ (Muscle) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 28.60 ± 2.74 กิโลกรัม และ 28.62 ± 2.58 กิโลกรัม ตามลำดับ

ตาราง 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้ง ในท่า Lat pulldown (1RM Lat pulldown) ของกลุ่มตัวอย่าง

	ความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้งในท่า Lat pulldown (1RM Lat pulldown) (กิโลกรัม)			
	ก่อนการฝึก		หลังการฝึก	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
กลุ่มจำกัดการไหลเวียน ของเลือดร่วมกับการฝึก ด้วยแรงต้านระดับต่ำ	71.01	12.78	76.51	13.38
กลุ่มฝึกด้วยแรงต้าน ระดับสูง	69.82	11.49	81.77	10.86
กลุ่มควบคุม	70.93	10.35	70.52	12.09

จากตารางที่ 3 ข้อมูลของความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้ง ในท่า Lat pulldown (1RM Lat pulldown) กลุ่มจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านระดับต่ำ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้ง ในท่า Lat pulldown (1RM Lat pulldown) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 71.01 ± 12.78 กิโลกรัม และ 76.51 ± 13.38 กิโลกรัม ตามลำดับ กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านระดับสูง มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้ง ในท่า Lat pulldown (1RM Lat pulldown) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 69.82 ± 11.49 กิโลกรัม และ 81.77 ± 10.86 กิโลกรัม ตามลำดับ และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้ง ในท่า Lat pulldown (1RM Lat pulldown) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 70.93 ± 10.35 กิโลกรัม และ 70.52 ± 12.09 กิโลกรัม ตามลำดับ

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถสูงสุดในการออกแรงในท่า Preacher curl (1 RM Preacher curl) ของกลุ่มตัวอย่าง

ความสามารถสูงสุดในการออกแรงในท่า Preacher curl (1 RM Preacher curl)	ก่อนการฝึก		หลังการฝึก	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
	กลุ่มจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านระดับต่ำ	30.22	3.62	32.89
กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านระดับสูง	30.40	3.18	32.95	3.88
กลุ่มควบคุม	30.20	3.26	30.05	3.50

จากตารางที่ 4 ข้อมูลของความสามารถสูงสุดในการออกแรงในท่า Preacher curl (1 RM Preacher curl) กลุ่มจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านระดับต่ำ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถสูงสุดในการออกแรงในท่า Preacher curl (1 RM Preacher curl) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 30.22 ± 3.62 คะแนน และ 32.89 ± 3.46 คะแนน ตามลำดับ กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านระดับสูง มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถสูงสุดในการออกแรงในท่า Preacher curl (1 RM Preacher curl) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 30.40 ± 3.18 คะแนน และ 32.95 ± 3.88 คะแนน ตามลำดับ และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถสูงสุดในการออกแรงในท่า Preacher curl (1 RM Preacher curl) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 30.20 ± 3.26 คะแนน และ 30.05 ± 3.50 คะแนน ตามลำดับ

ตาราง 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบักของกลุ่มตัวอย่าง

	ค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก (เซนติเมตร)			
	ก่อนการฝึก		หลังการฝึก	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
กลุ่มจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านระดับต่ำ	91.70	5.40	95.00	5.08
กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านระดับสูง	92.50	3.47	96.80	3.65
กลุ่มควบคุม	91.60	2.67	91.40	3.10

จากตารางที่ 5 ข้อมูลของค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก กลุ่มจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านระดับต่ำ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบักก่อนการฝึกและหลังการฝึก 91.70 ± 5.4 เซนติเมตร และ 95.00 ± 5.08 เซนติเมตร ตามลำดับ กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านระดับสูง มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบักก่อนการฝึกและหลังการฝึก 92.50 ± 3.47 และ 96.80 ± 3.65 ตามลำดับ และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบักก่อนการฝึกและหลังการฝึก 91.60 ± 2.67 และ 91.40 ± 3.10 ตามลำดับ

ตาราง 6 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อต้นแขน (Arm circumference) ของกลุ่มตัวอย่าง

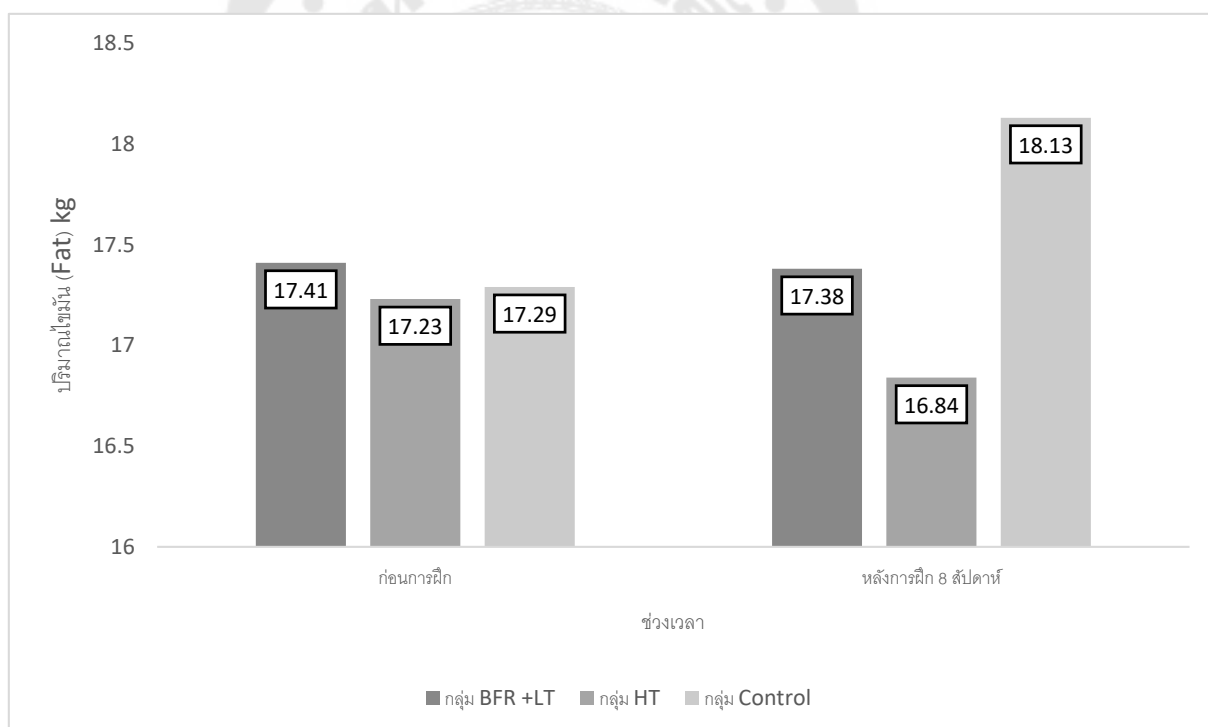
	เส้นรอบวงของกล้ามเนื้อต้นแขน (เซนติเมตร)			
	ก่อนการฝึก		หลังการฝึก	
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
กลุ่มจำกัดการไหลเวียน ของเลือดร่วมกับการฝึก ด้วยแรงต้านระดับต่ำ				
เส้นรอบวงข้างขวา (R)	27.0	2.0	28.5	2.1
เส้นรอบวงข้างซ้าย (L)	26.5	1.9	27.9	1.8
กลุ่มฝึกด้วยแรงต้าน ระดับสูง				
เส้นรอบวงข้างขวา (R)	26.6	1.8	28.5	2.2
เส้นรอบวงข้างซ้าย (L)	26.1	1.7	27.9	1.7
กลุ่มควบคุม				
เส้นรอบวงข้างขวา (R)	28.3	1.5	27.7	1.5
เส้นรอบวงข้างซ้าย (L)	27.6	1.6	27.3	1.6

จากตารางที่ 6 ข้อมูลของเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อต้นแขน (Arm circumference) กลุ่มจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านระดับต่ำ มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อต้นแขน (Arm circumference) ข้างขวาก่อนการฝึกและหลังการฝึก 27.0 ± 2.0 เซนติเมตร และ 28.5 ± 2.1 เซนติเมตร ตามลำดับ ข้างซ้ายก่อนการฝึกและหลังการฝึก 26.5 ± 1.9 เซนติเมตร และ 27.9 ± 1.8 เซนติเมตร ตามลำดับ กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านระดับสูง มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อต้นแขน (Arm circumference) ข้างขวาก่อนการฝึกและหลังการฝึก 26.6 ± 1.8 และ 28.5 ± 2.2 ตามลำดับ ข้างซ้ายก่อนการฝึกและหลังการฝึก 26.1 ± 1.7 เซนติเมตร และ 27.9 ± 1.7 เซนติเมตร ตามลำดับ

และกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อต้นแขน (Arm circumference) ข้างขวาก่อนการฝึกและหลังการฝึก 28.3 ± 1.5 และ 27.7 ± 1.5 ข้างซ้ายก่อนการฝึกและหลังการฝึก 27.6 ± 1.6 เซนติเมตร และ 27.3 ± 1.6 เซนติเมตร ตามลำดับ

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบผลของตัวแปรองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้ง ในท่า Lat pulldown (1RM Lat pulldown) ความสามารถสูงสุดในการออกแรงในท่า Preacher curl (1 RM Preacher curl) ค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก และค่าของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อต้นแขน (Arm circumference) ในช่วงก่อนและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

แผนภูมิที่ 1 การเปรียบเทียบผลของตัวแปรองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ปริมาณไขมัน (Fat) ระหว่างช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ของทั้ง 3 กลุ่ม

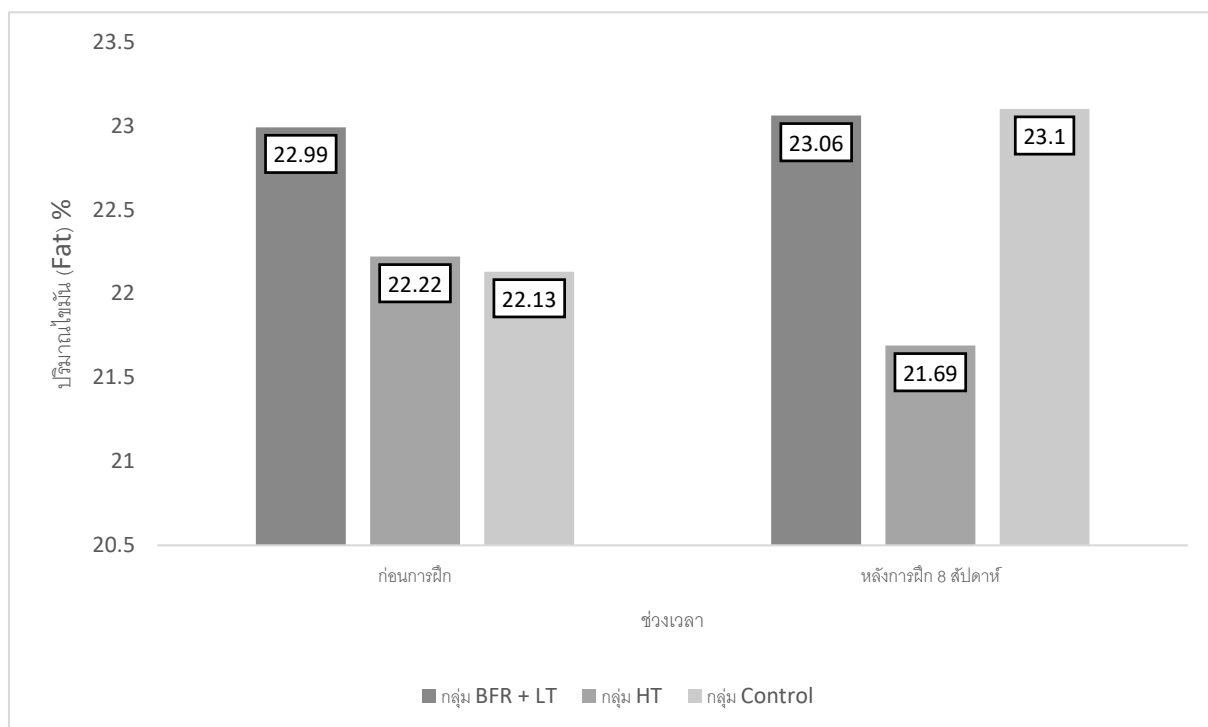


แผนภูมิการเปรียบเทียบองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ปริมาณไขมัน (Fat) ระหว่างช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ของทั้ง 3 กลุ่ม

* มีความแตกต่างภายในกลุ่มก่อนและหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

+ มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุมหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 2 แผนภูมิการเปรียบเทียบองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ปริมาณไขมัน (Fat%) ระหว่างช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ของทั้ง 3 กลุ่ม

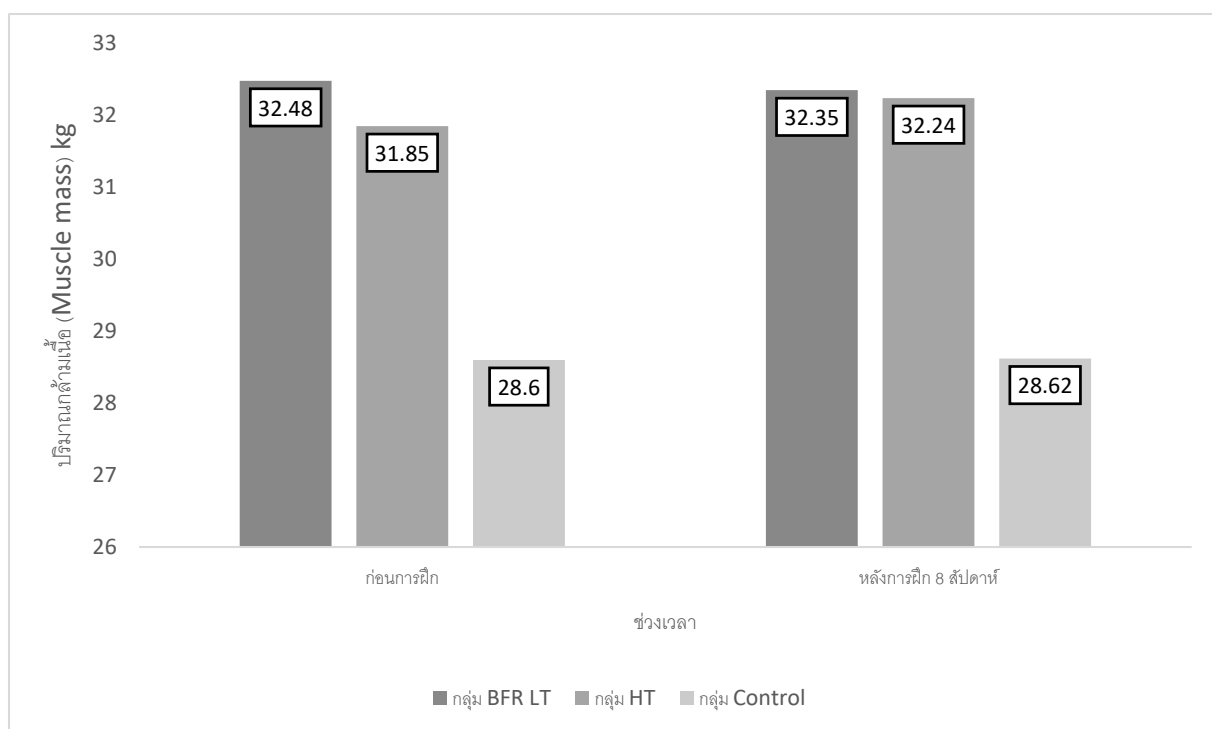


แผนภูมิการเปรียบเทียบองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ปริมาณไขมัน (Fat%) ระหว่างช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ของทั้ง 3 กลุ่ม

* มีความแตกต่างภายในกลุ่มก่อนและหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

+ มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุมหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 3 แผนภูมิการเปรียบเทียบองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ปริมาณกล้ามเนื้อ (Muscle mass) ระหว่างช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ของทั้ง 3 กลุ่ม

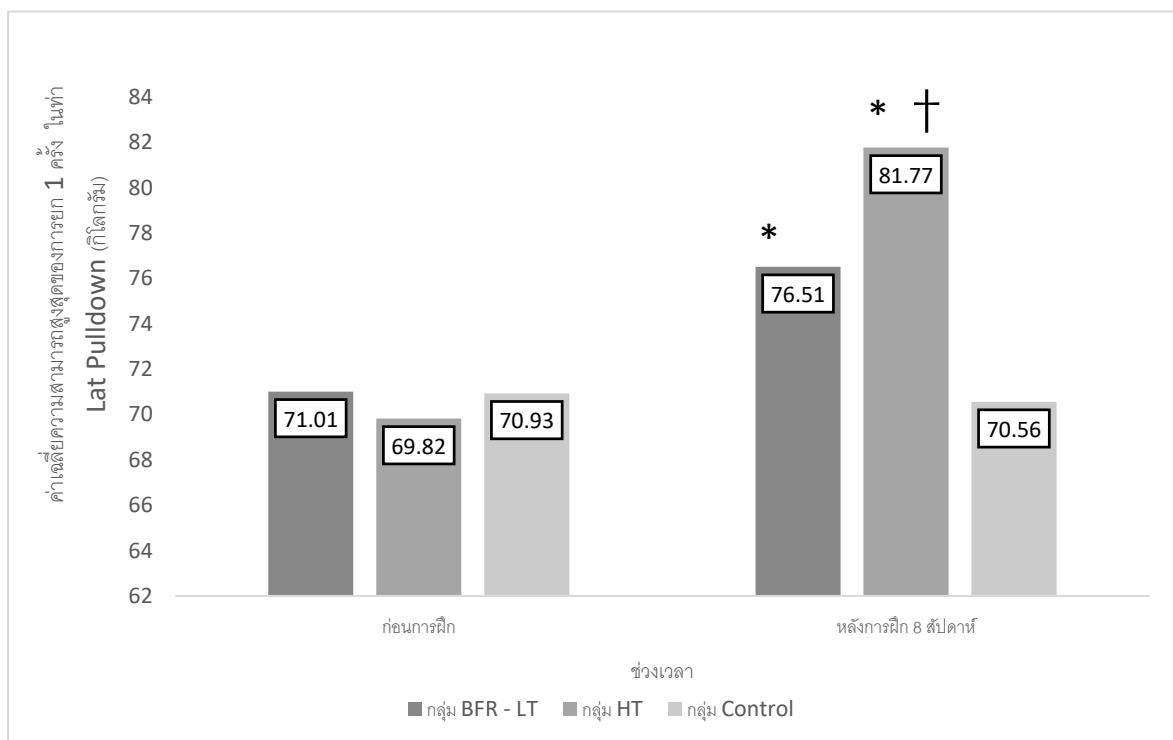


แผนภูมิการเปรียบเทียบองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ปริมาณกล้ามเนื้อ (Muscle mass) ระหว่างช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ของทั้ง 3 กลุ่ม

* มีความแตกต่างภายในกลุ่มก่อนและหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

+ มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุมหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 4 แผนภูมิการเปรียบเทียบความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้ง ในท่า Lat pulldown (1RM Lat pulldown) ระหว่างช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ของทั้ง 3 กลุ่ม

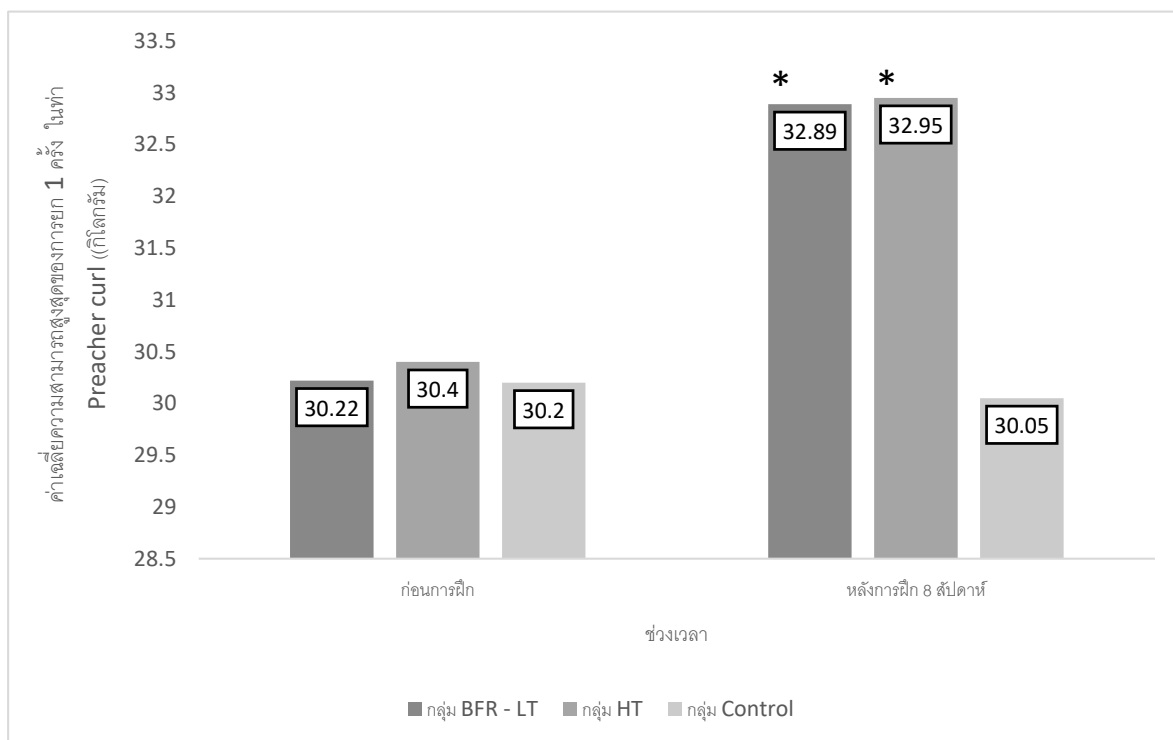


แผนภูมิการเปรียบเทียบความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้ง ในท่า Lat pulldown (1RM Lat pulldown) ระหว่างช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ของทั้ง 3 กลุ่ม

* มีความแตกต่างภายในกลุ่มก่อนและหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

† มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุมหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 5 แผนภูมิการเปรียบเทียบความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้ง ในท่า Preacher curl (1 RM Preacher curl) ระหว่างช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ของทั้ง 3 กลุ่ม

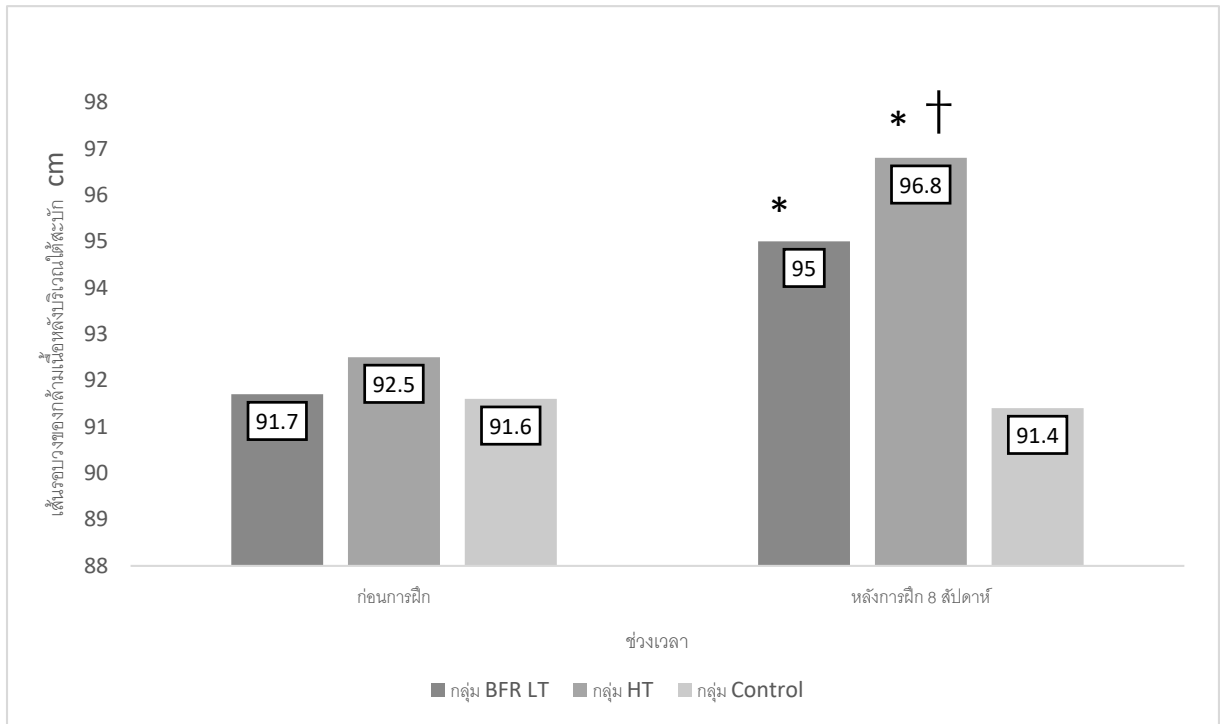


แผนภูมิการเปรียบเทียบความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้ง ในท่า Preacher curl (1 RM Preacher curl) ระหว่างช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ของทั้ง 3 กลุ่ม

* มีความแตกต่างภายในกลุ่มก่อนและหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

+ มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุมหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 6 แผนภูมิการเปรียบเทียบค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก ระหว่างช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ของทั้ง 3 กลุ่ม

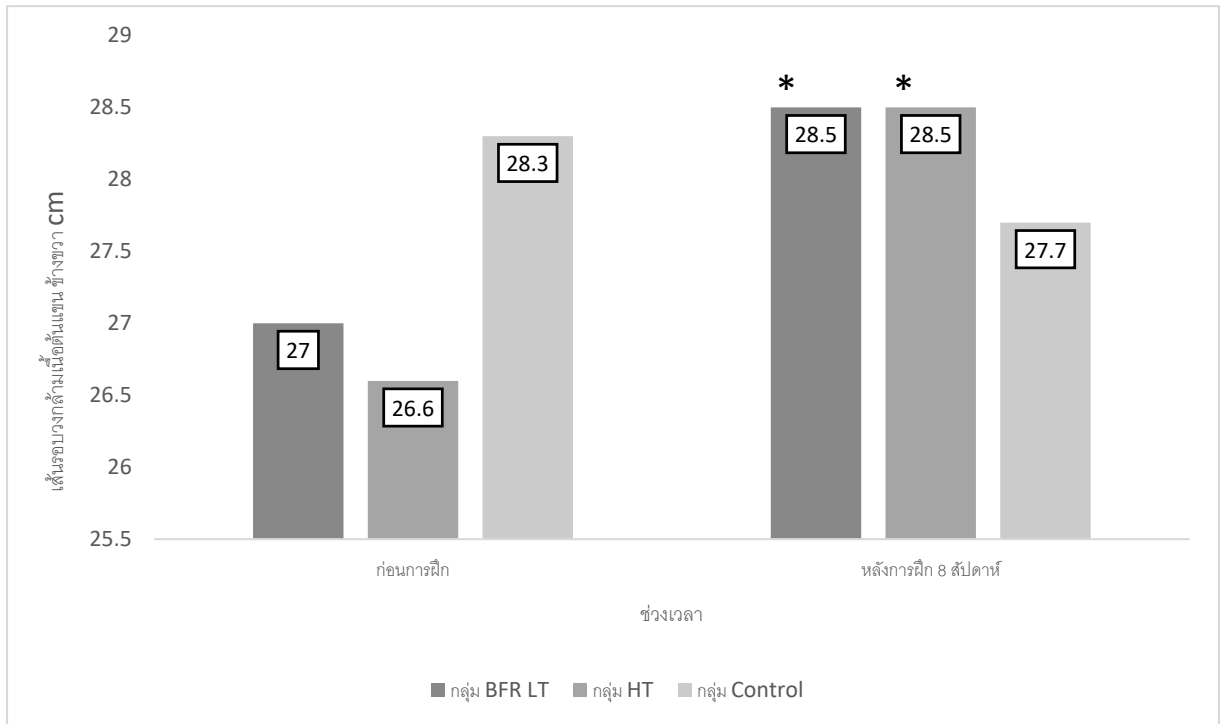


แผนภูมิการเปรียบเทียบค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก ระหว่างช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ของทั้ง 3 กลุ่ม

* มีความแตกต่างภายในกลุ่มก่อนและหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

† มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุมหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 7 แผนภูมิการเปรียบเทียบค่าของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อต้นแขนข้างขวา (Arm circumference) ระหว่างช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ของทั้ง 3 กลุ่ม

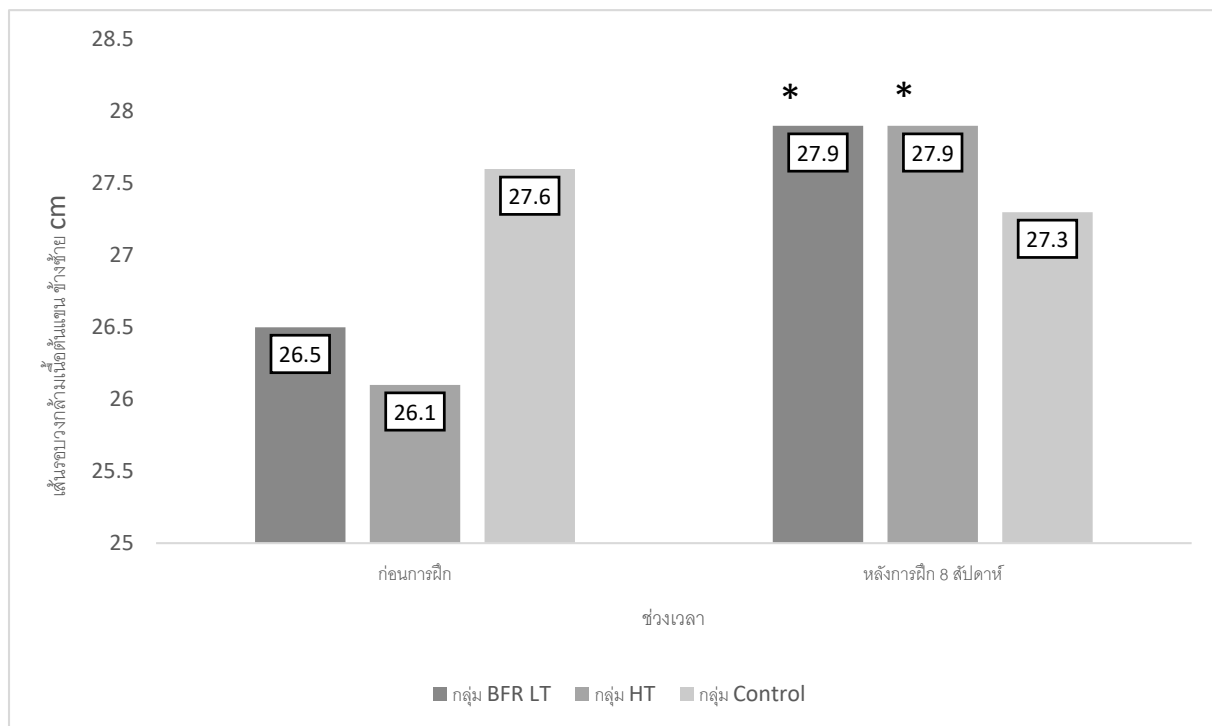


แผนภูมิการเปรียบเทียบค่าของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อต้นแขนข้างขวา ระหว่างช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ของทั้ง 3 กลุ่ม

* มีความแตกต่างภายในกลุ่มก่อนและหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

+ มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุมหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 8 แผนภูมิการเปรียบเทียบค่าของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อต้นแขนข้างซ้าย (Arm circumference) ระหว่างช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ของทั้ง 3 กลุ่ม

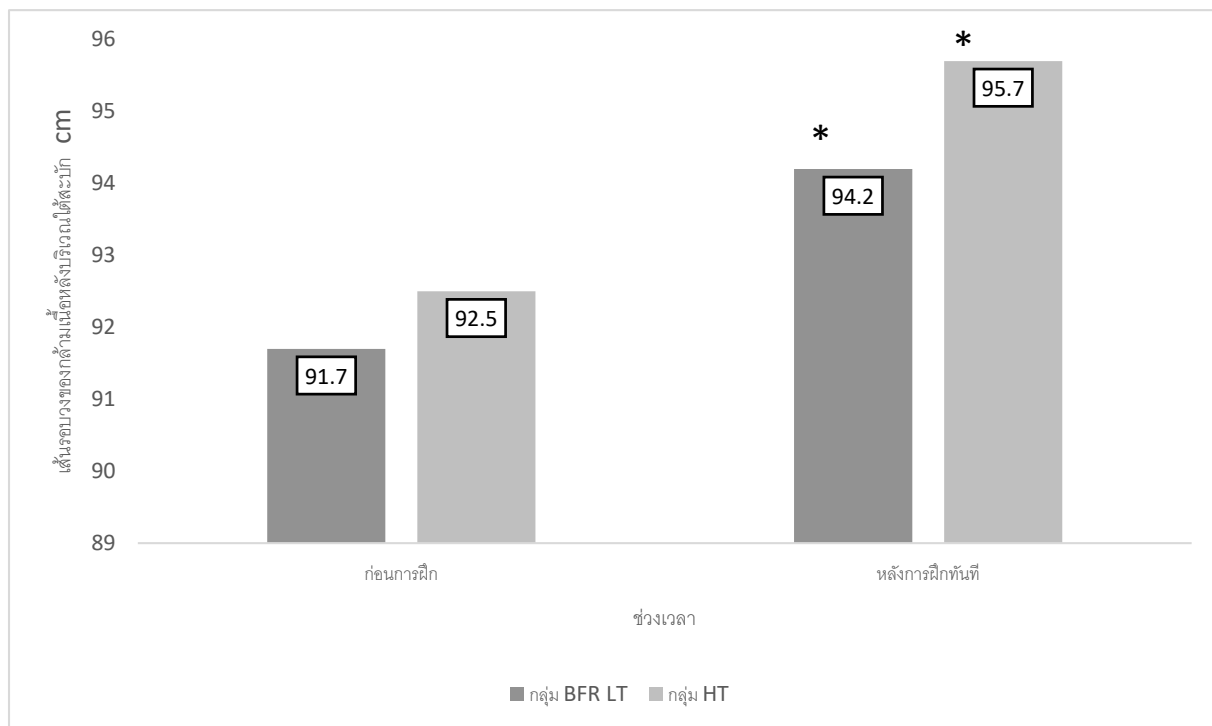


แผนภูมิการเปรียบเทียบค่าของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อต้นแขนข้างซ้าย ระหว่างช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ของทั้ง 3 กลุ่ม

* มีความแตกต่างภายในกลุ่มก่อนและหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

+ มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุมหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 9 แผนภูมิการเปรียบเทียบค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก ระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึก (Acute phase) ของกลุ่มฝึก 2 กลุ่ม



แผนภูมิการเปรียบเทียบค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก ระหว่างช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ของทั้ง 3 กลุ่ม

* มีความแตกต่างภายในกลุ่มก่อนและหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

+ มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มควบคุมหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่ระดับหนักของกล้ามเนื้อหลัง ที่ส่งผลต่อองค์ประกอบของร่างกาย ความแข็งแรง และขนาดของกล้ามเนื้อ ในกลุ่มผู้ชายวัยทำงาน

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อ
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่ระดับหนัก

ความสำคัญของการวิจัย

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่ระดับหนัก และนำผลของการวิจัยครั้งนี้ ไปใช้เป็นทางเลือกและแนวทางการออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกายสำหรับผู้ที่ต้องการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่มีข้อจำกัดต่าง ๆ ในการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในระดับหนัก

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือประชากรวัยทำงานเพศชาย อายุระหว่าง 18-39 ปี โดยประชากรกลุ่มนี้เป็นบุคลากรที่ทำงานอยู่ในกรมพลศึกษา ที่ไม่เคยได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบมีแรงต้านในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมาและผ่านการคัดกรองสุขภาพเบื้องต้นด้วยการตอบแบบสอบถาม PAR-Q และไม่มีโรคเกี่ยวกับกระดูกและกล้ามเนื้อ โดยมีความสมัครใจและยินดีให้ความร่วมมือในการทำวิจัย จำนวน 30 คน โดยแบ่งกลุ่ม 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน ได้แก่

1. กลุ่มที่ฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำ
2. กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านในระดับหนัก

3. กลุ่มควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. โปรแกรมการฝึกความแข็งแรงในท่า Lat pulldown

1.1 ศึกษาจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการฝึกเพิ่มความแข็งแรง (Strength)

1.2 นำข้อมูลที่ได้จากศึกษา มาออกแบบโปรแกรมเพิ่มความแข็งแรงในการฝึกท่า

Lat pulldown

1.3 นำโปรแกรมที่ออกแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พิจารณา ตรวจสอบ ปรับปรุง และแก้ไขให้มีความเหมาะสมเพื่อให้มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

1.4 นำโปรแกรมที่สร้างขึ้นใช้กับผู้เข้าร่วมวิจัย

2. การประเมินผล ซึ่งประกอบด้วยรายการต่อไปนี้

2.1 ประเมินความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้ง ในท่า Lat pulldown

2.2 ประเมินความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้ง ในท่า Preacher curl

2.3 ประเมินเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลัง (Latissimus dorsi)

2.4 ประเมินเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อต้นแขน (Arm circumference)

2.5 ประเมินองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)

3. อุปกรณ์

3.1 เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย ยี่ห้อ Inbody รุ่น 720

3.2 เครื่องออกกำลังกาย Lat pulldown

3.3 เครื่องวัดอกซิเจนและชีพจรที่ปลายนิ้ว

3.4 อุปกรณ์สำหรับการจำกัดการไหลเวียนเลือดบริเวณต้นแขนทั้งสองข้าง

3.5 สายวัดใช้วัดขนาดของกล้ามเนื้อ

การจัดกระทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง โดยการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าความสามารถสูงสุดในความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้ง ในท่า Lat pulldown (1RM Lat pulldown) ความสามารถสูงสุดในการออกแรงในท่า Preacher curl (1 RM Preacher curl) ค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก ค่าของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อต้นแขน (Arm circumference) ของกลุ่มที่ 1 (กลุ่มที่ฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำ) กลุ่มที่ 2 (กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านในระดับหนัก) และกลุ่มที่ 3 (กลุ่มควบคุม) ในระยะเวลาก่อนการฝึก และหลังการฝึก 8

สัปดาห์ และค่าของเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก หลังการฝึกทันที (Muscle swelling) โดยใช้สถิติการทดสอบแบบจับคู่ Paired T-Test

3. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยค่าความสามารถสูงสุดใน Lat pulldown (1RM Lat pulldown) , ความสามารถสูงสุดในการออกแรงในท่า Preacher curl (1 RM Preacher curl) , ค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก, ค่าของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อต้นแขน (Arm circumference), ค่าของเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก หลังการฝึกทันที (Muscle swelling), ค่าของมวลกล้ามเนื้อ (Muscle mass) และค่าของมวลไขมัน (Fat mass) ระหว่างกลุ่มที่ 1 (กลุ่มที่ฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำ) กลุ่มที่ 2 (กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านในระดับหนัก) และกลุ่มที่ 3 (กลุ่มควบคุม) โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

จากการศึกษาเปรียบเทียบการฝึกท่า Lat pulldown กลุ่มที่ฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำกับกลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านในระดับหนัก ที่ส่งผลต่อการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง (Latissimus dorsi) ในกลุ่มผู้ชายวัยทำงาน จำนวน 30 คน ได้ผลการศึกษสรุปได้ดังนี้

1. ผลการทดสอบค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้งในท่า Lat pulldown (1 RM Lat pulldown) ความสามารถสูงสุดในการออกแรงในท่า Preacher curl (1 RM Preacher curl) ค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก ค่าของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อต้นแขน (Arm circumference) ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบภายในกลุ่มของความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้งในท่า Lat pulldown (1 RM Lat pulldown) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่าหลังการฝึก 8 สัปดาห์ดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของทั้งกลุ่มที่ 1 (กลุ่มที่ฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำ) กลุ่มที่ 2 (กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านในระดับหนัก) ยกเว้นกลุ่มที่ 3 ซึ่งไม่ได้รับการฝึกใด ๆ การเปรียบเทียบภายในกลุ่มของความสามารถสูงสุดในการออกแรงในท่า Preacher curl (1 RM Preacher curl) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่าหลังการฝึก 8 สัปดาห์ดีกว่าก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .05 ของทั้งกลุ่มที่ 1 (กลุ่มที่ฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำ) กลุ่มที่ 2 (กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านในระดับหนัก) การเปรียบเทียบภายในในกลุ่มของค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบักก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่าหลังการฝึก 8 สัปดาห์ดีกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของทั้งกลุ่มที่ 1 (กลุ่มที่ฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำ) กลุ่มที่ 2 (กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านในระดับหนัก) การเปรียบเทียบภายในในกลุ่มของค่าเส้นรอบวงกล้ามเนื้อต้นแขน (Arm circumference) ก่อนการฝึกและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่าหลังการฝึก 8 สัปดาห์ดีกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของทั้งกลุ่มที่ 1 (กลุ่มที่ฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำ) กลุ่มที่ 2 (กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านในระดับหนัก) และการเปรียบเทียบภายในในกลุ่มของค่าของเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก หลังการฝึกทันที (Muscle swelling) พบว่าหลังการฝึกทันทีดีกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของทั้งกลุ่มที่ 1 (กลุ่มที่ฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำ) และกลุ่มที่ 2 (กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านในระดับหนัก)

3. การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้งในท่า Lat pulldown (1 RM Lat pulldown) พบว่าหลังการฝึก กลุ่มที่ 2 (กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านในระดับหนัก) พบว่ามีความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้งในท่า Lat pulldown (1 RM Lat pulldown) มากกว่ากลุ่มที่ 3 (กลุ่มควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ กลุ่มที่ 1 (กลุ่มที่ฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำ) เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 1 เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 3 พบว่าความสามารถสูงสุดของการยก 1 ครั้งในท่า Lat pulldown (1 RM Lat pulldown) ไม่มีความแตกต่างกันหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการฝึกด้วยแรงต้านที่ระดับหนักและการฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำในท่า Lat pulldown ส่งผลต่อความแข็งแรงของความสามารถสูงสุดในการยก 1 ครั้ง ในท่า Lat pulldown ที่เพิ่มขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Tomohiro Yasuda et al., 2010) ในกลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านในระดับหนักและกลุ่มจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำ ในกลุ่มที่ไม่เคยออกกำลังกายด้วยแรงต้านในช่วง 6 เดือนก่อนเริ่มการศึกษาโดยฝึก 3 วันต่อสัปดาห์เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ และงานวิจัยของ (Pope, Willardson, & Schoenfeld, 2013)

ที่รวบรวมการศึกษาเกี่ยวกับการฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดรวมกับการใช้แรงต้านในระดับต่ำแต่หากการศึกษานี้ของผู้วิจัยเป็นการศึกษาในกล้ามเนื้อหลังซึ่งอาศัยการทำงานร่วมกันของข้อต่อและกล้ามเนื้อมัดรองลงมา โดยกลุ่มที่ 1 (กลุ่มที่ฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดรวมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำ) และกลุ่มที่ 2 (กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านในระดับหนัก) มีค่าความสามารถสูงสุดใน Lat pulldown แตกต่างกัน โดยกลุ่มที่ 1 มีค่าความสามารถสูงสุดในท่า Lat pulldown เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 5.5 กิโลกรัม ~7.75 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ 2 เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 11.95 กิโลกรัม ~17.12 เปอร์เซ็นต์ การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มในการออกแรงในท่า Preacher curl (1 RM Preacher curl) พบว่าหลังการฝึกกลุ่มที่ 1 (กลุ่มที่ฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดรวมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำ) กลุ่มที่ 2 (กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านในระดับหนัก) และกลุ่มที่ 3 (กลุ่มควบคุม) พบว่าไม่มีความสามารถออกแรงในท่า Preacher curl (1 RM Preacher curl) แตกต่างกันหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ($P>0.05$) โดยกลุ่มที่ 1 เพิ่มขึ้น 8.8 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ 2 เพิ่มขึ้น 8.36 เปอร์เซ็นต์ โดยการทดสอบกล้ามเนื้อต้นแขนนั้นเป็นการทดสอบกล้ามเนื้อที่ช่วยในการออกแรงในท่า Lat pulldown การฝึกในท่า Lat pulldown มีแนวโน้มช่วยทำให้กล้ามเนื้อที่ช่วยในการออกแรงพัฒนาขึ้นตามด้วยสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Tomohiro Yasuda et al., 2011b) การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มของค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบักหลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่าหลังการฝึก กลุ่มที่ 2 (กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านในระดับหนัก) พบว่ามีค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบักหลังการฝึก 8 สัปดาห์ มากกว่ากลุ่มที่ 3 (กลุ่มควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ กลุ่มที่ 1 (กลุ่มที่ฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดรวมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำ) เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 1 เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 3 พบว่าค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบักหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการฝึกด้วยแรงต้านที่ระดับหนักและการฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดรวมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำ ในท่า Lat pulldown ส่งผลต่อค่าเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบักหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ที่เพิ่มขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Tomohiro Yasuda et al., 2011b) การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มของค่าเส้นรอบวงกล้ามเนื้อต้นแขน (Arm circumference) หลังการฝึก 8 สัปดาห์ พบว่าหลังการฝึก 8 สัปดาห์ กลุ่มที่ 1 (กลุ่มที่ฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดรวมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำ) กลุ่มที่ 2 (กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านในระดับหนัก) และกลุ่มที่ 3 (กลุ่มควบคุม) พบว่าค่าเส้นรอบวงกล้ามเนื้อต้นแขน

(Arm circumference) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังการฝึก 8 สัปดาห์ โดยกลุ่มที่ 1 เพิ่มขึ้น ข้างขวา 5.55 ข้างซ้าย 5.28 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ 2 เพิ่มขึ้น ข้างขวา 7.14 ข้างซ้าย 6.89 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Tomohiro Yasuda et al., 2011b) พบว่าหลังการฝึก 6 สัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยของขนาดของกล้ามเนื้อที่ช่วยออกแรงมากขึ้น หลังจากการฝึกในท่าออกกำลังกายที่ใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มของค่าของเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังบริเวณใต้สะบัก หลังการฝึกทันที (Muscle swelling) พบว่าหลังการฝึกทันทีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของทั้งกลุ่มที่ 1 (กลุ่มที่ฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำ) และกลุ่มที่ 2 (กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านในระดับหนัก) โดยกลุ่มที่ 1 เพิ่มขึ้น 2.73 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ 2 เพิ่มขึ้น 3.46 เปอร์เซ็นต์ และงานวิจัยของ (T Yasuda., 2012) ที่ฝึกผู้ชายสุขภาพดีเป็นเวลา 6 สัปดาห์ มีการอภิปรายผลของการบวมขงกล้ามเนื้อหลังจากการฝึกทันทีที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อ การเปรียบเทียบค่าองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) กลุ่มที่ 1 (กลุ่มที่ฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำ) และกลุ่มที่ 2 (กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านในระดับหนัก) และกลุ่มที่ 3 (กลุ่มควบคุม) พบว่ามีค่าเฉลี่ยของกล้ามเนื้อ (Muscle mass) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมหลังการฝึก 8 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่ 1 ลดลง 32.48 กิโลกรัมเป็น 32.35 กิโลกรัม ~ 0.04 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ 2 เพิ่มขึ้น 31.85 กิโลกรัมเป็น 32.24 กิโลกรัม ~ 1.83 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งระยะเวลา 8 สัปดาห์อาจจะตั้งสมมติฐานได้ว่าเวลาการฝึกต่อการเพิ่มของมวลกล้ามเนื้ออย่างไม่เพียงพอ โดยงานวิจัยของ (Brad J Schoenfeld, 2010) การเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อต้องใช้ปัจจัยหลายอย่างและรูปแบบการฝึกที่หลากหลายและต้องมีโปรแกรมฝึกพร้อมกันของกล้ามเนื้อหลายส่วน

การอภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ชายวัยทำงานที่ปฏิบัติงานอยู่ในกรมพลศึกษาซึ่งกลุ่มตัวอย่างผ่านเกณฑ์คัดเลือก จำนวนทั้งสิ้น 30 คน โดยได้ทำการแบ่งกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านระดับต่ำ 10 คน กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านระดับสูง 10 คน โดยทั้งสองกลุ่มทำการฝึกทั้งสิ้น 3 ครั้งต่อสัปดาห์และฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ และกลุ่มสุดท้ายคือกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกใด ๆ จำนวน 10 คน โดยจากการศึกษาพบว่า

1. กลุ่มที่มีการฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำ มีค่าของความสามารถสูงสุดในการออกแรงจากกล้ามเนื้อหลังเพิ่มขึ้นจากช่วงก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อหลัง หลังจากการฝึกของกลุ่มจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำเพิ่มขึ้นจากช่วงก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 เช่นกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Tomohiro Yasuda et al., 2011b) และงานวิจัยของ (Vechin et al., 2015) ที่พบว่า การฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำสามารถเพิ่มความแข็งแรงและขนาดให้กับกล้ามเนื้อได้ รวมถึงกล้ามเนื้อที่เป็นกล้ามเนื้อที่ช่วยออกแรงในท่าออกกำลังกายที่ใช้ในการฝึก

2. เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำกับกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านในระดับสูงพบว่าทั้งสองกลุ่มมีการเปลี่ยนแปลงของความสามารถสูงสุดในการออกแรงของกล้ามเนื้อหลังจากช่วงก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และกลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านระดับสูงมีความสามารถสูงสุดในการออกแรงกล้ามเนื้อหลังมากกว่ากลุ่มควบคุมในช่วงหลังการฝึก 8 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าของเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังของทั้งสองกลุ่มที่ทำการฝึกเพิ่มขึ้นมากกว่าช่วงก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านระดับสูงมีเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อหลังมากกว่ากลุ่มควบคุมในช่วงหลังการฝึก 8 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิจัย แสดงผลว่า การฝึกในรูปแบบการจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านระดับต่ำ สามารถเพิ่มความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อ ขนาดของกล้ามเนื้อ ทั้งกล้ามเนื้อที่ถูกจำกัดการไหลเวียนเลือดโดยตรงและกล้ามเนื้อที่ไม่ได้ถูกจำกัดการไหลเวียนเลือดโดยตรง และเมื่อเปรียบเทียบกับ การฝึกด้วยแรงต้านในระดับสูง การฝึกในรูปแบบการจำกัดการไหลเวียนเลือดอาจไม่สามารถเพิ่มความแข็งแรงได้เทียบเท่ากับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับสูง แต่ถูกชดเชยด้วยการไม่ต้องฝึกที่ระดับความหนักสูงที่มีแรงกระทำที่ข้อต่อและกล้ามเนื้อค่อนข้างสูงตามแรงต้านที่ต้องใช้ในระดับสูงและการฝึกที่จำนวนครั้งมากขึ้นและทำให้มีกลไกในการเกิด Metabolic stress กระตุ้นการหลั่ง anabolic ฮอร์โมนต่าง ๆ ในร่างกาย เช่น growth hormone และ testosterone รวมทั้งก่อให้เกิด cell swelling ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนากล้ามเนื้อ ทั้งนี้ รูปแบบการฝึกแบบการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในระดับต่ำสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบโปรแกรมที่ต้องการจะลดความหนักที่กระทำต่อ

ข้อต่อและเพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงจากการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อแต่ยังคงต้องการให้กล้ามเนื้อเกิดการพัฒนาได้ใกล้เคียงกับการฝึกด้วยแรงต้านระดับสูง และประยุกต์ใช้กับการฝึกเพื่อคงสภาพหรือรักษาระดับความแข็งแรงและขนาดของกล้ามเนื้อไว้ โดยที่ไม่จำเป็นต้องฝึกด้วยแรงต้านระดับสูงเพียงอย่างเดียว

ข้อจำกัดในงานวิจัย

1. ผู้วิจัยไม่สามารถหาผู้เชี่ยวชาญในการวัดขนาดของกล้ามเนื้อหลังโดยใช้เครื่องมือที่มีความละเอียดสูงสุดได้
2. ผู้วิจัยได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับโภชนาการภายหลังจากการฝึกกับผู้เข้าร่วมการฝึกในเบื้องต้น แต่ไม่ได้มีการกำหนดปริมาณสารอาหารที่กลุ่มตัวอย่างรับประทาน
3. การจำกัดการไหลเวียนของเลือดบริเวณต้นแขนมีผลทำให้กลุ่มตัวอย่างบางคนเกิดอาการปวดบริเวณแขนจึงจำเป็นต้องลดระดับแรงที่ใช้ในการบีบรัดลงมา

ข้อเสนอแนะ

โปรแกรมการจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับต่ำสามารถช่วยให้ออกกำลังกายที่ได้รับการฝึกมีการพัฒนาทั้งความแข็งแรงและขนาดของกล้ามเนื้อโดยที่ข้อต่อไม่ต้องรับน้ำหนักในการฝึกที่ระดับสูง รวมถึงกล้ามเนื้อที่ฟุ้งขึ้นจากอาการบาดเจ็บ ทั้งกล้ามเนื้อหลักที่ใช้ในการออกกำลังกายในท่านั้น ๆ หรือกล้ามเนื้อมัดที่เป็นกล้ามเนื้อที่ช่วยในการออกแรงไม่ต้องออกแรงที่ความหนักระดับสูงแต่ช่วยให้ออกกำลังกายยังคงพัฒนาและรักษาระดับของความแข็งแรงไว้ได้ รวมถึงมีข้อโดดเด่นในการสร้างกลไกการเสริมสร้างในรูปแบบ Metabolic stress ซึ่งเป็นกลไกที่สำคัญในการพัฒนาของกล้ามเนื้อ

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. อาจมีการออกแบบการฝึกในรูปแบบผสมผสานการฝึกแบบจำกัดการไหลเวียนเลือดกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านระดับต่ำร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านในระดับสูง
2. การออกแบบการฝึกด้วยโปรแกรมการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในระดับต่ำให้มีระยะเวลาการฝึกยาวนานขึ้นเพื่อศึกษาการพัฒนาของกล้ามเนื้อรวมถึงการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อในระยะยาว
3. อาจมีการออกแบบโปรแกรมการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในระดับต่ำในกลุ่มผู้ที่ฟุ้งขึ้นจากอาการบาดเจ็บหรือมีปัญหาเกี่ยวกับข้อต่อเพื่อศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อ

บรรณานุกรม

- Abe, T., Yasuda, T., Midorikawa, T., Sato, Y., CF, K., Inoue, K., . . . Ishii, N. (2005). Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily “KAATSU” resistance training. *International Journal of KAATSU Training Research*, 1(1), 6-12.
- Dankel, S. J., Jessee, M. B., Abe, T., & Loenneke, J. P. (2016). The effects of blood flow restriction on upper-body musculature located distal and proximal to applied pressure. *Sports Medicine*, 46(1), 23-33.
- Feiring, D. C., Ellenbecker, T. S., & Derscheid, G. L. (1990). Test-retest reliability of the Biodex isokinetic dynamometer. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 11(7), 298-300.
- Haskell, W. L., Lee, I.-M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., . . . Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*, 116(9), 1081.
- Hughes, L., Paton, B., Rosenblatt, B., Gissane, C., & Patterson, S. D. (2017). Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 51(13), 1003-1011.
- Hwang, P. S., Andre, T. L., McKinley-Barnard, S. K., Morales Marroquín, F. E., Gann, J. J., Song, J. J., & Willoughby, D. S. (2017). Resistance training-induced elevations in muscular strength in trained men are maintained after 2 weeks of detraining and not differentially affected by whey protein supplementation. *Journal of strength and conditioning research*, 31(4), 869-881.
- Hwang, P. S., & Willoughby, D. S. (2019). Mechanisms behind blood flow-restricted training and its effect toward muscle growth. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33, S167-S179.

- Karabulut, M., Abe, T., Sato, Y., & Bembem, M. (2007). Overview of neuromuscular adaptations of skeletal muscle to KAATSU Training. *International Journal of KAATSU Training Research*, 3(1), 1-9.
- Klika, B., & Jordan, C. (2013). High-intensity circuit training using body weight: Maximum results with minimal investment. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 17(3), 8-13.
- Loenneke, J., Fahs, C., Thiebaud, R., Rossow, L., Abe, T., Ye, X., . . . Bembem, M. (2012). The acute muscle swelling effects of blood flow restriction. *Acta Physiologica Hungarica*, 99(4), 400-410.
- Loenneke, J. P., Abe, T., Wilson, J. M., Ugrinowitsch, C., & Bembem, M. G. (2012). Blood flow restriction: how does it work? *Frontiers in physiology*, 3, 392.
- Loenneke, J. P., Kim, D., Fahs, C. A., Thiebaud, R. S., Abe, T., Larson, R. D., . . . Bembem, M. G. (2015). Effects of exercise with and without different degrees of blood flow restriction on torque and muscle activation. *Muscle & nerve*, 51(5), 713-721.
- Madarambe, H., Neya, M., Ochi, E., Nakazato, K., Sato, Y., & Ishii, N. (2008). Cross-transfer effects of resistance training with blood flow restriction. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(2), 258-263.
- Neto, G. R., Sousa, M. S., Costa, P. B., Salles, B. F., Novaes, G. S., & Novaes, J. S. (2015). Hypotensive effects of resistance exercises with blood flow restriction. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(4), 1064-1070.
- Ozaki, H., Yasuda, T., Ogasawara, R., Sakamaki-Sunaga, M., Naito, H., & Abe, T. (2013). Effects of high-intensity and blood flow-restricted low-intensity resistance training on carotid arterial compliance: role of blood pressure during training sessions. *European journal of applied physiology*, 113(1), 167-174.
- Pope, Z. K., Willardson, J. M., & Schoenfeld, B. J. (2013). Exercise and blood flow restriction. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(10), 2914-2926.
- Salyers, Z. R. (2017). *The Effect Of Practical Blood Flow Restriction Training On Body Composition And Muscular Strength In College-Aged Individuals*. Eastern Kentucky University.

- Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2857-2872.
- Schoenfeld, B. J. (2013). Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. *Sports Medicine*, 43, 179-194.
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., & Krieger, J. (2019). How many times per week should a muscle be trained to maximize muscle hypertrophy? A systematic review and meta-analysis of studies examining the effects of resistance training frequency. *Journal of sports sciences*, 37(11), 1286-1295.
- Scott, B. R., Loenneke, J. P., Slattery, K. M., & Dascombe, B. J. (2015). Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development. *Sports Medicine*, 45, 313-325.
- Thiebaud, R. S., Loenneke, J. P., Fahs, C. A., Rossow, L. M., Kim, D., Abe, T., . . . Bemben, M. G. (2013). The effects of elastic band resistance training combined with blood flow restriction on strength, total bone-free lean body mass and muscle thickness in postmenopausal women. *Clinical physiology and functional imaging*, 33(5), 344-352.
- Vechin, F. C., Libardi, C. A., Conceição, M. S., Damas, F. R., Lixandrão, M. E., Berton, R. P., . . . Chacon-Mikahil, M. P. T. (2015). Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(4), 1071-1076.
- Wilson, J. M., Lowery, R. P., Joy, J. M., Loenneke, J. P., & Naimo, M. A. (2013). Practical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(11), 3068-3075.
- Yasuda, T., Fujita, S., Ogasawara, R., Sato, Y., & Abe, T. (2010). Effects of low-intensity bench press training with restricted arm muscle blood flow on chest muscle

hypertrophy: A pilot study. *Clinical physiology and functional imaging*, 30(5), 338-343.

Yasuda, T., Fujita, T., Miyagi, Y., Kubota, Y., Sato, Y., Nakajima, T., . . . Abe, T. (2006). Electromyographic responses of arm and chest muscle during bench press exercise with and without KAATSU. *International Journal of KAATSU Training Research*, 2(1), 15-18.

Yasuda, T., Ogasawara, R., Sakamaki, M., Ozaki, H., Sato, Y., & Abe, T. (2011a). Combined effects of low-intensity blood flow restriction training and high-intensity resistance training on muscle strength and size. *European journal of applied physiology*, 111(10), 2525-2533.

Yasuda, T., Ogasawara, R., Sakamaki, M., Ozaki, H., Sato, Y., & Abe, T. (2011b). Combined effects of low-intensity blood flow restriction training and high-intensity resistance training on muscle strength and size. *European journal of applied physiology*, 111, 2525-2533.





ภาคผนวก ก
แบบสอบถามเพื่อประเมินความพร้อมก่อนออกกำลังกาย

แบบสอบถามเพื่อประเมินความพร้อมก่อนออกกำลังกาย PAR-Q

แบบสอบถามนี้จะบอกได้ว่า มีความจำเป็นที่จะขอคำแนะนำเพิ่มเติมจากแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญในด้านออกกำลังกายก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกายที่หนักขึ้นจากเดิมที่เคยมีกิจกรรมทางกายหรือไม่ กรุณาตอบคำถามทั้ง 7 ข้อข้างล่างนี้อย่างถี่ถ้วนและตอบด้วยความสัตย์จริงว่า ใช่ หรือไม่ใช่

	ใช่	ไม่ใช่
1. คุณเคยได้รับทราบจากแพทย์ว่า เป็นโรคเกี่ยวกับ โรคหัวใจหรือ ความดันโลหิตสูง	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. คุณรู้สึกเจ็บที่หน้าอกในขณะที่พัก หรือระหว่างมีกิจกรรมในชีวิตประจำวัน หรือระหว่างออกกำลังกาย	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยเวียนศีรษะจนเสียการทรงตัว หรือเป็นลมไม่รู้สึกร่างตัวหรือไม่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. คุณได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเรื้อรังนอกเหนือจากโรคหัวใจหรือโรคความดันโลหิตสูงหรือไม่ถ้าตอบว่าใช่ ให้ระบุว่าเป็นโรคเรื้อรังอะไร.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ปัจจุบันคุณได้รับประทานยาเพื่อรักษาโรคเรื้อรังหรือไม่โปรดระบุเงื่อนไขและยาที่ได้รับ.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ปัจจุบัน หรือ ในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา คุณมีปัญหาเรื่องกระดูกและข้อหรือกล้ามเนื้อเส้นเอ็นซึ่งอาการจะแย่ลงเมื่อมีกิจกรรมทางกายเพิ่มขึ้น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. แพทย์เคยบอกคุณว่า คุณควรได้รับคำแนะนำก่อนที่จะมีกิจกรรมทางกายหรือออกกำลังกาย	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ลงชื่อ.....ผู้ทดสอบ

ลงชื่อ.....

พยาน

สามารถเข้าร่วมโครงการได้

ไม่สามารถเข้าร่วมโครงการได้



ภาคผนวก ข
การทดสอบน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้จำนวน 1 ครั้ง

การทดสอบหาน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้จำนวน 1 ครั้ง (1 Repetition maximum)

ในท่า Lat pulldown

วิธีการทดสอบหาน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 1 ครั้งในท่า Lat pulldown มีขั้นตอน ดังนี้

- 1.อบอุ่นร่างกายโดยยกน้ำหนักเบาๆ จำนวน 5-10 ครั้ง
- 2.ทำการเลือกน้ำหนักในการยกท่า Lat pulldown ที่น้ำหนักใดก็ได้ ที่ยกได้จำนวนครั้งน้อยที่สุด
- 3.ทำการเพิ่มน้ำหนัก 5-10 % ยกด้วยท่าสมมุติจำนวนน้อยครั้งที่สุด พัก 2 นาที
- 4.ทำการเพิ่ม – ลด จนได้น้ำหนักที่สามารถยกได้อย่างสมมุติ ภายใน 3-5 เซ็ต
4. น้ำหนักและจำนวนครั้งที่ยกได้ในท่า Lat pulldown มาจากการหาค่าน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้จำนวน 1 ครั้ง โดยใช้วิธีการคำนวณของ (Baechle and Earle 2008) ดังนี้

$$1 \text{ Repetition maximum} = \text{Weight} \times [1 + (0.033 \times \text{Number of repetition})]$$

นำน้ำหนักที่ได้จากการคำนวณความสามารถที่ยกได้สูงสุดจำนวน 1 ครั้งของ (Baechle and Earle 2008) มาเปรียบเทียบกับระหว่างจำนวนครั้งที่ยก จากตารางเพื่อนำมาใช้สร้างโปรแกรมการฝึก ตารางภาคผนวก ค การเปรียบเทียบระหว่างจำนวนครั้งที่ยกได้ กับเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่ยกได้ สูงที่สุดจำนวน 1 ครั้ง (Baechle & Earle, 2008)

TABLE 17.8 Estimating 1RM and Training Loads

MAX REPS (RM)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15
%1RM	100	95	93	90	87	85	83	80	77	75	67	65
Load (pounds or kilograms)	10	10	9	9	9	9	8	8	8	8	7	7
	20	19	19	18	17	17	17	16	15	15	13	13
	30	29	28	27	26	26	25	24	23	23	20	20
	40	38	37	36	35	34	33	32	31	30	27	26
	50	48	47	45	44	43	42	40	39	38	34	33
	60	57	56	54	52	51	50	48	46	45	40	39
	70	67	65	63	61	60	58	56	54	53	47	46
	80	76	74	72	70	68	66	64	62	60	54	52
	90	86	84	81	78	77	75	72	69	68	60	59
	100	95	93	90	87	85	83	80	77	75	67	65
	110	105	102	99	96	94	91	88	85	83	74	72
	120	114	112	108	104	102	100	96	92	90	80	78
	130	124	121	117	113	111	108	104	100	98	87	85
	140	133	130	126	122	119	116	112	108	105	94	91
	150	143	140	135	131	128	125	120	116	113	101	98
	160	152	149	144	139	136	133	128	123	120	107	104
	170	162	158	153	148	145	141	136	131	128	114	111
	180	171	167	162	157	153	149	144	139	135	121	117
	190	181	177	171	165	162	158	152	146	143	127	124
	200	190	186	180	174	170	166	160	154	150	134	130

เมื่อทำการเปรียบเทียบจากตารางพบว่า ความหนัก 75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่ยกได้สูงสุดจำนวน 1 ครั้ง เท่ากับ 10 ครั้ง นำมาเข้าสู่สูตรคำนวณเพื่อหาค่าน้ำหนักสูงสุดที่ยกได้ 10 ครั้ง ดังนี้

$$10 \text{ Repetition maximum} = \frac{1 \text{ Repetition maximum} \times \% \text{ Intensity}}{100}$$



ภาคผนวก ค
โปรแกรมฝึกการออกกำลังกายกล้ามเนื้อหลัง

กลุ่มที่ 1 กลุ่มจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในระดับต่ำ ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการอบอุ่นร่างกายด้วยการทำการยืดเหยียดและเตรียมความพร้อมของข้อต่อด้วยการยืดกล้ามเนื้อ 2 ท่า เป็นเวลา 2 นาที ต่อด้วยการเข้าร่วมการฝึกด้วยการออกกำลังกายในท่า Lat pull down ที่ ความหนัก 30 % ของค่าความสามารถสูงสุดในการออกแรง 1 ครั้ง การฝึกโดยออกแรงโดยสมบูรณ์โดยทำทั้งหมดจำนวน 75 ครั้ง โดยทำการฝึกแรก 30 ครั้ง แล้วทำการพัก 30 วินาที และฝึกอีก 15 ครั้งทำซ้ำเป็นจำนวน 3 รอบโดยพักระหว่าง 30 วินาที รวมจำนวนรอบในการฝึกทั้งหมด 4 รอบ จากนั้นผู้เข้าร่วมการฝึกทำการยืดกล้ามเนื้อหลังจากการฝึกจำนวน 2 ท่า เป็นเวลา 2 นาที โดยผู้เข้าร่วมวิจัยในกลุ่มที่ 1 ทำการฝึกสัปดาห์ละ 3 ครั้ง โดยฝึกตามโปรแกรมที่กำหนดจนครบ 4 สัปดาห์ หลังจากครบ 4 สัปดาห์ ผู้เข้าร่วมวิจัยเพิ่มค่าความสามารถสูงสุดในการออกแรง 1 ครั้งขึ้นอีก 5% จากการทดสอบครั้งแรกและใช้ค่าที่ได้สำหรับการฝึกในสัปดาห์ที่ 5 สัปดาห์ที่ 6 สัปดาห์ที่ 7 และสัปดาห์ที่ 8 หลังจากฝึกจนเสร็จสิ้น 8 สัปดาห์ ถือว่าจบโปรแกรมการฝึก

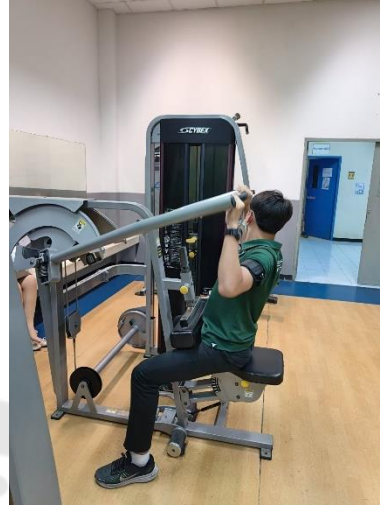
กลุ่มที่ 2 กลุ่มทำการฝึกด้วยแรงต้านระดับสูง

ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการอบอุ่นร่างกายด้วยการทำการยืดเหยียดและเตรียมความพร้อมของข้อต่อด้วยการยืดกล้ามเนื้อ 2 ท่า เป็นเวลา 2 นาที ก่อนเริ่มทำการฝึกด้วยการออกกำลังกายในท่า Lat pull down หลังจากการอบอุ่นร่างกายและยืดกล้ามเนื้อผู้เข้าร่วมการวิจัยเริ่มทำการฝึกออกกำลังกายด้วยแรงต้านในกล้ามเนื้อหลังในท่า Lat pull down โดยผู้เข้าร่วมการวิจัยเริ่มฝึกแรกที่ความหนัก 75 % ของค่าความสามารถสูงสุดในการออกแรง 1 ครั้ง ทำการฝึกโดยออกแรงโดยสมบูรณ์เป็นจำนวน 10 ครั้ง และพัก 90 วินาทีระหว่างการฝึกแต่ละรอบ และทำการฝึกทั้งหมด 3 รอบ จากนั้นผู้เข้าร่วมการฝึกทำการยืดกล้ามเนื้อหลังจากการฝึกจำนวน 2 ท่า เป็นเวลา 2 นาที โดยผู้เข้าร่วมวิจัยในกลุ่มที่ 1 ทำการฝึกสัปดาห์ละ 3 ครั้ง โดยฝึกตามโปรแกรมที่กำหนดจนครบ 4 สัปดาห์ หลังจากครบ 4 สัปดาห์ ผู้เข้าร่วมวิจัยเพิ่มค่าความสามารถสูงสุดในการออกแรง 1 ครั้งขึ้นอีก 5% จากการทดสอบครั้งแรกและใช้ค่าที่ได้สำหรับการฝึกในสัปดาห์ที่ 5 สัปดาห์ที่ 6 สัปดาห์ที่ 7 และสัปดาห์ที่ 8 หลังจากฝึกจนเสร็จสิ้น 8 สัปดาห์ถือว่าจบโปรแกรมการฝึก

กลุ่มที่ 3 กลุ่มควบคุม

ไม่มีการฝึกการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน


ในกลุ่มที่ 3 ไม่ได้เข้าร่วมการฝึกการออกกำลังกายด้วยแรงต้านและยังดำเนินกิจกรรมในชีวิตประจำวันตามปกติ



รูป A แสดงการฝึกกลุ่มจำกัดการไหลเวียนเลือดรวมกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในระดับต่ำ



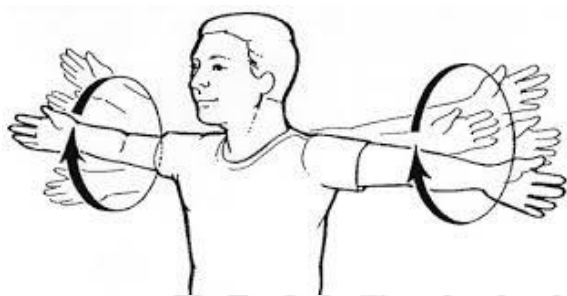
รูป B แสดงการฝึกกลุ่มกลุ่มทำการฝึกด้วยแรงต้านระดับสูง



ภาคผนวก ง
การอบอุ่นร่างกายก่อนการเริ่มโปรแกรมการฝึกและการยืดกล้ามเนื้อหลังทำ
การฝึก


ผู้เข้าร่วมวิจัยกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 จะต้องทำการเตรียมความพร้อมของข้อต่อ 2 ท่า ท่าละ 1 นาทีก่อนเริ่มทำการฝึกดังนี้

ท่าที่ 1 ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการอบอุ่นข้อต่อด้วยการกางแขนไปด้านข้างและทำการหมุนเป็นรูปวงกลม ทำในระยะเวลา 1 นาที เป็นจำนวน 2 รอบ แต่ละรอบพัก 30 วินาที



ท่าที่ 2 ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการเตรียมความพร้อมของข้อต่อด้วยการพาดแขนไปแนบลำตัวและใช้มืออีกด้านดึงเพื่อยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 1 นาที แล้วพัก 30 วินาที ทำซ้ำอีก 1 ครั้ง





ภาคผนวก จ
การหาค่าการปิดกั้นการไหลเวียนเลือดแดง (Arterial occlusion pressure: AOP)
และการคำนวณหาความดันที่ใช้ในการออกกำลังกายด้วยเทคนิค BFR

ในกลุ่มผู้ที่เข้าร่วมวิจัยที่ต้องทำการจำกัดการไหลเวียนเลือดควบคู่กับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่ระดับต่ำ คือกลุ่มที่ 1 จะทำการหาค่า Arterial occlusion pressure (AOP) โดยวิธีดังนี้

1. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งในท่าสบายเพื่อเตรียมความพร้อมในการใส่อุปกรณ์
2. นำเครื่องมือวัดค่าออกซิเจนในเลือดและชีพจรปลายนิ้วไว้ที่บริเวณปลายนิ้วของผู้เข้าร่วมวิจัยจากนั้นรอกจนเครื่องแสดงสัญญาณชีพจรปลายนิ้ว
3. เพื่อสังเกตการณ์ปิดกั้นของหลอดเลือดที่แรงรัดสูงสุด ผู้วิจัยทำการรัดบริเวณต้นแขนด้วยอุปกรณ์วัดแรงดันหลังจากนั้นสังเกตและบันทึกผลจุดปิดกั้นของหลอดเลือดที่ทำให้สัญญาณชีพจรบริเวณปลายนิ้วหายไปและนำค่าแรงดันดังกล่าวมาคำนวณที่ 70 % ของค่า Arterial occlusion pressure (AOP) เป็นค่าความหนักในการจำกัดการไหลเวียนเลือดบริเวณต้นแขนทั้งสองข้างของผู้เข้าร่วมวิจัยในกลุ่มที่ใช้การจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านระดับต่ำในการฝึกออกกำลังกายด้วยแรงต้านในท่า lat pull down

ความดันที่ใช้ในการออกกำลังกาย (mmHg) = (70 x (AOP)) /100

ตัวอย่าง

ผู้วิจัยทำการรัดที่ปริมาณแรงรัด 180 mmHg ทำให้สัญญาณชีพจรบริเวณปลายนิ้วหายไป ผู้วิจัยนำค่า 180 mmHg มาคำนวณความดันที่ใช้ในการออกกำลังกาย (mmHg) = (70 x 180) /100

ความดันที่ใช้ในการออกกำลังกาย เท่ากับ 126 mmHg



ภาคผนวก จ
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



1. เครื่องออกกำลังกาย Lat pull-down ใช้ในการทดสอบก่อนและหลังการฝึกในช่วง 8 สัปดาห์



2. เครื่องวัดออกซิเจนและชีพจรที่ปลายนิ้วเพื่อหาค่า Max arterial occlusion pressure (AOP)



3. อุปกรณ์สำหรับการจำกัดการไหลเวียนเลือดบริเวณต้นแขนทั้งสองข้าง



4. สายวัด ใช้วัดขนาดของกล้ามเนื้อ



5. เครื่องวัด Inbody รุ่น 720 สำหรับวัดสัดส่วนร่างกาย



ภาคผนวก ช

ใบรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์



หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย
เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยและใบอนุญาต

หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC-G- 321/2564E

ข้อเสนอการวิจัยนี้และเอกสารประกอบของข้อเสนอการวิจัยตามรายการแสดงด้านล่าง ได้รับการพิจารณาจาก คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒแล้ว คณะกรรมการฯ มีความเห็นว่าข้อเสนอการวิจัยที่จะดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

ชื่อโครงการวิจัยเรื่อง: การเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกแรงต้านในระดับต่ำกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านในระดับสูงของกล้ามเนื้อหลัง

ชื่อผู้วิจัยหลัก: นาย ชานนท์ สีนวล

สังกัด: คณะพลศึกษา

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

เอกสารที่พิจารณาพบทวน

- | | |
|---|--|
| 1. แบบเสนอโครงการวิจัย | ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 13 สิงหาคม 2564 |
| 2. โครงร่างการวิจัย | ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 13 สิงหาคม 2564 |
| 3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย | ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 13 สิงหาคม 2564 |
| 4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย | ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 13 สิงหาคม 2564 |

(ลงชื่อ).....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หัตถแพทย์หญิงณปภา เอี่ยมจิตรกุล)

กรรมการและเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

(ลงชื่อ).....


(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)

ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/E/G-321/2564

วันที่ให้การรับรอง : 13/08/2564

วันหมดอายุใบรับรอง : 13/08/2565



ภาคผนวก ซ
หนังสือเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยและหนังสือแสดงความยินยอมการ
เข้าร่วมโครงการวิจัย

เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย
(Participant Information Sheet)

ในเอกสารนี้อาจมีข้อความที่ท่านอ่านแล้วยังไม่เข้าใจ โปรดสอบถามหัวหน้าโครงการวิจัยหรือผู้แทนให้ช่วยอธิบายจนกว่าจะเข้าใจดี ท่านอาจจะขอเอกสารนี้กลับไปอ่านที่บ้านเพื่อปรึกษา หรือกับญาติพี่น้อง เพื่อนสนิท แพทย์ประจำตัวของท่าน หรือแพทย์ท่านอื่น เพื่อช่วยในการตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย การเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกแรงต้านในระดับต่ำกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านในระดับสูงของกล้ามเนื้อหลัง

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย นายชานนท์ สีนวล

สถานที่วิจัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สถานที่ทำงานและหมายเลขโทรศัพท์ของหัวหน้าโครงการวิจัยที่ติดต่อได้ทั้งในและนอกเวลาราชการ กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา กรุงเทพฯ เบอร์โทรศัพท์ 095-5169865

ผู้สนับสนุนทุนวิจัย ไม่มีแหล่งทุนวิจัย

ระยะเวลาในการวิจัย ระยะเวลา 1 ปี

โครงการวิจัยนี้ทำขึ้นเพื่อ การเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกแรงต้านในระดับต่ำกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านในระดับสูงของกล้ามเนื้อหลัง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้จากการวิจัย เพื่อเป็นแนวการฝึกออกกำลังกายด้วยแรงต้านเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ท่านได้รับเชิญให้เข้าร่วมการวิจัยนี้เพราะ เนื่องจากท่านอยู่ในกลุ่มเพศชายที่ไม่เคยมีประวัติการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา อายุระหว่าง 18-39 ปี มีดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 18.5 – 30.0 ไม่มีโรคเกี่ยวกับระบบกระดูกหรือกล้ามเนื้อที่ส่งผลต่อการออกกำลังกาย จะมีผู้เข้าร่วมการวิจัยนี้ทั้งสิ้น 30 คน จัดเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน

หากท่านตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัยแล้ว จะมีขั้นตอนการวิจัยดังต่อไปนี้คือ

- เข้ารับทำการทดสอบเพื่อจัดเข้ากลุ่มและทำการฝึกออกกำลังกาย
- ระยะเวลาในการทำวิจัย ประมาณ 2 เดือน โดยจะนัดทำการฝึกระยะเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน

โดย 1 วันจะใช้ระยะเวลาทั้งหมด 30 นาที

- ในระหว่างการทำการฝึกหรือทำการทดสอบผู้วิจัยขอเก็บข้อมูลด้วยภาพถ่ายของผู้เข้าร่วมวิจัยด้วย (โดยข้อมูลรูปภาพจะถูกทำลายหลังจากเสร็จสิ้นงานวิจัย 6 เดือน)

ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นเมื่อเข้าร่วมการวิจัย

1. ในโครงการวิจัยมีการฝึกเพื่อเพิ่มกล้ามเนื้อโดยใช้แรงต้านอาจทำให้ผู้เข้าร่วมวิจัยมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ แต่อาการจะหายไปภายใน 2-4 วัน

2. ในกลุ่มที่มีการจำกัดการไหลเวียนของเลือดอาจเกิดรอยรัศจากการจำกัดการไหลเวียนของเลือดได้ โดยผู้วิจัยจะอธิบายแนวปฏิบัติในการปฏิบัติตามขั้นตอนโดยละเอียด รวมถึงผู้วิจัยจะทำหน้าที่ควบคุมการทดสอบด้วยตัวเอง

หากท่านไม่เข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ จะไม่มีผลกระทบต่อหน้าที่การปฏิบัติงานใดๆ ของท่าน

หากมีข้อข้องใจที่จะสอบถามเกี่ยวข้องกับการวิจัย หรือหากเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากการวิจัย ท่านสามารถติดต่อ นายชานนท์ สีนวล เบอร์โทรศัพท์ 0955169865

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ 28/146 ม.โกลเด้นทาวน์ ถ.นวมินทร์ ซ.นวมินทร์ 42 บึงกุ่ม คลองกลุ่ม กทม. 10240

ท่านจะได้รับการช่วยเหลือหรือดูแลรักษาการบาดเจ็บ/เจ็บป่วยอันเนื่องมาจากการวิจัยตามมาตรฐานทางการแพทย์ โดยผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษาคือ นายชานนท์ สีนวล หัวหน้าโครงการวิจัย

ประโยชน์ที่คิดว่าจะได้รับจากการวิจัย เพื่อเป็นแนวทางการออกกำลังกายด้วยแรงต้านในระดับต่ำเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อ

ค่าตอบแทนที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับ เนื่องจากผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นอาสาสมัคร การวิจัยเป็นไปตามความสมัครใจของผู้เข้าร่วมโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆ

ค่าใช้จ่ายที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะต้องรับผิดชอบเอง ไม่มี

หากมีข้อมูลเพิ่มเติมทั้งด้านประโยชน์และโทษที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะแจ้งให้ทราบโดยรวดเร็วและไม่ปิดบัง

ข้อมูลส่วนตัวของผู้เข้าร่วมการวิจัย จะถูกเก็บรักษาไว้โดยไม่เปิดเผยต่อสาธารณะเป็นราย บุคคล แต่จะรายงานผลการวิจัยเป็นข้อมูลส่วนรวมโดยไม่สามารถระบุข้อมูลรายบุคคลได้ ข้อมูลของผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นรายบุคคล อาจมีคณะบุคคลบางกลุ่มเข้ามาตรวจสอบได้ เช่น ผู้ให้ทุนวิจัย สถาบัน หรือองค์กรของรัฐที่มีหน้าที่ตรวจสอบ รวมถึงคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนมีหน้าที่ตรวจสอบได้

ผู้เข้าร่วมการวิจัยมีสิทธิ์ถอนตัวออกจากโครงการวิจัยเมื่อใดก็ได้ โดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า และการไม่เข้าร่วมการวิจัยหรือถอนตัวออกจากโครงการวิจัยนี้ จะไม่มีผลกระทบต่อกรบริการและการรักษาที่สมควรจะได้รับตามมาตรฐานแต่ประการใด

MF-10-1-version-2.0

วันที่ 18 ต.ค. 61

ข้าพเจ้ามีสิทธิ์ถอนตัวออกจากโครงการวิจัยเมื่อใดก็ได้ โดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า และการไม่เข้าร่วมการวิจัย หรือถอนตัวออกจากโครงการวิจัยนี้ จะไม่มีผลกระทบต่อหน้าที่การปฏิบัติงานใดๆ ของท่าน หรือส่งผลกระทบต่อ การเรียนการสอน การประเมินผลการเรียนของนิสิต ท่านมีสิทธิ์ที่จะไม่เข้าร่วมการวิจัยก็ได้โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล

หากท่านได้รับการปฏิบัติที่ไม่ตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงนี้ ท่านสามารถแจ้งให้ประธาน คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนทราบได้ที่ สำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สถาบัน ยุทธศาสตร์ทางปัญญาและวิจัย อาคารศาสตราจารย์ ดร.สาโรช บัวศรี ชั้น 20 โทร (02) 649-5000 ต่อ 11019 โทรสาร: (02) 259-1822

ลงชื่อ..... ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

(.....)

วันที่.....

หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย
(Informed Consent Form)

วันที่

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

ขอทำหนังสือนี้ไว้ต่อหัวหน้าโครงการวิจัยเพื่อเป็นหลักฐานแสดงว่า

ข้อ 1. ข้าพเจ้า ได้รับทราบโครงการวิจัยของ นายชานนท์ สินวล (หัวหน้าโครงการวิจัย)

เรื่อง การเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายแบบการจำกัดการไหลเวียนของเลือดร่วมกับการฝึกแรงต้านในระดับต่ำกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านในระดับสูงของกล้ามเนื้อหลัง

ข้อ 2. ข้าพเจ้า ยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ โดยมีได้มีการบังคับขู่เข็ญ หลอกลวงแต่ประการใด และจะให้ความร่วมมือในการวิจัยทุกประการ

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

ข้อ 4. ข้าพเจ้า ได้รับการรับรองจากผู้วิจัยว่าจะเก็บข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าเป็นความลับ จะเปิดเผยเฉพาะผลสรุปการวิจัยเท่านั้น

ข้อ 5. ข้าพเจ้า ได้รับทราบจากผู้วิจัยแล้วว่า หากมีอันตรายใด ๆ **อันเกิดขึ้นจากการวิจัยดังกล่าว** ข้าพเจ้าจะได้รับการรักษาพยาบาลจากคณะผู้วิจัย โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายและจะได้รับค่าชดเชยรายได้ที่สูญเสียไปในระหว่างการรักษาพยาบาลดังกล่าว ตลอดจนมีสิทธิได้รับค่าทดแทนความพิการที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัยตามสมควร

ข้อ 6. ข้าพเจ้า ได้รับทราบแล้วว่าข้าพเจ้ามีสิทธิ์จะบอกเลิกการร่วมโครงการวิจัยนี้ และการบอกเลิกการร่วมโครงการวิจัยจะไม่มีผลกระทบต่อการศึกษาโรคที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไป

ข้อ 7. หากข้าพเจ้ามีข้อข้องใจเกี่ยวกับขั้นตอนของการวิจัย หรือหากเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากการวิจัย สามารถติดต่อกับ นายชานนท์ สินวล (หัวหน้าโครงการวิจัย) โทรศัพท์ 095-5169865

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

/ ข้าพเจ้า.....

ข้าพเจ้าได้อ่านและเข้าใจข้อความตามหนังสือนี้โดยตลอดแล้ว เห็นว่าถูกต้องตามเจตนาของข้าพเจ้า
จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญพร้อมกับหัวหน้าโครงการวิจัยและผู้อำนวยการพยาบาล

ลงชื่อ

(.....)

ผู้ยินยอม / ผู้แทนโดยชอบธรรม

ลงชื่อ

(.....)

ผู้ให้ข้อมูลและขอความยินยอม/หัวหน้าโครงการวิจัย

ลงชื่อ พยาน

(.....)

ลงชื่อ พยาน

(.....)


ในกรณีที่มีผู้เข้าร่วมการวิจัย อ่านหนังสือไม่ออก ผู้ที่อ่านข้อความทั้งหมดแทนผู้เข้าร่วมการวิจัยคือ.....
จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นพยาน

ลงชื่อ พยาน

(.....)

หมายเหตุ

1. ในกรณีผู้ให้ความยินยอมมีอายุไม่ครบ 18 ปีบริบูรณ์ จะต้องเป็นผู้ปกครองตามกฎหมายเป็นผู้ให้ความยินยอมด้วย หรือผู้ป่วยที่ไม่สามารถแสดงความยินยอมได้ด้วยตนเอง จะต้องเป็นผู้มีอำนาจทำการแทน เป็นผู้ให้ความยินยอม
2. กรณีผู้ยินยอมตนให้ทำวิจัย ไม่สามารถอ่านหนังสือได้ ให้ผู้วิจัยอ่านข้อความในหนังสือให้ความยินยอมนี้ให้แก่ผู้ยินยอมตนให้ทำวิจัยฟังจนเข้าใจแล้ว และให้ผู้ยินยอมตนให้ทำวิจัยลงนาม หรือพิมพ์ลายนิ้วหัวแม่มือรับทราบ ในการให้ความยินยอมดังกล่าวด้วย



ภาคผนวก ฅ
รายชื่อผู้ทรงเชี่ยวชาญตรวจโปรแกรมการฝึกทำ Lat pulldown และการประเมิน
ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

รายชื่อผู้ทรงเชี่ยวชาญตรวจโปรแกรมการฝึก Lat pulldown

1. ผศ.ดร.สุภาภรณ์ ศิลาเลิศเดชกุล
2. ผศ.ดร. ประสิทธิ์ ปิปทุม
3. ผศ.ดร. พิชญาวีร์ ภาณุรัชต์สุนนท์
4. ผศ.ดร. อัจฉริยะ เอนก
5. อาจารย์ ดร. เกริกวิทย์ พงศ์ศรี



การประเมินความเหมาะสมของโปรแกรม ตรวจสอบค่าความสอดคล้องกัน (IOC) ของผู้ทรงคุณวุฒิ (5 ท่าน) คำชี้แจง โปรดประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึก Lat Pulldown โดยเขียนเครื่องหมาย () ลงในตารางการประเมิน ระดับความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ คือ เห็นด้วย (+1) ไม่แน่ใจ (0) หรือไม่เห็นด้วย (-1) คุณภาพของโปรแกรมการฝึก Lat Pulldown

เนื้อหา	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรง			ค่าดัชนีความสอดคล้องและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
	เหมาะสม (+1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	
1. รูปแบบการฝึกการจำกัดการไหลเวียนเลือดร่วมกับแรงต้านระดับต่ำ				
1.1 ท่าทางการฝึก Lat pull down - ท่าฝึกท่า Lat pull down มีความน่าสนใจ	5			1
- ท่าฝึกท่า Lat pull down สามารถปฏิบัติได้ง่าย	5			1
- ท่าฝึกท่า Lat pull down มีความปลอดภัย	5			1
1.2 ขั้นตอนการฝึกท่า Lat pull down				
- ท่าฝึกท่า Lat pull down มีความเหมาะสมในการใช้ออกกำลังกายด้วยการวอร์มอัพข้อต่อ 2 นาที แบบ Dynamic stretching ก่อนการฝึก	5			1
- ท่าฝึกท่า Lat pull down มีความเหมาะสมในการใช้ออกกำลังกายด้วยการวอร์มอัพข้อต่อ 2 นาที แบบ Static stretching หลังการฝึก	5			1
- ท่าฝึกท่า Lat pull down มีความเหมาะสมในการใช้ออกกำลังกาย	5			1
- เวลาที่ใช้ฝึกท่า Lat pull down จำนวน 4 เซต	4	1		0.8
- ท่าฝึกท่า Lat pull down มีความเหมาะสมที่ค้อมหน้า 30 % 1 RM	5			1
- ความถี่ในการออก กาย 3 ครั้ง / สัปดาห์	5			1
- ระยะเวลาในการฝึกทั้งหมด 8 สัปดาห์	5			1
1.3 การจำกัดการไหลเวียนเลือด				
- การจำกัดการไหลเวียนเลือดบริเวณแขน	4	1		0.8

-การจำกัดการไหลเวียนเลือดด้วยแรงรัดระดับ 70% AOP	5			1
2. รูปแบบการฝึกด้วยแรงต้านระดับสูง				
2.1 ท่าทางการฝึก Lat pull down	5			1
- ท่าฝึกท่า Lat pull down มีความน่าสนใจ				1
- ท่าฝึกท่า Lat pull down มีความปลอดภัย	5			1
2.2 ขั้นตอนการฝึกท่า Lat pull down	5			1
- ท่าฝึกท่า Lat pull down มีความเหมาะสมในการใช้ออกกำลังกายด้วยการวอร์มอัพข้อต่อ 2 นาที แบบ Dynamic stretching ก่อนการฝึก	5			1
- ท่าฝึกท่า Lat pull down มีความเหมาะสมในการใช้ออกกำลังกายด้วยการวอร์มอัพข้อต่อ 2 นาที แบบ Static stretching หลังการฝึก	5			1
- ท่าฝึกท่า Lat pull down มีความเหมาะสมในการใช้ออกกำลังกาย	5			1
-เวลาที่ใช้ฝึกท่า Lat pull down จำนวน 3 เซต	4	1		0.8
- ท่าฝึกท่า Lat pull down มีความเหมาะสมที่ค้ำน้ำหนัก 75 % 1 RM	5			1
-ความถี่ในการออกกำลังกาย 3 ครั้ง / สัปดาห์	5			1
- ระยะเวลาในการฝึกทั้งหมด 8 สัปดาห์	5			1
3. การประเมินความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้น				
- ประเมินด้วยการหาค่า 1 RM Lat pulldown	5			1
- ประเมินด้วยการหาค่า 1 RM Preacher curl	4	1		0.8
4. การวัดองค์ประกอบของร่างกาย				
- วัดองค์ประกอบด้วยเครื่อง Inbody 720	5			1
5. การวัดขนาดของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อหลัง				
- ใช้สายวัดเพื่อวัดขนาดของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อหลัง	4	1		0.8
6. การวัดขนาดของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อแขน				

-ใช้สายวัดเพื่อวัดขนาดของเส้นรอบวงกล้ามเนื้อแขน	5			1
7. การหาค่า Maximum Arterial occlusion pressure: AOP				
-ใช้เครื่องมือที่พจรปลายนี้ร่วมกับการวัดบริเวณแขนจนถึงแรงดันสูงสุด	5			1
รวม	ค่าดัชนีความสอดคล้องในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย			0.97



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ชานนท์ สีนวล
วัน เดือน ปี เกิด	23 เมษายน 2533
สถานที่เกิด	ชุมพร
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2555 วิทยาศาสตร์บัณฑิต จาก มหาวิทยาลัยบูรพา

