

ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะ
ในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ไม่สังกัดภาควิชา/เทียบเท่า
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE EFFECTS OF FUNCTIONAL EXERCISE TRAINING ON BLOOD BIOCHEMISTRY AND
HEALTH RELATED PHYSICAL FITNESS IN PREDIABETIC ADULTS



A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy in Sports Science

Common Course

FACULTY OF SPORTS SCIENCE

Chulalongkorn University

Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน
โดย	น.ส.สิริกาญจน์ สันติเสวี
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพชร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ศาสตราจารย์ เกียรติคุณนายแพทย์เทพ หิมะทองคำ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธา พงษ์พิบูลย์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธา พงษ์พิบูลย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต คณิงสุขเกษม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพชร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ศาสตราจารย์ เกียรติคุณนายแพทย์เทพ หิมะทองคำ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธา พงษ์พิบูลย์)

..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ดรอุรวรรณ สุขสม)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรสา ไค้งประเสริฐ)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.อภิรักษ์ เทียนทอง)

สิริกัญจน์ สันติเสวี : ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่
ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน. (THE EFFECTS OF FUNCTIONAL EXERCISE TRAINING ON BLOOD

BIOCHEMISTRY AND HEALTH RELATED PHYSICAL FITNESS IN PREDIABETIC ADULTS) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ศ.

ดร.ถนอมวงศ์ ฤกษ์พันธ์เพ็ชร, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ศ. เกียรติคุณนายแพทย์เทพ ทิมะทองคำ, ผศ. ดร.สิทธา พงษ์พิบูลย์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและเพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกและไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่มีผลต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน โดยมีค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง 140–199 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรอยู่ในเกณฑ์ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน อายุระหว่าง 43-59 ปี จำนวน 17 คน ทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุม จำนวน 9 คน ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติและกลุ่มทดลอง จำนวน 8 คน ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล ที่ระดับปานกลาง ใช้การควบคุมจังหวะ 100-110 BPM เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ใช้เวลา 50 นาทีต่อครั้ง รวมอบอุ่นร่างกายและคลายอุ่นร่างกาย การฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล แบ่งเป็น 4 ช่วงสัปดาห์ ได้แก่ ช่วงสัปดาห์ที่ 1-3 ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัว ช่วงสัปดาห์ที่ 4-6 ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัวและขวดทรายหนัก 335 กรัม ซึ่งใช้ท่าฝึกแบบเดียวกัน จำนวน 12 ท่าฝึก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ช่วงสัปดาห์ที่ 7-9 ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัวและขวดทรายหนัก 500 กรัม และช่วงสัปดาห์ที่ 10-12 ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัวและขวดทรายหนัก 750 กรัม ซึ่งใช้ท่าฝึกแบบเดียวกัน จำนวน 12 ท่าฝึก เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ปฏิบัติสัปดาห์ละ 5 ครั้งๆ ละ 30 นาที ปฏิบัติ 3 รอบ ท่าละ 10 ครั้งต่อเซท พักระหว่างท่าฝึก 10-15 วินาที พักระหว่าง รอบ 60-90 วินาที ฝึกออกกำลังกายเป็นกลุ่ม 3 ครั้งต่อสัปดาห์ และฝึกออกกำลังกายที่บ้านด้วยตนเอง 2 ครั้งต่อสัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มได้รับการทดสอบตัวแปรสารชีวเคมีในเลือด สุขสมรรถนะ และข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และ 12 สัปดาห์ ทดสอบความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการทดสอบของแอลเอสดี และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบค่าที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ผลการวิจัย พบว่า หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และ 12 สัปดาห์ ภายในกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลมีค่าเฉลี่ยน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 60 90 และ 120 นาที (น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง) ระดับอินซูลิน พื้นที่ใต้โค้งของกลูโคส และไตรกลีเซอไรด์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีค่าเฉลี่ยปริมาณไขมันในช่องท้องลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 รวมทั้งความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและหลัง ความอดทนของกล้ามเนื้อแขน หน้าท้องและขา ความอ่อนตัว และความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงระหว่างกลุ่มหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลมีค่าเฉลี่ยน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 90 และ 120 นาที (น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง) พื้นที่ใต้โค้งของกลูโคส และคอเลสเตอรอลลดลงซึ่งดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้องและขา และความอ่อนตัวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

สรุปได้ว่า โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลมีผลต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ให้ดีขึ้นได้ โดยส่งผลให้เซลล์ในร่างกายมีความไวต่ออินซูลินดีขึ้นและกล้ามเนื้อหดตัวทำงานได้ ต่อเนื่องมีความอดทนเพิ่มขึ้น จึงเป็นการฝึกออกกำลังกายที่มีประโยชน์ในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา

ปีการศึกษา 2562

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม

6078608239 : MAJOR SPORTS SCIENCE

KEYWORD: Prediabetic, , Functional exercise training, Blood biochemistry data, Health related physical fitness, Adults
 Sirikarn Suntasawee : THE EFFECTS OF FUNCTIONAL EXERCISE TRAINING ON BLOOD BIOCHEMISTRY AND HEALTH RELATED PHYSICAL FITNESS IN PREDIABETIC ADULTS. Advisor: Prof. THANOMWONG KRITPET, Ph.D. Co-advisor: Prof. Emeritus Thep Himathongkam, M.D.,Asst. Prof. SITHA PHONGPHIBOOL, Ph.D.

The purpose of this study was to determine the effects of functional exercise training on blood biochemistry and health related physical fitness in prediabetic adults. The subjects were adults with prediabetes aged 43–59 years old underwent the Oral Glucose Tolerance Test (OGTT) prior to the study. Seventeen participants who did not pass the OGTT were recruited for the study and they were divided into two groups (i.e. control group; 9 people with usual physical activity of daily living and functional exercise training group; 8 people). The exercise training program was 12 weeks in duration, 50 minutes per session including warm up and cool down, at moderate intensity with the heart rate of 100-110 BPM. Functional exercise training was divided into 4 periods: during week 1-3, resistance from body weight, during week 4-6 resistance from body weight and 335 grams of sand bottles (same 12 exercises for 6 weeks). During week 7-9, resistance from body weight and 500 grams of sand bottles. And during week 10-12, resistance from body weight and 750 grams of sand bottles (same 12 exercises for 6 weeks). Practiced 5 times per week for 30 minutes, performed 3 rounds, 10 reps per set, rested between exercises 10-15 seconds, rested between rounds 60-90 seconds. The subjects in the functional exercise group engaged in a prescribed exercise training in group sessions 3 times per week, and the same exercise program 2 times per week on their own at home. Both groups were tested for blood biochemistry, health related physical fitness and basic physiological data before, after 6 weeks and after 12 weeks. The differences within group were compared using one - way ANOVA, compared the differences in pairs by using LSD test method and compared the changes after 12 weeks between groups using independent t- test. Statistical significance was set at $P < 0.05$ level.

The results of the study showed that after the experiment for 6 weeks and 12 weeks, the functional exercise training group showed the significant decreases of glucose tolerance test, OGTT at 60 90 and 120 minutes (2-hour plasma glucose), fasting plasma Insulin, glucose AUC and triglycerides at 0.05 level. In addition, means of visceral fat area significantly decreased at post intervention at 0.05 level. On the other hand, strength of legs and back muscles, endurance of arms, abdominal and lags muscles, flexibility and cardiorespiratory endurance statistically increased at 0.05 level. Comparing mean values of changes between groups after 12 weeks of experiment, it was found out that an average of fasting plasma glucose, and glucose tolerance test, OGTT at 90 and 120 minutes (2-hour plasma glucose), glucose AUC and cholesterol level as well as endurance of abdominal and legs muscles and flexibility in the functional exercise training group were significantly better than the control group at 0.05 level.

In conclusion, the functional exercise training program improved blood biochemistry, health related physical fitness, improved insulin sensitivity, and muscular endurance in prediabetic adults.

Field of Study: Sports Science
 Academic Year: 2019

Student's Signature
 Advisor's Signature
 Co-advisor's Signature
 Co-advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะสำเร็จลุล่วงไปไม่ได้ถ้าผู้วิจัยไม่ได้รับความเมตตาและเอาใจใส่ดูแลอย่างดียิ่งจาก ศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพชร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ท่านได้เสียสละเวลาทุ่มเททั้งร่างกายและแรงใจ กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ช่วยเหลือตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ได้สำเร็จ ลุล่วงให้ศิษย์เสมอ มีความเข้าใจในศิษย์ ตลอดจนหาแหล่งเงินทุนการวิจัยเพื่อให้ การศึกษาของศิษย์ดำเนินไปได้อย่างราบรื่น คอยให้กำลังใจและผลักดันให้ศิษย์ไม่ย่อ ท้อต่ออุปสรรคต่างๆ ตลอดจนคอยตรวจสอบการเขียน วิทยานิพนธ์และบทความเพื่อส่งตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ท่านเป็นแบบอย่างที่ดีและเป็นแรงบันดาลใจอย่างดียิ่งให้ศิษย์คน นี้มีความมุ่งมั่นตั้งใจในการศึกษาและดำเนินการวิจัยให้สำเร็จลุล่วงได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ศาสตราจารย์เกียรติคุณนายแพทย์ เทพ หิมะทองคำ ที่กรุณาให้ความเมตตา ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ และช่วยเหลือตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ได้สำเร็จลุล่วง และสนับสนุนบุคลากรในการให้ความรู้ การเจาะเลือด การเก็บตัวอย่างเลือด และการเขียนบทความวิชาการเพื่อส่งตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ เพื่อช่วยเหลือให้ศิษย์ดำเนินการวิจัยได้สำเร็จลุล่วงและมีความถูกต้อง ช่วยเหลือค่าใช้จ่าย บางส่วนในการวิจัยและหาแหล่งเงินทุนการวิจัยเพื่อให้การศึกษาของศิษย์ดำเนินไปได้อย่างราบรื่น ตลอดจนคอยตรวจสอบการเขียนวิทยานิพนธ์และบทความเพื่อส่ง ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธา พงษ์พิบูลย์ กรุณาให้ความเมตตาและเอาใจใส่ดูแล ให้ความรู้ คำแนะนำ และกำลังใจ ท่านได้เสียสละเวลาทุ่มเททั้งร่างกายและแรงใจ ให้การช่วยเหลือตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่อง ต่างๆ ได้สำเร็จลุล่วง ให้คำปรึกษาและให้ความ ช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งในการเขียนบทความและการส่งบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ ตลอดจนคอยตรวจสอบการเขียนวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จ ลุล่วง ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาเป็นอย่างยิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต คุ้มสุขเกษม ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ดรณวรรณ สุขสม และผู้ช่วย ศาสตราจารย์ ดร.สุรสา โค้งประเสริฐ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.อภิสิทธิ์ เทียนทอง กรรมการสอบภายนอกมหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้ ข้อเสนอแนะ คำแนะนำ ในการปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วง และมีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คุณหรรษมน ประสาทแก้ว ที่ให้ความรู้การเจาะเลือด คุณอุทุมพร กิตติจุงจิต ที่ให้ความรู้การเก็บตัวอย่างเลือด และนายแพทย์ ยศพล เดียวจิตต์เจริญ ที่ให้ความรู้ ให้คำแนะนำการเขียนบทความเพื่อส่งตีพิมพ์ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ รวมถึงเจ้าหน้าที่ทุกท่านในโรงพยาบาลเทพารินทร์ ที่ให้การช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์แขนงวิชาวิทยาการส่งเสริมสุขภาพทุกท่านที่ให้ความรู้ ความเมตตา เอาใจใส่ดูแล ให้คำแนะนำทั้งในการศึกษาและการ ทำวิจัยตั้งแต่เริ่มต้น คอยชี้แนะแนวทางตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดี ทำให้การวิจัยฉบับนี้เกิดขึ้นและดำเนินการต่อไปได้จนสำเร็จลุล่วง ผู้วิจัยรู้สึก ซาบซึ้งในความเมตตาเป็นอย่างยิ่ง

ที่สำคัญที่สุดในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานทุกท่าน ที่เสียสละเวลาอันมีค่าและให้ความ ร่วมมืออย่างดีที่สุดในการเข้าร่วมวิจัยครั้งนี้ รวมถึงอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมาที่อนุญาตให้ดำเนินการวิจัยในหน่วยงาน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีที่อนุญาตให้ใช้สถานที่ในการเก็บข้อมูลวิจัย ประธานหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตและการออกกำลังกายที่อนุญาตให้ใช้อุปกรณ์บางส่วนในการเก็บข้อมูล วิจัย และบุคลากรทุกท่านในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมาที่ให้การช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความ เมตตาเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณบุคลากร เจ้าหน้าที่ พี่ๆ น้องๆ เพื่อนร่วมคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่เสียสละเวลาให้ความช่วยเหลือ ให้ กำลังใจเป็นอย่างดี

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนจากทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช ทุนมูลนิธิเพื่อพัฒนาการบริหารผู้ป่วย เบาหวาน และทุนวิจัยคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณที่สนับสนุนทุนการวิจัยครั้งนี้ ทำให้งานวิจัยสำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ พี่ชาย พี่สาว และทุกท่านในครอบครัว ส่งกำลังใจ ให้ความช่วยเหลือเสมอมา ทำให้ผู้วิจัยมีความมุ่งมั่น ต่อสู้ และพยายามจน สำเร็จ คุณประยงค์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขออุทิศให้คุณพ่อจันทร์ สันติเสวี คุณแม่หอม ทองยอดเกรียง บิดามารดา ผู้เป็นที่รักยิ่ง ผู้ที่ย้ำเตือนเสมอถึง คุณค่าของการศึกษาและการเป็นคนดีทำให้ข้าพเจ้าประสบความสำเร็จในการเรียนมาจนถึงปัจจุบัน นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบแต่ครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาในทุกระดับ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....ค	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ง	ง
กิตติกรรมประกาศ.....จ	จ
สารบัญ.....ฉ	ฉ
สารบัญตาราง.....ญ	ญ
สารบัญแผนภูมิ.....ฎ	ฎ
สารบัญรูปภาพ.....ฐ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ..... 1	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 8	8
คำถามของการวิจัย..... 8	8
สมมติฐานของการวิจัย..... 8	8
ขอบเขตของการวิจัย..... 8	8
คำจำกัดความของการวิจัย..... 9	9
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย..... 13	13
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 14	14
ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน..... 15	15
ความสำคัญของระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง (2-hour plasma glucose)..... 24	24
สุขสมรรถนะ..... 45	45
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 47	47
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 59	59

ประชากร	59
กลุ่มตัวอย่าง.....	59
เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย (Inclusion criteria).....	60
เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากกรวิจัย (Exclusion criteria)	61
การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง	61
แบบแผนการทดลอง.....	62
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	63
ขั้นตอนการดำเนินวิจัย.....	68
การเก็บรวบรวมข้อมูล	80
การวิเคราะห์ข้อมูล	81
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	85
ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของข้อมูลทั่วไป ข้อมูล พื้นฐานสรีรวิทยา สารชีวเคมีในเลือด และสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็น โรคเบาหวานกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง.....	86
ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และค่าร้อยละของการ เปลี่ยนแปลงข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา สารชีวเคมีในเลือด และสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะ ก่อนเป็นโรคเบาหวานภายในกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุม และการ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพื้นฐาน สรีรวิทยา สารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ระหว่างกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุม.....	92
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	109
สรุปผลการวิจัย	110
อภิปรายผลการวิจัย	112
สรุปผลการวิจัยในภาพรวม	119
จุดเด่นในการวิจัย.....	120
ปัญหาและอุปสรรคในการวิจัย	120

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย.....	120
ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป.....	121
บรรณานุกรม.....	122
ภาคผนวก.....	134
ภาคผนวก ก เอกสารการพิจารณาจริยธรรมการทำวิจัยในมนุษย์ เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย หนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัยกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุม แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกายสำหรับทุกคน และแบบสำรวจภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน.....	135
ภาคผนวก ข ขั้นตอนและรายละเอียดการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล.....	163
ภาคผนวก ค ทำการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล.....	168
ภาคผนวก ง ทำการอบอุ่นร่างกายและทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหวก่อนการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล ทำการคลายอบอุ่นร่างกายและทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้หลังการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล.....	187
ภาคผนวก จ ผลการศึกษานำร่อง (Pilot study).....	199
ภาคผนวก ฉ ผลการศึกษาค้นหาความเที่ยงโดยนำไปทดลองใช้ (Try out).....	203
ภาคผนวก ช ราชานามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล..	205
ภาคผนวก ซ การหาคุณภาพของโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล.....	207
ภาคผนวก ฌ การเตรียมตัวก่อนการทดสอบสารชีวเคมีในเลือด การทดสอบสุขสมรรถนะ ข้อมูลทั่วไป และข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา และวิธีดำเนินการทดสอบสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะ.....	221
ภาคผนวก ญ แบบบันทึกการทดสอบสุขสมรรถนะ ข้อมูลทั่วไป และข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา และวิธีการทดสอบสุขสมรรถนะ.....	224
ภาคผนวก กฏ อุปกรณ์ที่ผู้เข้าร่วมวิจัยใช้ในการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลด้วยตนเองที่บ้าน และฝึกออกกำลังกายร่วมกัน.....	237
ภาคผนวก กฏ ภาพการคัดกรองกลุ่มตัวอย่าง ภาพการเก็บสารชีวเคมีในเลือด ภาพการปฐมนิเทศอบรมให้ความรู้ 1 ครั้ง ภาพการเก็บข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยาและสุขสมรรถนะ ภาพฝึกออก	

กำลังกายแบบฟังก์ชันนัล เตรียมความพร้อมก่อนเริ่มการทดลองจริง 2 สัปดาห์ ภาพการฝึก
 ออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล สัปดาห์ที่ 1-12 และภาพการติดตามการฝึกออกกำลังกายแบบ
 ฟังก์ชันนัลด้วยตนเองที่บ้าน 239

ภาคผนวก ฐ ประเภทการออกกำลังกายแต่ไม่เกิน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมที่ใช้
 ชีวิตประจำวันตามปกติ..... 243

ภาคผนวก ฑ การคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมการคำนวณสำเร็จรูปจีเพาว์เวอร์
 (G*Power)..... 245

ประวัติผู้เขียน 247



สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1	เกณฑ์บ่งชี้ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและการเป็นโรคเบาหวาน (ADA, 2018).....	16
ตารางที่ 2	รายละเอียดปัจจัยเสี่ยงต่อโรคเบาหวานและคะแนนความเสี่ยง Aekplakorn et al. (2006) และสมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย (2557).....	20
ตารางที่ 3	การแปลผลคะแนนความเสี่ยงและข้อแนะนำ Aekplakorn et al. (2006) และสมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย (2557)	21
ตารางที่ 4	แบบแผนการเรียงลำดับค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมงในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) จากน้อยไปหามากทั้งเพศชายและหญิง.....	62
ตารางที่ 5	แบบแผนการทดลอง	62
ตารางที่ 6	รายละเอียดโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล	73
ตารางที่ 7	ค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของข้อมูลทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยาในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง	86
ตารางที่ 8	ค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสารชีวเคมีในเลือดในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง	88
ตารางที่ 9	ค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง	90
ตารางที่ 10	ค่าเฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง 12 สัปดาห์	92
ตารางที่ 11	ค่าเฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีในเลือดในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีในเลือด ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง 12 สัปดาห์...97	97

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงสุข
สมรรถนะในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการ
ทดลอง 12 สัปดาห์ และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการ
เปลี่ยนแปลงสุขสมรรถนะ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ 103



สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวความคิดในการวิจัย.....58

แผนภูมิที่ 2 สรุปขั้นตอนการดำเนินการวิจัย84

แผนภูมิที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยาภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....94

แผนภูมิที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยาภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์.....95

แผนภูมิที่ 5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสารชีวเคมีในเลือดภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีในเลือด หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม..... 100

แผนภูมิที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสุขสมรรถนะภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงสุขสมรรถนะ หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม. 106

แผนภูมิที่ 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสุขสมรรถนะภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ 107

แผนภูมิที่ 8 ขั้นตอนและรายละเอียดการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล 167

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 ทำการฝึกประกอบขั้นตอนการฝึกออกกำลังกาย	77
ภาพที่ 2 การทดสอบองค์ประกอบร่างกาย.....	226
ภาพที่ 3 การทดสอบรอบเอว รอบสะโพก และสัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก.....	227
ภาพที่ 4 การทดสอบนั่งงอตัว.....	228
ภาพที่ 5 การทดสอบแรงเหยียดขา.....	229
ภาพที่ 6 การทดสอบแรงเหยียดหลัง.....	230
ภาพที่ 7 การทดสอบดันพื้น.....	231
ภาพที่ 8 การทดสอบนอนงอตัว.....	232
ภาพที่ 9 การทดสอบยืนนั่งบนเก้าอี้ 60 วินาที.....	233
ภาพที่ 10 การทดสอบปั่นจักรยานวัดงาน.....	235
ภาพที่ 11 โปสเตอร์ทำฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (ก-ง) อุปกรณ์การฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (จ).....	238
ภาพที่ 12 การคัดกรองกลุ่มตัวอย่าง (ก-ค) การเก็บข้อมูลสารชีวเคมีในเลือดและการทำ OGTT (ง และ จ) อุปกรณ์เก็บเลือดและน้ำตาลกลูโคส (ฉ และ ช) และกระติกเก็บเลือดส่งวิเคราะห์ (ซ).....	240
ภาพที่ 13 การปฐมนิเทศและอบรมให้ความรู้ 1 ครั้ง (ก) และการทดสอบสุขสมรรถนะ (ข) ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลเตรียมความพร้อมก่อนเริ่มการทดลองจริง 2 สัปดาห์ (ค).....	241
ภาพที่ 14 ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล สัปดาห์ที่ 1-12 (ก) ติดตามการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลด้วยตนเองที่บ้าน (ข).....	242
ภาพที่ 15 การคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมการคำนวณสำเร็จรูปจีเพาเวอร์ (G*Power)	246

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันมีจำนวนผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานเพิ่มสูงขึ้น ศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคแห่งสหรัฐอเมริกา (Centers for Disease Control and Prevention; CDC, 2017) รายงานว่าคนอายุ 18 ปีขึ้นไป จำนวน 84.1 ล้านคน (คิดเป็น 33.9 % ของผู้ใหญ่ในอเมริกา) และคนอายุ 65 ปีขึ้นไป จำนวน 23.1 ล้านคน มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน นอกจากนี้ กระทรวงสาธารณสุข (2561) รายงานว่าพบ ผู้ป่วยรายใหม่ในปี พ.ศ. 2561 เป็นโรคเบาหวานจำนวน 317,292 คน ทั่วประเทศไทย (ไม่รวมกรุงเทพมหานคร) ข้อมูล ณ 1 ตุลาคม 2561 ซึ่งสมาคมโรคเบาหวานแห่งสหรัฐอเมริกา (American Diabetes Association; ADA, 2018) ได้ให้ความหมายภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน คือ เป็นภาวะสุขภาพที่ระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าปกติ แต่ไม่สูงพอที่จะได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานส่วนใหญ่จะไม่ทราบว่าตนเองมีความเสี่ยง จึงทำให้มีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นในการเป็นภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน โรคหัวใจและโรคหลอดเลือดสมอง Tabák (2012) รายงานความชุกของผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกำลังเพิ่มขึ้นทั่วโลกและผู้เชี่ยวชาญคาดการณ์ว่า มีจำนวนมากกว่า 470 ล้านคนจะมีความเสี่ยงของการเป็นโรคเบาหวาน ภายในปี พ.ศ. 2573 ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานจะมีความต้านทานต่ออินซูลินและความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดที่เริ่มต้น ก่อนที่จะมีการตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือด สอดคล้องกับ CDC (2020) รายงานว่าคนอายุ 18 ปี ขึ้นไป จำนวน 88 ล้านคน (คิดเป็น 34.5 % ของผู้ใหญ่ในอเมริกา) และคนอายุ 65 ปีขึ้นไป จำนวน 24.2 ล้านคน มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน สำหรับผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานหากมีการปรับเปลี่ยนวิถีการดำรงชีวิตถือเป็นสิ่งสำคัญของการป้องกันโรคเบาหวาน ซึ่งสามารถลดความเสี่ยงประมาณ 40-70% สมาคมโรคเบาหวานแห่งสหรัฐอเมริกา (ADA, 2018) รายงานว่าการวินิจฉัยภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานมีการคัดกรองตามเกณฑ์ของน้ำตาลในเลือด เช่น น้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (Fasting plasma glucose; FPG) 100–125 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (5.6–6.9 มิลลิโมลต่อลิตร) หรือน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง (2-hour Plasma glucose) ในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (Oral glucose tolerance test; OGTT) 140–199 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (7.8–11.0 มิลลิโมลต่อลิตร) หรือน้ำตาลเฉลี่ยสะสม (Glycosylate hemoglobin; HbA1c) 5.7–6.4% ในปัจจุบันสถิติผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานของประชากรโลก

และประเทศไทยมีจำนวนมากขึ้น ความชุกเพิ่มอย่างรวดเร็วกับผู้มีรายได้น้อยและปานกลาง ซึ่งโรคเบาหวานชนิดที่ 2 มีการป่วยและการตายเป็นลำดับต้นๆ

สมาคมโรคเบาหวานแห่งสหรัฐอเมริกา (ADA, 2018) รายงานว่าโรคเบาหวานเป็นปัญหาสุขภาพที่ส่งผลทั้งในเด็ก วัยรุ่น ผู้ใหญ่และผู้สูงอายุปัจจุบันจำนวนของผู้ป่วยด้วยโรคเบาหวานมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น สมาพันธ์เบาหวานนานาชาติ (International Diabetes Federation; IDF, 2013) รายงานว่าระยะเวลาอีกไม่เกิน 25 ปี ในปี ค.ศ. 2035 จะมีประชากรทั่วโลกที่เป็นโรคเบาหวานสูงถึง 592 ล้านคน องค์การอนามัยโลก (WHO, 2016) กล่าวถึงผู้ป่วยโรคเบาหวานเพิ่มขึ้นจาก 108 ล้านคนในปี ค.ศ.1980 เป็น 422 ล้านคนในปี ค.ศ. 2014 ในปี ค.ศ. 2012 เสียชีวิตเนื่องจากโรคเบาหวานและน้ำตาลในเลือดสูง 3.7 ล้านและมีภาวะแทรกซ้อนสามารถนำไปสู่อาการหัวใจวาย โรคหลอดเลือดสมอง ตาบอด ไตวายและการถูกตัดแขนและขาจากโรคเบาหวาน นอกจากนี้องค์การอนามัยโลก (WHO, 2017) รายงานว่าความชุกของโรคเบาหวานทั่วโลกในผู้ใหญ่อายุ 18 ปีขึ้นไป จาก 4.7% ในปี ค.ศ. 1980 เป็น 8.5% ในปี ค.ศ. 2014 เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในประเทศที่มีรายได้ปานกลางและต่ำ ในปี ค.ศ. 2015 ประมาณ 1.6 ล้านคนเสียชีวิตเกิดจากโรคเบาหวานโดยตรง เกือบครึ่งหนึ่งของจำนวนผู้เสียชีวิตที่เป็นสาเหตุของระดับน้ำตาลในเลือดสูงเกิดขึ้นก่อนอายุ 70 ปี และคาดการณ์ว่าโรคเบาหวานจะเป็นสาเหตุอันดับที่ 7 ของความตายในปี ค.ศ. 2030 วิธีป้องกันหรือชะลอการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 คือ รับประทานอาหารเพื่อสุขภาพ ออกกำลังกายเป็นประจำสม่ำเสมอ ควบคุมน้ำหนักตัวให้เหมาะสมและหลีกเลี่ยงการสูบบุหรี่ และการคัดกรองอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข (2557) รายงานความชุกของโรคเบาหวานประชากรไทยอายุ 15 ปี ขึ้นไป เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 6.9 ในปี พ.ศ. 2552 เป็นร้อยละ 8.9 ในปี พ.ศ. 2557 และระดับน้ำตาลสูงขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น ช่วงอายุ 45-79 ปี มีค่าเฉลี่ยน้ำตาลในเลือดสูงเข้าเกณฑ์ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานมากกว่าช่วงอายุอื่น สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข (2558,2559) กล่าวถึงจำนวนและอัตราผู้ป่วยในโรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจขาดเลือด โรคหลอดเลือดสมองหรืออัมพฤกษ์และอัมพาต และโรคทางเดินหายใจอุดกั้นเรื้อรัง มีการเสียชีวิตเพิ่มขึ้นและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกโรคอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ.2550-2558 สถานการณ์ปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคไม่ติดต่อซึ่งเป็นกลุ่มโรคที่องค์การอนามัยโลกให้ความสำคัญในการป้องกันและควบคุมอย่างเร่งด่วน คือ 4 กลุ่มโรคหลัก ได้แก่ โรคเบาหวาน โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคมะเร็ง และโรคปอดเรื้อรัง ซึ่งมีปัจจัยเสี่ยงทางพฤติกรรมร่วมที่สำคัญ 4 ปัจจัย ได้แก่ การสูบบุหรี่ การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การบริโภคอาหารไม่เหมาะสม และกิจกรรมทางกายไม่เพียงพอ จึงเป็นสาเหตุทำให้มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นเพื่อเป็นการลดจำนวนผู้ที่จะเป็นโรคเบาหวานในอนาคตจึงควรลดปริมาณผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานให้มีจำนวนลดลง โดยการส่งเสริมสนับสนุนให้ดูแลสุขภาพอย่างสม่ำเสมอ มีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมชีวิตเพื่อช่วย

ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ประกอบด้วยการรับประทานอาหารตามหลักโภชนาการ การมีกิจกรรมทางกายและออกกำลังกาย ลดเวลาอยู่เนิ่งกับที่นานๆ นอนให้เพียงพอ ไม่สูบบุหรี่ ไม่ดื่มสุราเพื่อป้องกันการเป็นภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน

Colberg (2010) ให้คำแนะนำว่าการออกกำลังกายเป็นองค์ประกอบสำคัญในการป้องกันและจัดการกับโรคเบาหวานชนิดที่ 2 และโรคเรื้อรังหลายโรค ช่วยควบคุมน้ำหนักตัวทำให้ลดภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานในกลุ่มประชากรที่มีความเสี่ยงสูง ประโยชน์ของการออกกำลังกายช่วยปรับปรุงอินซูลินในทันทีและในระยะยาว ซึ่งประโยชน์จากการออกกำลังกายมีผลทันทีต่อการใช้อาหารในการสร้างพลังงาน มีการใช้น้ำตาลกลูโคสและสารอาหารจากคาร์โบไฮเดรตมากขึ้น มีการนำไขมันมาใช้ในการออกกำลังกายเมื่อเวลาในการออกกำลังกายยาวนานขึ้น ประโยชน์จากการออกกำลังกายในระยะยาวช่วยรักษาระดับน้ำตาลในเลือดและช่วยปรับความไวของอินซูลิน ช่วยลดไขมันที่ไม่ดีในเลือดและปรับปรุงสภาพจิตใจให้ดีขึ้น การออกกำลังกายควรปฏิบัติทั้งแบบแอโรบิก แบบแรงต้านและความอ่อนตัว มุ่งเน้นพัฒนาระบบหัวใจและหลอดเลือด ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความอ่อนตัวของร่างกาย สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทยในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (2560) ให้คำแนะนำว่าการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมชีวิตช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ ได้แก่ รับประทานอาหารตามหลักโภชนาการ นอนให้เพียงพอ ไม่สูบบุหรี่ ไม่ดื่มสุรา ลดเวลาเนือยนิ่งหรืออยู่เนิ่งกับที่นานๆ (Sedentary time) มีกิจกรรมทางกายและออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายที่มีการใช้แรงต้านทานที่เหมาะสมและสม่ำเสมอ การออกกำลังกายแบบแอโรบิกระดับปานกลางช่วยเผาผลาญกลูโคสด้วยขบวนการใช้ออกซิเจน กระตุ้นให้ระบบหลอดเลือดหัวใจและปอดมีการนำส่งออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อมากขึ้น มีการเผาผลาญไขมันมากขึ้นและเป็นการสงวนการใช้ไกลโคเจนที่สะสมไว้ในกล้ามเนื้อและในตับเป็นผลให้น้ำหนักตัวลดลง ทำให้หัวใจและหลอดเลือดดีขึ้น และออกกำลังกายแบบแรงต้านระดับปานกลางช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ทำให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะออกกำลังกายได้ยาวนานเท่าที่ต้องการและช่วยเพิ่มอัตราการเผาผลาญของร่างกายขณะพักได้มากขึ้น และออกกำลังกายสร้างความอ่อนตัวของร่างกายช่วยให้เอ็น ข้อต่อ และกล้ามเนื้อไม่ตึงตัวจนเกินไปและไม่เกิดการบาดเจ็บได้ง่าย นอกจากนี้ สมาคมโรคเบาหวานแห่งสหรัฐอเมริกา (ADA, 2018) ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการป้องกันหรือการชะลอการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 คือ การเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตลดอุบัติการณ์ของโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้อย่างต่อเนื่อง โดยการควบคุมปริมาณอาหาร ลดไขมัน และน้ำตาล ออกกำลังกายแบบแอโรบิกระดับปานกลาง 150 นาทีต่อสัปดาห์ เช่น การเดินเร็วและออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านร่วมด้วยเป็นผลดีในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน นอกจากนี้ สิทธา พงษ์พิบูลย์ (2562) ให้คำแนะนำว่าการป้องกันการเกิดโรคเบาหวานควรเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในชีวิตประจำวัน ได้แก่ ควบคุมน้ำหนักตัวให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม บริโภคอาหารให้ถูกต้องตามหลักโภชนาการ ลดการบริโภคอาหารที่มีน้ำตาลหรือ

ไขมันอิ่มตัวมากๆ ควรรับประทานผักผลไม้เป็นประจำ หลีกเลี่ยงหรือไม่สูบบุหรี่ และประกอบกิจกรรมทางกาย เช่น การเคลื่อนไหวร่างกาย หรือการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ ควรออกกำลังกายระดับปานกลาง 30 นาทีต่อวัน 3-5 วันต่อสัปดาห์ และควรออกกำลังกายที่ระดับหนักมาก ประมาณ 20 นาทีต่อวัน 1-2 วันต่อสัปดาห์ ซึ่งการออกกำลังกายจะช่วยทำให้เซลล์ในร่างกายมีความไวต่ออินซูลิน (Insulin sensitivity) และช่วยให้โมเลกุลที่ช่วยขนส่งน้ำตาล (Glucose transporters; GLUT 4) มาที่ผิวเซลล์จะช่วยทำให้น้ำตาลเข้าไปในเซลล์ได้ง่ายขึ้น หลังจากเสร็จสิ้นการออกกำลังกายระดับน้ำตาลในเลือดจะลดลง หลังการออกกำลังกายร่างกายจะเพิ่มความไวต่ออินซูลินอยู่ประมาณ 12-72 ชั่วโมง เป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด นอกจากนี้การออกกำลังกายยังช่วยให้ระบบหัวใจและหลอดเลือดแข็งแรง ป้องกันการเกิดโรคหัวใจโดยมีผลต่อปัจจัยเสี่ยงต่างๆ ที่อาจจะทำให้เกิดโรคหัวใจ เช่น ความดันโลหิต ไขมันในร่างกาย น้ำหนักตัว เป็นต้น การออกกำลังกายยังช่วยลดปริมาณไขมันในช่องท้องและใต้ผิวหนัง ช่วยควบคุมน้ำหนักตัวให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ช่วยทำให้การทำงานของเซลล์เยื่อบุผนังหลอดเลือด (Endothelial function) ดีขึ้น และช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนของโรคเบาหวาน

สรุปว่าการออกกำลังกายสามารถช่วยลดความเสี่ยงการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้และควรออกกำลังกายแบบแอโรบิกและควบคู่กับการออกกำลังกายโดยใช้แรงต้านเพื่อเพิ่มความสามารถในการใช้พลังงานในร่างกายและช่วยกระตุ้นกลูโคสเข้าเซลล์ในกล้ามเนื้อให้เกิดการเผาผลาญพลังงานได้ดีมากขึ้น

ปัจจุบันมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการออกกำลังกายสำหรับผู้ที่มิภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน เช่น Rowan (2017) พบว่าออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อเนื่อง และออกกำลังกายหนักสลับเบาโดยวิ่งบนลู่วิ่ง การฝึกทั้ง 2 แบบร่วมกับการฝึกแรงต้านในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ช่วยให้น้ำตาลเฉลี่ยสะสม (HbA1c) ลดลง ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดดีขึ้น ขนาดรอบเอวลดลง ไขมันในอวัยวะภายในช่องท้องลดลง และเพิ่มความสามารถการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานได้นานขึ้น Slentz (2016) ศึกษาการออกกำลังกายด้วยการเดินเพียงอย่างเดียวกับการออกกำลังกายด้วยการเดินและควบคุมอาหารในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ออกกำลังกายด้วยการเดินระดับปานกลาง 50%HRR (HRR คือ อัตราการเต้นหัวใจสำรอง ซึ่งได้มาจากอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดลบด้วยอัตราการเต้นหัวใจขณะพัก) และควบคุมอาหาร ช่วยควบคุมค่าน้ำตาลกลูโคสและอินซูลินในร่างกายได้ดี สรุปว่าการออกกำลังกายในระดับปานกลางมีประสิทธิภาพในการปรับปรุงน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง (2-hour plasma glucose) ในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (Oral glucose tolerance test; OGTT) และไขมันในร่างกายดีกว่าการเดินอย่างเดียว Eikenberg (2016) ศึกษาในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานฟิโนไทป์มีอิทธิพลต่อการปรับภาวะธำรงดุลของน้ำตาลกลูโคสด้วยการฝึกแบบแรงต้าน กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุที่มีน้ำหนักเกิน

และมีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่มีภาวะกลูโคสหลังอดอาหารบกพร่อง (IFG) จำนวน 73 คน กลุ่มความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง (IGT) จำนวน 21 คน และกลุ่มที่รวมทั้ง IFG และ IGT จำนวน 65 คน ฝึกสัปดาห์ละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 12 สัปดาห์ กำหนดความหนักจากระดับ การรับรู้ความเหนื่อยที่ระดับหนัก (RPE) 6-20 ปฏิบัติ 6-12 ครั้งต่อเซต มีการเพิ่มความหนักเมื่อมี พัฒนาการเพิ่มขึ้น พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออกท่า Chest press กล้ามเนื้อขาท่า Leg press เพิ่มขึ้น เส้นรอบเอวลดลงและไขมันในร่างกายลดลง มวลร่างกายที่ปราศจากไขมันเพิ่มขึ้น น้ำตาล กลูโคสหลังอดอาหารไม่เปลี่ยนแปลง ความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) ดีขึ้นในกลุ่ม IGT และกลุ่ม รวม IFG และ IGT ความไวของอินซูลิน (ISI) ไม่มีการเปลี่ยนแปลง สรุปการฝึกแบบแรงต้านที่ไม่มีการ ควบคุมอาหารช่วยเพิ่มความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) ในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน อย่างไรก็ตามการปรับภาวะอ้วนของกลูโคสด้วยการฝึกแบบแรงต้านนั้นเกิดขึ้นเฉพาะในกลุ่ม IGT หรือกลุ่มรวม IFG และ IGT ส่วน Higgs (2016) ศึกษาการดำเนินชีวิตตามชุมชนสำหรับผู้ใหญ่ที่เป็น โรคเบาหวานหรือผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน การให้ความรู้และออกกำลังกายแบบแอโรบิกและ แบบแรงต้าน หลังการฝึก 12 สัปดาห์และการติดตามผลหลังฝึกเสร็จสิ้นตามโปรแกรมอีก 14 สัปดาห์ พบว่าจากการทดสอบเดินหกนาที่เพิ่มระยะทางเดินได้มากขึ้น สามารถเพิ่มเวลาในการออกกำลังกาย แบบแอโรบิกต่อสัปดาห์ได้มากขึ้น และมีการรับรู้ความสามารถในตนเองและมีการจัดการตนเองได้ มากขึ้น King (1991) ศึกษาการออกกำลังกายแบบกลุ่มและการออกกำลังกายที่บ้านในผู้ใหญ่ชายและ หญิงที่มีสุขภาพดี ให้ออกกำลังกายด้วยการเดินและ/หรือการวิ่งบนลู่วิ่ง โดยกลุ่มที่ 1 ออกกำลังกายแบบ กลุ่ม (ภายใต้กำกับดูแลของผู้นำ) โดยจัดให้มีขึ้นที่ศูนย์ผู้สูงอายุชุมชนท้องถิ่นและวิทยาลัยชุมชน ที่ระดับ หนัก 73-88% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด 6 วันๆ ละ 40 นาที กลุ่มที่ 2 ออกกำลังกายที่บ้าน ที่ระดับ หนัก 73-88% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด 6 วันๆ ละ 40 นาที กลุ่มที่ 3 ออกกำลังกายที่บ้าน ที่ระดับ เบา 60-73% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด 6 วันๆ ละ 30 นาที กลุ่มที่ 4 กลุ่มควบคุมไม่ได้ออกกำลังกาย พบว่าการฝึกทั้ง 3 แบบแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการออกกำลังกายหลังฝึกเดือนที่ 6 และเดือนที่ 12 การฝึกออกกำลังกายที่ระดับเบามีการเปลี่ยนแปลงได้เหมือนการฝึกออกกำลังกายที่ระดับหนัก แต่ความ สม่ำเสมอในการออกกำลังกายแบบกลุ่มที่ระดับหนักดีกว่าการฝึกออกกำลังกายที่บ้านทั้งสองแบบ ระดับ ไขมัน น้ำหนักตัว และความดันโลหิตเปลี่ยนแปลงไม่แตกต่างกัน การออกกำลังกายที่บ้านมีประสิทธิภาพ เท่ากับการออกกำลังกายแบบกลุ่มและโปรแกรมการออกกำลังกายมีความปลอดภัย สุขวิทยา หวังปิติ พานิชย์ และคณะ (2560) ศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรนสามสัปดาห์ต่อพฤติกรรม การป้องกันโรคเบาหวาน ดัชนีมวลกาย และค่าน้ำตาลในเลือดปลายนิ้วของผู้ที่มีภาวะก่อนเป็น โรคเบาหวาน โดยออกกำลังกายแบบแรนสามสัปดาห์ (RANS 30) 8 สัปดาห์ R คือ ความแข็งแรง A คือ ความกล้าคิด N คือ จิตอาสา S คือ พัฒนาตนให้รอบรู้สู่การเป็นผู้นำทางวิชาการและทำงานอย่าง มีอาชีพ และ 30 คือ การออกกำลังกาย 30 นาทีต่อวัน บุรณาการร่วมกับแนวคิดการรับรู้สมรรถนะ

แห่งตน มีกิจกรรมกลุ่มแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ติดตามเยี่ยมบ้าน และ/หรือติดตามทางโทรศัพท์ พูดชักจูงและพัฒนาศักยภาพด้านร่างกายและจิตใจ ค่าดัชนีมวลกายลดลง แต่พฤติกรรมการป้องกันโรคเบาหวานและค่าน้ำตาลในเลือดปลายนิ้วไม่มีความแตกต่างกัน ออกกำลังกายแบบแรมสามสัปดาห์ นำมาใช้ส่งเสริมการออกกำลังกายในชุมชนและควรเพิ่มระยะเวลาในการศึกษาเพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมการป้องกันโรคเบาหวาน และค่าน้ำตาลในเลือดให้ชัดเจนมากขึ้น

สรุปว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและแบบแรงต้าน หรือการออกกำลังกายแบบแอโรบิกควบคู่กับการออกกำลังกายแบบแรงต้านสามารถช่วยลดความเสี่ยงการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้ ซึ่งการออกกำลังกายช่วยเพิ่มการใช้พลังงานในร่างกายและช่วยทำให้เซลล์ในร่างกายมีความไวต่ออินซูลินและช่วยให้โมเลกุลที่ช่วยขนส่งน้ำตาล (GLUT 4) มาที่ผิวเซลล์ จะช่วยทำให้น้ำตาลเข้าไปในเซลล์ได้ง่ายขึ้น เกิดการเผาผลาญพลังงานได้ดีมากขึ้น ส่งผลดีต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ดึงงานวิจัยข้างต้น ซึ่งการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลเป็นการฝึกให้กล้ามเนื้อทำงานที่มีเป้าหมายมุ่งเน้นการเคลื่อนไหวเฉพาะของชนิดกีฬาและการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวัน เป็นการฝึกที่ใช้แรงต้านทั้งจากน้ำหนักตัวและ/หรือฝึกร่วมกับอุปกรณ์ ส่งผลให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงและมวลของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นช่วยเพิ่มความสามารถในการเคลื่อนไหวเฉพาะของชนิดกีฬาและมีความพร้อมในการดำเนินชีวิตประจำวันได้ดี

การฝึกแบบฟังก์ชันนัล (Functional training) เป็นรูปแบบการฝึกให้กล้ามเนื้อทำงานที่มีเป้าหมายมุ่งเน้นการเคลื่อนไหวเฉพาะของชนิดกีฬาและการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวัน มีการทำงานของกล้ามเนื้อและข้อต่อหลายส่วนร่วมกัน เน้นกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่และกล้ามเนื้อแกนกลางร่างกาย มีการเคลื่อนไหวหลายทิศทาง เป็นการฝึกที่ใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้านหากต้องการเพิ่มความแข็งแรงมากขึ้นควรฝึกร่วมกับอุปกรณ์ที่มีแรงต้านช่วยให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงและมวลของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นส่งผลให้การเคลื่อนไหวเฉพาะของชนิดกีฬาดีขึ้นและมีความพร้อมในการดำเนินชีวิตประจำวันได้ดี (สมพัฒน์ จำรัสโรมรัน, 2551; Liebenson, 2014; กรมพลศึกษา, 2558 และ Santana, 2016) ประโยชน์ของการฝึกฟังก์ชันนัลแบบวงจรสำหรับผู้สูงอายุ ฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์เป็นเวลา 12 สัปดาห์ การฝึกแบบวงจรประกอบด้วย 10 ท่า ปฏิบัติ 3 รอบ ความหนัก 70-80% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด พบว่าโปรแกรมการฝึกฟังก์ชันนัลแบบวงจรมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเคลื่อนไหวและการรับรู้สุขภาพในผู้สูงอายุ (Whitehurst, 2005) นอกจากนี้ Chaves (2017) ศึกษาอิทธิพลของการฝึกฟังก์ชันนัลและการฝึกแบบดั้งเดิมที่มีต่อพลังกล้ามเนื้อ คุณภาพการเคลื่อนไหว และคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ กลุ่มตัวอย่างอายุ 60 ปีขึ้นไป แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มฝึกฟังก์ชันนัล (Functional group; FG) กลุ่มฝึกแบบดั้งเดิม (Traditional group; TG) และกลุ่มควบคุม ฝึกระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าคุณภาพการเคลื่อนไหว (Quality of movement; FMS) และพลังกล้ามเนื้อในกลุ่ม FG และ TG เพิ่มขึ้นอย่างมาก สำหรับคุณภาพชีวิต (Quality of life; WHOQOL-

bref) เฉพาะกลุ่ม FG แสดงการปรับปรุงเพิ่มมากขึ้น สรุปว่าทั้งสองวิธีแสดงให้เห็นถึงความสามารถเพื่อปรับปรุงคุณภาพการเคลื่อนไหวและพลังกล้ามเนื้อ อย่างไรก็ตามกลุ่มฝึกฟังก์ชันนัลเพิ่มคุณภาพชีวิตดีขึ้น

ดังนั้นการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (Functional exercise training) ที่ใช้ในการวิจัย คือ รูปแบบการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน โดยการใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัวและใช้แรงต้านจากภายนอกคือขวดทราย มีการเคลื่อนไหวหลายทิศทาง เน้นกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่และกล้ามเนื้อแกนกลางร่างกาย มีการสลับกลุ่มกล้ามเนื้อในการฝึกและปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง ช่วยให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงและมวลของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นจึงสามารถช่วยกระตุ้นให้น้ำตาลกลูโคสเข้าเซลล์ในกล้ามเนื้อได้ดีมากขึ้น ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ลดลงได้ การวิจัยครั้งนี้พัฒนาการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลโดยใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้านเป็นสำคัญน่าจะช่วยเพิ่มความแข็งแรงและมวลกล้ามเนื้อและช่วยกระตุ้นให้น้ำตาลกลูโคสเข้าเซลล์ดีขึ้นช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและช่วยให้มีการใช้พลังงานในร่างกายได้มากขึ้น ดังเช่น อมรพันธ์ อัจจิมาพร (2560) ศึกษาผลของการฝึกแบบวงจรด้วยความหนักสูงแบบประยุกต์โดยใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้านต่อโครงสร้างร่างกายและอัตราการใช้พลังงานขณะพักของร่างกายในหญิงอ้วนที่มีพฤติกรรมเนือยนิ่ง พบว่าการฝึกดังกล่าวเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ มีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเพิ่มค่าอัตราการใช้พลังงานขณะพักได้ แต่ไม่สามารถลดน้ำหนักตัวและไม่สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเส้นรอบวงของส่วนต่างๆ ของร่างกาย

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้น พบว่าการออกกำลังกายที่เหมาะสมในกลุ่มผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ควรออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับแรงต้านระดับปานกลางและควบคุมการบริโภคอาหารจะช่วยปรับปรุงค่าสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะของผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ดังนั้น การฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยฝึกกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านจากน้ำหนักตัวและจากขวดทราย มีการสลับกลุ่มกล้ามเนื้อและปฏิบัติอย่างต่อเนื่องน่าจะเหมาะสมกับกลุ่มผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานเพราะมีลักษณะการออกกำลังกายผสมผสานระหว่างแบบแรงต้านช่วยเพิ่มมวลกล้ามเนื้อและมีความแข็งแรงมากขึ้นและแบบแอโรบิกที่ช่วยเพิ่มการเผาผลาญพลังงานจากสารอาหารในร่างกาย อีกทั้งเป็นรูปแบบการฝึกให้กล้ามเนื้อทำงานตามลักษณะการเคลื่อนไหวที่ใช้ในการทำกิจกรรมประจำวันจึงช่วยให้สามารถทำกิจกรรมประจำวันได้ดี ทั้งนี้แบบการฝึกออกกำลังกายนี้เป็นแบบที่ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถฝึกออกกำลังกายที่บ้านได้ หรือสามารถฝึกออกกำลังกายได้ในทุกๆ สถานที่ ใช้พื้นที่น้อย อุปกรณ์หาได้ง่าย ประหยัดค่าใช้จ่าย จึงเป็นการเพิ่มโอกาสในการฝึกออกกำลังกายในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานที่จะฝึกออกกำลังกายได้ง่ายขึ้น มีความต่อเนื่องและสม่ำเสมอ เป็นการลดความเสี่ยงการเป็นโรคเบาหวานได้

ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ซึ่งแบบการฝึกออกกำลังกายนี้จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกและไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่มีผลต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน

คำถามของการวิจัย

1. การฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลมีผลต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานได้หรือไม่และอย่างไร
2. กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลกับกลุ่มควบคุมมีผลของสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน แตกต่างกันได้หรือไม่และอย่างไร

สมมติฐานของการวิจัย

1. การฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลมีผลต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ดีกว่าก่อนการฝึก
2. กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลกับกลุ่มควบคุมมีผลของสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน แตกต่างกันได้

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยเรื่องนี้มุ่งเน้นการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลมีผลต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน และเป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) จึงกำหนดขอบเขตการวิจัยดังนี้

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นอาสาสมัครที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน เป็นบุคลากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ผู้ใหญ่เพศชายและเพศหญิง ที่มีอายุตั้งแต่ 43-59 ปี กลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 17 คน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มทดลอง เป็นกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล จำนวน 8 คน

กลุ่มควบคุม เป็นกลุ่มใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ จำนวน 9 คน

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

1. ตัวแปรต้น (Independent variables) คือ โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล

2. ตัวแปรตาม (Dependent variables) ประกอบด้วย

2.1 ตัวแปรสารชีวเคมีในเลือด แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้ สารชีวเคมีหลัก ได้แก่ น้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (Fasting plasma glucose; FPG) น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง (2-hour plasma glucose) ในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (Oral glucose tolerance test; OGTT) น้ำตาลเฉลี่ยสะสม (Glycosylate hemoglobin; HbA1c) ระดับอินซูลิน (Fasting plasma insulin; FPI) พื้นที่ใต้โค้งของกลูโคส (Area under the curve of glucose) และภาวะดื้อต่ออินซูลิน (Insulin resistance) จากวิธีการคำนวณ Homeostasis model assessment; HOMA-IR สำหรับสารชีวเคมีรอง ได้แก่ คอเลสเตอรอล (Cholesterol) ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) ลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง; เอชดีแอล (High density lipoprotein; HDL) และลิโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำ; แอลดีแอล (Low density lipoprotein; LDL)

2.2 ตัวแปรสุขสมรรถนะ ได้แก่ องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percent body fat) ปริมาณไขมันในช่องท้อง (Visceral fat area) และมวลกล้ามเนื้อ (Soft lean mass) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) ความอ่อนตัว (Flexibility) และความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ (Cardiorespiratory endurance)

คำจำกัดความของการวิจัย

ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน (Prediabetes) คือ ภาวะที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าปกติแต่ยังไม่ถึงระดับที่จะวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวาน เป็นภาวะที่เกิดจากภาวะดื้อต่ออินซูลิน (Insulin resistance) หรือมีความบกพร่องในการหลั่งอินซูลิน (Impair insulin secretion) ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานมีค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง (2-hour plasma glucose) ในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (Oral glucose tolerance test; OGTT) 140–199 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (7.8–11.0 มิลลิโมลต่อลิตร) มีภาวะกลูโคสหลังอดอาหารบกพร่อง (Impaired glucose tolerance; IGT) ใช้วิธีการตรวจค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง ในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคสเป็นวิธีการวัดที่ดีที่สุด (Gold standard) สามารถค้นพบผู้มีความเสี่ยงสูงต่อการเป็นโรคเบาหวานได้ไวมากกว่าการตรวจค่าน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร

การฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (Functional exercise training) คือ รูปแบบการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน โดยการใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัวและใช้แรงต้านจากภายนอกคือขวดทราย มีการทำงานของกล้ามเนื้อและข้อต่อหลายส่วนร่วมกัน เน้นกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่และกล้ามเนื้อแกนกลางร่างกาย มีการเคลื่อนไหวหลายทิศทาง มีการสลับกลุ่มกล้ามเนื้อในการฝึก และปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง

สารชีวเคมีในเลือด (Blood biochemistry data) ประกอบด้วย น้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (Fasting plasma glucose; FPG) น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง (2-hour plasma glucose) ในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (Oral glucose tolerance test; OGTT) น้ำตาลเฉลี่ยสะสม (Glycosylate hemoglobin; HbA1c) ระดับอินซูลิน (Fasting plasma insulin; FPI) พื้นที่ใต้โค้งของกลูโคส (Area under the curve of glucose) ภาวะดื้ออินซูลิน (Insulin resistance) จากวิธีการคำนวณ Homeostasis model assessment; HOMA-IR คอเลสเตอรอล (Cholesterol) ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) ลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง; เอชดีแอล (High density lipoprotein; HDL) และลิโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำ; แอลดีแอล (Low density lipoprotein; LDL)

น้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (Fasting plasma glucose; FPG) คือ ระดับกลูโคสในพลาสมาหลังการอดอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมง หลังการวัดพบค่า 100–125 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (5.6–6.9 มิลลิโมลต่อลิตร) อยู่ในเกณฑ์ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน

น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง (2-hour plasma glucose) ในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (Oral glucose tolerance test; OGTT) คือ ระดับพลาสมากลูโคสที่ 2 ชั่วโมง หลังจากดื่มน้ำตาลกลูโคส 75 กรัม หลังการวัดพบค่า 140–199 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (7.8–11.0 มิลลิโมลต่อลิตร) อยู่ในเกณฑ์ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน

น้ำตาลเฉลี่ยสะสม (Glycosylate hemoglobin; HbA1c) คือ ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด เกิดจากที่น้ำตาลกลูโคสไปเกาะที่โมเลกุลของฮีโมโกลบินเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระดับน้ำตาลในเลือด และจะอยู่ในเลือดนานประมาณ 3 เดือนตามอายุของเม็ดเลือดแดงการที่ระดับน้ำตาลในเลือดสูงอยู่เรื่อยๆ จะส่งผลให้น้ำตาลเฉลี่ยสะสมสูงขึ้นด้วย หลังการวัดพบค่า 5.7–6.4% อยู่ในเกณฑ์ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน

ระดับอินซูลิน (Fasting plasma insulin; FPI) คือ ระดับของอินซูลินมีหน้าที่ควบคุมกระบวนการเผาผลาญของร่างกาย ทำหน้าที่ในการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตและน้ำตาลเพื่อเปลี่ยนให้เป็นรูปของพลังงานเข้าไปสู่กล้ามเนื้อและเซลล์ต่างๆ ของร่างกาย และกระตุ้นให้เซลล์ต่างๆ มีการดูดไขมัน ไกลโคเจน และโปรตีนไว้ที่บริเวณตับ เพื่อที่จะถูกนำมาใช้เป็นพลังงานสำรองในกรณีที่ไม่ได้รับพลังงานเพิ่มติดต่อกันเป็นเวลานาน ค่าปกติ 17.8-173 พิโกโมลต่อลิตร

พื้นที่ใต้โค้งของกลูโคส (Area under the curve of glucose) คือ การทดสอบความทนทานกลูโคสโดยจะแสดงค่าจากการคำนวณพื้นที่ใต้โค้ง (Area under curve, AUC) เป็นตัวชี้วัดที่แม่นยำในการควบคุมกลูโคสในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (Pichayapaiboon, 2011) โดยคำนวณจากสูตร (Matthews et al., 1990)

ภาวะดื้อต่ออินซูลิน (Insulin resistance) จากวิธีการคำนวณ Homeostasis model assessment; HOMA-IR คือ การตรวจภาวะดื้อต่ออินซูลิน ด้วยวิธี Homeostasis model assessment; HOMA-IR มีวิธีการประเมินโดยวัดระดับอินซูลินและน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารพร้อมๆ กัน เพื่อมาคำนวณหาภาวะดื้อต่ออินซูลินเป็นต้นตอของการเกิดโรคเบาหวาน โดยคำนวณจากสูตร (Matthews et al., 1985 และ Vogeser et al., 2007)

คอเลสเตอรอล (Cholesterol) คือ ไขมันชนิดหนึ่งที่ร่างกายสามารถสร้างเองได้ และสามารถพบได้ในอาหาร เป็นไขมันที่มีความจำเป็นต่อร่างกายโดยเฉพาะในกระบวนการสร้างเซลล์ในร่างกาย ซึ่งร่างกายต้องการคอเลสเตอรอลในการช่วยให้การทำงานเป็นไปได้อย่างเป็นปกติ หากระดับคอเลสเตอรอลมีมากเกินไป ก็อาจทำให้ความเสี่ยงโรคหัวใจและหลอดเลือดสูงขึ้น เนื่องจากคอเลสเตอรอลจะไปเกาะตัวกันบนผนังหลอดเลือดทำให้เลือดไหลเวียนได้ไม่สะดวก ค่าที่ปกติต่ำกว่า 200 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (5.2 มิลลิโมลต่อลิตร)

ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) คือ ไขมันที่ได้ทั้งจากอาหารไขมันและจากร่างกายสร้างขึ้นเองโดยเมื่อร่างกายได้รับพลังงานจากไขมันและจากคาร์โบไฮเดรตเกินความต้องการร่างกายจะเปลี่ยนพลังงานส่วนเกินให้เป็นไขมันไตรกลีเซอไรด์และเก็บสะสมไว้ในเซลล์ไขมันทั่วร่างกายหากมีไตรกลีเซอไรด์สูงในเลือดทำให้หลอดเลือดแดงแข็งตัว ค่ามากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (2.82 มิลลิโมลต่อลิตร) เสี่ยงเป็นโรคเบาหวาน

ลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง; เอชดีแอล (High density lipoprotein; HDL) คือ ลิโปโปรตีนหลักชนิดหนึ่ง ซึ่งขนส่งโมเลกุลไขมันคือลิพิดไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกายภายในน้ำนอกเซลล์ทำหน้าที่ในการนำคอเลสเตอรอลส่วนเกินจากเซลล์กลับไปยังตับ เพื่อทำลายหรือขับออกในรูปของเสียจากร่างกาย ค่าน้อยกว่า 35 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (0.90 มิลลิโมลต่อลิตร) เสี่ยงเป็นโรคเบาหวาน

ลิโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำ; แอลดีแอล (Low density lipoprotein; LDL) คือ กลุ่มลิโปโปรตีนหลักชนิดหนึ่ง ซึ่งขนส่งโมเลกุลไขมันไปรอบร่างกายในน้ำนอกเซลล์เทียบกับน้ำที่อยู่รอบๆ ทำหน้าที่ขนส่งคอเลสเตอรอลไปยังเซลล์ต่างๆ ในร่างกาย หากมีมากกว่าที่เซลล์ต้องการก็จะไปสะสมที่บริเวณผนังหลอดเลือดเป็นชนิดที่อันตรายและส่งผลร้ายต่อสุขภาพ เช่น ทำให้เป็นโรคหลอดเลือดแดงแข็ง ค่าที่เหมาะสมสำหรับผู้ที่เสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวานควรน้อยกว่า 70 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (1.8 มิลลิโมลต่อลิตร)

สุขสมรรถนะ (Health-related physical fitness) ประกอบด้วย องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percent body fat) ปริมาณไขมันในช่องท้อง (Visceral fat area) และมวลกล้ามเนื้อเนื้อนุ่ม (Soft lean mass) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) ความอ่อนตัว (Flexibility) และความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ (Cardiorespiratory endurance)

องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) คือ องค์ประกอบที่มีอยู่ในร่างกาย แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ เนื้อแท้หรือน้ำหนักตัวปราศจากไขมัน (Lean body mass) และไขมันและเนื้อเยื่อไขมัน (Body fat) ได้แก่

เปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percent body fat) คือ อัตราส่วนร้อยละของไขมันในร่างกายเมื่อเทียบกับน้ำหนักร่างกาย

ปริมาณไขมันในช่องท้อง (Visceral fat area) คือ ปริมาณไขมันใต้ผิวหนังภายในบริเวณช่องท้อง ซึ่งเป็นไขมันที่แทรกตัวอยู่ตามเนื้อเยื่อของเซลล์ภายในอวัยวะต่างๆ

มวลกล้ามเนื้อเนื้อนุ่ม (Soft lean mass) คือ มวลน้ำหนักกล้ามเนื้อในร่างกาย แต่ไม่นับรวมกระดูก ไขมัน และเส้นเอ็น

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อหรือกลุ่มกล้ามเนื้อที่ออกแรงด้วยความพยายามในการทำให้เกิดแรงสูงสุดเพื่อเคลื่อนน้ำหนักหรือต้านน้ำหนัก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะทำให้เกิดความตึงตัวเพื่อใช้แรงในการดึงหรือยกของต่างๆ

ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) คือ ความสามารถของกล้ามเนื้อที่สามารถทำงานซึ่งมีความหนักพอประมาณได้ติดต่อกันเป็นเวลานานโดยไม่เมื่อยล้า

ความอ่อนตัว (Flexibility) คือ ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ เอ็นยึดข้อ เอ็นกล้ามเนื้อควบคุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อในร่างกาย

ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ (Cardiorespiratory endurance) คือ ความสามารถของหัวใจ หลอดเลือด เม็ดเลือดและระบบหายใจที่นำออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อ รวมถึงความสามารถของกล้ามเนื้อที่ใช้ออกซิเจนอย่างมีประสิทธิภาพ

ผู้ใหญ่ (Adults) คือ อาสาสมัครที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน เป็นบุคลากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ผู้ใหญ่เพศชายและเพศหญิง ที่มีอายุตั้งแต่ 43-59 ปี

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน
2. เป็นรูปแบบทางเลือกของการออกกำลังกายเพื่อช่วยให้ผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ เพื่อป้องกันและช่วยลดความเสี่ยงการเกิดโรคเบาหวาน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้ เป็นการศึกษาเรื่องผลของการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยได้ทำการทบทวนวรรณกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง สรุปเป็นเนื้อหาสาระสำคัญเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัย มีหัวข้อสำคัญดังนี้

1. ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน
 - 1.1 เกณฑ์บ่งชี้ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและการเป็นโรคเบาหวาน
 - 1.2 การประเมินความเสี่ยงและการคัดกรองโรคเบาหวานชนิดที่ 2
 - 1.3 การป้องกันการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน
2. ความสำคัญของระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง
 - 2.1 ภาวะความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง
 - 2.2 กลไกการควบคุมการหลังอินซูลิน
 - 2.3 การหลังอินซูลินในช่วงหลังมื้ออาหาร
 - 2.4 ความสำคัญต่อการตรวจวัดความทนของน้ำตาลกลูโคส
 - 2.5 ความสำคัญต่อการตรวจภาวะดื้อต่ออินซูลินด้วยวิธี Homeostasis model assessment; HOMA-IR
3. การออกกำลังกาย
 - 3.1 การออกกำลังกายสำหรับผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน
 - 3.2 การออกกำลังกายต่อระดับกลูโคสในเลือด
 - 3.3 ผลของการออกกำลังกายในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน
 - 3.4 ประโยชน์ของการออกกำลังกายในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน
 - 3.5 การฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล
4. สุขสมรรถนะ
 - 4.1 ความหมายและองค์ประกอบของสุขสมรรถนะ
 - 4.2 ความหมายและองค์ประกอบของทักษะสมรรถนะ

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน

สมาคมโรคเบาหวานแห่งสหรัฐอเมริกา (American Diabetes Association; ADA, 2018) กล่าวว่า ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน เป็นภาวะสุขภาพที่ร้ายแรงที่ระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าปกติ แต่ไม่สูงพอที่จะได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานส่วนใหญ่จะไม่ทราบว่าตนเองมีความเสี่ยงจึงทำให้มีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นในการเป็นภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ซึ่งจะมีความต้านทานต่ออินซูลินและความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดผิดปกติที่เริ่มต้นก่อนที่จะมีการตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือด

ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน (Prediabetes) เกิดจากภาวะดื้อต่ออินซูลิน (Insulin resistance) และความบกพร่องในการหลั่งอินซูลิน (Impair insulin secretion) มีภาวะกลูโคสหลังอดอาหารบกพร่อง (Impaired fasting glucose; IFG) และ/หรือภาวะความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง (Impaired glucose tolerance; IGT)

โรคเบาหวาน (Diabetes) คือ กลุ่มโรคเมตาบอลิกที่มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงเป็นผลจากความบกพร่องของการหลั่งอินซูลินหรือการไม่สามารถใช้อินซูลินได้อย่างมีประสิทธิภาพ องค์การอนามัยโลก (WHO, 2017) กล่าวว่า ผลของโรคเบาหวานที่ไม่มีการควบคุมและเมื่อเวลาผ่านไปจะส่งผลต่อความเสียหายร้ายแรงต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกาย โดยเฉพาะเส้นประสาทและหลอดเลือด อาจเป็นสาเหตุให้เสียชีวิตก่อนวัยอันควร

1.1 เกณฑ์บ่งชี้ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและการเป็นโรคเบาหวาน

สมาคมโรคเบาหวานแห่งสหรัฐอเมริกา (ADA, 2018) กล่าวว่า การวินิจฉัยภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและการเป็นโรคเบาหวานสามารถตรวจคัดกรองตามเกณฑ์ของน้ำตาลในเลือดยาละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1 เกณฑ์บ่งชี้ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและการเป็นโรคเบาหวาน (ADA, 2018)

ตัวบ่งชี้	ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน	โรคเบาหวาน
น้ำตาลเฉลี่ยสะสม (HbA1c)	5.7–6.4%	≥6.5%
น้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (FPG)	100–125 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (5.6–6.9 มิลลิโมลต่อลิตร)	≥126 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (7.0 มิลลิโมลต่อลิตร)
น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง ในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส 2 h-PG (OGTT)	140–199 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (7.8–11.0 มิลลิโมลต่อลิตร)	≥200 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (11.1 มิลลิโมลต่อลิตร)
น้ำตาลในเลือดแบบสุ่ม (RPG)	-	≥200 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (11.1 มิลลิโมลต่อลิตร)

1.1.1 น้ำตาลเฉลี่ยสะสม (Glycosylate hemoglobin; HbA1c) ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน 5.7–6.4% การตรวจโดยใช้ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในเลือด ควรตรวจในวัยผู้ใหญ่ การตรวจมีความแน่นอน สะดวก ลดผลแทรกซ้อนการเจ็บป่วย

1.1.2 น้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (Fasting plasma glucose; FPG) โดยอดอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมง ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน 100–125 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (5.6–6.9 มิลลิโมลต่อลิตร) หรือเรียกภาวะนี้ว่าภาวะกลูโคสหลังอดอาหารบกพร่อง (Impaired fasting glucose; IFG)

1.1.3 น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง (2-hour plasma glucose) ในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (Oral glucose tolerance test; OGTT) โดยรับประทานกลูโคสปริมาณ 75 กรัม ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน 140–199 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (7.8–11.0 มิลลิโมลต่อลิตร) หรือเรียกภาวะนี้ว่าภาวะความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง (Impaired glucose tolerance; IGT)

1.1.4 น้ำตาลในเลือดแบบสุ่ม (Random plasma glucose; RPG) ผู้ที่เป็นโรคเบาหวานและผู้ที่มิภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน โดยการสุ่มตรวจมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 200 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (11.1 มิลลิโมลต่อลิตร) การตรวจไม่ต้องอดอาหาร และสามารถตรวจได้ทุกเวลา

เกณฑ์การประเมินภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและการเป็นโรคเบาหวานในผู้ใหญ่ที่ไม่มีอาการของโรค มีรายละเอียดดังนี้ (ADA, 2018)

1. เกณฑ์การประเมินผู้ใหญ่ที่มีภาวะน้ำหนักตัวเกิน (ดัชนีมวลกายมากกว่าหรือเท่ากับ 25 กิโลกรัมต่อเมตร² ในคนอเมริกัน) หรือ (ดัชนีมวลกายมากกว่าหรือเท่ากับ 23 กิโลกรัมต่อเมตร² ในคนเอเชีย-อเมริกัน) โดยมีปัจจัยเสี่ยงดังนี้

1.1 มีประวัติครอบครัว บิดา มารดา พี่หรือน้อง คนใดคนหนึ่งเป็นโรคเบาหวาน

1.2 เชื้อชาติที่มีโอกาสเสี่ยงเป็นโรคเบาหวานสูง เช่น เชื้อชาติอเมริกัน-แอฟริกัน ละตินอเมริกัน-อินเดียน อเมริกัน-เอเชีย กลุ่มชนหมู่เกาะแปซิฟิก เป็นต้น

1.3 มีประวัติโรคหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular disease; CVD)

1.4 ความดันโลหิตสูงมากกว่าหรือเท่ากับ 140/90 มิลลิเมตรปรอทหรือได้รับการรักษาโรคความดันโลหิตสูง)

1.5 ระดับลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (HDL) น้อยกว่า 35 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (0.90 มิลลิโมลต่อลิตร) และ/หรือ มีระดับไตรกลีเซอไรด์มากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (2.82 มิลลิโมลต่อลิตร)

1.6 ผู้หญิงที่มีภาวะถุงน้ำรังไข่หลายใบ (Polycystic ovary syndrome)

1.7 มีประวัติคลอดบุตรที่มีน้ำหนักมากกว่า 9 ปอนด์ หรือ 4,000 กรัม

1.8 มีกิจกรรมทางกายน้อย

1.9 มีพยาธิสภาพที่เกี่ยวข้องกับภาวะดื้อต่ออินซูลิน (Insulin resistance) เช่น โรคอ้วนรุนแรง โรคผิวหนังดำหรือหนาตัวขึ้น (Acanthosis nigricans)

2. ผู้ป่วยที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน มีระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสม (HbA1c) มากกว่าหรือเท่ากับ 5.7% หรือ 39 มิลลิโมลต่อโมล มีภาวะความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง (IGT) หรือมีภาวะกลูโคสหลังอดอาหารบกพร่อง (IFG) ควรตรวจทุกปี

3. ผู้หญิงที่มีประวัติมีภาวะเป็นโรคเบาหวานขณะตั้งครรภ์ (Gestational diabetes mellitus; GDM) ควรมีการตรวจตลอดชีวิตอย่างน้อยทุก 3 ปี

4. สำหรับผู้ป่วยอื่น ควรเริ่มตรวจตั้งแต่อายุ 45 ปี

5. ถ้าผลการตรวจปกติ ควรทำการตรวจซ้ำภายใน 3 ปี หลังจากการตรวจ โดยพิจารณาจากการตรวจบ่อยครั้ง ขึ้นอยู่กับผลเริ่มต้นและสถานะความเสี่ยง

ภาวะเสี่ยงการเกิดโรคเบาหวาน รายละเอียดดังนี้

ผู้ที่มีค่าน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (FPG) 100–125 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (5.6–6.9 มิลลิโมลต่อลิตร) เรียกว่า ภาวะกลูโคสหลังอดอาหารบกพร่อง (IFG) และ/หรือน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมงในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) 140–199 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (7.8–11.0 มิลลิโมลต่อลิตร) เรียกว่า ภาวะความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง (IGT) หรือมีค่าน้ำตาลเฉลี่ยสะสม (HbA1c) 5.7–6.4% ให้การวินิจฉัยว่าเป็นภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน (Prediabetes)

องค์การอนามัยโลก (WHO, 2016) และสมลักษณ์ จึงสมาน (2560) กล่าวว่าทั้งสามภาวะนี้มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานและโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดร่วมด้วย นอกจากนี้ทั้งภาวะกลูโคสหลังอดอาหารบกพร่องและภาวะความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง มีความสัมพันธ์ร่วมกับการเกิดภาวะเมแทบอลิกซินโดรม (Metabolic syndrome) ที่มีความผิดปกติทางเมแทบอลิซึมต่างๆ เช่น โรคอ้วนโดยเฉพาะอ้วนลงพุงหรืออ้วนจากไขมันในร่างกาย ภาวะไขมันในเลือดผิดปกติชนิดไตรกลีเซอไรด์สูง และ/หรือลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (HDL) ต่ำ และภาวะความดันโลหิตสูง

โรคอ้วน โดยเฉพาะอ้วนลงพุง คือ ภาวะที่ร่างกายมีไขมันมากกว่าปกติ ทำให้เซลล์ขยายใหญ่ขึ้นเกิดการสะสมของไขมันตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น เซลล์ไขมันบริเวณพุงจะหลั่งไซโตไคน์ (Cytokine) โปรตีนชนิดอะดิพอนektin (Adiponectin) ลดลง ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมระบบเมตาบอลิซึมของกลูโคสและไขมันในร่างกาย มีหน้าที่สำคัญในการเพิ่มความไวของอินซูลินทั้งที่กล้ามเนื้อลายและตับ ดังนั้นจึงส่งผลให้มีไขมันสะสมที่กล้ามเนื้อและตับเพิ่มขึ้น กระตุ้นให้เกิดภาวะดื้อต่ออินซูลินทำให้กล้ามเนื้อไม่สามารถนำกลูโคสเข้าเซลล์และตับไม่สามารถยับยั้งการสร้างกลูโคสทำให้มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงเสี่ยงการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2

ไตรกลีเซอไรด์ คือ ไขมันที่ได้ทั้งจากอาหารไขมันและจากร่างกายสร้างขึ้นเอง โดยเมื่อร่างกายได้รับพลังงานจากไขมันและจากคาร์โบไฮเดรตเกินความต้องการร่างกายจะเปลี่ยนพลังงานส่วนเกินให้เป็นไตรกลีเซอไรด์และเก็บสะสมไว้ในเซลล์ไขมันทั่วร่างกาย

ลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (HDL) คือ ไขมันที่สร้างจากตับและลำไส้ทำหน้าที่ขนส่งคอเลสเตอรอลจากเซลล์อื่นๆ ไปยังตับเพื่อเผาผลาญเป็นน้ำดีหรือนำไปให้ตับสร้างลิโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำ (LDL) ทำให้ระดับคอเลสเตอรอลในเลือดต่ำลง หากลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (HDL) ในเลือดต่ำก็จะทำให้เป็นการเพิ่มโอกาสการเป็นโรคเกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือดได้

ความดันโลหิตสูง คือ ภาวะที่ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวมีค่าตั้งแต่ 140 มิลลิเมตรปรอทขึ้นไปและความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวมีค่าตั้งแต่ 90 มิลลิเมตรปรอทขึ้นไป

การวิจัยครั้งนี้ใช้น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมงในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) เป็นเกณฑ์กำหนดการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน และเป็นค่าตัวแปรที่ใช้ศึกษาด้วย นอกจากนี้มีค่าตัวแปรตามต่างๆ อีก ได้แก่ น้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (FPG) น้ำตาลเฉลี่ยสะสม (HbA1c) ระดับอินซูลิน (FPI) ภาวะดื้อต่ออินซูลิน (Insulin resistance) จากวิธีการคำนวณ Homeostasis model assessment; HOMA-IR คอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ ลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (HDL) และลิโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำ (LDL) รอบเอว รอบเอวต่อรอบสะโพก และดัชนีมวลกาย ซึ่งค่าต่างๆ นี้มีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือด หากเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ ให้ดีขึ้นสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดให้กลับสู่เกณฑ์ปกติเป็นการลดภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานได้

1.2 การประเมินความเสี่ยงและการคัดกรองโรคเบาหวานชนิดที่ 2

การคัดกรองผู้ป่วยโรคเบาหวานมีความสำคัญมากขึ้น เนื่องจากสถิติการเป็นโรคเบาหวานเพิ่มสูงขึ้น และพบได้ในอายุน้อยลง อรพินท์ สีขาว (2561) กล่าวว่า จำนวนประชากร 1/3 ของคนไทยที่เป็นโรคเบาหวานยังไม่วัดว่าเป็น และร้อยละ 93 ของผู้ที่เป็นกลุ่มเสี่ยงไม่ได้ตระหนักว่าตนเองเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย (2554) ได้กำหนดการประเมินความเสี่ยงต่อโรคเบาหวานประเภทที่ 2 สำหรับคนไทย คือ การประเมินความเสี่ยงในช่วงเวลานั้น (Prevalent case) เป็นการประเมินแบบคร่าวๆ ไม่ต้องใช้เครื่องมือหรือแบบสอบถาม เพื่อค้นหาผู้ป่วยที่ยังไม่มีอาการและให้การรักษาดังแต่ระยะเริ่มแรก โดยใช้ตัวแปร 3 ตัว คือ อายุ ดัชนีมวลกาย (BMI) ประวัติเป็นโรคความดันโลหิตสูง หากความสัมพันธ์กับโรคเบาหวาน ดังนี้

$$\text{คะแนนความเสี่ยง} = (3 \times \text{อายุ}) + (5 \times \text{BMI}) + (50 \times \text{ประวัติความดันโลหิตสูง})$$

มีประวัติความดันโลหิตสูงให้ 1 คะแนน ไม่มีประวัติความดันโลหิตสูงให้ 0 คะแนน และใช้เกณฑ์ที่คะแนนมากกว่า 240 คะแนน ถือว่ามีความเสี่ยงสูง ให้ตรวจเลือดเพื่อวินิจฉัยต่อไป วิธีนี้ถือว่ามีความไวร้อยละ 96.8 และความจำเพาะร้อยละ 24 นอกจากนี้ Aekplakorn et al. (2006) และสมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย (2557) ให้คำแนะนำในการประเมินความเสี่ยงเพื่อการป้องกันโรค (Incident case) เป็นการทำนายผู้ที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเบาหวานในอนาคตสูงกว่าคนทั่วไป จึงควรให้การป้องกันเพื่อลดปัจจัยเสี่ยง การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมจะช่วยชะลอการเกิดโรคเบาหวานในอนาคตได้ มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2 รายละเอียดปัจจัยเสี่ยงต่อโรคเบาหวานและคะแนนความเสี่ยง Aekplakorn et al. (2006) และสมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย (2557)

ปัจจัยเสี่ยง		คะแนนความเสี่ยง (Diabetes risk score)
อายุ	34-39 ปี	0
	40-44 ปี	0
	45-49 ปี	1
	ตั้งแต่ 50 ปี ขึ้นไป	2
เพศ	หญิง	0
	ชาย	2
ดัชนีมวลกาย	< 23 กก./ม. ²	0
	≥ 23 - < 27.5 กก./ม. ²	3
	≥ 27.5 กก./ม. ² ขึ้นไป	5
เส้นรอบเอว	ผู้ชาย < 90 ซม. ผู้หญิง < 80 ซม.	0
	ผู้ชาย ≥ 90 ซม. ผู้หญิง ≥ 80 ซม.	2
ความดันโลหิตสูง	ไม่มี	0
	มี	2
ประวัติโรคเบาหวานในญาติ	ไม่มี	0
สายตรง	มี	4

เมื่อได้คะแนนความเสี่ยง สามารถนำมาใช้ทำนายความเสี่ยงในการเกิดโรคเบาหวานในอนาคต (ใน 12 ปีข้างหน้า) ได้แม่นยำในคนไทย โดยมีการแปลผลคะแนนความเสี่ยงและข้อแนะนำมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3 การแปลผลคะแนนความเสี่ยงและข้อเสนอแนะ Aekplakorn et al. (2006) และสมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย (2557)

ผลรวมคะแนน	ความเสี่ยงต่อเบาหวานใน 12 ปี	ระดับความเสี่ยง	โอกาสเกิดเบาหวาน	ข้อเสนอแนะ
≤ 2	< ร้อยละ 5	น้อย	1/20	<ul style="list-style-type: none"> - ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ - ควบคุมน้ำหนักให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม - ตรวจวัดความดันโลหิต - ควรประเมินความเสี่ยงซ้ำทุก 3 ปี
3 – 5	ร้อยละ 5 – 10	ปานกลาง	1/12	<ul style="list-style-type: none"> - ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ - ควบคุมน้ำหนักให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม - ตรวจวัดความดันโลหิต - ควรประเมินความเสี่ยงซ้ำทุกปี
6 – 8	ร้อยละ 11 – 20	สูง	1/7	<ul style="list-style-type: none"> - ควบคุมอาหารและออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ - ควบคุมน้ำหนักให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม - ตรวจวัดความดันโลหิต - ตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือดโดยไม่อดอาหารเพื่อค้นพบความเสี่ยงเร็ว - ควรประเมินความเสี่ยงซ้ำทุกปี
> 8	> ร้อยละ 20	สูงมาก	1/4-1/3	<ul style="list-style-type: none"> - ควบคุมอาหารและออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ - ควบคุมน้ำหนักให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม - ตรวจวัดความดันโลหิต - ตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือดโดยไม่อดอาหารเพื่อค้นพบความเสี่ยงเร็ว - ควรประเมินความเสี่ยงซ้ำทุกปี

ถ้าคะแนน ≥ 6 ให้ประเมินความเสี่ยงเป็นโรคเบาหวานด้วยการวัดระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร (Postprandial blood glucose) คือ รับประทานอาหารตามปกติและเจาะเลือดตรวจระดับน้ำตาลเมื่อใดก็ได้ (ระดับน้ำตาลในเลือดโดยไม่อดอาหาร) ระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหารปกติจะน้อยกว่า 140 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และหากวัดได้ 110 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ขึ้นไป แนะนำให้ตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) จะได้ทราบว่ามีความผิดปกติต่ออินซูลินแค่ไหนๆ การตรวจเฉพาะระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (FPG) ตอนเช้าก่อนรับประทานอาหารจะทำให้ค้นพบความผิดปกติต่ออินซูลินได้ช้าไม่ทันการณ์สำหรับการควบคุมหรือป้องกันโรคเบาหวาน (Aekplakorn et al., 2006; สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย, 2557 และ เทพ หิมะทองคำ, 2561)

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบคัดกรองของ Aekplakorn et al. (2006) และสมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย (2557) เป็นแบบคัดกรองเบื้องต้นเพื่อหากกลุ่มตัวอย่าง หากได้คะแนน ≥ 6 เข้าเกณฑ์มีความเสี่ยงเป็นโรคเบาหวาน

1.3 การป้องกันการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน

1.3.1 กลุ่มนักวิจัยโปรแกรมการป้องกันโรคเบาหวาน (Diabetes Prevention Program; DPP) Research Group (2002) ได้เริ่มให้คำแนะนำว่าการป้องกันการเป็นโรคเบาหวานมีประเด็นสำคัญของการป้องกันโดยปรับเปลี่ยนรูปแบบการดำเนินชีวิต ได้แก่

1.3.1.1 มีการกำหนดน้ำหนักในการออกกำลังกายและกำหนดเป้าหมายการออกกำลังกายอย่างชัดเจน

1.3.1.2 มีผู้ดูแลด้านการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตส่วนบุคคล เช่น มีผู้ดูแลโปรแกรมการออกกำลังกาย มีนักโภชนาการคอยให้คำแนะนำการบริโภคอาหาร เป็นต้น

1.3.1.3 มีการดูแลอย่างเข้มข้นและต่อเนื่อง เช่น มีการกำหนดโปรแกรมการออกกำลังกายแบบเข้มข้นและต่อเนื่อง มีหลักสูตรการดูแลที่เกี่ยวข้องเบื้องต้น เช่น หลักสูตรการออกกำลังกายโดยกำหนดให้ออกกำลังกายอย่างน้อย 2 ครั้งต่อสัปดาห์อย่างสม่ำเสมอ หลักสูตรการบริโภคอาหาร เป็นต้น เพื่อให้ได้ มาตรฐานของการปรับเปลี่ยนวิถีชีวิต โดยลักษณะโปรแกรมการดูแลรักษามีความยืดหยุ่นสามารถปรับให้ เหมาะสมในแต่ละบุคคล มีกิจกรรมสร้างแรงบันดาลใจและกระตุ้นการเริ่มต้นใหม่ได้เสมอ

1.3.1.4 มีการปรับรูปแบบการดูแลให้เหมาะสมกับแต่ละบุคคลเพื่อให้เกิดการยึดมั่นในการปรับเปลี่ยนวิถีชีวิต

1.3.1.5 มีวัสดุและกลยุทธ์ต่างๆ ที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของประชากรที่หลากหลายเชื้อชาติ เช่น มีเอกสารประกอบคำบรรยายรวมข้อมูลเกี่ยวกับประเภทของอาหารและวิธีการปรุงอาหารที่สามารถสื่อสารได้เข้าใจ

1.3.1.6 มีเครือข่ายการฝึกอบรม ข้อเสนอแนะและการสนับสนุนทางคลินิกที่ครอบคลุมทั้งในประเทศและระดับประเทศ มีการสนับสนุนบุคลากรผู้ดูแลให้สามารถดูแลกลุ่มเป้าหมายได้อย่างทั่วถึง และมีการพัฒนาผู้ดูแลให้เข้ารับการอบรมในประเทศและระดับประเทศ เพื่อได้มาตรฐานการดูแลกลุ่มเป้าหมาย

1.3.2 ต่อมาสมาคมโรคเบาหวานแห่งสหรัฐอเมริกา (ADA, 2018) ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการป้องกันการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 และการดูแลรักษาสำหรับผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานหรือผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน รายละเอียดที่สำคัญดังนี้

1.3.2.1 การให้ความรู้ (Education) การให้ความรู้เพื่อให้เกิดความเข้าใจต่อโรคเบาหวาน สนับสนุนให้เกิดการตัดสินใจทราบพฤติกรรมการดูแลตนเอง ตลอดถึงวิธีการรักษาและดูแลของผู้ที่มีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวานหรือผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน และผู้ดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวาน เพื่อลดความเสี่ยงการเป็นโรค ลดภาวะแทรกซ้อนจากการเป็นโรคเบาหวาน เพิ่มคุณภาพชีวิต

1.3.2.2 โภชนบำบัด (Nutrition therapy) การจัดการเรื่องของการบริโภคอาหาร และการลดน้ำหนัก การวางแผนการบริโภคอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต โดยผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานหรือผู้ที่เป็นโรคเบาหวานควรเลือกรับประทานอาหารที่ดีต่อสุขภาพ และควรควบคุมปริมาณการบริโภคอาหารโดยเฉพาะอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต จะเป็นการช่วยลดน้ำตาลในเลือดได้ อีกทั้งประหยัดค่าใช้จ่ายในการรักษา ควรเพิ่มการเลือกรับประทานอาหารกลุ่มธัญพืช ผลไม้ พืชตระกูลถั่ว หลีกเลี่ยงการดื่มน้ำหวาน

1.3.2.3 กิจกรรมทางกาย (Physical activity) การมีกิจกรรมทางกายหรือการออกกำลังกายสม่ำเสมอสามารถช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด มีความสำคัญในการจัดการโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ลดปัจจัยการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด และควบคุมน้ำหนักให้ปกติได้ ดังนั้นการออกกำลังกายจึงมีความสำคัญกับผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน

1.3.3 สมาคมโรคเบาหวานแห่งสหรัฐอเมริกา (ADA, 2018) ให้คำแนะนำว่าการป้องกันหรือการลดความล่าช้าการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 คือ การเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตโดยควบคุมปริมาณอาหาร ลดไขมัน และน้ำตาล ออกกำลังกายแบบแอโรบิกระดับปานกลาง 150 นาทีต่อสัปดาห์ เช่น การเดินเร็ว และออกกำลังกายที่ใช้แรงต้านร่วมด้วย เป็นผลดีในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานเพื่อป้องกันการเป็นโรคเบาหวาน ลดอุบัติการณ์ของโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้อย่างต่อเนื่อง

1.3.4 นอกจากนี้ สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทยในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (2560) กล่าวอีกว่า การป้องกันการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 จากการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมชีวิตเพื่อช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ ประกอบด้วย

1.3.4.1 การรับประทานอาหารตามหลักโภชนาการ ควบคุมน้ำหนักให้เหมาะสม

1.3.4.2 การมีกิจกรรมทางกายและออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายที่มีการใช้แรงต้านที่เหมาะสม ควรออกกำลังกายสม่ำเสมอเพื่อสุขภาพที่ดี และยังได้ประโยชน์ในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ระดับไขมันในเลือด ความดันโลหิต รวมทั้งน้ำหนักตัว นอกจากนี้ยังทำให้ผ่อนคลาย ลดความเครียด ความกังวลได้

1.3.4.3 ลดเวลาเนือยนิ่งหรืออยู่เนือยนิ่งกับที่นานๆ (Sedentary time)

1.3.4.4 นอนให้เพียงพอ ไม่สูบบุหรี่ ไม่ดื่มสุรา

สรุปว่า การป้องกันการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ควรควบคุมการบริโภคอาหาร ควบคุมน้ำหนักตัวให้อยู่ในเกณฑ์เหมาะสม ควบคุมอารมณ์จิตใจไม่ให้เครียด ไม่ดื่มสุรา และไม่สูบบุหรี่ นอนหลับพักผ่อนให้เพียงพอ ออกกำลังกายสม่ำเสมอโดยออกกำลังกายแบบแอโรบิกมีประสิทธิภาพในการลดผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อหลอดเลือด การออกกำลังกายเป็นประจำช่วยให้หัวใจและหลอดเลือดดีขึ้น มีการลดลงของการป่วยและมีชีวิตที่ยืนยาว นอกจากนี้ควรออกกำลังกายแบบแรงต้านเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและช่วยเพิ่มอัตราการเผาผลาญพลังงานของร่างกายขณะพักได้มากขึ้น และควรออกกำลังกายเพิ่มความอ่อนตัวของร่างกายด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพื่อทำให้กล้ามเนื้อและข้อต่อมีความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้น ลดการตึงตัวของกล้ามเนื้อได้

2. ความสำคัญของระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง (2-hour plasma glucose)

เป็นค่าระดับน้ำตาลในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน (Prediabetes) เกิดจากภาวะดื้อต่ออินซูลินและความบกพร่องในการหลั่งอินซูลิน มีภาวะกลูโคสหลังอดอาหารบกพร่อง (IFG) และ/หรือภาวะความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง (IGT) ซึ่งทั้ง 2 ลักษณะจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อยที่ภาวะกลูโคสหลังอดอาหารบกพร่อง (IFG) เกิดจากภาวะดื้อต่ออินซูลินที่ต่ำและความผิดปกติของการหลั่งอินซูลินในช่วงแรกเป็นหลัก สำหรับภาวะความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง (IGT) เกิดจากภาวะดื้อต่ออินซูลินที่กล้ามเนื้อและการหลั่งอินซูลินในช่วงที่สอง

2.1 ภาวะความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง

ภาวะความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง (IGT) มีค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมงในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) 140–199 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (7.8–11.0 มิลลิโมลต่อลิตร) ให้การวินิจฉัยว่าเป็นภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ซึ่งความทนทานต่อกลูโคสบกพร่องจะมีกลไกการปรับตัวของร่างกายโดยการเพิ่มมวลเบต้าเซลล์ และเพิ่มการแสดงออกของอินซูลินยีน (Insulin gene expression) เพื่อเพิ่มปริมาณการหลั่งอินซูลิน (Insulin secretion) เมื่อตรวจวัดระดับอินซูลินในเลือดจะพบภาวะอินซูลินในเลือดสูง (Hyperinsulinemia) และเมื่อภาวะการดำเนินของโรคเพิ่ม

มากขึ้นจากภาวะดื้อต่ออินซูลินที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อการลดมวลเบต้าเซลล์ร่วมกับการลดการแสดงออกของอินซูลินยีน ทำให้ปริมาณการหลั่งอินซูลินลดลงโดยการตรวจพบความผิดปกติทั้งการหลั่งอินซูลินช่วงแรกหายไป และการหลั่งอินซูลินใช้ระยะเวลายาวนานขึ้น ซึ่งผลดังกล่าวส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของทั้งระดับกลูโคส และกรดไขมันอิสระ เรียกภาวะนี้ว่า Glucolipotoxicity ภาวะดังกล่าวนี้จะส่งผลต่อการทำงานของเบต้าเซลล์ (Beta-cell dysfunction) และถ้าภาวะดังกล่าวไม่ถูกแก้ไขการดำเนินโรคจะนำไปสู่ระยะ Overt hyperglycemia หรือโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในที่สุด (สมลักษณ์ จึงสมาน, 2560) สอดคล้องกับ Pan (1997) กล่าวว่าบุคคลที่มีความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง (IGT) มีความเสี่ยงสูงพัฒนาเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 นอกจากนี้ Eriksson (1998) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตระยะยาวรวมถึงการให้คำปรึกษาเรื่องโภชนาการและการออกกำลังกายจะช่วยลดอัตราการเสียชีวิตในผู้ที่มีความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง และผู้ที่มีความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง มีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นทั้งการพัฒนาเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 และการเสียชีวิตก่อนวัยอันควรเนื่องจากโรคหัวใจขาดเลือด (Ischemic heart disease; IHD) หรือโรคหลอดเลือดแดงโคโรนารี (Coronary artery disease; CAD) รวมถึงสารรัฐ สุนทรโยธิน และปฏิณัฐ บุรณะทรัพย์ขจร (2555) กล่าวว่าผู้ที่มีความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง มีอุบัติการณ์การเกิดโรคภาวะหลอดเลือดแข็ง (Atherosclerosis) เท่ากับผู้ป่วยโรคเบาหวาน สอดคล้องกับ องค์การอนามัยโลก (WHO, 2016) และสมลักษณ์ จึงสมาน (2560) กล่าวว่าภาวะนี้มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเบาหวานและโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดร่วมด้วย นอกจากนี้ภาวะความทนทานต่อกลูโคสบกพร่องมีความสัมพันธ์ร่วมกับการเกิดภาวะการเผาผลาญสารอาหารที่ผิดปกติ (Metabolic syndrome) ที่มีความผิดปกติทางเมแทบอลิซึมต่างๆ เช่น โรคอ้วนโดยเฉพาะอ้วนลงพุงหรืออ้วนจากไขมันในร่างกาย ภาวะไขมันในเลือดผิดปกติชนิดไตรกลีเซอไรด์สูง และ/หรือไลโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (HDL) ต่ำ และภาวะความดันโลหิตสูง เซลล์ไขมันที่สะสมในช่องท้องปริมาณมากจะกระตุ้นให้เกิดภาวะดื้อต่ออินซูลินทำให้กล้ามเนื้อไม่สามารถนำกลูโคสเข้าเซลล์และตับไม่สามารถยับยั้งการสร้างกลูโคสทำให้มีระดับน้ำตาลในเลือดสูง เสี่ยงการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2

2.2 กลไกการควบคุมการหลั่งอินซูลิน

กลไกการควบคุมการหลั่งอินซูลิน สมลักษณ์ จึงสมาน (2560) กล่าวไว้ดังนี้

2.2.1 กลไกการควบคุมการหลั่งอินซูลินขึ้นกับระดับน้ำตาลในเลือด อินซูลินสร้างมาจากเบต้าเซลล์ในไอส์เลตออฟแลงเกอร์ฮานส์ (Islets of langerhans) ของตับอ่อน อินซูลินจะหลั่งเพิ่มขึ้นเมื่อระดับน้ำตาลในร่างกายสูงขึ้นหลังจากรับประทานอาหารเพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในระดับปกติและเพื่อควบคุมสภาวะสมดุลของระดับน้ำตาลในร่างกาย

2.2.2 กลไกการควบคุมการหลั่งอินซูลินได้รับผลกระทบจากภาวะการรบกวนอาหาร ภาวะหลังการรับประทานอาหาร ภาวะเครียด และจากฮอร์โมนต่างๆ ที่ออกฤทธิ์ตรงกันข้ามกับอินซูลิน ได้แก่ กลูคาγον คาทีโคลามีนส์ คอร์ติซอล ไทรอยด์ฮอร์โมน และฮอร์โมนการเจริญเติบโต

2.2.3 เมื่อระดับน้ำตาลในเลือดที่สูงขึ้นจะมีการแพร่ผ่านของน้ำตาลเข้าสู่เนื้อเยื่อต่างๆ โดยในเซลล์กล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่อไขมันจะผ่าน Glucose transporter type 4 (GLUT4) รีเซพเตอร์ ในเบต้าเซลล์ของตับอ่อนจะผ่าน Glucose transporter type 2 (GLUT2) รีเซพเตอร์

2.2.4 การหลั่งอินซูลินในคนปกติ ร้อยละ 50 ของอินซูลินทั้งหมดที่ผลิตจากเบต้าเซลล์ในตับอ่อนจะใช้เพื่อควบคุมระดับน้ำตาลพื้นฐานในช่วงเวลาระหว่างวัน เพื่อใช้ในการยับยั้งกระบวนการสลายไขมัน (Lipolysis) กระบวนการสลายโปรตีน (Proteolysis) และกระบวนการสังเคราะห์แป้ง ไกลโคเจนไปเป็นน้ำตาลกลูโคส (Glycogenolysis) อินซูลินที่ผลิตขึ้นมาในส่วนที่เหลือจะหลั่งในช่วงหลังมื้ออาหาร เพื่อควบคุมระดับน้ำตาลช่วงหลังมื้ออาหารโดยการหลั่งจะตอบสนองทันทีจากอินซูลินที่สะสมใน Granules ไว้ที่พลาสมาเมมเบรนของเบต้าเซลล์ในตับอ่อน

2.2.5 การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดนอกจากอินซูลินแล้วยังมีกลูคาγον เป็นฮอร์โมนที่ผลิตจากแอลฟาเซลล์ในไอส์เลตออฟแลงเกอร์ฮานส์ (Islets of langerhans) ของตับอ่อนโดยออกฤทธิ์ทำงานตรงข้ามกับอินซูลิน เมื่อระดับน้ำตาลในเลือดต่ำจะส่งสัญญาณไปที่ตับอ่อนให้สร้างและหลั่งกลูคาγονพร้อมทั้งลดระดับอินซูลิน กลูคาγονจะเพิ่มระดับน้ำตาลโดยจับกับกลูคาγονรีเซพเตอร์ในตับเกิดกระบวนการสังเคราะห์แป้ง ไกลโคเจนไปเป็นน้ำตาลกลูโคส (Glycogenolysis) โดยการสร้างไกลโคเจนพอลิเมอร์ (Glycogen polymers) ที่สะสมในตับให้เป็นกลูโคสมอนอเมอร์ (Glucose monomers) และหลั่งกลูโคสออกมาในกระแสเลือดเพื่อเพิ่มระดับน้ำตาลให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ ในขณะที่เดียวกันเมื่อระดับน้ำตาลในเลือดสูงจะส่งสัญญาณไปที่ตับอ่อนให้หลั่งอินซูลินพร้อมกับการหลั่งกลูคาγονเพื่อให้ระดับน้ำตาลอยู่ในเกณฑ์ปกติ

2.3 การหลั่งอินซูลินในช่วงหลังมื้ออาหาร

สมลักษณ์ จึงสมาน (2560) กล่าวว่า การหลั่งอินซูลินในช่วงหลังมื้ออาหารจะส่งผลต่อการนำน้ำตาลและพลังงานที่ได้รับจากสารอาหารต่างๆ ไปใช้ในเนื้อเยื่อและในอวัยวะต่างๆ และส่งผลต่อการยับยั้งการผลิตกลูโคสจากตับรวมทั้งการควบคุมระดับน้ำตาลในช่วงหลังมื้ออาหารให้อยู่ในระดับปกติ และเข้าสู่ภาวะสมดุลของระดับน้ำตาล

การหลั่งอินซูลินในช่วงหลังมื้ออาหาร แบ่งเป็น 2 ช่วง ได้แก่

1. การหลั่งอินซูลินในช่วงแรก จะเริ่มหลังทันทีที่ภายหลังรับประทานอาหารและมีการกระตุ้นโดยระดับน้ำตาลที่สูงขึ้นในกระแสเลือด โดยออกฤทธิ์สูงสุดในช่วง 10 นาที และจะยังคงออกฤทธิ์นานถึง 20 นาที รวมทั้ง มานิตย์ วัชรชัยนันท์ (2554) กล่าวว่า ในคนที่สุขภาพดีระดับอินซูลินจะเพิ่มสูงสุด (Peak) ในช่วงแรกภายใน 2-3 นาที หลังเริ่มรับประทานอาหาร ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 30 นาที หลัง

รับประทานอาหาร ผู้ที่มีภาวะกลูโคสหลังอดอาหารบกพร่อง (IFG) เกิดภาวะดื้อต่ออินซูลินที่ตับ ทำให้มีการสร้างน้ำตาลจากตับเพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเวลากลางคืน และความผิดปกติของการหลั่งอินซูลินในช่วงแรกลดลงโดยที่การหลั่งอินซูลินในระยะที่สองอยู่ในระดับปกติ ผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน การหลั่งอินซูลินหลังอาหารลดลง ระยะแรกจะพบว่ามีระดับน้ำตาลในช่วงหลังอาหารสูงขึ้น (Postprandial glucose) ต่อมาเมื่อการหลั่งอินซูลินลดลงอย่างชัดเจนเซลล์ไม่สามารถใช้กลูโคสเป็นพลังงานจึงมีผลกระตุ้นการสร้างกลูโคสจากตับมากขึ้นพบระดับน้ำตาลสูงขึ้นแม้ในภาวะอดอาหาร

2. การหลั่งอินซูลินในช่วงที่สอง จะค่อยๆ เริ่มหลังช่วงแรกประมาณ 15-20 นาที โดยออกฤทธิ์สูงสุดในช่วง 20-40 นาที และจะยังออกฤทธิ์ยาวนานกระทั่งควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ สอดคล้องกับ มานิตย์ วัชรชัยนันท์ (2554) กล่าวว่า หลังจากที่มีการหลั่งอินซูลินในช่วงแรกเสร็จสิ้น เบต้าเซลล์จะยุติการทำงานต่อจากนั้น ภายใน 10-20 นาทีให้หลังหาคะระดับน้ำตาลยังสูงกว่า 100 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร เบต้าเซลล์จะทำงานต่อด้วยการปล่อยอินซูลินออกมาอีกในช่วงที่สอง เพื่อจัดการกับน้ำตาลที่ยังสูงอยู่ให้ลงสู่ระดับเริ่มต้นซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 1-1 ½ ชั่วโมง หลังจากเริ่มรับประทานอาหาร ผู้ที่มีภาวะความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง (IGT) เกิดภาวะดื้อต่ออินซูลินที่กล้ามเนื้อ และความผิดปกติของการหลั่งอินซูลินในช่วงที่สองลดลง

ดังนั้น เมื่อรับประทานอาหารที่ทำให้ระดับน้ำตาลสูงมากกว่า 140 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร จึงเป็นหน้าที่ของเบต้าเซลล์ที่จะต้องปล่อยอินซูลินออกมาเป็นสองระยะ (การหลั่งอินซูลินในช่วงแรกและในช่วงที่สอง) เพื่อจัดการกับระดับน้ำตาลให้ลดสู่ระดับปกติ การตอบสนองของการหลั่งอินซูลินในช่วงแรกและในช่วงที่สองต่อระดับน้ำตาลจะเสร็จสิ้นสมบูรณ์ใช้เวลา 2 ชั่วโมงแล้วกลับสู่ระดับ 80 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ถ้าการตอบสนองของอินซูลินในระยะแรกบกพร่องหรือตามด้วยระยะที่สองแล้วผลที่ได้ไม่กลับสู่ระดับปกติเป็นเหตุให้น้ำตาลในเลือดหลังอาหารยังมีค่าสูงและต้องใช้เวลาอีกนานกว่าระดับน้ำตาลในเลือดกลับสู่ระดับปกติ ซึ่งภาวะเช่นนี้ เรียกว่าภาวะความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง (IGT) สอดคล้องกับ Byrne (1996) ศึกษาผู้ที่มีภาวะความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง พบว่ามีความผิดปกติของการหลั่งอินซูลินทั้งด้านปริมาณและคุณภาพโดยพบความผิดปกติของการหลั่งอินซูลินในระยะที่สอง นอกจากนี้ Bergstrom (1990) กล่าวว่า การปล่อยอินซูลินช่วงมื้ออาหารช้าลงและส่งผลต่อระดับน้ำตาลหลังมื้ออาหารเพิ่มขึ้นในขณะที่ระดับน้ำตาลหลังอดอาหารยังคงปกติ ความผิดปกติของการหลั่งอินซูลินในระยะแรกจะพบในช่วงแรกของการเสื่อมสภาพของการทำงานของเบต้าเซลล์รวมทั้ง Mitrakou (1992) และ Weyer (1999) กล่าวว่า ค่าระดับน้ำตาลและอินซูลินที่วัดได้ที่ 2 ชั่วโมงหลังทำการทดสอบความทนต่อกลูโคสหลังดื่มน้ำตาล พบว่า มีค่าสหสัมพันธ์ทางสถิติต่อกันที่สูง ดังนั้น ความผิดปกติของการหลั่งอินซูลินในระยะเริ่มต้นเพื่อลดระดับน้ำตาลลงนั้นในระยะแรกจะส่งผลต่อการหลั่งอินซูลินที่เพิ่มขึ้นในช่วงท้ายหลังมื้ออาหารและต่อมาเมื่อการดำเนินการของโรคมัก

ขึ้นจะส่งผลต่อความผิดปกติของการหลังอินซูลินในช่วงที่สองในระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น และส่งผลต่อความบกพร่องของทั้งปริมาณและคุณภาพของการหลังอินซูลินต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ

2.4 ความสำคัญต่อการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (Oral glucose tolerance test; OGTT)

การตรวจน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง ในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) คือ การทดสอบความทนต่อกลูโคสว่าอยู่ในระดับปกติหรือไม่ มักใช้ทดสอบในผู้ที่มีความเสี่ยงเนื่องจากระดับที่สูงหรือต่ำกว่าค่าปกติจะแสดงให้เห็นว่าร่างกายอาจมีการผลิตหรือใช้อินซูลินที่บกพร่อง และอาจกำลังเป็นโรคเบาหวานหรือกำลังเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ เนื่องจากฮอร์โมนอินซูลินที่ผลิตมาจากตับอ่อนซึ่งเป็นตัวรักษาระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยไม่เกิดอันตราย ซึ่งการหลังอินซูลินในช่วงหลังมีอาหารจะส่งผลต่อการนำน้ำตาลและพลังงานที่ได้รับจากสารอาหารต่างๆ ไปใช้ในเนื้อเยื่อและในอวัยวะต่างๆ และส่งผลต่อการยับยั้งการผลิตกลูโคสจากตับรวมทั้งการควบคุมระดับน้ำตาลในช่วงหลังมีอาหารให้อยู่ในระดับปกติและเข้าสู่สภาวะสมดุลของระดับน้ำตาล ซึ่งถ้าการตอบสนองของอินซูลินในระยะแรกบกพร่องหรือตามด้วยระยะที่สองแล้วผลที่ได้ไม่กลับสู่ระดับปกติเป็นเหตุให้น้ำตาลในเลือดหลังอาหารยังมีค่าสูงและต้องใช้เวลาอีกนานกว่าระดับน้ำตาลในเลือดกลับสู่ระดับปกติในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและผู้ป่วยโรคเบาหวานประเภทที่ 2 การหลังอินซูลินในระยะแรกจะหายไปและระยะที่สองจะลดลงและหลังเข้า เมื่อระยะยาวจะมีการหลังอินซูลินไม่เพียงพอ การหลังอินซูลินช้าจะแสดงให้เห็นได้จากมีความผิดปกติในการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) กลไกการหลังอินซูลินลดลงเกิดจากความเสื่อมของเบต้าเซลล์น้ำตาลในเลือดสูงจะกระตุ้นไมโทคอนเดรียในเบต้าเซลล์ให้ผลิต Superoxydes ion สูงขึ้น มีผลให้สัดส่วนของเอทีพี/เอดีพีลดลง การหลังอินซูลินที่ถูกกระตุ้นโดยกลูโคสจึงลดลง แสดงว่ามีการต่อต้านอินซูลินและทำให้เกิดความผิดปกติในการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส ความผิดปกติของการหลังอินซูลินในระยะเริ่มต้นเพื่อลดระดับน้ำตาลลงนั้นในระยะแรกจะส่งผลต่อการหลังอินซูลินที่เพิ่มขึ้นในช่วงท้ายหลังมีอาหาร และต่อมาเมื่อการดำเนินการของโรคมากขึ้นจะส่งผลต่อความผิดปกติของการหลังอินซูลินในช่วงที่สองในระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น และส่งผลต่อความบกพร่องของทั้งปริมาณและคุณภาพของการหลังอินซูลินต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ ซึ่งคนปกติ นั้นจะสามารถลดระดับน้ำตาลลงมาได้ภายในเวลา 2 ชั่วโมง สอดคล้องกับ Costa (2002) และ รัชดา เครสซี่ (2558) กล่าวว่า การตรวจน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง ในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) เป็นวิธีที่มีความไวมากกว่าการตรวจน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (FPG) และช่วงเวลาในการตรวจระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมงในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) หลังการออกกำลังกายนั้น Jenkins (2011) ให้คำแนะนำว่าผลการออกกำลังกายที่

เกี่ยวข้องกับความทนของน้ำตาลกลูโคสจะหายไปอย่างรวดเร็วเมื่อหยุดการฝึกออกกำลังกาย และ Rogers (1990) กล่าวอีกว่าการตรวจน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมงในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) ควรดำเนินการภายในระยะเวลา 24-36 ชั่วโมงหลังการออกกำลังกายครั้งสุดท้าย

ดังนั้น งานวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) ซึ่งเป็นวิธีการวัดที่ดีที่สุด (Gold standard) ที่ใช้ประเมินภาวะดื้อต่ออินซูลิน เป็นวิธีที่มีความปลอดภัย กระบวนการไม่ซับซ้อน เป็นวิธีที่นิยมใช้ทั่วไป เพื่อทราบว่ามีเมื่อกินน้ำตาลกลูโคสในปริมาณมากอย่างทันทีทันใดเข้าไป แล้วร่างกายโดยด้อย่อนจะสามารถทนต่อกลูโคสจำนวนมากได้เพียงใด ร่างกายสามารถดูดซึมเอาน้ำตาลในเลือดไปใช้เป็นพลังงานได้ดีเพียงใด เป็นวิธีประเมินการหลังอินซูลิน โดยการหลังอินซูลินในช่วงแรก ใช้เวลาประมาณ 30 นาที บอกถึงความผิดปกติของการหลังอินซูลินในระยะแรกเป็นการเสื่อมสภาพของการทำงานของเบต้าเซลล์ และการหลังอินซูลินในช่วงที่สองจะเริ่มหลังช่วงแรกประมาณ 15-20 นาที โดยออกฤทธิ์สูงสุดในช่วง 20-40 นาที และออกฤทธิ์ยาวนานกระทั่งควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ เบต้าเซลล์ต้องทำงานต่อด้วยการปล่อยอินซูลินออกมาเมื่อการดำเนินการของโรคมากขึ้นส่งผลต่อความผิดปกติของการหลังอินซูลินในช่วงที่สองใช้ระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น บอกถึงผลความบกพร่องของทั้งปริมาณและคุณภาพของการหลังอินซูลินต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ปกติได้ ผู้ที่มีการหลังอินซูลินบกพร่องหรือเป็นโรคเบาหวานจะใช้เวลาในการลดระดับน้ำตาลนานกว่า 2 ชั่วโมง มีวิธีการประเมินโดยเริ่มเจาะเลือดผู้ถูกทดสอบเก็บไว้เป็นค่าเริ่มต้น จากนั้นให้ดื่มสารละลายน้ำตาลกลูโคส 75 กรัม และเก็บตัวอย่างเลือดทุก 30 นาทีจนครบ 2 ชั่วโมง (รายละเอียดดังนี้ 0 นาที (ก่อนดื่มน้ำตาลกลูโคส) 30 นาที 60 นาที 90 นาที และ 120 นาที ตามลำดับ) วิธีการนี้สามารถประเมินภาวะดื้อต่ออินซูลินที่เป็นต้นตอของการเกิดโรคเบาหวานได้อย่างชัดเจน จะพบค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหารขึ้นสูงกว่าปกติและลดลงช้ากว่าปกติ และการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคสแบ่งเป็นช่วงเวลามีความสำคัญ สามารถบอกการตอบสนองและแสดงแนวโน้มลักษณะการเปลี่ยนแปลงการลดลงของระดับน้ำตาลในเลือดจากการหลังอินซูลินในช่วงแรก และการหลังอินซูลินในช่วงที่สองในแต่ละช่วงเวลา (รวม 2 ชั่วโมง) อีกทั้งเป็นวิธีค้นพบภาวะดื้อต่ออินซูลินที่มีความไวมากกว่าการตรวจน้ำตาลในเลือดหลังอาหารจะค้นพบได้ช้าไม่ทันการณ์สำหรับการควบคุมหรือป้องกันโรคเบาหวาน

2.5 ความสำคัญต่อการตรวจภาวะดื้อต่ออินซูลินด้วยวิธี Homeostasis model assessment; HOMA-IR

ภาวะดื้อต่ออินซูลิน คือ การที่ร่างกายไม่ตอบสนองต่ออินซูลิน ทำให้ร่างกายปรับชดเชยโดยการหลั่งอินซูลินออกมามากขึ้น (Hyperinsulinemia)

Song (2007) กล่าวว่า วิธีการตรวจภาวะดื้อต่ออินซูลิน เพื่อทราบความไวของอินซูลินและการหลั่งอินซูลินที่กำหนด ด้วยวิธี Homeostasis model assessment; HOMA-IR เป็นการบอกปริมาณอินซูลิน หลั่งออกมามากน้อยเพียงใด ร่างกายมีการตอบสนองต่อระดับน้ำตาลอย่างไร ซึ่งจะพบว่าอินซูลินหลั่ง ออกมามากกว่าที่ควรจะเป็น นอกจากนี้ สามารถทำนายความเสี่ยงของการเกิดภาวะความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงเป็นโรคเบาหวานในกลุ่มชาติพันธุ์ที่หลากหลาย เป็นวิธีที่ทำได้ง่าย ราคาไม่แพง และเชื่อถือได้ เป็นทางเลือกในการวิจัยทางระบาดวิทยา วีรพันธุ์ โขวิฑูรกิจและคณะ (2550) กล่าวว่า วิธีการตรวจภาวะดื้อต่ออินซูลิน ด้วยวิธี HOMA-IR เป็นวิธีการที่ทำได้ง่ายในการวิจัยทางระบาดวิทยา และมีความสัมพันธ์กับค่าจากการตรวจวิธี Euglycemic hyperglycemic clamp

Song (2007); วีรพันธุ์ โขวิฑูรกิจและคณะ (2550) และวลิชญา ชั้นละ (2555) ได้กล่าวว่า การตรวจด้วยวิธี HOMA-IR เป็นวิธีการประเมินโดยวัดระดับอินซูลินและน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารพร้อมๆ กัน เพื่อมาคำนวณหาภาวะดื้อต่ออินซูลินเป็นต้นตอของการเกิดโรคเบาหวาน

การคำนวณภาวะดื้อต่ออินซูลิน ด้วยวิธี HOMA-IR จากสูตร (Matthews et al., 1985 และ Vogeser et al., 2007)

$$\text{HOMA-IR} = (\text{FPI} \times \text{FPG}) / 22.5$$

$$\text{โดยที่ FPI} = \text{Fasting plasma insulin (mU/L)}$$

$$\text{FPG} = \text{Fasting plasma glucose (mmol/L)}$$

นอกจากนี้ สามารถคำนวณการทำงานของเบต้าเซลล์ของตับอ่อนในการหลั่งอินซูลินได้จากสูตร

$$\text{HOMA-\%B} = (20 \times \text{FPI}) / (\text{FPG} - 3.5)$$

จากการศึกษามีหลายวิธีที่ใช้ประเมินภาวะดื้อต่ออินซูลิน ได้แก่ วิธี Euglycemic hyperglycemic clamp เป็นวิธีมาตรฐาน แต่มีความยุ่งยาก ซับซ้อน ต้องใช้เวลาในการทดสอบมาก เป็นการวัดปริมาณกลูโคสที่ให้เมื่อเพิ่มปริมาณอินซูลินโดยที่ไม่ทำให้เกิดภาวะน้ำตาลต่ำ โดยการให้อินซูลินร่วมกับกลูโคสทางหลอดเลือดดำ ตรวจน้ำตาลทุก 5-10 นาที อีกสองวิธี คือ วิธี HOMA-IR และวิธี Quantitative insulin sensitivity check; QUICKI ซึ่งทั้ง 2 วิธีอาศัยการวัดระดับอินซูลินและน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารพร้อมๆ กัน เพื่อมาคำนวณหาภาวะดื้อต่ออินซูลิน สำหรับ HOMA-IR สามารถคำนวณการทำงานของเบต้าเซลล์ของตับอ่อนในการหลั่งอินซูลินได้ แต่ทั้ง 2 วิธี ไม่

สามารถบอกการตอบสนองและแสดงแนวโน้มลักษณะการเปลี่ยนแปลงการลดลงของระดับน้ำตาลในเลือดในแต่ละช่วงเวลา (รวม 2 ชั่วโมง) ได้เหมือนการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการตรวจภาวะดื้อต่ออินซูลิน ด้วยวิธี HOMA-IR มีวิธีการประเมินโดยวัดระดับอินซูลินและน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารพร้อมๆ กัน เพื่อมาคำนวณหาภาวะดื้อต่ออินซูลิน ซึ่งค่าที่คำนวณได้มีความสัมพันธ์กับวิธี Euglycemic hyperglycemic clamp

2.6 การคำนวณพื้นที่ใต้โค้งของกลูโคส (Area under the curve of glucose)

พื้นที่ใต้โค้งของกลูโคส (Area under the curve of glucose) คือ การทดสอบความทนทาน กลูโคสโดยจะแสดงค่าจากการคำนวณพื้นที่ใต้โค้ง (Area under curve, AUC) เป็นตัวชี้วัดที่แม่นยำในการควบคุมกลูโคสในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 (Pichayapaiboon, 2011) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (Matthews et al., 1990)

$$AUC = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{n-1} (t_{i+1} - t_i)(y_i + y_{i+1})$$

โดยที่มีการวัด OGTT 5 ช่วงเวลา ได้แก่ 0 30 60 90 และ 120 นาที

ตัวอย่าง OGTT 5 ช่วงเวลา ได้แก่ 99 185 216 174 และ 84 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร

$$\text{แทนค่า} \quad (t_{30} - t_0)(y_{99} + y_{185}) = (30)(284) = 8520$$

$$(t_{60} - t_{30})(y_{185} + y_{216}) = (30)(401) = 12030$$

$$(t_{90} - t_{60})(y_{216} + y_{174}) = (30)(390) = 11700$$

$$(t_{120} - t_{90})(y_{174} + y_{84}) = (30)(258) = 7740$$

$$AUC = \frac{8520+12030+11700+7740}{2} = 19995 \text{ มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรต่อ120 นาที}$$

2

3. การออกกำลังกาย

องค์การอนามัยโลก (WHO, 2010) ให้คำแนะนำว่าคนอายุ 18-64 ปี ควรมีกิจกรรมทางกายหรือควรออกกำลังกายในระดับปานกลางอย่างน้อย 150 นาทีต่อสัปดาห์ หรือออกกำลังกายในระดับหนัก 75 นาทีต่อสัปดาห์ หรือผสมระหว่างการออกกำลังกายระดับปานกลางและระดับหนัก การออกกำลังกายแบบแอโรบิกในแต่ละช่วงควรปฏิบัติอย่างน้อย 10 นาทีต่อครั้ง และเพื่อประโยชน์ด้านสุขภาพเพิ่มเติมผู้ใหญ่ควรเพิ่มการออกกำลังกายแบบแอโรบิกระดับปานกลางถึง 300 นาทีต่อสัปดาห์ หรือ ออกกำลังกายในระดับหนัก 150 นาทีต่อสัปดาห์ หรือการรวมกันของระดับปานกลางและระดับหนัก เพื่อเพิ่มความสามารถของระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบทางเดินหายใจ กล้ามเนื้อ กระดูก

และลดความเสี่ยงของโรคไม่ติดต่อและภาวะซึมเศร้า นอกจากนี้ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2556) รายงานว่าการออกกำลังกายเป็นประจำช่วยควบคุมน้ำหนักตัว ทำให้กล้ามเนื้อ กระดูก และข้อต่อต่างๆ มีความแข็งแรง อีกทั้งการออกกำลังกายสม่ำเสมอช่วยป้องกันการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคอ้วนและไขมันในเลือดสูง เป็นต้น

การออกกำลังกายเป็นกิจกรรมที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอจะช่วยพัฒนาสมรรถภาพทางกายให้แข็งแรงและยังส่งผลให้คุณภาพชีวิตดีขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถป้องกันโรคที่ไม่ติดต่อต่างๆ ได้อีก เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวานชนิดที่ 2 ไขมันในเลือดสูง และมะเร็งลำไส้ใหญ่ เป็นต้น (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร, 2555)

การออกกำลังกาย หมายถึง การเคลื่อนไหวร่างกายตามรูปแบบที่กำหนดเพื่อสร้างเสริมให้คงไว้ซึ่งสมรรถภาพทางกาย (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร, 2555)

การออกกำลังกายเป็นกิจกรรมทางกายที่มีคุณลักษณะสำคัญ คือ มีแบบแผน มีระบบ และมีการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ เพื่อปรับปรุงหรือคงรักษาสมรรถภาพทางกายอย่างใดอย่างหนึ่ง การออกกำลังกายค่อนข้างมีรูปแบบและระดับการแข่งขันมากกว่าการเล่นแต่น้อยกว่ากีฬา มีอิสระในการเลือกปฏิบัติในสิ่งที่ตนเองรู้สึกหรือพึงพอใจและสามารถมุ่งความสนใจอยู่ที่ความสนุกสนานของการเคลื่อนไหวแต่ร่างกายต้องมีการออกแรงระดับหนึ่ง มีการออกแรงมากกว่าการเล่นหรือการทำงานในชีวิตประจำวันและมีแนวทางปฏิบัติที่จะบรรลุเป้าหมาย (สนธยา สีละมาต, 2557)

3.1 การออกกำลังกายสำหรับผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน

การออกกำลังกายเป็นองค์ประกอบสำคัญในการดูแลผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน ควรออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ มีความถูกต้องและเหมาะสม ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้เป็นอย่างดี ดังเช่น กลุ่มนักวิจัยโปรแกรมการป้องกันโรคเบาหวาน (Diabetes Prevention Program; DPP) Research Group (2002) ได้ให้คำแนะนำว่าการป้องกันการเป็นโรคเบาหวานส่วนของการออกกำลังกายนั้น ควรมีการกำหนดระดับความหนักในการออกกำลังกาย และกำหนดเป้าหมายการออกกำลังกายอย่างชัดเจน มีการดูแลอย่างเข้มงวดและต่อเนื่อง ซึ่งกำหนดให้ออกกำลังกายอย่างน้อย 2 ครั้งต่อสัปดาห์อย่างสม่ำเสมอ ต่อมาสมาคมโรคเบาหวานแห่งสหรัฐอเมริกา (ADA, 2018) ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการดูแลและรักษาสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวานและการป้องกันการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ควรจะมีกิจกรรมทางกาย (Physical activity) ซึ่งการมีกิจกรรมทางกายหรือการออกกำลังกายสม่ำเสมอสามารถช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ ลดปัจจัยการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ควบคุมน้ำหนักให้ปกติได้ ต่อมาสมาคมโรคเบาหวานแห่งสหรัฐอเมริกา (ADA, 2018) ให้คำแนะนำว่าการป้องกันหรือการลดความล่าช้าการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในส่วนของการออกกำลังกายนั้นแนะนำให้ออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ระดับปานกลาง 150 นาทีต่อสัปดาห์ เช่น การเดินเร็ว และออกกำลังกายแบบแรงต้านร่วมด้วย นอกจากนี้ สมาคม

โรคเบาหวานแห่งประเทศไทยในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (2560) กล่าวอีกว่า การป้องกันการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ควรจะมีกิจกรรมทางกายและออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่เหมาะสม ควรออกกำลังกายสม่ำเสมอเพื่อสุขภาพที่ดี และยังได้ประโยชน์ในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ระดับไขมันในเลือด ความดันโลหิต รวมทั้งน้ำหนักตัว นอกจากนี้ยังทำให้ผ่อนคลาย ลดความเครียด ความกังวลได้

ผู้มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและผู้ที่เป็โรคเบาหวานมีลักษณะความผิดปกติที่คล้ายกัน โดยผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานเกิดจากภาวะความบกพร่องในการหลั่งอินซูลิน และเกิดจากภาวะดื้อต่ออินซูลิน มีภาวะกลูโคสหลังอดอาหารบกพร่องและมีภาวะความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง ส่วนในผู้ที่เป็นโรคเบาหวานเกิดจากภาวะความผิดปกติในการหลั่งอินซูลิน หรือไม่สามารถใช้อินซูลินได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดจากภาวะดื้อต่ออินซูลิน ทำให้มีระดับ น้ำตาลในเลือดสูงได้ ดังนั้นการออกกำลังกายเพื่อควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้อยู่ในระดับปกติ หรือลดต่ำลงในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานหรือผู้ที่เป็นโรคเบาหวานจึงมีหลักการออกกำลังกายคล้ายคลึงกัน ดังเช่น

วิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาแห่งสหรัฐอเมริกา (ACSM, 2018) ได้ให้คำแนะนำหลักการออกกำลังกายสำหรับผู้ที่เป็นโรคเบาหวานมีหลักการออกกำลังกายแบบแอโรบิก แบบแรงต้าน และออกกำลังกายพัฒนาความอ่อนตัว โดยใช้หลัก FITT รายละเอียดดังนี้

1. ความถี่ (Frequency) ออกกำลังกายแบบแอโรบิก 3-7 วันต่อสัปดาห์ ออกกำลังกายแบบแรงต้านอย่างน้อย 2 ครั้งต่อสัปดาห์ แต่ควรเป็น 3 ครั้งต่อสัปดาห์ และออกกำลังกายพัฒนาความอ่อนตัวมากกว่าหรือเท่ากับ 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์

2. ความหนัก (Intensity) ออกกำลังกายแบบแอโรบิกระดับปานกลาง 40-59% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง หรือค่าระดับการรับรู้ความเหนื่อย (Rating of perceived exertion; RPE) 11-12 (ที่สเกลระดับความเหนื่อย 6-20) ไปยังระดับหนัก 60-89% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง หรือค่าระดับการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) 14-17 (ที่สเกลระดับความเหนื่อย 6-20) ออกกำลังกายแบบแรงต้านระดับปานกลาง 50-69% ของ 1RM ไปยังระดับหนัก 70-85% ของ 1RM ออกกำลังกายพัฒนาความอ่อนตัวด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อไปถึงจุดที่รู้สึกตึงหรือรู้สึกไม่สบายเล็กน้อย

3. เวลา (Time) ออกกำลังกายแบบแอโรบิก 150 นาทีต่อสัปดาห์ระดับปานกลางถึงระดับหนัก ออกกำลังกายแบบแรงต้านอย่างน้อย 8-12 ท่าฝึก จำนวน 10-15 ครั้งต่อเซต จำนวน 1-3 เซต และค่อยๆ พัฒนาเป็นระดับหนัก จำนวน 8-10 ครั้งต่อเซต จำนวน 1-3 เซต ออกกำลังกายพัฒนาความอ่อนตัวด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อหยุดนิ่งค้างไว้ 10-30 วินาที 2-4 เซต

4. รูปแบบกิจกรรมการออกกำลังกาย (Type) เน้นการใช้พลังงานจากกล้ามเนื้อมัดใหญ่และเป็นจังหวะต่อเนื่อง เช่น การเดิน การปั่นจักรยาน ว่ายน้ำ ความก้าวหน้าของการออกกำลังกายเน้น

การใช้ปริมาณแคลอรีโดยเพิ่มเวลาการออกกำลังกาย ปฏิบัติกิจกรรมแบบต่อเนื่องสะสมในแต่ละวัน หรือปฏิบัติต่อเนื่องนานๆ แต่ละครั้ง

ผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน ควรออกกำลังกายร่วมกันระหว่าง ออกกำลังกายแบบแอโรบิกและแบบแรงต้าน ยืดเหยียดกล้ามเนื้อจะสามารถควบคุมระดับกลูโคสได้ดีกว่าออกกำลังกายเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่ง

นอกจากนี้ สิทธา พงษ์พิบูลย์ (2562) ให้คำแนะนำว่าองค์ประกอบของการออกกำลังกายที่ดี ในผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน ควรประกอบด้วย

1. ชนิดของการออกกำลังกาย ควรเลือกชนิดของการออกกำลังกายที่ปลอดภัย เป็นแบบที่ไม่ใช้ทักษะมาก ควรเป็นกิจกรรมที่ใช้กล้ามเนื้อหลายๆ ส่วนในการเคลื่อนไหว และมีระดับความหนักที่ปฏิบัติได้

2. ความถี่ของการออกกำลังกาย ควรทำอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ ควรออกกำลังกายให้ได้ 3-5 วันต่อสัปดาห์ ไม่ควรหยุดพักเกิน 3 วัน และสามารถออกกำลังกายมากกว่า 5 วันต่อสัปดาห์ได้ แต่จะต้องคำนึงถึงระยะเวลาและความหนักที่ใช้ในการออกกำลังกายด้วย เนื่องจากถ้าออกกำลังกายบ่อยมาก หนักมาก และนานมากอาจทำให้เกิดการบาดเจ็บได้

3. ความหนักของการออกกำลังกาย ออกกำลังกายที่ระดับเบาไปจนถึงระดับหนักได้ (40-85% HRR) แต่การออกกำลังกายที่ระดับหนักเป็นระยะเวลานานๆ อาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บได้ในกรณีผู้ที่เป็นโรคเบาหวานและมีภาวะแทรกซ้อนหรือมีการควบคุมระดับน้ำตาลได้ไม่ดี ความหนักในการออกกำลังกายควรอยู่ในระดับเบาถึงปานกลาง (40-60% HRR) การออกกำลังกายระดับหนักอาจทำให้เกิดการบาดเจ็บ มีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะฉุกเฉิน และอาจทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นได้หลังจากเสร็จสิ้นการออกกำลังกายเนื่องจากฮอริโมนแคทีโคลามีน (Catecholamine) อีพิเนฟริน (Epinephrine) และนอร์เอพิเนฟริน (Norepinephrine) มีระดับสูงขึ้น ส่งผลต่อการสลายและการผลิตน้ำตาลทำให้น้ำตาลในเลือดสูงมากกว่าที่เซลล์นำน้ำตาลไปใช้ได้ทัน แต่น้ำตาลที่สูงขึ้นจากกลไกนี้จะค่อยๆ ลดลงหลังจากที่ออกกำลังกายเสร็จสิ้นประมาณ 30-60 นาที ดังนั้นถ้าออกกำลังกายระดับหนักอาจส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นได้แต่พอหยุดพักระยะเวลาหนึ่งระดับน้ำตาลก็จะลดลง

4. ระยะเวลาในการออกกำลังกาย ควรปฏิบัติอย่างต่อเนื่องและเป็นประจำ ควรออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 20-60 นาทีต่อครั้ง ออกกำลังกายให้ได้ 150 นาทีต่อสัปดาห์หรือมากกว่า และควรออกกำลังกายให้ได้มากกว่า 2,000 แคลอรีต่อสัปดาห์ สามารถออกกำลังกายได้ตามระยะเวลาที่กำหนดอย่างต่อเนื่องหรือจะแบ่งเวลาในการออกกำลังกายเป็นช่วงๆ ช่วงละ 15-20 นาทีต่อครั้ง แล้วสะสมให้ได้ตามเป้าหมาย สิ่งสำคัญต้องไม่หักโหมในการออกกำลังกายในระยะเวลาอันสั้นซึ่งอาจก่อให้เกิดผลเสียมากกว่าผลดี

การออกกำลังกายเป็นส่วนประกอบที่สำคัญสำหรับการป้องกันการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน เช่น Pan (1997) กล่าวว่า การออกกำลังกายที่มีหรือไม่มี การร่วมกับการควบคุมการรับประทานอาหารก็มีประสิทธิภาพมากกว่าการเปลี่ยนแปลงการรับประทานอาหารเพียงอย่างเดียวในการป้องกันโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ดังนั้นการออกกำลังกายจึงเป็นส่วนหนึ่งของการนำมาเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตในบุคคลที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน เพื่อป้องกันหรือลดความ ล่าช้าของการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 นอกจากนี้ การออกกำลังกายเพื่อลดและควบคุมน้ำหนักให้ เหมาะสมเพื่อไม่ให้ค่าดัชนีมวลกายเกินเกณฑ์เนื่องจากการมีค่าดัชนีมวลกายเกินเกณฑ์ส่งผลให้เกิด ความเสี่ยงเป็นโรคเบาหวานในอนาคต Moore (2000) รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิต การ ควบคุมอาหารและการออกกำลังกายที่เหมาะสมสม่ำเสมอ ช่วยให้บุคคลที่มีอายุระหว่าง 30-50 ปี ที่มี ภาวะน้ำหนักเกิน สามารถลดน้ำหนัก 3.7-6.8 กิโลกรัม เป็นการช่วยลดความเสี่ยงของโรคเบาหวานได้ 33% เมื่อเทียบกับผู้ที่ยังคงมีน้ำหนักเท่าเดิม ในระยะเวลา 8 ปีติดต่อกัน สอดคล้องกับสิทธา พงษ์พิบูลย์ (2562) ให้คำแนะนำว่าการป้องกันการเกิดโรคเบาหวานควรเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมใน ชีวิตประจำวัน ได้แก่ ควบคุมน้ำหนักตัวให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม บริโภคอาหารให้ถูกต้องตามหลัก โภชนาการ ลดการบริโภคอาหารที่มีน้ำตาลหรือไขมันอิ่มตัวมากๆ ควรรับประทานผักผลไม้เป็นประจำ หลีกเลี่ยงหรือไม่สูบบุหรี่ และประกอบกิจกรรมทางกาย เช่น การเคลื่อนไหวร่างกาย หรือการออก กำลังกายอย่างสม่ำเสมอ ควรออกกำลังกายระดับปานกลาง 30 นาทีต่อวัน 3-5 วันต่อสัปดาห์ และ ควรออกกำลังกายที่ระดับหนักมาประมาณ 20 นาทีต่อวัน 1-2 วันต่อสัปดาห์ ซึ่งการออกกำลังกาย จะช่วยทำให้เซลล์ในร่างกายมีความไวต่ออินซูลิน และช่วยให้โมเลกุลที่ช่วยขนส่งน้ำตาล (GLUT 4) มาที่ผิวเซลล์จะช่วยให้น้ำตาลเข้าไปในเซลล์ได้ง่ายขึ้น หลังจากเสร็จสิ้นการออกกำลังกายระดับ น้ำตาลในเลือดจะลดลง หลังการออกกำลังกายร่างกายจะเพิ่มความไวต่ออินซูลินอยู่ประมาณ 12-72 ชั่วโมง เป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด นอกจากนี้การออกกำลังกายยังช่วยให้ ระบบหัวใจและหลอดเลือดแข็งแรง ป้องกันการเกิดโรคหัวใจโดยมีผลต่อปัจจัยเสี่ยงต่างๆ ที่อาจจะทำ ให้เกิดโรคหัวใจ เช่น ความดันโลหิต ไขมันในร่างกาย น้ำหนักตัว เป็นต้น การออกกำลังกายยังช่วยลด ปริมาณไขมันในช่องท้องและใต้ผิวหนัง ช่วยควบคุมน้ำหนักตัวให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ช่วยทำให้ การทำงานของเซลล์เยื่อเมือกหลอดเลือดดีขึ้น และช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนของ โรคเบาหวาน จากงานวิจัยก่อนหน้านี้มีการศึกษาลักษณะการออกกำลังกายและประเภทของการออก กำลังกายที่ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดให้ต่ำลงได้ในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ดังเช่น Slentz (2016) ศึกษาการออกกำลังกายด้วยการเดินเพียงอย่างเดียวกับการออกกำลังกายด้วยการเดินและ ควบคุมอาหาร ช่วยควบคุมค่าน้ำตาลกลูโคสและอินซูลินในร่างกายได้ดี สรุปว่าการออกกำลังกายใน ระดับปานกลางมีประสิทธิภาพในการปรับปรุงน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง ในช่วงการตรวจ ความทนของน้ำตาลกลูโคส สอดคล้องกับ อัญญาดา อนุวงศ์เจริญ (2560) ศึกษาผลของการเดินแอโร

บิกในความหนักที่ต่างกัน การเดินแอโรบิกในความหนักที่ระดับปานกลาง 70–75% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด สามารถช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดลดต่ำลง อีกทั้งช่วยลดระดับเข้าสู่ช่วงระดับปกติได้ Rowan (2017) ศึกษาการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อเนื่อง และออกกำลังกายหนักสลับเบา การฝึกทั้ง 2 แบบรวมกับการฝึกแรงต้าน ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดดีขึ้นและช่วยให้น้ำตาลเฉลี่ยสะสม (HbA1c) ลดลง อีกทั้ง Eikenberg (2016) ศึกษาในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานที่โนไทป์ด้วยการฝึกแบบแรงต้าน ช่วยให้ความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) ดีขึ้น ดังนั้น การออกกำลังกายสำหรับผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานควรออกกำลังกายแบบแอโรบิกและแบบแรงต้าน หรือการออกกำลังกายแบบแอโรบิกควบคู่กับการออกกำลังกายแบบแรงต้านสามารถช่วยลดความเสี่ยงการเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ได้ ซึ่งการออกกำลังกายช่วยเพิ่มการใช้พลังงานในร่างกายและช่วยทำให้เซลล์ในร่างกายมีความไวต่ออินซูลินและช่วยให้โมเลกุลที่ช่วยขนส่งน้ำตาล (GLUT 4) มาที่ผิวเซลล์ จะช่วยให้น้ำตาลเข้าไปในเซลล์ได้ง่ายขึ้น เกิดการเผาผลาญพลังงานได้ดีมากขึ้น ส่งผลดีต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ลดต่ำลงหรืออยู่ในระดับปกติได้

3.2 การออกกำลังกายต่อระดับกลูโคสในเลือด

การออกกำลังกายต่อระดับกลูโคสในเลือด สนธยา สีละมาต (2557) ให้คำแนะนำว่าผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและผู้ที่เป็นโรคเบาหวานออกกำลังกายที่ระดับปานกลางช่วยเพิ่มการทำงานของอินซูลินและลดระดับกลูโคสในเลือด การออกกำลังกายที่ระดับหนักจะทำให้ระดับกลูโคสในเลือดเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการออกกำลังกายที่ระดับหนักมากกว่าร้อยละ 80 ของปริมาณการใช้ ออกซิเจนสูงสุด จะทำให้เกิดภาวะน้ำตาลในเลือดสูง ดังนั้นจึงเกิดภาวะมีน้ำตาลในเลือดสูง และอาจจะคงอยู่ 1-2 ชั่วโมงหลังการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายแบบแรงต้าน (Resistance exercise) ในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและผู้ที่เป็นโรคเบาหวานประเภทที่ 2 การออกกำลังกายแบบแรงต้านอาจมีผลลดระดับกลูโคสในเลือด โดยปริมาณการลดลงจะมากขึ้นตามระดับความหนักและระยะเวลาของการออกกำลังกาย

การออกกำลังกายแบบแอโรบิกและแบบแรงต้านร่วมกัน อาจจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมกลูโคสในเลือดมากกว่าการออกกำลังกายแบบใดแบบหนึ่งเพียงอย่างเดียว การเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อเนื่องจากผลของการออกกำลังกายแบบแรงต้านสามารถเพิ่มการใช้กลูโคสในเลือดโดยไม่ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงความสามารถภายในกล้ามเนื้อที่ตอบสนองต่ออินซูลิน ขณะที่การออกกำลังกายแบบแอโรบิกเพิ่มการใช้กลูโคสในเลือดจากการเพิ่มการทำงานของอินซูลินโดยไม่ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของมวลกล้ามเนื้อและความสามารถในการทำงานแบบแอโรบิก นอกจากนี้ Colberg (2009) ให้คำแนะนำว่าการออกกำลังกายร่วมกันทั้งแบบแอโรบิกและแบบแรงต้านอย่างสม่ำเสมอเป็นสิ่งสำคัญ สามารถช่วยป้องกันการเป็นโรคเบาหวานและช่วยในการรักษาผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน โดย

ช่วยเพิ่มความไวของอินซูลินในกล้ามเนื้อที่ดีที่สุดและการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน

ดังนั้น การออกกำลังกายทั้งแบบแอโรบิกและแบบแรงต้านจะช่วยเพิ่มความไวของอินซูลินลดระดับน้ำตาลในเลือด ลดระดับไขมันในเลือดและไขมันที่สะสมในร่างกาย

3.3 ผลของการออกกำลังกายในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน

การออกกำลังกายเป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งในการลดภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานหรือช่วยรักษาโรคเบาหวาน วีระศักดิ์ ศรีนันทกรและคณะ (2555) กล่าวว่าผลของการออกกำลังกายมีรายละเอียดดังนี้

ผลระยะสั้นของการออกกำลังกาย

1. การสร้างและการสลายกลูโคส ซึ่งในการหดตัวของกล้ามเนื้อทำให้มีการใช้กลูโคสแต่ยังคงระดับน้ำตาลโดยการสร้างกลูโคสจากตับอาศัยขบวนการไกลโคไลซิโนไลซิสและกลูโคนีโอเจนิซิส และการสร้างพลังงานจากสารอื่นๆ เช่น กรดไขมันอิสระ (Free fatty acid) แหล่งของพลังงานขึ้นอยู่กับความหนักและความนานของการออกกำลังกาย การออกกำลังกายในช่วงแรกจะใช้พลังงานจากไกลโคไลซิโนไลซิส เมื่อออกกำลังกายนานขึ้นจะใช้กลูโคนีโอเจนิซิสจากตับ

การเพิ่มการดูดซึมกลูโคสในกล้ามเนื้อ จะมีความแตกต่างกันโดยในช่วงขณะพักหรือหลังรับประทานอาหาร การเพิ่มการดูดซึมกลูโคสในกล้ามเนื้อจะเป็นผลจากอินซูลิน แต่ในขณะที่ออกกำลังกายมีการหดตัวของกล้ามเนื้อ การดูดซึมกลูโคสจะเพิ่มขึ้นเพื่อทดแทนการใช้น้ำตาลกลูโคส

การที่กลูโคสเข้ากล้ามเนื้ออาศัย (GLUT4) จะเพิ่มขึ้นโดยผลจากอินซูลิน และการหดตัวของกล้ามเนื้ออินซูลินจะกระตุ้น GLUT4 translocation จาก Complex signal cascade การหดตัวของกล้ามเนื้อจะกระตุ้น GLUT4 translocation จาก 5-AMP-activated protein kinase ผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานหรือผู้ที่เป็นโรคเบาหวานมีความผิดปกติของการดูดซึมกลูโคสเนื่องจากอินซูลิน แต่ก็สามารถเพิ่มการดูดซึมกลูโคสจากการเพิ่ม GLUT4 โดยที่มีการหดตัวของกล้ามเนื้อทั้งการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการออกกำลังกายแบบแรงต้าน

2. ผลต่อภาวะดื้อต่ออินซูลิน (Insulin resistance) ในกล้ามเนื้อ การเปลี่ยนแปลงภาวะดื้อต่ออินซูลินต่อกล้ามเนื้อในระยะสั้นของการออกกำลังกาย โดยการออกกำลังกายมีผลต่อการออกฤทธิ์ของอินซูลินดีขึ้นเพิ่มความไวของอินซูลิน ลดระดับน้ำตาลในการออกกำลังกายเล็กน้อยถึงปานกลางเป็นเวลา 12-72 ชั่วโมง การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลขึ้นอยู่กับเวลา ระดับน้ำตาลก่อนการออกกำลังกายและการฝึกออกกำลังกาย โดยระยะเวลาที่ออกกำลังกายมีผลทำให้การออกฤทธิ์ของอินซูลินนานขึ้น การออกกำลังกายจะเพิ่มการดูดซึมกลูโคสสำหรับการสังเคราะห์ไกลโคเจนและกระตุ้นออกซิเดชันและการเก็บสะสมในกล้ามเนื้อ สำหรับผลต่อภาวะดื้อต่ออินซูลินในตับ การออก

กำลังกายแบบแอโรบิกจะช่วยทำให้การออกฤทธิ์ของอินซูลินดีขึ้น ลดไขมันในตับ จึงช่วยลดภาวะดื้อต่ออินซูลิน

ผลระยะยาวของการออกกำลังกาย

ผลต่อระบบเมแทบอลิซึม การออกกำลังกายแบบแอโรบิกช่วยในการป้องกันและรักษาโรคเบาหวาน การออกกำลังกายระดับปานกลางหรือหนักจะทำให้การตอบสนองของอินซูลินดีขึ้น ในช่วงเวลาเป็นชั่วโมงถึงเป็นวัน การออกกำลังกายเพิ่มการตอบสนองต่ออินซูลินในกล้ามเนื้อ เพิ่มความสามารถของการทำหน้าที่สังเคราะห์ไกลโคเจนและการใช้น้ำตาลของกล้ามเนื้อจากกลไกที่สองผ่านทาง GLUT4 protein expression แต่ไม่มีผลต่อการส่งสัญญาณภายในเซลล์ของอินซูลิน (Insulin signaling) การออกกำลังกายแบบแอโรบิกสามารถช่วยลดคอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และลิโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำ (LDL) และเพิ่มลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (HDL) นอกจากนี้ช่วยลดความดันโลหิต ลดน้ำหนัก ลดความเครียด ลดอัตราการตาย และลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจ และเพิ่มคุณภาพชีวิต สอดคล้องกับ Pan (1997) กล่าวว่า การออกกำลังกายด้วยความหนักระดับปานกลางช่วยลดอัตราการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ลดภาวะแทรกซ้อนต่างๆ ในผู้ที่มีความทนทานต่อน้ำตาลกลูโคสบกพร่อง (IGT)

3.4 ประโยชน์ของการออกกำลังกายในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2556) ให้คำแนะนำว่าการออกกำลังกายมีความสำคัญช่วยป้องกันการเกิดภาวะแทรกซ้อนในผู้ที่เป็นโรคเบาหวานที่อาจเกิดตามมาในอนาคต ช่วยชะลอและลดความเสี่ยงของการเป็นโรคเบาหวานในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน มีรายละเอียดดังนี้

1. ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน เนื่องจากการออกกำลังกายทำให้เซลล์ในร่างกายมีความไวต่ออินซูลิน และช่วยให้ (GLUT 4) นำน้ำตาลกลูโคสมาที่ผิวเซลล์ทำให้น้ำตาลเข้าไปในเซลล์ได้ง่ายขึ้น จึงเป็นการเพิ่มการดูดซึมกลูโคสเข้าสู่เซลล์ หลังออกกำลังกายจะมีระดับน้ำตาลลดลง หลังออกกำลังกายร่างกายจะไวต่ออินซูลินประมาณ 12-72 ชั่วโมง ในระยะยาวผู้ที่เป็นโรคเบาหวานสามารถลดปริมาณของยาที่รับประทานหรือลดปริมาณอินซูลินที่ต้องฉีดได้

2. การออกกำลังกายมีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและสำหรับผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน การออกกำลังกายเป็นการช่วยลดหรือชะลอการเป็นโรคเบาหวานได้ และยังช่วยทำให้ระบบหัวใจและหลอดเลือดแข็งแรง ป้องกันการเกิดโรคหัวใจโดยมีผลต่อปัจจัยเสี่ยงต่างๆ เช่น ความดันโลหิต ไขมันในร่างกาย น้ำหนักตัว

3. การออกกำลังกายช่วยให้หัวใจทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ กล้ามเนื้อหัวใจมีความแข็งแรงยืดหยุ่นดีขึ้น ทำให้หัวใจมีแรงบีบตีสามารถส่งเลือดไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดไขมันในช่องท้องและใต้ผิวหนัง และช่วยควบคุมน้ำหนักตัวให้เหมาะสม

สมลักษณ์ จึงสมาน (2560) ให้คำแนะนำว่าการออกกำลังกายมีประโยชน์ผู้ที่มิภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและผู้ที่เป็นโรคเบาหวาน ดังนี้

1. ลดและป้องกันการเกิดโรคเบาหวานในผู้ที่มีภาวะน้ำตาลในเลือดสูงแต่ยังไม่ถึงขั้นเป็นโรคเบาหวาน (ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน)

2. ลดระดับน้ำตาลในเลือด ทำให้ระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมลดลงได้

3. ลดภาวะดื้อต่ออินซูลิน ทำให้กล้ามเนื้อตอบสนองต่อการทำงานของอินซูลินดีขึ้นช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดได้

4. ลดปริมาณการกินยาหรือฉีดอินซูลินให้น้อยลง เนื่องจากคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้

5. ลดภาวะความดันโลหิตสูงให้อยู่ในระดับที่ควบคุมได้

6. ลดและควบคุมระดับไตรกลีเซอไรด์และลิโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำ (LDL) ในเลือด

7. เพิ่มระดับลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (HDL) ในเลือด

8. ชะลอการแข็งตัวของหลอดเลือด ช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคแทรกซ้อนจากเบาหวานทั้งตา ไต และเท้า

9. ลดความเสี่ยงการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจและสมอง

10. ลดอัตราการเสียชีวิตจากสาเหตุของโรคหลอดเลือดหัวใจ

11. เพิ่มการเผาผลาญพลังงานของร่างกาย ช่วยลดน้ำหนักตัวและไขมันในร่างกาย

12. ลดไขมันสะสมในช่องท้อง อันเป็นความเสี่ยงของการเกิดภาวะดื้ออินซูลิน ไขมันในเลือดสูง และความดันโลหิตสูง

13. ลดความเครียดในชีวิตประจำวัน และลดการเกิดภาวะซึมเศร้า

14. ช่วยให้นอนหลับดีขึ้นและหลับได้สนิทมากขึ้น

15. เพิ่มประสิทธิภาพในการทำกิจวัตรประจำวันและเพิ่มความสามารถในการพึ่งพาตนเอง

16. ระบบหัวใจและหลอดเลือดทำงานได้ดีขึ้น รู้สึกเหนื่อยน้อยลงเวลาทำงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ

17. กล้ามเนื้อ เอ็น ข้อต่อ และกระดูกมีความแข็งแรงมากขึ้น

18. เพิ่มความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อและข้อต่อ ลดความตึงตัวของกล้ามเนื้อและข้อต่อ

19. เพิ่มความสามารถในการทรงตัว ลดความเสี่ยงการหกล้มและกระดูกหักจากการหกล้ม

20. คุณภาพชีวิตดีขึ้น

สรุปว่า การออกกำลังกายเป็นกิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายตามแบบแผนที่กำหนด มีการใช้กลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่เป็นหลัก ความหนักที่ใช้ในการออกกำลังกายมากกว่าขณะพัก ซึ่งการออกกำลังกายสามารถช่วยลดความรุนแรงของโรคในผู้ที่เป็โรคเบาหวานและช่วยลดความเสี่ยงหรือชะลอการเกิดโรคให้กับผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานได้ การออกกำลังกายควรเป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและแบบแรงต้านร่วมกัน ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการป้องกันและช่วยเพิ่มการทำงานของอินซูลินและลดระดับกลูโคสในเลือดในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน แต่การออกกำลังกายต้องมีความสม่ำเสมอเพื่อให้ได้รับประโยชน์อย่างต่อเนื่อง

3.5 การฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล

การฝึกแบบฟังก์ชันนัล (Functional training) เป็นรูปแบบการเคลื่อนไหวแบบบูรณาการที่คล้ายคลึงกับท่าทางในการทำกิจกรรมประจำวันต่างๆ และการเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้องกับกีฬา เพื่อพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนที่ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และเส้นประสาทที่กล้ามเนื้ออย่างมีประสิทธิภาพ มีการใช้ข้อต่อหลายส่วนร่วมกัน มีการเคลื่อนไหวหลายทิศทาง มีการส่งถ่ายแรงได้ตามลำดับอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับ Spennewyn (2008) พบว่าการฝึกด้วยรูปแบบการฝึกที่มีการเคลื่อนไหวได้อิสระช่วยให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น (58%) และมีความสมดุลเพิ่มขึ้น (196%) มากกว่ารูปแบบการฝึกแบบคงที่

การฝึกแบบฟังก์ชันนัลมีนักวิชาการและองค์การทางวิทยาศาสตร์การกีฬาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

สมพัฒน์ จำรัสโรมรัน (2551) ให้ความหมายการฝึกแบบฟังก์ชันนัล (Functional training) เป็นรูปแบบท่าทางการฝึกที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทำกิจกรรมประจำวันต่างๆ และจะไม่จำกัดอยู่ในทิศทางเดียวในการเคลื่อนไหว โดยมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบที่สำคัญของการออกกำลังกายในกลุ่มสุขสมรรถนะ ได้แก่ องค์ประกอบของร่างกาย ได้แก่ เเปอร์เซ็นต์ไขมัน มวลร่างกายที่ปราศจากไขมัน ปริมาณไขมันในช่องท้อง และมวลกล้ามเนื้อ เพื่อลดน้ำหนักหรือควบคุมปริมาณของกล้ามเนื้อและไขมันในร่างกายให้เหมาะสม ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัวของร่างกาย และความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ เพื่อลดปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง และโรคเบาหวาน เป็นต้น

กรมพลศึกษา (2555 และ 2558) ให้ความหมายฟังก์ชัน (Function) หมายถึง การทำหน้าที่ได้ตามวัตถุประสงค์ ดังนั้นจึงให้ความหมายการฝึกแบบฟังก์ชันนัล หมายถึง การฝึกให้กล้ามเนื้อทำงานตามลักษณะการเคลื่อนไหวที่ใช้ในการเล่นกีฬาหรือการทำกิจกรรมประจำวัน โดยการเคลื่อนไหวเป็นลักษณะที่คล้ายคลึงกับท่าทางการเล่นกีฬานำมาใช้ฝึกในนักกีฬาหรือการเคลื่อนไหวคล้ายคลึงท่าทางการใช้ชีวิตประจำวันนำมาใช้ฝึกบุคคลทั่วไป เป็นการฝึกที่มีการทำงานของ

กล้ามเนื้อและข้อต่อหลายส่วนร่วมกัน มีการเคลื่อนไหวหลายทิศทางเพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวร่างกาย ตามที่ตั้งวัตถุประสงค์ไว้ เช่น ทักษะการเดิน การวิ่งหรือการกระโดด หากต้องการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาควรฝึกให้กล้ามเนื้อหดตัวขณะยืนหรือเดิน มีเซฝึกด้วยอุปกรณ์การฝึกด้วยน้ำหนัก แล้วเหยียดขาต้านกับแผ่นน้ำหนักจะทำให้กล้ามเนื้อได้ทำตามบทบาทหน้าที่ที่ใช้ในการเล่นกีฬาหรือการใช้ชีวิตประจำวัน อุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกความแข็งแรงรูปแบบฟังก์ชันนัลมีหลายลักษณะและมีความยากง่ายในการฝึกแตกต่างกัน ดังนั้น การฝึกแบบฟังก์ชันนัลจึงเป็นการพิจารณาถึงลักษณะการเคลื่อนไหวทั่วไปของกีฬาหรือการใช้ชีวิตประจำวันและทำให้แข็งแรงเพิ่มขึ้น

Liabenson (2014) ให้ความหมายการฝึกแบบฟังก์ชันนัล เป็นการฝึกที่มีเป้าหมายมุ่งเน้นการฝึกทักษะการเคลื่อนไหวเฉพาะด้านกีฬาและการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวัน ซึ่งการฝึกแบบนี้เป็นการบูรณาการการออกกำลังกายที่การเคลื่อนไหวคล้ายกิจกรรมที่เกิดขึ้นจริงจะต่างจากการฝึกความแข็งแรงแบบเดิมมักจะแยกกล้ามเนื้อเป็นส่วน เช่น การฝึกจากเครื่องแมชชีน (Machine)

Silva-Grigoletto (2014) กล่าวว่า การฝึกแบบฟังก์ชันนัล เป็นรูปแบบการเคลื่อนไหวแบบบูรณาการโดยการเร่งความเร็วเพิ่มขึ้นในการเคลื่อนไหวบางอย่างและการชะลอตัว เพื่อพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนที่ ความแข็งแรงของลำตัว และเส้นประสาทที่กล้ามเนื้ออย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีการใช้ข้อต่อหลายส่วนร่วมกัน มีการเคลื่อนไหวหลายทิศทาง มีการส่งถ่ายแรงได้ตามลำดับอย่างต่อเนื่อง และเป็นลักษณะการฝึกที่เคลื่อนไหวท่าทางในการทำกิจวัตรประจำวันต่างๆ ซึ่งความก้าวหน้าของสังคมยุคใหม่ในปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะนำพาประชาชนไปสู่วิถีชีวิตประจำวันแบบเนือยนิ่งหรืออยู่กับที่นานๆ และทำให้คนมีการเคลื่อนไหวที่น้อยลงเป็นจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้น การฝึกแบบฟังก์ชันนัล ซึ่งเป็นลักษณะการฝึกที่สอดคล้องกับการเคลื่อนไหวท่าทางในการทำกิจวัตรประจำวันต่างๆ จึงสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเคลื่อนไหวท่าทางในการทำกิจวัตรประจำวันต่างๆ ได้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังให้คำแนะนำว่าแผนการฝึกแบบฟังก์ชันนัล ควรให้ปริมาณที่เพียงพอของการออกกำลังกายที่มีความเป็นไปได้ในการตอบสนองต่อการกระตุ้นและให้การปรับตัวที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับประสิทธิภาพและเกณฑ์การทำงาน นอกจากนี้ควรคำนึงถึงส่วนประกอบเหล่านี้ ได้แก่ ความถี่ที่เพียงพอของการฝึก ปริมาณของการฝึกแต่ละครั้ง ความหนักที่เพียงพอ และความหนาแน่น (Density) เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการออกกำลังกายและช่วงการฟื้นฟูสภาพร่างกาย (Duration and recovery) และในการฝึกอาจเพิ่มการใช้อุปกรณ์ที่ไม่มั่นคง เช่น โบซบอล (Bozball) หรือฟิตบอล (Fitball) เพื่อเพิ่มความสามารถในการทำงานของกล้ามเนื้อให้มีความแข็งแรงและทำงานให้มั่นคง

วิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาแห่งสหรัฐอเมริกา (American College of Sport Medicine; ACSM, 2009) กล่าวว่าความแข็งแรงแบบฟังก์ชันนัล (Functional strength) เป็นผลที่ได้จากการ

ออกกำลังกายแบบแรงต้าน เพื่อให้เกิดความแข็งแรงโดยตรง จะเป็นประโยชน์ต่อประสิทธิภาพของการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันและการเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้องกับกีฬา

เจริญ กระบวนรัตน์ (2547) ให้คำแนะนำว่าการฝึกแบบฟังก์ชันนัล เป็นการฝึกความแข็งแรง โดยให้กล้ามเนื้อทำงานหรือทำหน้าที่เหมือนจริง (Functional strength training) ลักษณะการเคลื่อนไหวที่ใช้ในการฝึกหรือออกกำลังกายส่วนใหญ่ควรมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวที่จำเป็นต้องใช้ในกีฬานั้นๆ หรือในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน ซึ่งอาจจะจัดการฝึกในรูปแบบของการเล่น เกมหรือการฝึกภายใต้เงื่อนไขของการใช้กล้ามเนื้อส่วนที่ต้องการฝึกให้ทำงานหนักกว่าปกติ เช่น การถือลูกเมดิซินบอลวิ่งไปในทิศทางที่กำหนด หรือการใช้ถุงทรายรัดไว้ที่ข้อเท้าแล้วกระทำการเคลื่อนไหวในท่าที่ใช้ในการเล่นกีฬาหรือการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน เป็นต้น

ดังนั้น การฝึกแบบฟังก์ชันนัล คือ รูปแบบการฝึกให้กล้ามเนื้อทำงานที่มีเป้าหมายมุ่งเน้นการเคลื่อนไหวเฉพาะของชนิดกีฬาหรือการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวัน มีการทำงานของกล้ามเนื้อและข้อต่อหลายส่วนร่วมกัน เน้นกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่และกล้ามเนื้อแกนกลางร่างกาย มีการเคลื่อนไหวหลายทิศทาง เป็นการฝึกที่ใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้านหากต้องการเพิ่มความแข็งแรงมากขึ้นควรฝึกร่วมกับอุปกรณ์ที่มีแรงต้าน ช่วยให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงและมวลของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นส่งผลให้การเคลื่อนไหวเฉพาะของชนิดกีฬาหรือมีความพร้อมในการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันได้ดี

การเคลื่อนไหวรูปแบบฟังก์ชันนัล

กรมพลศึกษา, 2555; Lagally et al., 2009 และ McGill et al., 2009 อธิบายว่าการเคลื่อนไหวรูปแบบฟังก์ชันนัลเป็นการเคลื่อนไหวหลายข้อต่อ (Multi Joint movement) ที่มีการใช้กล้ามเนื้อหลายกลุ่มในการเคลื่อนไหว มีการส่งผ่านแรงในแนวทแยงของร่างกาย (Cross link) จากพื้นผ่านไปยังขา ข้อเข่า ข้อสะโพก ข้อต่อบริเวณกระเบนเหน็บของขาข้างหนึ่งไปยังกล้ามเนื้อหลัง ข้อไหล่ และแขนอีกข้างหนึ่ง และมีการส่งถ่ายแรงอย่างต่อเนื่อง (Kinetic chain) จากขาไปยังแขนได้ ตามลำดับในสภาพลูกโซ่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของแขนและขาตามที่ต้องการเกิดการ ทำงานหลายข้อต่อร่วมกัน ถือว่าการเคลื่อนไหวเป็นรูปแบบฟังก์ชันที่ดี ในการฝึกความแข็งแรงเพื่อความมุ่งเน้นให้เกิดความมั่นคงของแกนกลางร่างกาย (Core stability) ในการควบคุมท่าทางการเคลื่อนไหวและตำแหน่งของลำตัว เพื่อทำให้เกิดแรงที่เหมาะสม การเคลื่อนไหวรูปแบบฟังก์ชันนัลมีการเคลื่อนไหวอย่างอิสระ เช่น ท่าสควอทเป็นท่าที่กล้ามเนื้อและข้อต่อหลายส่วนทำงานพร้อมกัน เป็นต้น

ความสำคัญของการฝึกแบบฟังก์ชันนัล

การฝึกแบบฟังก์ชันมีความสำคัญ คือ ฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความทนทานของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว เป็นการเตรียมร่างกายให้เคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับการเคลื่อนไหวในทักษะกีฬาหรือการเคลื่อนไหวในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันต่างๆ (Rikli & Jones, 1999; Weiss et al., 2010 และ กรมพลศึกษา, 2555 และ 2558) การฝึกความแข็งแรงแบบ

ฟังก์ชันนัลที่ง่ายที่สุด คือ การฝึกโดยใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้านด้วยการใช้ท่าฝึกพื้นฐานร่วมกับการฝึกทรงตัว และการรับรู้ความรู้สึกที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหว โดยส่วนใหญ่จะไม่ใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ การฝึกแมทซัน การจัดโปรแกรมการฝึกต้องให้ผู้ฝึกอยู่ในสภาวะที่ไม่มั่นคง (Instability) การฝึกกระตุ้นความมั่นคงของร่างกาย เริ่มจากง่ายไปยาก การฝึกเป็นลำดับต่อเนื่อง ควรมีการฝึกด้วยการใช้น้ำหนักตัวทุกระนาบการเคลื่อนไหว ตลอดจนควรตระหนักถึงรูปแบบการฝึกที่ทำให้เกิดความมั่นคงระหว่างความแข็งแรงในการผลักและการดึงร่วมด้วย (กรมพลศึกษา, 2555 และ 2558)

การจัดโปรแกรมฝึกรูปแบบฟังก์ชันนัล

กรมพลศึกษา (2558); Liebenson (2014) และ Santana (2016) ให้คำแนะนำหลักในการจัดโปรแกรมการฝึกแบบฟังก์ชันนัล ต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการฝึก ข้อห้าม ข้อควรระวัง การปรับความยากง่ายของท่าออกกำลังกายและแนวทางการปรับเปลี่ยนการออกกำลังกาย จึงสามารถออกแบบโปรแกรมฝึกให้ได้ผลตามที่ต้องการได้ รายละเอียดดังนี้

1. วัตถุประสงค์ของการฝึกความแข็งแรงรูปแบบฟังก์ชันนัลเพื่อเพิ่มระดับความสามารถในการทำกิจกรรมประจำวันหรือการเล่นกีฬา เพิ่มระดับความอ่อนตัว ความแข็งแรง ความอดทนของกล้ามเนื้อ และการทำงานประสานสัมพันธ์กัน เพิ่มระดับความสามารถในการเคลื่อนไหว โดยตรวจสอบจากความเร็ว กำลัง การควบคุมการเคลื่อนไหว และความคล่องแคล่วว่องไว เพิ่มระดับความมั่นใจให้บุคคลทั่วไปหรือนักกีฬา ในกรณีที่ได้รับการบาดเจ็บว่าสามารถทำกิจกรรมได้เหมือนหรือใกล้เคียงกับระดับก่อนได้รับการบาดเจ็บ

2. การฝึกรูปแบบฟังก์ชันนัลมีข้อห้าม และข้อควรระวัง ได้แก่ อธิบายวัตถุประสงค์การฝึกให้เข้าใจก่อนการฝึก ไม่ควรมีอาการเจ็บปวดกล้ามเนื้อหลังการฝึก ท่าทางที่ออกกำลังกายควรเป็นท่าทางที่เหมาะสมกับกิจกรรมประจำวันหรือกับชนิดกีฬานั้นๆ ลักษณะการฝึกไม่เป็นท่าทางที่ซับซ้อนมากเกินไป การเพิ่มความหนักและความยากในการออกกำลังกายควรเพิ่มจากน้อยไปมาก

3. การปรับความยากง่ายของการออกกำลังกายพิจารณาส่วนประกอบของการออกกำลังกายดังนี้

3.1 วิธีการ เป็นวิธีการทำกิจกรรมหรือเทคนิคที่ต้องการทำ เช่น ต้องการออกกำลังกายแบบแอโรบิกควรเลือกว่าจะว่ายน้ำ วิ่ง หรือปั่นจักรยาน ถึงแม้ว่าการออกกำลังกายที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นการออกกำลังแบบแอโรบิก แต่ใช้กล้ามเนื้อต่างกัน และมีข้อดี ข้อด้อยต่างกัน

3.2 ท่าทาง ควรคำนึงถึงท่าเริ่มต้นและท่าสุดท้ายของการออกกำลังด้วย เช่น ท่านั่ง นอน ยืน ความมั่นคงในการเคลื่อนไหวท่าทาง รวมถึงฐานรองรับที่ต้องการฐานกว้างหรือแคบ หากต้องใช้อุปกรณ์ออกกำลังกายร่วมด้วย ควรคำนึงถึงแนวแรงหรือแรงต้านของอุปกรณ์ในแต่ละช่วงการเคลื่อนไหว ท่าทางที่เหมาะสมในการออกกำลังกาย ได้แก่ ท่าที่เลียนแบบการใช้ชีวิตประจำวันหรือการเล่นกีฬา

3.3 การเคลื่อนไหว ควรระบุให้เจาะจงเนื่องจากการเคลื่อนไหวในแต่ละช่วงการเคลื่อนไหว กล้ามเนื้อทำงานแตกต่างกัน พิจารณาถึงการเคลื่อนไหวที่เป็นพื้นฐานสำคัญของแต่ละการเคลื่อนไหว ในการทำกิจวัตรประจำวัน หรือแต่ละชนิดกีฬา ควบคุมข้อต่อให้เคลื่อนไหวตลอดมุมช่วงการเคลื่อนไหว ควบคุมการเคลื่อนไหวให้ถูกต้องไม่ทำให้เกิดการบาดเจ็บ

นอกจากนี้ Santana (2016) ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดโปรแกรมการฝึกออกกำลังกาย ฟังก์ชันนัล สิ่งที่ต้องคำนึงถึง ได้แก่

1. ตัวแปรการฝึก มี 2 ปัจจัยหลักในแต่ละช่วงเวลาของการฝึก คือ ปริมาณการฝึกและความหนัก ปริมาณการฝึกที่สามารถแสดงในการทำซ้ำทั้งหมด (เซต x จำนวนครั้ง) หรือน้ำหนักรวม (จำนวนครั้ง x น้ำหนัก)

ความหนัก หมายถึง ภาระของการออกกำลังกายและมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณการฝึก ความหนักเกี่ยวข้องกับน้ำหนักที่ใช้หรือความต้านทานที่ร่างกายเคลื่อนไหว ช่วงเริ่มต้นของการฝึกเมื่อปริมาณการฝึกสูงความหนักต่ำ น้ำหนักเบาช่วยให้การทำซ้ำมากขึ้นและเมื่อการฝึกดำเนินไปเป็นสัปดาห์หรือเป็นเดือนปริมาณการฝึกลดลงในขณะที่ความหนักของการฝึกเพิ่มขึ้น

2. วงจรช่วงเวลาของการฝึก (Periodization cycles) แบ่งเป็น 4 ช่วง ได้แก่ ช่วงปรับพื้นฐานความพร้อมของร่างกาย ช่วงการเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ช่วงของการเสริมสร้างพลังกล้ามเนื้อ และช่วงเสริมสร้างพลังความอดทนของกล้ามเนื้อ

3. กำหนดน้ำหนักและความหนัก คือ การใช้น้ำหนักในการฝึกด้วยการกำหนดเปอร์เซ็นต์ความหนักของความสามารถสูงสุดในการออกแรงสูงสุดได้ 1 ครั้ง (1 Repetition maximal; 1 RM) เช่น ความหนัก 100% ใช้น้ำหนักที่ปฏิบัติได้ 1 ครั้ง หรือ ความหนักระหว่าง 70-80% ใช้น้ำหนักที่ปฏิบัติได้ 8-12 ครั้ง หรือกรณีทำการฝึกใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้าน เช่น ดันพื้นต้องการฝึกความหนัก 80% ใช้การปรับความยาวของแขน ความกว้างของการวางแขน หรือมุมในการเคลื่อนไหวให้สามารถปฏิบัติได้ 8 ครั้ง ในการฝึกความแข็งแรงปริมาณการฝึกรายสัปดาห์ที่มีประสิทธิภาพในช่วงการเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ คือ 10 ถึง 12 เซตต่อสัปดาห์ของการปฏิบัติซ้ำ 4 ถึง 6 ครั้งต่อระบบของร่างกาย เช่น ขา ออก หลัง เป็นต้น

กรมพลศึกษา (2558) ให้แนวทางการปรับเปลี่ยนการออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลดังนี้

1. ความมั่นคงของผู้ฝึกขณะออกกำลังกาย ขึ้นอยู่กับพื้นที่ของฐานรองรับ ความสูงของจุดศูนย์กลางของร่างกาย ลักษณะของพื้นผิวสัมผัส

2. แรงต้านจากภายนอก ขึ้นอยู่กับน้ำหนักที่ใช้ออกกำลังกาย (Magnitude) แรงโน้มถ่วงของโลก

3. ความเร็วของการเคลื่อนไหว

4. ระยะห่างของส่วนที่เคลื่อนไหว เมื่อวัดจากจุดหมุนในระบบคาน

5. ตำแหน่งและมุมในการให้แรงต้าน
6. ส่วนอื่นๆ ของร่างกายที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกาย
7. ความยาวของกล้ามเนื้อขณะออกกำลังกาย
8. การออกแรงของกล้ามเนื้อในกรณีที่เป็นกล้ามเนื้อที่พาดผ่าน 2 ข้อต่อ
9. การออกกำลังกายเป็นแบบปลายเปิดหรือปลายปิด
10. ความมั่นคงของส่วนอื่นๆ ของร่างกาย

วิจัยครั้งนี้จะมีการพัฒนาโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่เป็นรูปแบบการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยการใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัวและใช้แรงต้านจากภายนอกคือขวดทราย มีการทำงานของกล้ามเนื้อและข้อต่อหลายส่วนร่วมกัน เน้นกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่และกล้ามเนื้อแกนกลางร่างกาย มีการเคลื่อนไหวหลายทิศทาง มีการสลับกลุ่มกล้ามเนื้อในการฝึก และปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง และเป็นลักษณะการออกกำลังกายผสมผสานแบบแอโรบิกร่วมด้วย จึงเพิ่มมวลกล้ามเนื้อและมีความแข็งแรงมากขึ้นและช่วยพัฒนาระบบแอโรบิกเพิ่มการเผาผลาญพลังงานจากสารอาหารในร่างกาย ช่วยลดระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ลดลงได้ ส่งผลให้ผู้ที่มิภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานลดโอกาสเสี่ยงเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เนื่องจากมีมวลกล้ามเนื้อมากขึ้นจะช่วยกระตุ้นให้น้ำตาลกลูโคสเข้าเซลล์ในกล้ามเนื้อได้ดีมากขึ้น อีกทั้งเป็นรูปแบบท่าทางการฝึกให้กล้ามเนื้อหดตัวตามลักษณะการเคลื่อนไหวที่ใช้ในการทำกิจวัตรประจำวันจึงส่งผลให้กล้ามเนื้อมีความพร้อมในการดำเนินชีวิตประจำวันได้ดียิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น การฝึกออกกำลังกายท่าสควอทสองขาพร้อมยกแขนขึ้นด้านหน้า (Double leg squat arm front raise) และท่าลันจ์ด้านหน้าอแขนและยืนยกเข่าแกว่งแขน (Alternating forward lunge arm curl knee up arm swing) เป็นต้น ซึ่งท่าต่างๆ เหล่านี้เป็นท่าการฝึกให้กล้ามเนื้อขา สะโพกมีความแข็งแรงในการเดิน การวิ่ง การเดินขึ้น-ลงบันได การเดินเปลี่ยนทิศทาง ไหล่ หลัง มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นในการถือของหยิบจับสิ่งต่างๆ ในการทำกิจวัตรประจำวันและช่วยพัฒนาการทรงตัวร่วมด้วย เป็นต้น (Liebenson, 2014 และ Santana, 2016)

4. สุขสมรรถนะ

วิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาแห่งสหรัฐอเมริกา (American College of Sport Medicine; ACSM, 2018) และถนอนมวงส์ กฤษณ์เพ็ชร (2555) กล่าวว่าองค์ประกอบของสมรรถภาพทางกายแบ่งได้ 2 ประเภท คือ สุขสมรรถนะและทักษะสมรรถนะ มีรายละเอียดดังนี้

4.1 ความหมายและองค์ประกอบของสุขสมรรถนะ

สุขสมรรถนะ (Health-related physical fitness) หมายถึง สุขสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสุขภาพและเพิ่มความสามารถในการทำงานของร่างกาย สามารถประกอบกิจการงานต่างๆ ใน

ชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีกำลังงานเหลือที่สามารถใช้ในกิจกรรมนันทนาการในเวลาว่างและในยามฉุกเฉินได้ และช่วยลดปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรคต่างๆ ได้ เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง โรคปวดหลัง ตลอดจนปัญหาต่างๆ ที่เกิดจากการขาดการออกกำลังกาย

องค์ประกอบของสุขสมรรถนะ ประกอบด้วย

1. องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) คือ องค์ประกอบที่มีอยู่ในร่างกาย แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ เนื้อแท้หรือน้ำหนักตัวปราศจากไขมัน (Lean body mass) และไขมันและเนื้อเยื่อไขมัน (Body fat) มีวิธีการทดสอบ ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกายด้วยเครื่องวิเคราะห์ความต้านทานของกระแสไฟฟ้า (Bioelectrical impedance analysis; BIA) การตรวจคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic resonance imaging; MRI) การใช้รังสีเอกซ์พลังงานต่ำ (Dual energy X-ray absorptiometry; DEXA) การชั่งน้ำหนักใต้น้ำ (Hydrostatic weighing หรือ Underwater) การวัดไขมันใต้ผิวหนัง (Skinfold) และการวัดขนาดเส้นรอบวงของร่างกาย (Circumferences) เป็นต้น

2. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อหรือกลุ่มกล้ามเนื้อที่ออกแรงด้วยความพยายามในการทำให้เกิดแรงสูงสุดเพื่อเคลื่อนน้ำหนักหรือต้านน้ำหนัก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะทำให้เกิดความตึงตัวเพื่อใช้แรงในการดึงหรือยกของต่างๆ มีวิธีการทดสอบ ได้แก่ การทดสอบแรงบีบมือ (Hand grip strength test) การทดสอบแรงเหยียดขาและแรงเหยียดหลัง (Leg and back strength test) และการทำ 1-RM Bench press เป็นต้น

3. ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่สามารถทำงานซึ่งมีความหนักพอประมาณได้ติดต่อกันเป็นเวลานานโดยไม่เมื่อยล้า มีวิธีการทดสอบ ได้แก่ การทดสอบท่าไม้กระดาน (Prone plank hold test) การทดสอบท่าดันพื้น (push up test) การทดสอบท่านอนงอตัว (Curl up test) การทดสอบทำยืนนั่งบนเก้าอี้ 60 วินาที (60 Second chair stand test) เป็นต้น

4. ความอ่อนตัว (Flexibility) หมายถึง ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ เอ็นยึดข้อ เอ็นกล้ามเนื้อ ควบคุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อในร่างกาย มีวิธีการทดสอบ ได้แก่ ท่านั่งงอตัว (Sit and reach test) ท่านั่งก้มศีรษะและท่านั่งแอ่นหลัง (Lumbar flexion and extension) และท่ายกแขนขึ้นด้านหน้า (Shoulder flexion) เป็นต้น

5. ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ (Cardiorespiratory endurance) หมายถึง ความสามารถของหัวใจ หลอดเลือด และระบบหายใจที่นำออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อ รวมถึงความสามารถของกล้ามเนื้อที่ใช้ ออกซิเจนอย่างมีประสิทธิภาพ มีวิธีการทดสอบ ได้แก่ การทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดวิธีการปั่นจักรยานวัดงานของออสตรานด์ (Astrand maximal

cycle ergometer test) ก้าวขาขึ้น-ลงกล่อง (Queens college step test) เดิน 1 ไมล์ (1-Mile walk test) วิ่ง 1.5 ไมล์ (1.5-Mile run test) และวิ่งบนลู่วิ่ง (Bruce treadmill protocol) เป็นต้น

4.2 ความหมายและองค์ประกอบของทักษะสมรรถนะ

ทักษะสมรรถนะ (Skill-related physical fitness) หมายถึง สมรรถนะที่เกี่ยวข้องในการสนับสนุนให้เกิดระดับความสามารถและทักษะในการแสดงออกของการเคลื่อนไหวและการเล่นกีฬาที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งนอกจากจะประกอบด้วยสุขสมรรถนะแล้ว ยังประกอบด้วยทักษะสมรรถนะในด้านต่างๆ ดังนี้ องค์ประกอบของทักษะสมรรถนะ ประกอบด้วย ความคล่องตัว (Agility) การทรงตัว (Balance) การทำงานประสานกัน (Coordination) กำลังหรือพลัง (Power) เวลาปฏิกิริยา (Reaction time) และความเร็ว (Speed)

สรุปว่าการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการทดสอบตัวแปรสุขสมรรถนะดังนี้ การทดสอบองค์ประกอบร่างกาย ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percent body fat) ปริมาณไขมันในช่องท้อง (Visceral fat area) และมวลกล้ามเนื้อ (Soft lean mass) โดยเครื่องวิเคราะห์ความต้านทานของกระแสไฟฟ้า (Bioelectrical impedance analysis; BIA) การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและหลัง ใช้การทดสอบแรงเหยียดขาและแรงเหยียดหลัง (Leg and back strength test) การทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขน ใช้การทดสอบท่าดันพื้น (Push up test) การทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้อง ใช้การทดสอบท่านอนงอตัว (Curl up test) การทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อขา ใช้การทดสอบทำยืนนั่งบนเก้าอี้ 60 วินาที (60 Second chair stand test) การทดสอบความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อหลังและขา ใช้การทดสอบท่านั่งงอตัว (Sit and reach test) และการทดสอบความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ ใช้การทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดวิธีการปั่นจักรยานวัดงานของออสตรานด์ (Astrand maximal cycle ergometer test)

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

อดิگانต์ เกณี (2556) ผลของการเดินสมาธิต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและการตอบสนองของหลอดเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 กลุ่มตัวอย่างคือผู้ที่เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 อายุ 40-75 ปี แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเดิน 11 คน และกลุ่มเดินสมาธิ 12 คน ใช้การเดินบนลู่วิ่งทั้งสองกลุ่ม (กลุ่มเดินสมาธิขณะออกกำลังกายให้กำหนดจิตขณะเดินโดยการตั้งใจจับความรู้สึกที่เท้าขณะก้าวเดิน ให้พูดออกเสียงคำว่า “พุธ” และ “โธ” เมื่อก้าวเท้าแต่ละข้างไปข้างหน้า) ออกกำลังกาย 30 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 12 สัปดาห์ ที่ระดับปานกลาง 50-70% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด พบว่าทั้งสองกลุ่มมีค่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดและการ

ขยายตัวของหลอดเลือดเมื่อถูกปิดกั้นการไหลเวียนเพิ่มขึ้น และระดับน้ำตาลในเลือดลดลง กลุ่มเดิน
สมาธิมีความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัว และระดับคอเลสเตอรอลในเลือดลดลงโดยมีค่าต่ำกว่า
กลุ่มเดิน มีค่าความแข็งตัวของหลอดเลือดลดลง และมีค่าคลื่นไฟฟ้าหัวใจเพิ่มขึ้นและมีค่าสูงกว่ากลุ่ม
เดิน

พวงเพชร สุ่มประเสริฐและคณะ (2558) ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกกับ
เก้าอี้ต่อระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสมในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 กลุ่มตัวอย่างคือผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่
2 ที่มา รับการรักษาที่คลินิกเบาหวานโรงพยาบาลวิเศษชัยชาญ และโรงพยาบาลโพธิ์ทอง จ. อ่างทอง
ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนธันวาคม พ. ศ.2555 อายุ 20-60 ปี แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่มๆ ละ
17 คน โดยกลุ่มควบคุมออกกำลังกายตามคำแนะนำจากพยาบาลประจำคลินิกเบาหวาน และกลุ่ม
ทดลองออกกำลังกายแบบแอโรบิกกับเก้าอี้ 20 นาทีต่อครั้ง (โดยให้ดูวีดีทัศน์) บันทึกการออกกำลังกาย
ระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าค่าน้ำตาลเฉลี่ยสะสมที่มีการออกกำลังกายแบบแอโรบิกกับเก้าอี้
ลดลงดีกว่าก่อนการทดลองและลดลงดีกว่ากลุ่มควบคุม

สุนิสา พลนอก (2560) ศึกษาประสิทธิผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและแบบแรง
ต้านต่อระดับน้ำตาลในเลือดของกลุ่มเสี่ยงเป็นโรคเบาหวานของเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลนครราชสีมา
กลุ่มตัวอย่างเป็นเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นกลุ่มเสี่ยงเป็น
โรคเบาหวานจากการตรวจสุขภาพประจำปี 2559 มีผลการตรวจน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร 100-
125 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร 38 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยสมัครใจออกกำลังกายแบบแอโรบิก (การเดินแอ
โรบิก) 18 คน และสมัครใจออกกำลังกายแบบแรงต้าน (การออกกำลังกายโดยใช้ยางยืด) 20 คน ทั้ง
2 กลุ่มออกกำลังกายที่ระดับปานกลาง 30 นาทีต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 3 เดือน พบว่าการ
ออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการออกกำลังกายแบบแรงต้านช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ แต่การ
ออกกำลังกายทั้ง 2 ประเภทส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือดไม่แตกต่างกัน และ
ความสัมพันธ์ระหว่างเพศ อายุ น้ำหนักตัว และดัชนีมวลกายไม่มีความสัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลง
ของน้ำตาลในเลือด

สุพิชญา หวังปิติพาณิชย์ และคณะ (2560) ศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบ
แรนสามสิบต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคเบาหวาน ดัชนีมวลกาย และค่าน้ำตาลในเลือดปลายนิ้วของ
ผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน อายุตั้งแต่ 18 ปี
ขึ้นไป เลือกแบบเจาะจง จำนวน 30 คน ได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรนสามสิบ (RANS
30) ซึ่งตัว R คือ ความแข็งแรง A คือ ความ กล้าคิด N คือ จิตอาสา S คือ พัฒนาตนให้รอบรู้สู่การ
เป็นผู้นำทางวิชาการ และทำงานอย่างมีอาชีพ และ 30 คือ การออกกำลังกาย 30 นาทีต่อวัน (ออก
กำลังกายด้วยการเดินแสดงท่าประกอบเพลง) โปรแกรมนี้บูรณาการร่วมกับแนวคิดการรับรู้สมรรถนะ
แห่งตน ประกอบด้วย การสาธิตการออกกำลังกายแบบแรนสามสิบ โดยมีนักศึกษายาบาลที่ผ่านการ

ฝึกฝนแล้วเป็นผู้นำการออกกำลังกายผ่านสื่อวีดิทัศน์ซึ่งพัฒนาโดยผู้วิจัย ความรู้เรื่องอาหาร แลกเปลี่ยนและมอบหมายให้กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกาย เป็นเวลา 8 สัปดาห์ มีกิจกรรมกลุ่ม แลกเปลี่ยนประสบการณ์ การติดตามเยี่ยมบ้าน และ/หรือติดตามทางโทรศัพท์ โดยใช้คำพูดชักจูงและ พัฒนาศักยภาพด้านร่างกายและจิตใจ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามพฤติกรรมการป้องกัน โรคเบาหวาน พบว่าดัชนีมวลกายลดลง แต่พฤติกรรมการป้องกันโรคเบาหวานและน้ำตาลในเลือด ปลายนิ้วไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรนสามสิบ ควรนำมาใช้ในการส่งเสริมการออกกำลังกายในชุมชน และควรเพิ่มระยะเวลาในการศึกษาเพื่อ ประเมินการเปลี่ยนแปลงของพฤติกรรมการป้องกันโรคเบาหวานและน้ำตาลในเลือดให้ชัดเจนมากขึ้น

ชุดิญา อุ่นทานนท์ (2560) ศึกษาการสร้างแบบฝึกกล้ามเนื้อตามลักษณะการใช้งาน เพื่อ พัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวและขา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชายระดับมัธยมศึกษาตอน ปลาย ปีการศึกษา 2558 จำนวน 60 คน ฝึก 8 สัปดาห์ๆ ละ 3 วันๆ ละ 1 ชั่วโมง พบว่า โปรแกรม การฝึกกล้ามเนื้อตามลักษณะการใช้งานสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวและขาได้

อัญญาดา อนุวงศ์เจริญ (2560) ศึกษาผลของการเดินแอโรบิกในความหนักที่ต่างกันต่อระดับ น้ำตาลในเลือดของผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ด้วยการเดินแอโรบิกที่ระดับหนักที่ต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นหญิงวัยกลางคนที่มีภาวะก่อนเบาหวาน อายุเฉลี่ย 39-40 ปี แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 15 คน ได้แก่ กลุ่มที่ 1 เดินแอโรบิกที่ระดับเบา 60-65% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด กลุ่มที่ 2 เดินแอโรบิกที่ระดับปานกลาง 70-75% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด และกลุ่มที่ 3 ใช้ ชีวิตประจำวันตามปกติ ทำการออกกำลังกายระยะเวลา 30 นาที จำนวน 3 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าการเดินแอโรบิกที่ระดับปานกลาง 70-75% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด สามารถ ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของหญิงวัยกลางคนที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานได้อย่างมี ประสิทธิภาพ ระดับน้ำตาลในเลือดลดลงภายหลังการออกกำลังกายสัปดาห์ที่ 4 และระดับน้ำตาลใน เลือดลดลงเข้าสู่ช่วงระดับปกติภายหลังการออกกำลังกายสัปดาห์ที่ 8

แสงทอง อีระทองคำ (2561) ศึกษาผลของโปรแกรมปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพร่วมกับการ แกว่งแขนต่อดัชนีมวลกายและค่าน้ำตาลในเลือดปลายนิ้วในกลุ่มเสี่ยงเบาหวาน กลุ่มตัวอย่างอายุ ตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป 30 คน ได้รับโปรแกรมปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพร่วมกับการแกว่งแขนที่บ้าน หรือร่วมกันในชุมชน อย่างน้อย 30 นาทีต่อวัน 3 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่ามีดัชนี มวลกายและค่าน้ำตาลในเลือดปลายนิ้วลดลง ดังนั้นจึงควรประยุกต์ใช้โปรแกรมปรับเปลี่ยน พฤติกรรมสุขภาพร่วมกับการแกว่งแขน เพื่อป้องกันการเกิดโรคเบาหวานให้กับกลุ่มเสี่ยงเบาหวาน

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

King et al. (1991) ศึกษาการออกกำลังกายแบบกลุ่มและการออกกำลังกายที่บ้านในผู้ใหญ่ชาย และหญิงที่มีสุขภาพดี กลุ่มตัวอย่างหญิง จำนวน 132 คน และชาย 168 คน อายุ 50-65 ปี มีพฤติกรรม

เนือยนิ่งและปราศจากโรคหัวใจและหลอดเลือด แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ให้ออกกำลังกายด้วยการเดินและ/หรือ การวิ่งบนลู่วิ่ง กลุ่มที่ 1 ออกกำลังกายแบบกลุ่ม (ภายใต้กำกับดูแลของผู้นำ) โดยจัดให้มีขึ้นที่ศูนย์ ผู้สูงอายุชุมชนท้องถิ่นและวิทยาลัยชุมชน 74 คน ที่ระดับหนัก 73-88% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด จำนวน 6 วันๆ ละ 40 นาที กลุ่มที่ 2 ออกกำลังกายที่บ้าน 77 คน ที่ระดับหนัก 73-88% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด จำนวน 6 วันๆ ละ 40 นาที กลุ่มที่ 3 ออกกำลังกายที่บ้าน 74 คน ที่ระดับเบา 60-73% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด จำนวน 6 วันๆ ละ 30 นาที กลุ่มที่ 4 กลุ่มควบคุมไม่ได้ออกกำลังกาย 75 คน พบว่าการฝึกทั้ง 3 แบบแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการออกกำลังกายหลังฝึกเดือนที่ 6 และเดือนที่ 12 การฝึกออกกำลังกายที่ระดับเบามีการเปลี่ยนแปลงได้เหมือนการฝึกออกกำลังกายที่ระดับหนัก แต่ความสม่ำเสมอในการออกกำลังกายแบบกลุ่มที่ระดับหนักดีกว่าการฝึกออกกำลังกายที่บ้านทั้งสองแบบ ระดับไขมัน น้ำหนักตัว และความดันโลหิตเปลี่ยนแปลงไม่แตกต่างกัน การออกกำลังกายที่บ้านมี ประสิทธิภาพเท่ากับการออกกำลังกายแบบกลุ่มและโปรแกรมการออกกำลังกายมีความปลอดภัย

Whitehurst (2005) ศึกษาประโยชน์ของการฝึกฟังก์ชันนัลแบบวงจรสำหรับผู้สูงอายุ กลุ่ม ตัวอย่างเป็นชายและหญิงมีการผ่าตัดเข่า (ACL) จำนวน 119 คน อายุ 73 ± 4.61 ปี ฝึก 3 ครั้งต่อ สัปดาห์เป็นเวลา 12 สัปดาห์ การฝึกฟังก์ชันนัลแบบวงจรประกอบด้วย 10 ท่า แต่ละท่าปฏิบัติ ต่อเนื่อง 60 วินาที ทำซ้ำได้ 10-30 ครั้งก่อนเปลี่ยนท่าฝึก ปฏิบัติ 3 รอบ ที่ระดับ 70-80% ของอัตรา การเต้นหัวใจสูงสุด รวมทั้งกำหนดความหนักจากระดับการรับรู้ความเหนื่อย (RPE) (13-14) พบว่ามี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังการทดลอง ได้แก่ ลุกขึ้นและเดินไป (Get up and go) ยืนก้มตัว นั่งอตัว และคุณภาพชีวิต รวมทั้งการเคลื่อนไหวของร่างกาย สำหรับอาการปวดเข่าและ จำนวนการเข้าพบแพทย์ลดลง สรุปว่าการฝึกฟังก์ชันนัลแบบวงจรเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการ ส่งเสริมการเคลื่อนไหวและการรับรู้สุขภาพในผู้สูงอายุ

Jones (2009) ศึกษาผลของการออกกำลังกายในน้ำต่อการตอบสนองของน้ำตาลกลูโคสและ อินซูลินในสตรีที่มีน้ำหนักเกิน กลุ่มตัวอย่างเพศหญิงที่มีน้ำหนักเกิน โดยมีดัชนีมวลกายมากกว่า 25 กก./ม.² จำนวน 15 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่มีระดับน้ำตาลในเลือดปกติ 7 คน และกลุ่มที่มีความ ทนทานต่อน้ำตาลกลูโคสบกพร่อง 8 คน ฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกร่วมกับการออกกำลังกาย แบบแรงต้านในน้ำ ระยะเวลา 12 สัปดาห์ 3 วันต่อสัปดาห์ ครั้งละ 60 นาที ความหนักที่ระดับ 70-75% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด พบว่า ระดับอินซูลินลดลง 44% ความทนทานต่อน้ำตาลกลูโคส ลดลง 30.4% และรอบเอวลดลง 5.3% ในกลุ่มที่มีความทนทานต่อน้ำตาลกลูโคสบกพร่อง สำหรับ กลุ่มที่มีระดับน้ำตาลในเลือดปกติ มีรอบเอวและสัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพกลดลง 6.0% และ 5.5% ตามลำดับ สรุปว่าการออกกำลังกายในน้ำแบบวงจร ความหนักที่ระดับปานกลาง เป็นวิธีการ ออกกำลังกายที่มีประสิทธิภาพช่วยปรับปรุงการตอบสนองของน้ำตาลกลูโคสและอินซูลินในสตรีที่มี น้ำหนักเกินที่มีภาวะความทนทานต่อน้ำตาลกลูโคสบกพร่อง

Lagally (2009) ศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาและเมตะบอลิซึมต่อการออกกำลังกายด้วยแรงต้านแบบต่อเนื่อง อาสาสมัครชาย 10 คน และหญิง 10 คน อายุ 19-27 ปี ฝึกออกกำลังกายด้วยแรงต้านแบบต่อเนื่อง 40 นาทีต่อครั้ง ประกอบด้วย อบอุ่นร่างกาย 7 นาที ฝึกออกกำลังกายออกกำลังกายด้วยแรงต้านแบบต่อเนื่อง แบ่งเป็น 3x9.5 นาที (คล้ายคลึงกับการฝึกด้วยน้ำหนักแบบวงจรร) ฝึก 10 ครั้ง ฝึก 3 รอบ แต่ละรอบใช้ความสูงของสายที่จับเครื่องฝึกที่ระดับปานกลาง ต่ำ สูง ตามลำดับ และคลายอบอุ่นร่างกาย 4.5 นาที ฝึกโดยทำตามวิดีโอ พบว่าการใช้ออกซิเจนและความสามารถในการยกน้ำหนักระหว่างชายและหญิงคล้ายคลึงกัน ส่วนชายมีการใช้พลังงานมากกว่าหญิง

Solomon (2010) ศึกษาการปรับการทำงานของเบต้าเซลล์ในตับอ่อนในผู้ที่เป็โรคเบาหวานชนิดที่ 2 หลังการลดน้ำหนักที่เกิดจากวิถีชีวิตเกี่ยวข้องกับการหลังฮอร์โมนกลูโคสติเพนเดนที่อินซูลินโนโทรฟิกโพลีเปปไทด์ กลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ จำนวน 29 คน กลุ่มที่เป็นโรคเบาหวานและมีภาวะโรคอ้วน และกลุ่มที่เป็นโรคอ้วนแต่มีความทนทานต่อกลูโคสปกติ ได้รับการให้คำปรึกษาด้านโภชนาการและฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกโดยวิ่งลูกลที่ระดับ 60-65% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด และในสัปดาห์ที่ 4 เพิ่มความหนักของการออกกำลังกายที่ระดับ 80-85% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ออกกำลังกายครั้งละ 1 ชั่วโมง ฝึก 5 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 3 เดือน พบว่าการหลังอินซูลินจากการทดสอบ OGTT เพิ่มขึ้นในกลุ่มที่เป็นโรคเบาหวานและมีภาวะโรคอ้วน และลดลงในกลุ่มที่เป็นโรคอ้วนแต่มีความทนทานต่อกลูโคสปกติ การเปลี่ยนแปลงการหลังอินซูลินเกี่ยวข้องโดยตรงกับการตอบสนองของฮอร์โมนกลูโคสติเพนเดนที่อินซูลินโนโทรฟิกโพลีเปปไทด์เพิ่มขึ้นในกลุ่มที่เป็นโรคเบาหวานและมีภาวะโรคอ้วน และลดลงในระดับปานกลางในกลุ่มที่เป็นโรคอ้วนแต่มีความทนทานต่อกลูโคสปกติ สรุปว่ามีการปรับการหลังอินซูลินจากการทดสอบ OGTT ในผู้สูงอายุที่เป็นโรคอ้วน และผู้ที่ไม่เป็นโรคเบาหวานขึ้นอยู่กับความไวของอินซูลินที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตามในผู้สูงอายุที่เป็นโรคเบาหวานและมีภาวะโรคอ้วน การหลังอินซูลินที่ดีขึ้นเป็นผลมาจากการทำงานของเบต้าเซลล์สูง

Jenkins (2011) ศึกษาการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกมีผลต่อความทนของน้ำตาลกลูโคสผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานและผู้ที่มีน้ำตาลในเลือดปกติ กลุ่มตัวอย่างทดสอบความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) ในชายและหญิงแบ่งเป็นผู้ที่มีภาวะน้ำตาลในเลือดปกติ จำนวน 119 คน และผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน จำนวน 47 คน ฝึกออกกำลังกายหลายรูปแบบ (ลูกล จักรยาน และกรรเชียงบก) ฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 20 นาที ที่ระดับ 50% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 4 สัปดาห์ และเพิ่มเวลาขึ้น 5 นาทีต่อสัปดาห์จนถึง 40 นาทีต่อครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ และเพิ่มขึ้นเป็นระดับ 70% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 4 สัปดาห์ จากนั้นให้เดินออกกำลังกายที่บ้าน 45-60 นาที ระยะเวลา 12 สัปดาห์ บันทึกอาหารเป็นประจำทุกสัปดาห์ ตลอดการฝึกกลุ่มตัวอย่างได้รับการแนะนำให้รักษาปริมาณแคลอรี กลุ่มตัวอย่างได้รับการชั่งน้ำหนักราย

สัปดาห์และได้รับคำแนะนำให้แก้ไขพฤติกรรมการบริโภคอาหารของตนหากน้ำหนักเพิ่มขึ้นหรือถ้า น้ำหนักลดลงกว่าที่คาดไว้จากการออกกำลังกาย ทดสอบความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) ก่อน และหลังการออกกำลังกายแบบแอโรบิก 6 เดือน พบว่า ผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานมีการตอบสนองของกลูโคสต่อ OGTT และอินซูลินมากขึ้นกว่าผู้ที่มีน้ำตาลในเลือดปกติทั้งก่อนและหลังการ ฝึก ผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานมีการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ใต้โค้งของกลูโคสและอินซูลินที่เกิด จากการออกกำลังกายมากขึ้น รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของกลูโคสและอินซูลินใน หลายช่วงเวลาของการทดสอบ OGTT สรุปว่าผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานมีความสัมพันธ์กับการ เปลี่ยนแปลงความทนของน้ำตาลกลูโคสมากขึ้น อย่างไรก็ตามการฝึกความอดทนอย่างเดียว 6 เดือน ไม่เพียงพอที่จะทำให้ผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานสามารถช่วยลดความเสี่ยงการเป็นโรคเบาหวาน

McNeilly (2012) ศึกษาการออกกำลังกายและความทนทานต่อกลูโคสในผู้ที่เป็นโรคอ้วน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 11 คน แบ่งเป็นชาย 6 คน หญิง 5 คน ฝึกออกกำลังกายระยะเวลา 12 สัปดาห์ ออกกำลังกายด้วยการเดินเฉลี่ย 159 นาทีต่อสัปดาห์ที่ระดับ 65% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด และ บันทึกใส่สมุดด้วยตนเอง ผู้วิจัยประเมินจากข้อมูลจากการจดบันทึก และมีความเป็นไปได้เล็กน้อยที่ ผู้เข้าร่วมบางคนจะออกกำลังกายที่สูงกว่าระดับ 65% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ฝึกออกกำลังกาย 30 นาทีต่อครั้ง 5 วันต่อสัปดาห์ ทดสอบก่อนและหลัง 12 สัปดาห์ พบว่าไตรกลีเซอไรด์ คอเลสเตอรอล ความดันโลหิต และสัดส่วนร่างกายลดลง เพิ่มการทำงานของหลอดเลือดในแขนขา โดยมีการทำให้การเผาผลาญไตรกลีเซอไรด์ดีขึ้น

Balachandran (2016) ศึกษาการฝึกความแข็งแรงแบบฟังก์ชันนัล: การฝึกด้วยเครื่องทำนั่ง และการฝึกด้วยเครื่องทำยืนสายเคเบิลเพื่อเพิ่มสมรรถภาพทางกายในผู้สูงอายุ กลุ่มตัวอย่างอายุ 65 ปีขึ้นไป แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มฝึกด้วยเครื่องทำนั่ง (Seated machine; SM) จำนวน 10 คน และ กลุ่มฝึกด้วยเครื่องทำยืน สายเคเบิล (Standing cable; SC) จำนวน 12 คน ฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 12 สัปดาห์ ฝึกจำนวน 3 เซตๆ ละ 12 ครั้ง แต่ละกลุ่มฝึกจำนวน 10 ท่า พบว่า สมรรถภาพทางกายที่ประเมินจากการทดสอบ Physical performance battery (PPB) ประกอบด้วย Balance, Gait, Narrow gait and chair มีการพัฒนาทางคลินิกดีขึ้นทั้งกลุ่ม SC และ กลุ่ม SM และที่สำคัญไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม สรุปว่าการฝึกด้วยเครื่องทำ ยืนสายเคเบิลไม่ได้ดีกว่าการฝึกด้วยเครื่องทำนั่งในการเพิ่มสมรรถภาพทางกายของผู้สูงอายุ การฝึกทั้งสองวิธีมีประสิทธิภาพในการพัฒนาฟังก์ชันการทำงานของร่างกายและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เพิ่มขึ้นได้เหมือนกัน ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าควรพิจารณาความเฉพาะเจาะจงของการออกกำลังกาย เมื่อกำหนดการออกกำลังกายแบบแรงต้านเพื่อพัฒนาฟังก์ชันการทำงานของร่างกายในผู้สูงอายุ

Eikenberg (2016) ศึกษาในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานฟิโนไทป์มีอิทธิพลต่อการปรับ ภาวะธำรงดุลของน้ำตาลกลูโคสด้วยการฝึกแบบแรงต้าน กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุที่มีน้ำหนักเกิน

และมีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน อายุ 60 ± 5 ปี แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่มีภาวะกลูโคสหลังอดอาหารบกพร่อง (IFG) จำนวน 73 คน กลุ่มความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง (IGT) จำนวน 21 คน และกลุ่มที่รวมทั้ง IFG และ IGT จำนวน 65 คน ฝึกสัปดาห์ละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 12 สัปดาห์ กำหนดความหนักจากระดับการรับรู้ความเหนื่อยที่ระดับหนัก (RPE) 6-20 ปฏิบัติ 6-12 ครั้งต่อเซต มีการเพิ่มความหนักเมื่อมีพัฒนาการเพิ่มขึ้น ศึกษาตัวแปรน้ำหนักและองค์ประกอบของร่างกาย ความแข็งแรง ระดับน้ำตาลในเลือด ความทนของน้ำตาลกลูโคสและ Matsuda-defronza ประเมินความไวของอินซูลิน (ISI) ทดสอบก่อนและหลังการฝึก กลุ่ม IFG กลุ่ม IGT กลุ่มรวม IFG และ IGT พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออกท่า Chest press กล้ามเนื้อขาท่า Leg press เพิ่มขึ้น เส้นรอบเอวลดลงและไขมันในร่างกายลดลง น้ำตาลกลูโคสหลังอดอาหารไม่เปลี่ยนแปลง ความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) ดีขึ้นในกลุ่ม IGT และกลุ่มรวม IFG และ IGT ความไวของอินซูลิน (ISI) ไม่มีการเปลี่ยนแปลง สรุปการฝึกแบบแรงต้านที่ไม่มีการควบคุมอาหารช่วยเพิ่มความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) ในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน อย่างไรก็ตามการปรับภาวะธำรงดุลของกลูโคสด้วยการฝึกแบบแรงต้านนั้นเกิดขึ้นเฉพาะในกลุ่ม IGT หรือ กลุ่มรวม IFG และ IGT

Higgs (2016) ศึกษาผลของโปรแกรมการดำเนินชีวิตตามปกติในชุมชนสำหรับผู้ใหญ่ที่เป็นโรคเบาหวานหรือภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ผู้เข้าร่วมใช้เวลา 90 นาที ได้รับความรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง 45 นาที และออกกำลังกายแบบแอโรบิกและแบบแรงต้าน 45 นาที ฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ทดสอบก่อนการฝึก หลังการฝึก 12 สัปดาห์ และหลังการฝึกเสร็จแล้วอีก 14 สัปดาห์ พบว่าการเดินทางที่เพิ่มระยะทางเดินได้มากขึ้น สามารถเพิ่มเวลาในการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อสัปดาห์ได้มากขึ้น และการรับรู้ความสามารถในตนเองและการจัดการตนเองมากขึ้น มีการยอมรับโปรแกรมที่ดีแสดงให้เห็นโดยรูปแบบที่แสดงถึงบรรยากาศที่เป็นมิตรและให้ความสำคัญกับโปรแกรม สรุปว่าโครงการนี้ได้รับการยอมรับ มีความปลอดภัยและผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ทางคลินิกแก่กลุ่มตัวอย่าง

Slentz (2016) ศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายเพียงอย่างเดียวกับการออกกำลังกายแบบผสมผสานการปรับวิถีชีวิตทางโภชนาการต่อภูมิคุ้มกันของกลูโคสในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน การทดลองแบบสุ่ม เป็นผู้มีพฤติกรรมเนือยนิ่ง ไม่สูบบุหรี่ อายุ 45-75 ปี จำนวน 150 คน มีค่าน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารระดับสูง (5.28-6.94 มิลลิโมลต่อลิตร) แต่ไม่มีโรคหลอดเลือดหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 4 กลุ่ม ให้ออกกำลังกาย 6 เดือน กลุ่มที่ 1 จำนวน 40 คน ออกกำลังกายระดับหนักหรือปานกลางโดยเดินหรือวิ่งเหยาะๆ ประมาณ 22.2 กม.ต่อสัปดาห์ หรือระดับ 50% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง กลุ่มที่ 2 จำนวน 38 คน ออกกำลังกายระดับหนักหรือหนักมากโดยเดินหรือวิ่งเหยาะๆ ประมาณ 22.2 กม.ต่อสัปดาห์ หรือระดับ 75% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง กลุ่มที่ 3 จำนวน 35 คน ออกกำลังกายระดับต่ำหรือปานกลางโดยเดินหรือวิ่งเหยาะๆ

ประมาณ 13.8 กม.ต่อสัปดาห์ หรือระดับ 50% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง กลุ่มที่ 4 จำนวน 37 คน ควบคุมอาหารผสมผสานกับออกกำลังกายระดับต่ำหรือปานกลางโดยเดินหรือวิ่งเหยาะๆ ประมาณ 13.8 กม.ต่อสัปดาห์ หรือระดับ 50% ของอัตราการเต้นหัวใจสำรอง ทดสอบก่อนและหลัง การฝึก พบว่า กลุ่มที่ควบคุมอาหารผสมผสานกับการออกกำลังกายมีการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาล กลูโคสและอินซูลินในร่างกายได้ดีกว่า สำหรับกลุ่มการออกกำลังกายอื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน การค้นพบนี้ มีความสำคัญสำหรับการเลือกวิธีที่ช่วยป้องกันการลุกลามของโรคเบาหวานประเภท 2 สำหรับผู้ที่มีความเสี่ยงสูง

Chaves (2017) ศึกษาอิทธิพลของการฝึกฟังก์ชันนัลและการฝึกแบบดั้งเดิมที่มีต่อพลัง กล้ามเนื้อ คุณภาพการเคลื่อนไหว และคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ: การศึกษาทางคลินิกแบบสุ่มและแบบควบคุม กลุ่มตัวอย่างอายุ 60 ปี ขึ้นไป แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มฝึกฟังก์ชันนัล จำนวน 18 คน กลุ่มฝึกแบบดั้งเดิม จำนวน 15 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 11 คน ฝึกเตรียมความพร้อมก่อนเป็นเวลา 2 สัปดาห์ที่ระดับ 60% 1 RM จำนวน 5 ท่าฝึก ฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ฝึก ระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยกลุ่มฝึกฟังก์ชันนัล ฝึกครั้งที่ 1-18 จำนวน 8 ท่าฝึก 8-12 ครั้ง ที่ระดับ 70-85% 1 RM ฝึกครั้งที่ 18-36 จำนวน 8 ท่าฝึก โดยเปลี่ยนท่าการฝึกบางท่าหรือเปลี่ยนแรงต้านที่ใช้ฝึก กลุ่มฝึกแบบดั้งเดิม ฝึกครั้งที่ 1-18 จำนวน 8 ท่าฝึก 8-12 ครั้ง ที่ระดับ 70-85% 1 RM ฝึกครั้งที่ 18-36 จำนวน 8 ท่าฝึก โดยเปลี่ยนท่าการฝึกบางท่าหรือเปลี่ยนแรงต้านที่ใช้ฝึก และกลุ่มควบคุม ฝึกยืดเหยียดข้อต่อจนรู้สึกตึงที่ระดับปานกลางแล้วผ่อนคลาย ฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ใช้เวลา 50 นาที ต่อครั้ง พบว่ากลุ่มฝึกฟังก์ชันนัลและกลุ่มฝึกแบบดั้งเดิมมีพลังกล้ามเนื้อและคุณภาพการเคลื่อนไหว เพิ่มขึ้นอย่างมากเมื่อเทียบกับก่อนการทดลองยกเว้นกลุ่มควบคุม สำหรับคุณภาพชีวิตเฉพาะ กลุ่มฝึก ฟังก์ชันนัลแสดงการเปลี่ยนแปลงเพิ่มมากขึ้น

Davy (2017) ศึกษาการต่อต้านโรคเบาหวาน: การศึกษาทางคลินิกแบบสุ่มสำหรับการรักษา ด้วยการฝึกแรงต้านในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน เพื่อประเมินว่าการแทรกแซงทางทฤษฎี เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจทางสังคมและการฝึกด้วยแรงต้านช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการพัฒนา ความแข็งแรงและลดความชุกของความเสี่ยงเป็นโรคเบาหวาน กลุ่มตัวอย่างเป็นคนที่มีน้ำหนักเกิน หรือเป็นโรคอ้วนร่วมกับเป็นผู้เสี่ยงเป็นโรคเบาหวาน ผู้ใหญ่อายุ 50-69 ปี เข้าร่วมการทดลอง 15 เดือน ผู้เข้าร่วมเพศชายและหญิง จำนวน 170 คนได้รับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านกับผู้นำ 3 เดือน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ หลังจากนั้นแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ออกกำลังกายด้วยแรง ต้านร่วมกับการแทรกแซงทางทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจทางสังคมในสถานที่ที่ตนเองเลือกออก กกำลังกาย จำนวน 79 คน และกลุ่มที่ 2 ออกกำลังกายด้วยแรงต้านใช้การดูแลมาตรฐานในสถานที่ที่ ตนเองเลือกออกกำลังกาย จำนวน 80 คน ระยะเวลา 6 เดือน และช่วงระยะเวลา 6 เดือนสุดท้ายไม่มีการติดต่อ การประเมินช่วงเริ่มต้นและเดือนที่ 3 9 และ 15 และการติดตามผลอีก 9 ครั้ง การดูแล

มาตรฐานเกี่ยวข้องกับการติดตามผลทั่วไป 6 ครั้ง ผลลัพธ์หลักคือความชุกของภาวะน้ำตาลในเลือด และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พบว่าการฝึกแบบแรงต้านช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการคงสภาพความแข็งแรงกล้ามเนื้อและลดความชุกของความเสียหายเป็นโรคเบาหวาน 34% ของผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานไม่ให้เป็นโรคเบาหวาน มวลที่ปราศจากไขมันเพิ่มขึ้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในเดือนที่ 3 และคงที่ไปจนถึงเดือนที่ 15 (มีอัตราการคงสภาพร่างกายไว้หลังการทดลอง 15 เดือนได้ 76% ลดลงกว่า 3 เดือนแรกเล็กน้อย) นอกจากนี้ พบว่ากลุ่มที่ใช้ทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจทางสังคมไม่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกับกลุ่มที่ดูแลตามมาตรฐาน

Halliday (2017) ศึกษาการฝึกด้วยแรงต้านมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเองในแอโรบิกแต่ไม่รวมถึงการควบคุมอาหารในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน กลุ่มตัวอย่างเพศหญิงเป็นผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ที่น้ำหนักเกินหรือเป็นโรคอ้วน ผู้ใหญ่อายุ 59.5 ± 5.5 ปี เข้าร่วมการทดลอง 15 เดือน ผู้เข้าร่วมเพศชายและหญิง จำนวน 170 คนได้รับการออกกำลังกายด้วยแรงต้านกับผู้นำ 3 เดือน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ หลังจากนั้นแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ออกกำลังกายด้วยแรงต้านร่วมกับการบำรุงรักษาด้วยการแทรกแซงทาง จำนวน 79 คน และกลุ่มที่ 2 ออกกำลังกายแบบแรงต้านใช้การดูแลมาตรฐานในสถานที่ที่ตนเองเลือกออกกำลังกาย จำนวน 80 คน ระยะเวลา 6 เดือน และช่วงระยะเวลา 6 เดือนสุดท้ายไม่มีการติดต่อ การประเมินช่วงเริ่มต้นและเดือนที่ 3 9 และ 15 และการติดตามผลอีก 9 ครั้ง การดูแลมาตรฐานเกี่ยวข้องกับการติดตามผลทั่วไป 6 ครั้ง มีการรวบรวมเรียกคืนข้อมูลการบริโภคอาหารตลอด 24 ชั่วโมง (3 ครั้ง) แบบจำลองผลกระทบผสมถูกนำมาใช้เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงการบริโภคอาหารและไม่ได้ออกกำลังกายรักษาการคงสภาพด้วยแรงต้าน ในช่วงศึกษา 15 เดือน พบว่า ปริมาณพลังงานและคาร์โบไฮเดรตลดลงเมื่อเริ่มต้นการฝึกแรงต้านและระยะเวลาการบำรุงรักษาการฝึกแรงต้านตั้งแต่เริ่มต้นถึงเดือนที่ 9 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในด้านโภชนาการโดยรวม (ดัชนีการรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพเกิดขึ้น การบำรุงรักษาการฝึกแรงต้านมีการเพิ่มขึ้นของพลังงานที่ใช้ต่อสัปดาห์ของการไม่ได้ฝึกแรงต้านที่เพิ่มขึ้น เดือนที่ 3 ถึงเดือนที่ 9 ซึ่งเป็นที่คาดการณ์โดยเกิดจากการ ควบคุมตนเองที่เพิ่มขึ้นและลดความคาดหวังผลสำหรับการฝึกแรงต้าน สรุปว่า การเริ่มต้นและการดูแลรักษาการออกกำลังกายด้วยแรงต้านอาจเป็นพฤติกรรมที่นำไปสู่การปรับปรุงพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพอื่นๆ ผลลัพธ์เหล่านี้มีเหตุผลสำหรับการปรับใช้ในวิถีชีวิตเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับการนำไปใช้เมื่อทรัพยากรมีจำกัด

Rowan (2017) ศึกษาผลการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิกระดับปานกลางและการลดความเสี่ยงของผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 21 คน ที่ผ่านการคัดกรองจากแบบสำรวจและมีค่าน้ำตาลเฉลี่ยสะสมผ่านเกณฑ์ระหว่าง 5.7-6.4% แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม จำนวน 10 คน ออกกำลังกายแบบแอโรบิกระดับปานกลางอย่างต่อเนื่อง

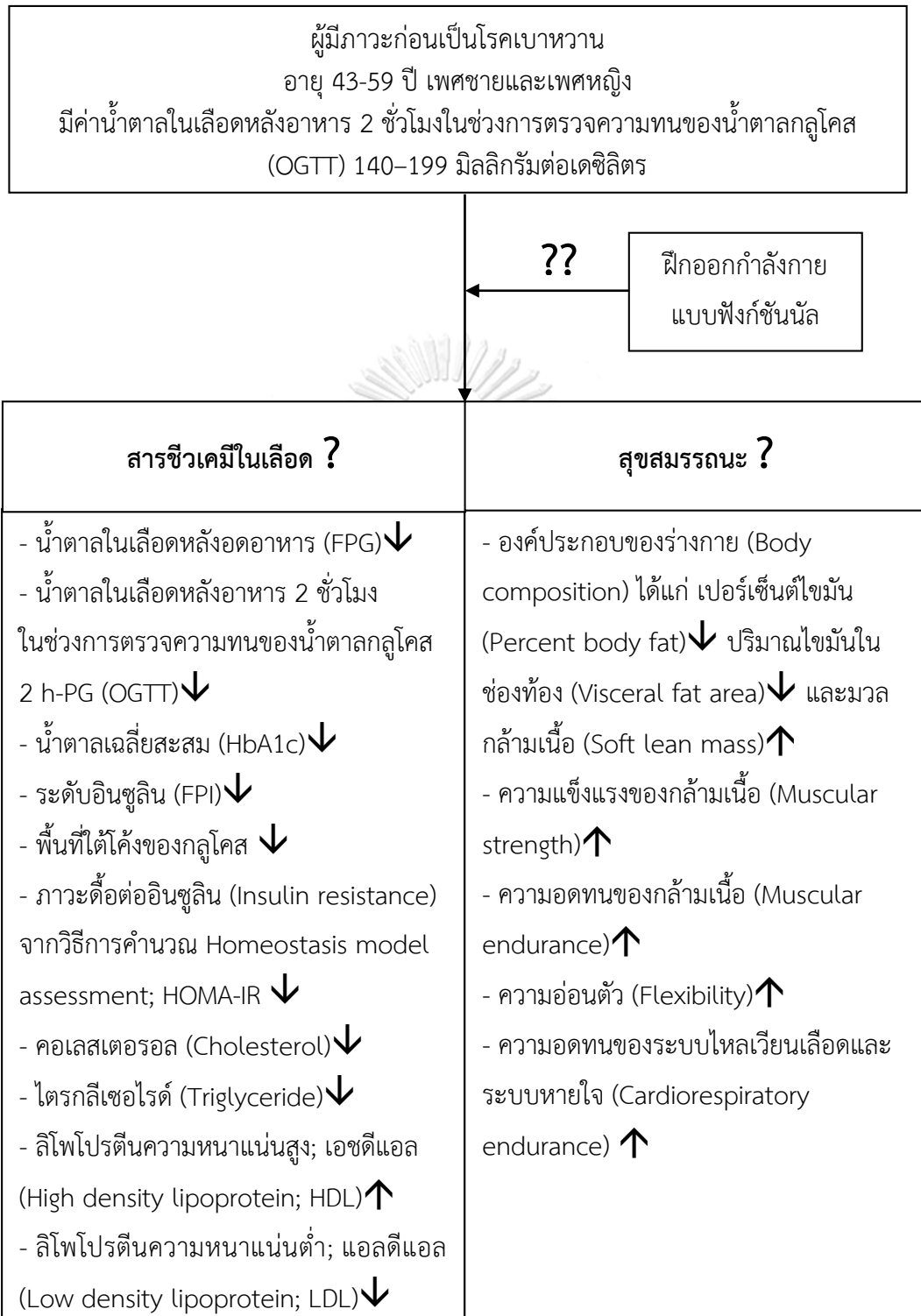
และกลุ่มที่ 2 กลุ่มฝึกการออกกำลังกายอย่างหนักในช่วงเวลาสั้นๆ สลับกับการออกกำลังกายเบา ๆ (HIIT) จำนวน 11 คน ฝึกออกกำลังกาย 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ การฝึกทั้ง 2 แบบ ร่วมกับการฝึกแรงต้าน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ พบว่าทำให้น้ำตาลเฉลี่ยสะสมลดลง ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดดีขึ้น ไขมันรอบเอวลดลง ปริมาณไขมันในช่องท้องลดลง และเพิ่มความสามารถการออกกำลังกายแบบแอโรบิกในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน

Shabbir (2017) ศึกษาการเปรียบเทียบการฝึกฟังก์ชันนัลและการฝึกความแข็งแรงในการเปลี่ยนแปลงการเหยียดและหดตัวของข้อเข่าหลังสี่สัปดาห์แรกของการเปลี่ยนข้อเข่าทั้งหมด กลุ่มตัวอย่างได้รับการวินิจฉัยโรคข้อเข่าเสื่อมของหัวเข่า มีการผ่าตัดเข่า (Total knee replacement; TKR) ครั้งแรก ยกเว้นผู้ป่วยโรคข้ออักเสบรูมาตอยด์หรือเนื้องอกกระดูก แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มควบคุม จำนวน 33 คน ฝึกเสริมสร้างกล้ามเนื้อวันละครั้งเป็นเวลา 5 วันต่อสัปดาห์ ฝึกแรงต้านโดยผู้กึ่งทนายที่ข้อเท้า และกลุ่มที่ได้รับการฝึกฟังก์ชันนัล จำนวน 31 คน โดยฝึกทำต่างๆ ได้แก่ สควอท ลันจ์ และ สเตปอัพและสเตปดาวน์ ระยะเวลา 4 สัปดาห์ วัดผลการเคลื่อนไหวของข้อด้วยเครื่องวัดมุมการเคลื่อนไหว (Goniometry) และใช้แบบประเมินอาการปวดหรือไม่โดยให้บอกเป็นความปวดตั้งแต่ไม่ปวดจนถึงปวดมากที่สุด (Visual analogue scale; VAS) พบว่าไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในการเหยียดเข่าระหว่างสองกลุ่ม และคะแนนความเจ็บปวดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปว่าการฝึกแรงต้านและการฝึกฟังก์ชันนัลมีประสิทธิภาพพอๆกันในการพัฒนาการเหยียดและหดตัวของข้อเข่า อย่างไรก็ตามการฝึกฟังก์ชันนัลช่วยลดอาการปวดเข่าหลังผ่าตัดได้อย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับฝึกแรงต้าน ดังนั้นแนะนำให้ทำการฝึกฟังก์ชันนัลเป็นส่วนสำคัญของการฟื้นฟูร่างกายหลังการผ่าตัดข้อเข่า

กรอบแนวความคิดในการวิจัย

ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานเกิดจากภาวะดื้อต่ออินซูลินและความบกพร่องในการหลั่งอินซูลิน มีภาวะกลูโคสหลังอดอาหารบกพร่อง และ/หรือภาวะความทนทานต่อกลูโคสบกพร่อง ซึ่งภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานมีความสัมพันธ์ร่วมกับการเกิดภาวะการเผาผลาญอาหารของร่างกายที่ผิดปกติจะกระตุ้นให้เกิดภาวะดื้อต่ออินซูลินส่งผลให้เบต้าเซลล์ทำงานเสื่อมประสิทธิภาพ กล้ามเนื้อไม่สามารถนำกลูโคสเข้าเซลล์ และตับไม่สามารถยับยั้งการสร้างกลูโคสทำให้มีระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น จึงทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหารสูงขึ้นกว่าคนปกติและลดลงช้ากว่าคนปกติ ในปัจจุบันผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น เพื่อเป็นการชะลอผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน เปลี่ยนเป็นโรคเบาหวานได้ช้าลง ซึ่งการออกกำลังกายเป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งที่จะช่วยชะลอและป้องกันการเป็นโรคเบาหวาน ช่วยเพิ่มความไวของอินซูลินในกล้ามเนื้อ ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ลดปัจจัยเสี่ยงการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วยลดไขมันในช่องท้องและได้ผิวหนัง และช่วยควบคุมน้ำหนักตัวให้เหมาะสมได้ โดยการออกกำลังกายแบบแอโรบิกหรือแบบแรงต้าน หรือแบบแอโรบิกและแบบแรงต้านร่วมกัน ซึ่งการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลเป็นรูปแบบการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัวและใช้แรงต้านจากภายนอก มีการทำงานของกล้ามเนื้อและข้อต่อหลายส่วนร่วมกัน เน้นกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่และกล้ามเนื้อแกนกลางร่างกาย มีลักษณะการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องพักระหว่างเซทโดยมีการเคลื่อนไหวจึงเป็นการออกกำลังกาย

กายแบบแอโรบิกร่วมด้วย มีท่าทางการฝึกออกกำลังกายทั้งการเคลื่อนที่และอยู่กับที่และมีการเคลื่อนไหวร่างกายทุกส่วน จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและช่วยพัฒนาระบบแอโรบิก เพิ่มการเผาผลาญพลังงานจากสารอาหารในร่างกาย ช่วยลดระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดได้ ส่งผลให้ผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานลดความเสี่ยงเป็นโรคเบาหวาน และช่วยเพิ่มสุขสมรรถนะในการดำเนินชีวิตและทำกิจวัตรประจำวันได้ดี ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน



แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental design) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน และเพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกและไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่มีผลต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน

1. ประชากร

ประชากรไทย อายุ 35 ปีขึ้นไป เป็นผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานในปี พ.ศ. 2561 จำนวน 1,659,602 คน ข้อมูลจากศูนย์ข้อมูลสนับสนุนการจัดบริการสุขภาพ (Health data center; HDC) กระทรวงสาธารณสุข วันที่ 30 กรกฎาคม 2562 (กระทรวงสาธารณสุข, 2562)

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นอาสาสมัครที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ซึ่งเป็นบุคลากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ผู้ใหญ่เพศชายและหญิง ที่มีอายุตั้งแต่ 43-59 ปี กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมการคำนวณสำเร็จรูปจีเพาเวอร์ (G*Power) เวอร์ชัน 3.1.9.2 โดยอ้างอิงจากงานวิจัย (Jones et al., 2009) ใช้ตัวแปรค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมงในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 8 คน ค่าอำนาจการทดสอบ (Power of test) ที่ 0.95 ค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size) ที่ 1.96 และระดับความมีนัยสำคัญที่ 0.05 ผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 8 คน (เพศชาย 1 คน และหญิง 7 คน) และกลุ่มควบคุม จำนวน 9 คน (เพศชาย 3 คน และหญิง 6 คน) รวมทั้งสิ้น 17 คน

3. เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย (Inclusion criteria)

แบ่งการคัดกรองเป็น 3 ขั้นตอน รายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครผู้ใหญ่เพศชายและเพศหญิง ที่มีอายุตั้งแต่ 43-59 ปี
2. กลุ่มตัวอย่างต้องผ่านการประเมินความเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน (Aekplakorn et al., 2006) มีค่าคะแนน ≥ 6 และมีค่าดัชนีมวลกาย (Body mass index; BMI) ไม่เกินเกณฑ์โรคอ้วนระดับ 1 (BMI ≤ 29.9) (WHO Asian-BMI classification, 2000) (ภาคผนวก ก) หรือ

3. กลุ่มตัวอย่างต้องมีค่าลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (HDL) น้อยกว่า 35 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และ/หรือมีระดับไตรกลีเซอไรด์มากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และ/หรือผู้หญิงที่มีภาวะถุงน้ำรังไข่หลายใบ (Polycystic ovary syndrome) และ/หรือผู้หญิงที่มีประวัติมีภาวะเป็นโรคเบาหวานขณะตั้งครรภ์ (Gestational diabetes mellitus; GDM) และ/หรือผู้หญิงที่มีประวัติคลอดบุตรที่มีน้ำหนักมากกว่า 9 ปอนด์ หรือ 4,000 กรัม (ADA, 2018) ถือว่ามีความเสี่ยงสูงต่อการเป็นโรคเบาหวาน มีกลุ่มตัวอย่างผ่านเกณฑ์คัดกรองจากการสำรวจผู้มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน (ภาคผนวก ก) จำนวน 125 คน จากจำนวนทั้งหมด 250 คน

ขั้นตอนที่ 2

1. กลุ่มตัวอย่างไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำหรือไม่เกิน 2 ครั้งต่อสัปดาห์
2. กลุ่มตัวอย่างมีค่าระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร (Postprandial blood glucose) เป็นระดับน้ำตาลในเลือดโดยไม่อดอาหาร มีค่า 110 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรขึ้นไป (Somannavar et al., 2009 และ เทพ หิมะทองคำ, 2561) มีกลุ่มตัวอย่างผ่านเกณฑ์คัดกรอง จำนวน 83 คน จากจำนวนทั้งหมดที่มาคัดกรอง 95 คน (เนื่องจากอาสาสมัครไม่มาเข้าร่วมการคัดกรองค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร จำนวน 20 คน และไม่ผ่านการคัดกรอง 10 คน)

3. ให้กรอกแบบประเมินความพร้อมในการออกกำลังกายสำหรับทุกคน (The Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone; PAR-Q+) (Warburton, 2018) หากพบมีความเสี่ยงโรคหัวใจและหลอดเลือดหรือโรคอื่นๆ ที่ระบุในแบบประเมิน PAR-Q+ ให้ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์คัดกรอง (ภาคผนวก ก)

4. ต้องไม่มีโรคแทรกซ้อนอื่นๆ ที่นอกเหนือจากโรคที่ระบุในแบบประเมิน PAR-Q+ (โดยการซักประวัติสุขภาพผู้เข้ารับการคัดกรองจากผู้วิจัย) ได้แก่ โรคตับและโรคปอด (Eikenberg, 2016; Rowan, 2017; Halliday, 2017; Slentz, 2016 และ Davy, 2017) หากพบว่าเป็นโรคดังกล่าวให้ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์คัดกรอง (ภาคผนวก ก) มีกลุ่มตัวอย่างผ่านเกณฑ์คัดกรอง จำนวน 62 คน จากจำนวนทั้งหมด 83 คน

ขั้นตอนที่ 3

1. กลุ่มตัวอย่างมีค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมงในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) มีค่า 140–199 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ถือว่าผ่านเกณฑ์คัดกรอง (เทพ หิมะทองคำ, 2561 และ ADA, 2018) มีกลุ่มตัวอย่างผ่านเกณฑ์คัดกรอง จำนวน 17 คน จากจำนวนทั้งหมดที่มาคัดกรองได้สำเร็จ 45 คน (เนื่องจากอาสาสมัครไม่มาเข้าร่วมการคัดกรองที่มีการอดอาหารข้ามคืน จำนวน 15 คน เจาะเลือดไม่สำเร็จเนื่องจากเป็นลมและหาเส้นเลือดไม่พบ จำนวน 2 คน และไม่ผ่านการคัดกรอง จำนวน 28 คน)

4. เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกจากการศึกษา (Exclusion criteria)

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อไปได้ เช่น เกิดการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ มีอาการเจ็บป่วย เป็นต้น
2. ไม่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัยต่อไป
3. ออกกำลังกายน้อยกว่า 80 % ของการออกกำลังกายตามที่กำหนดทั้งหมด 60 ครั้ง (ขาดได้ไม่เกิน 12 ครั้ง)

5. การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานที่ผ่านตามเกณฑ์คัดเข้า โดยมีค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมงในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) 140–199 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร อยู่ในเกณฑ์ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน โดยวิธีจัดเรียงลำดับค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมงในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) จากนั้นไปหามาก (เนื่องจากค่าน้ำตาลดังกล่าวข้างต้นสามารถค้นพบผู้ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเป็นโรคเบาหวาน ได้ไว้มากกว่าการตรวจระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร รัชดา เกรสซี่, 2558; เทพ หิมะทองคำ, 2561 และ ADA, 2018) แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แบบแผนการเรียงลำดับค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมงในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) จากน้อยไปหามากทั้งเพศชายและหญิง

กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 17 คน (ชาย/หญิง)	
กลุ่มควบคุม จำนวน 9 คน (ชาย 3 คน /หญิง 6 คน)	กลุ่มทดลอง จำนวน 8 คน (ชาย 1 คน /หญิง 7 คน)
ลำดับที่ 1	ลำดับที่ 2
ลำดับที่ 4.....	ลำดับที่ 3.....
ลำดับที่ 5.....	ลำดับที่ 6.....
ลำดับที่ 17	ลำดับที่ 15

6. แบบแผนการทดลอง

แบบแผนการทดลองโดยจัดกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม และมีการวัดตัวแปรรายละเอียดดังแบบแผนการทดลอง ตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แบบแผนการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	ทดสอบก่อนการทดลอง	โปรแกรมการฝึกออกกำลังกาย	ทดสอบภายหลังการทดลอง 6 สัปดาห์	ทดสอบภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์
R C	O ₁		O ₂	O ₃
R E	O ₄	X	O ₅	O ₆

R = การสุ่มเข้ากลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

C = กลุ่มควบคุมเป็นผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน

E = กลุ่มทดลองเป็นผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน

X = โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล

O₁O₄ = วัดค่าตัวแปรสารชีวเคมีในเลือดต่างๆ และทดสอบตัวแปรสุขสมรรถนะก่อนการทดลอง

O₂O₅ = วัดค่าตัวแปรสารชีวเคมีในเลือดต่างๆ และทดสอบตัวแปรสุขสมรรถนะหลังการทดลอง 6 สัปดาห์

O₃O₆ = วัดค่าตัวแปรสารชีวเคมีในเลือดต่างๆ และทดสอบตัวแปรสุขสมรรถนะหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

7. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

7.1 เครื่องมือที่ใช้ในการคัดกรองกลุ่มตัวอย่าง

7.1.1 แบบสำรวจภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน (ภาคผนวก ก)

7.1.2 แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกายสำหรับทุกคน (PAR-Q+)

(ภาคผนวก ก)

7.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

7.2.1 เครื่องมือวัดข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยาและสุขสมรรถนะ

7.2.1.1 เครื่องวัดอัตราการเต้นหัวใจและวัดความดันโลหิตอัตโนมัติชนิดสอดแขน ยี่ห้อ OMRON รุ่น HBP 9020 ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

7.2.1.2 เครื่องวิเคราะห์ความต้านทานของกระแสไฟฟ้า (Bioelectrical impedance analysis; BIA) ยี่ห้อเจวอน (Jawon) รุ่น ไอโอไอ 353 (IOI 353) ผลิตจากประเทศเกาหลี

7.2.1.3 เทปวัดระยะทางยาวประมาณ 150 เซนติเมตร หรือสายวัด

7.2.1.4 จักรยานวัดงาน (bicycle ergometer) ยี่ห้อ Cateye รุ่น EC1600 ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

7.2.1.5 นาฬิกาจับเวลา (Stopwatch) ยี่ห้อ Casio รุ่น HS-W30 ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

7.2.1.6 เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง ยี่ห้อ NAGATA รุ่น BW 110 ผลิตจากประเทศไต้หวัน

7.2.1.7 เครื่องวัดความอ่อนตัว (Sit & reach) ผลิตจากประเทศไทย

7.2.1.8 เครื่องวัดแรงเหยียดขา (Back and leg dynamometer) ยี่ห้อ TKK รุ่น Digital ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น

7.2.1.9 แก้วอั่งขนาดความสูงของที่นั่งประมาณ 17 นิ้ว

7.2.1.10 เครื่องตั้งจังหวะ (Metronome) ผลิตจากประเทศไทย

7.2.2 แบบการทดสอบตัวแปรสุขสมรรถนะ (ภาคผนวก ฉ)

มีรายละเอียดดังนี้ (ACSM, 2018; กรมพลศึกษา, 2559 และการกีฬาแห่งประเทศไทย, 2545 และ 2546)

7.2.2.1 การทดสอบองค์ประกอบร่างกาย ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percent body fat) ปริมาณไขมันในช่องท้อง (Visceral fat area) และมวลกล้ามเนื้อ (Soft lean mass) โดยเครื่องวิเคราะห์ความต้านทานของกระแสไฟฟ้า (Bioelectrical impedance analysis; BIA)

7.2.2.2 การทดสอบรอบเอว รอบสะโพก และสัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก (Waist to hip ratio)

7.2.2.3 การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและหลัง โดยการทดสอบแรงเหยียดขาและแรงเหยียดหลัง (Leg and back strength test)

7.2.2.4 การทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขน โดยการทดสอบท่าดันพื้น (Push up test)

7.2.2.5 การทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้อง โดยการทดสอบท่านอนงอตัว (Curl up test)

7.2.2.6 การทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อขา โดยการทดสอบทำยืนนั่งบนเก้าอี้ 60 วินาที (60 Second chair stand test)

7.2.2.7 การทดสอบความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อหลังและขา โดยการทดสอบท่านั่งงอตัว (Sit and reach test)

7.2.2.8 การทดสอบความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ โดยการทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดตามวิธีการปั่นจักรยานวัดงานของออสตรานด์ (Astrand maximal cycle ergometer test)

7.2.3 เครื่องมือวัดสารชีวเคมีในเลือด

7.2.3.1 การวิเคราะห์สารชีวเคมีในเลือด ได้แก่ น้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (FPG) น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมงในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) น้ำตาลเฉลี่ยสะสม (HbA1c) ระดับอินซูลิน (FPI) คอเลสเตอรอล (Cholesterol) ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) ลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (HDL) และลิโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำ (LDL) โดยการตรวจวิเคราะห์ทางเคมีคลินิกในการตรวจน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมงในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) และน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (FPG) ใช้หลักการ Hexokinase การตรวจน้ำตาลเฉลี่ยสะสม (HbA1c) ใช้หลักการ Turbidimetric inhibition immunoassay (TINIA) และการตรวจไขมันในเลือดใช้หลักการ Enzymatic colorimetric โดยใช้เครื่อง Cobas 6000 (c501) และการตรวจวิเคราะห์ระดับอินซูลินจะใช้หลักการ Electrochemiluminescence immunoassay (ECLIA) โดยใช้เครื่อง Cobas e411 โดยส่งตรวจที่โรงพยาบาลเทพธารินทร์ กรุงเทพมหานคร

7.2.4 เครื่องมือสำหรับบันทึกข้อมูลสุขสมรรถนะ ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลพื้นฐาน สรีรวิทยา

7.2.4.1 แบบบันทึกการทดสอบสุขสมรรถนะ ได้แก่ องค์ประกอบของร่างกาย ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมัน ปริมาณไขมันในช่องท้อง และมวลกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอ่อนตัว และความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ และแบบบันทึกข้อมูลทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย รอบเอว รอบสะโพก สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะ หัวใจบีบตัวและคลายตัวขณะพัก (ภาคผนวก ก)

7.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

7.3.1 โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (ตารางที่ 6 และภาคผนวก ข)

7.3.1.1 การพัฒนาโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล

7.3.1.1.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตลอดจน สอบถามจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล

7.3.1.1.2 นำโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่พัฒนาขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบ แก้ไขและปรับปรุง และนำไปปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ 2 ท่าน (รองศาสตราจารย์ ดร.อภิรักษ์ เทียนทอง และ ดร.ชลชัย อานามนารถ มีคุณวุฒาระดับดุสิต และมีชื่อเสียงด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา และการฝึกออกกำลังกายและกีฬา) จึงนำไปศึกษานำร่อง (Pilot study) ครั้งที่ 1 กับอาสาสมัครผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแต่มีคุณสมบัติคล้ายกลุ่มตัวอย่าง 2 คน (เพศชาย 1 คน และหญิง 1 คน) ให้ฝึกออกกำลังกายตาม โปรแกรมที่กำหนด ใช้เครื่องตรวจนับอัตราการเต้นหัวใจในขณะที่ออกกำลังกายเพื่อตรวจนับอัตราการ เต้นหัวใจถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และรับฟังข้อเสนอแนะต่างๆ จากกลุ่มตัวอย่างครั้งนี้ เพื่อนำมาปรับ โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลให้มีความเหมาะสมกับกลุ่มผู้มีภาวะก่อนเป็น โรคเบาหวานมากขึ้น ผลการนำร่องพบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจมีความเที่ยงถึงเกณฑ์ที่ กำหนดไว้และได้รับข้อเสนอแนะให้ลดจำนวนครั้งและความเร็วจังหวะในการฝึกและควรฝึกออกกำลัง กายโดยใช้ท่าการฝึกเหมือนจริงปรับพื้นฐานก่อนเริ่มทดลอง (ภาคผนวก จ)

7.3.1.1.3 ทำการศึกษานำร่อง ครั้งที่ 2 กับอาสาสมัครผู้ที่มีภาวะก่อนเป็น โรคเบาหวานที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแต่มีคุณสมบัติคล้ายกลุ่มตัวอย่าง ต้องมีค่าดัชนีมวลกาย (Body mass index; BMI) ไม่เกินเกณฑ์โรคอ้วนระดับ 1 ($BMI \leq 29.9$) (WHO Asian-BMI classification, 2000) 2 คน (เพศชาย 1 คน และหญิง 1 คน) ให้ฝึกออกกำลังกายตามโปรแกรมที่กำหนด ใช้ เครื่องตรวจนับอัตราการเต้นของหัวใจในขณะที่ออกกำลังกาย เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำ โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว และปรับโปรแกรมการ ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลให้มีความเหมาะสมกับกลุ่มผู้มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานมากขึ้น ผลการนำร่องพบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (ภาคผนวก จ)

7.3.1.1.4 หลังจากแก้ไขและปรับปรุงโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่พัฒนาขึ้นหลังจากไปศึกษานำร่อง 2 ครั้ง และนำโปรแกรมเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบ แก้ไขและปรับปรุง จึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (มีคุณวุฒิระดับคุณวุฒิบัณฑิตและมีความเชี่ยวชาญด้านสรีรวิทยาการออกกำลังกาย ด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา และการฝึกออกกำลังกายและกีฬา) (ภาคผนวก ข) พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ของความเหมาะสมของโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ใช้เกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Indexes of Item-Objective Congruence: IOC) ที่คำนวณได้ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.60 จึงจะถือว่าโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลดังกล่าวมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ ปรากฏว่ามีบางข้อมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ จึงนำไปปรับปรุงกับอาจารย์ที่ปรึกษาและส่งให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องอีกครั้ง ได้คะแนนรายข้ออยู่ในช่วงระหว่าง 0.80-1.00 และได้คะแนนเฉลี่ยรวม 0.97 (ภาคผนวก ข)

7.3.1.1.5 การศึกษาหาความเที่ยงของโปรแกรม โดยนำไปทดลองใช้ (Try out) กับอาสาสมัครที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่มีประวัติค่าน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (FPG) 100–125 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (5.6–6.9 มิลลิโมลต่อลิตร) และ/หรือน้ำตาลเฉลี่ยสะสม (HbA1c) 5.7–6.4% และต้องมีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ไม่เกินเกณฑ์โรคอ้วนระดับ 1 ($BMI \leq 29.9$) (WHO Asian-BMI classification, 2000) จำนวน 6 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 3 คน แต่ละกลุ่มมีเพศชาย 1 คน และหญิง 2 คน และวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability) โดยพิจารณาอัตราการเต้นของหัวใจในขณะออกกำลังกาย วัดจากเครื่องตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจยี่ห้อโพล่า (Polar) รุ่น H7 ทำการทดสอบ 2 ครั้ง (ครั้งที่ 1 ฝึกออกกำลังกายตามโปรแกรมโดยใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัว และครั้งที่ 2 ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัวและแรงต้านจากภายนอก ได้แก่ ขวดทรายหนัก 335 กรัมหรือ 0.335 กิโลกรัม) โดยให้ระยะเวลาห่างกัน 1 สัปดาห์ นำค่าอัตราการเต้นของหัวใจในขณะออกกำลังกายมาวิเคราะห์ทดสอบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) กรณีกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มไม่เป็นอิสระต่อกัน (Dependent group) ค่าที่คำนวณได้ต้องไม่มีความแตกต่างกันจากการวิเคราะห์ค่าอัตราการเต้นของหัวใจในขณะออกกำลังกายของอาสาสมัคร พบว่าครั้งแรกฝึกออกกำลังกายตามโปรแกรมโดยใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัว ระหว่างทั้ง 2 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกัน ($P=0.586$) และครั้งที่สองใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัวและแรงต้านจากภายนอก ได้แก่ ขวดทรายหนัก 335 กรัมหรือ 0.335 กิโลกรัมระหว่างทั้ง 2 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกัน ($P=0.154$) สรุปว่าโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความเที่ยง (Reliability) (ภาคผนวก ฉ)

7.3.1.1.6 นำโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่ผ่านการหาคุณภาพแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่จะทำการศึกษาเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

7.3.2 เครื่องมือที่ใช้ฝึกออกกำลังกายตามโปรแกรมที่กำหนด (ภาคผนวก ก)

7.3.2.1 อุปกรณ์เพิ่มแรงต้านทานที่นอกเหนือจากน้ำหนักตัว (Body weight; BW) ได้แก่ ขวดทราย (Sand bottle; SB) ทำจากพลาสติก (ขวดน้ำดื่มเปล่าๆ นำมาใส่ทราย) ขนาดกว้าง 6 เซนติเมตร (ส่วนบนและส่วนล่างของขวด) กว้าง 5 เซนติเมตรและมีเส้นรอบวง 15 เซนติเมตร (ส่วนเว้าตรงกลางของขวดใช้เป็นที่จับ/ถือเวลาฝึกออกกำลังกาย) ยาว 22 เซนติเมตร เนื่องจากงานวิจัยที่ใช้ขวดทรายฝึกออกกำลังกายมีน้อยมาก ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงใช้น้ำหนักของขวดทรายที่อ้างอิงจากดัมเบล และมีการปรับน้ำหนักของขวดทรายเป็นการเพิ่มความหนัก (Intensity) ในการฝึกเพื่อกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและเหมาะสม โดยขวดทรายหนัก 335 กรัม (0.335 กก.) ใช้ฝึกออกกำลังกายสัปดาห์ที่ 4-6 หนัก 500 กรัม (0.50 กก.) ใช้ฝึกออกกำลังกายสัปดาห์ที่ 7-9 และ หนัก 750 กรัม (0.75 กก.) ใช้ฝึกออกกำลังกายสัปดาห์ที่ 10-12 (Kraemer, Ratamess and French, 2002; Kraemer and Ratamess, 2004; De Vreede, Paul, et al., 2004 and Roh and Lee, 2012) ใช้ขวดทรายจำนวน 2 ขวดขณะฝึกออกกำลังกายโดยมือขวาจับ/ถือ 1 ขวดและมือซ้ายจับ/ถือ 1 ขวด) และมีการมอบขวดทรายให้กลุ่มตัวอย่างไปใช้ฝึกออกกำลังกายที่บ้านจำนวน 6 ขวดที่มีขนาดน้ำหนักตามที่กำหนด

7.3.2.2 ใช้จังหวะควบคุมความเร็วในการฝึกออกกำลังกายมีจังหวะระดับปานกลาง จังหวะ 100-110 BPM (Beat per minute; BPM) (ท่าที่ 1-5 จังหวะ 110 BPM ให้ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ และท่าที่ 6-12 จังหวะ 100 BPM ให้ปฏิบัติแต่ละการเคลื่อนไหวนับ 4 จังหวะ) และช่วงอบอุ่นร่างกายและคลายอบอุ่นร่างกายมีจังหวะระดับเบาใช้การควบคุมจังหวะ 100 BPM (Bunyaratavej, 2015) โดยใส่ในโทรศัพท์มือถือหรืออัดใส่แผ่นซีดีให้กลุ่มตัวอย่างเอาไปใช้ฝึกออกกำลังกายที่บ้านตามความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง กรณีกลุ่มตัวอย่างไม่มีโทรศัพท์มือถือหรือเครื่องเล่นซีดี ผู้วิจัยจะให้เครื่องตั้งจังหวะ (Metronome) เอาไปใช้ฝึกออกกำลังกายที่บ้าน

7.3.2.3 เครื่องวัดอัตราการเต้นหัวใจ ยี่ห้อโพล่า (Polar) รุ่น H7 ผลิตจากประเทศฟินแลนด์

7.3.2.4 เบาะปูพื้น (ลักษณะแบบเบาะโยคะ)

8. ขั้นตอนการดำเนินวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินวิจัยนำเสนอเป็น 2 ตอน มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ก่อนการวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้าตำรา ทบทวนเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์สังเคราะห์ข้อมูล เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดการดำเนินวิจัย
2. ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตเพื่อติดต่อสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนบุคลากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ผู้ใหญ่เพศชายและหญิง มีอายุระหว่าง 43-59 ปี กับกองบริหารงานบุคคล ทำหนังสือขออนุญาตอธิการบดีมหาวิทยาลัยในการสำรวจผู้มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานภายในมหาวิทยาลัยและทำหนังสือขออนุญาตคณบดีหรือหัวหน้าหน่วยงานในการสำรวจผู้มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน
3. ดำเนินการสำรวจจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ผู้ใหญ่อายุระหว่าง 43-59 ปี ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ตามแบบสำรวจภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานเพื่อคัดกรองความเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน (ภาคผนวก ก) เนื่องจากไม่ทราบค่าน้ำตาลของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ตรงกับคุณสมบัติ ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย (ดำเนินการสำรวจแต่ไม่มีการเจาะเลือดเพื่อวัดระดับน้ำตาลในเลือด) ซึ่งจากการสำรวจจำนวนกลุ่มตัวอย่างข้างต้นได้จำนวนผู้ที่ผ่านเกณฑ์การสำรวจภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน จำนวน 125 คน
4. ได้กลุ่มตัวอย่าง อายุระหว่าง 43-59 ปี ผ่านเกณฑ์การคัดเข้า เป็นผู้มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน มีค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมงในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) มีค่า 140–199 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร จำนวน 17 คน เป็นเพศชาย 4 คน และหญิง 13 คน
5. ผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานได้รับทราบข้อมูลสำหรับผู้ที่มีส่วนร่วมในการวิจัยและลงนามในหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ก่อนการทดลอง

ตอนที่ 2 การดำเนินการทดลอง

ดำเนินการฝึกออกกำลังกาย การปฐมนิเทศ อบรมให้ความรู้ และเก็บรวบรวมข้อมูลที่มหาวิทยาลัย ราชภัฏนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา มีลำดับการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ก่อนการฝึกออกกำลังกาย ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตคณบดีแต่ละคณะหรือหัวหน้าหน่วยงานที่กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติหน้าที่อยู่เพื่ออนุญาตให้เข้าร่วมการปฐมนิเทศและอบรม 1 ครั้ง เวลา 8.30-12.00 น. เพื่อเตรียมความพร้อมและความเข้าใจในงานวิจัยและมีความรู้เบื้องต้นที่จะเข้าร่วมวิจัยได้อย่างถูกต้องและมีความรู้เบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันโรคเบาหวานที่จะนำไปดูแลสุขภาพในชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการปฐมนิเทศและอบรมให้ความรู้กับกลุ่มตัวอย่าง และวิทยากรด้านโภชนาการเป็นผู้อบรมให้ความรู้ด้านการบริโภคอาหารและการเรียนรู้เมนูอาหาร ไม่มีการวัดและ

ประเมินผลหรือเปรียบเทียบความรู้ที่ได้รับจากการอบรม มีขั้นตอนการดำเนินการด้วยวิธีส่งจดหมายเชิญเข้าร่วมปฐมนิเทศและอบรมฯ และมีการโทรศัพท์เตือนล่วงหน้าก่อนวันปฐมนิเทศและอบรมฯ มีรายละเอียดดังนี้

- 1.1 มีการปฐมนิเทศชี้แจงรายละเอียดการวิจัยให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบข้อมูลเพื่อสร้างความเข้าใจ
- 1.2 มีการอบรมให้ความรู้กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ได้แก่
 - 1.2.1 ความเสี่ยงของการเกิดโรคเบาหวาน อันตรายนและโรคแทรกซ้อนที่เกิดจากโรคเบาหวาน
 - 1.2.2 การป้องกันการเกิดโรคเบาหวานโดยใช้หลัก 3 อ. 2 ส. อาหาร อารมณ์ ออกกำลังกาย ไม่ดื่มสุรา และไม่สูบบุหรี่
 - 1.2.3 การส่งเสริมให้ลดความเสี่ยงการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 บนพื้นฐานหลัก 3 อ. 2 ส. อาหาร อารมณ์ ออกกำลังกาย ไม่ดื่มสุรา และไม่สูบบุหรี่
 - 1.2.4 การใช้นิ้วจับวัดอัตราการเต้นหัวใจขณะพักและขณะออกกำลังกายด้วยตนเอง และการคำนวณอัตราการเต้นหัวใจเป้าหมายออกกำลังกาย (Target heart rate; THR)
 - 1.2.5 การออกกำลังกายเบื้องต้น และรายละเอียดการออกกำลังกายตามโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล และข้อควรระวังในการฝึกออกกำลังกาย
 - 1.2.6 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยทั่วไปและตามที่โปรแกรมกำหนด
 - 1.2.7 ความรู้ด้านการบริโภคอาหารและการเรียนรู้เมนูอาหาร
 - 1.2.8 การใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นหัวใจ (Heart rate monitor) เพื่อใช้ขณะฝึกออกกำลังกาย
 - 1.2.9 การเตรียมตัวก่อนการเจาะเลือด เช่น การนอนหลับพักผ่อน การอดอาหารข้ามคืน และการรับประทานอาหาร เป็นต้น (ภาคผนวก ฉ)
- 1.3 เตรียมความพร้อมให้กลุ่มทดลองมีความพร้อมก่อนเริ่มการทดลองจริง โดยเน้นท่าทางที่ถูกต้องและทำตามจังหวะที่กำหนด ให้กลุ่มทดลองฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลโดยใช้ท่าการฝึกเหมือนการฝึกช่วงสัปดาห์ที่ 1-3 ปฏิบัติ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ วันจันทร์ พุธ และศุกร์ ในช่วงเย็นหลังเลิกงานเวลา 17.30-18.30น. ระยะเวลา 2 สัปดาห์ ฝึกจำนวน 2 รอบต่อครั้ง จำนวน 8 ครั้งต่อเซท พักระหว่างท่าฝึก 10-15 วินาที (พักหลังฝึกท่าที่ 1-8 ยืนย่ำเท้าและพักหลังฝึกท่าที่ 9-12 นั่งชันเข่าสันขาบิดลำตัว) พักระหว่างรอบ 60-90 วินาที และใช้ดนตรีควบคุมความเร็วในการฝึกออกกำลังกายมีจังหวะ 110 BPM (ท่าที่ 1-5 ให้ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ) และ 100 BPM (ท่าที่ 6-12 ให้ปฏิบัติแต่ละการเคลื่อนไหวนับ 4 จังหวะ) (ภาคผนวก ก)

2. ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตคนบติแต่ละคณะหรือหัวหน้าสำนักงานที่ผู้เข้าร่วมการวิจัย ปฏิบัติหน้าที่อยู่เพื่ออนุญาตให้เข้าร่วมการวัดค่าตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ตามวันและเวลาที่กำหนด การทดสอบ 3 ครั้ง โดยกำหนดให้วันศุกร์ของสัปดาห์ที่ 6 และสัปดาห์ที่ 12 งดการฝึกออกกำลังกาย แล้วให้ดำเนินการวัดค่าตัวแปรต่างๆ ใช้เวลา 2 วัน วันแรกเริ่มการวัดช่วงเช้าเวลา 7.30-9.30 น. ใช้เวลาวัดข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยาและวัดค่าสารชีวเคมีในเลือด ใช้เวลาในการวัดแต่ละบุคคล 130 นาที ผู้เข้าร่วมการวิจัยอดอาหารข้ามคืนตั้งแต่เวลา 19.30 น. (เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 12 ชั่วโมง ระหว่างนี้สามารถจิบน้ำเปล่าได้) และวันที่สองเริ่มการทดสอบช่วงบ่ายเวลา 15.00-17.00 น. ทดสอบตัวแปร สุขสมรรถนะ ใช้เวลาในการวัดแต่ละบุคคล 30 นาที ใช้เวลารวมทั้ง 2 ช่วงเวลาในการวัดแต่ละบุคคล 160 นาที (2 ชั่วโมง 40 นาที) รายละเอียดดังนี้

2.1 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย รอบเอว รอบสะโพก สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัวขณะพัก ใช้เวลาในการวัดค่าต่างๆ 5 นาที

2.2 ตัวแปรสารชีวเคมีในเลือด ได้แก่ น้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (FPG) น้ำตาลเฉลี่ยสะสม (HbA1c) ระดับอินซูลิน (FPI) คอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ ลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (HDL) และลิโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำ (LDL) ใช้เวลาในการวัดตัวแปรสารชีวเคมีในเลือด 5 นาที ปริมาณเลือดที่เจาะทำการวัดค่าสารชีวเคมีในเลือดประมาณ 12 มิลลิลิตร (ประมาณ 2.5 ซ้อนชา)

2.3 ตัวแปรสารชีวเคมีในเลือด ได้แก่ น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมงในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) แบ่งเป็น 5 ช่วงเวลา ได้แก่ 0 นาที (ก่อนดื่ม น้ำตาลกลูโคส) คือ ค่าเดียวกันกับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (FPG) จากนั้นให้ดื่ม น้ำตาลกลูโคส แล้วทำการวัดค่า ช่วงเวลาที่ 30 นาที 60 นาที 90 นาที 120 นาที ใช้เวลาในการวัดตัวแปรสารชีวเคมีในเลือด 120 นาที ปริมาณเลือดที่เจาะทำการวัดค่าสารชีวเคมีในเลือดประมาณ 12 มิลลิลิตร (ประมาณ 2.5 ซ้อนชา)

2.4 ตำแหน่งที่เจาะเลือดและผู้เจาะเลือด

ตำแหน่งที่เจาะเลือด คือ บริเวณหลังมือ โดยให้เข็มและสายยางติดค้างไว้ที่หลังมือ จนกว่าจะได้ปริมาณเลือดครบตามเวลาที่กำหนด เพื่อลดการเจาะเลือดบ่อยครั้งและไม่ทำให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเจ็บมากเกินไป โดยให้พยาบาลวิชาชีพ และ/หรือนักเทคนิคการแพทย์เป็นผู้เจาะเลือด จำนวน 8 คน (มีการอธิบายให้พยาบาลวิชาชีพ และ/หรือนักเทคนิคการแพทย์มีความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดการวิจัยให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน)

2.5 จำนวนครั้งของการเจาะเลือดและปริมาณเลือดที่เจาะ

เจาะเลือดที่ต้องมีการอดอาหารข้ามคืนทั้งหมด 3 ครั้ง (ก่อนการทดลอง หลังการ

ทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์) และปริมาณเลือดที่เจาะแต่ละครั้งมีปริมาณ 24 มิลลิลิตร (ประมาณ 5 ซ้อนชา)

2.6 ตัวแปรสุขสมรรถนะ ได้แก่ องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ได้แก่ เปอร์เซนต์ไขมัน (Percent body fat) ปริมาณไขมันในช่องท้อง (Visceral fat area) และมวลกล้ามเนื้อ (Soft lean mass) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) ความอ่อนตัว (Flexibility) และความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ (Cardiorespiratory endurance) ใช้เวลาในการทดสอบตัวแปรสุขสมรรถนะ 30 นาที โดยให้ผู้ช่วยวิจัยเป็นนักวิทยาศาสตร์การกีฬาเป็นผู้ทดสอบ จำนวน 10 คน ประกอบด้วย ผู้ช่วยวิจัยวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโทสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จำนวน 4 คน และผู้ช่วยวิจัยวุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา จำนวน 6 คน (มีการประชุมและอบรมให้ผู้ช่วยวิจัยนักวิทยาศาสตร์การกีฬาให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดขั้นตอนการวิจัยให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน)

3. การฝึกออกกำลังกาย

3.1 แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุมใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ (หากมีการออกกำลังกายต้องไม่เกิน 2 ครั้งต่อสัปดาห์)

3.2 กลุ่มทดลอง จำนวน 8 คน ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลรายละเอียดดังนี้

3.2.1 ฝึกออกกำลังกาย โดยแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนการฝึกออกกำลังกายแบบมีการเคลื่อนไหว (Dynamic stretching) (10 นาที) ดังที่ Yamaguchi, Ishii, Yamanaka and Yasuda (2007) กล่าวว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหวหลังการอบอุ่นร่างกายช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่างๆ นอกจากนี้ Behm and Chaouachi (2011) ให้คำแนะนำว่าก่อนการฝึกความแข็งแรง ความเร็วสูง พลังระเบิด หรือ ปฏิบัติการตอบสนองไม่ควรยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ ช่วงการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล สัปดาห์ที่ 1-12 (30 นาที) และช่วงคลายอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อหลังการฝึกออกกำลังกายแบบหยุดนิ่งค้างไว้ (Static stretching) (10 นาที) ดังที่ Mann and Jones (1999) ให้คำแนะนำว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดที่จะปฏิบัติภายหลังการฝึกออกกำลังกาย ช่วงอบอุ่นร่างกายและคลายอุ่นร่างกายใช้ความหนักที่ระดับเบาใช้การควบคุมจังหวะ 100 BPM สรุปว่าช่วงสัปดาห์ที่ 1-12 ใช้เวลารวม 50 นาทีต่อครั้ง

3.2.2 การฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์แบ่งเป็น 4 ช่วงสัปดาห์ ได้แก่ ช่วงสัปดาห์ที่ 1-3 ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัว (Body weight; BW) และช่วงสัปดาห์ที่ 4-6 ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัว (Body weight; BW) และขวดทราย (Sand bottle; SB) หน้า 335

กรัม (0.335 กก.) (ช่วงสัปดาห์ที่ 1-6 ใช้ท่าฝึกแบบเดียวกัน จำนวน 12 ท่าฝึก) สำหรับช่วงสัปดาห์ที่ 7-9 ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัว (Body weight; BW) และขวดทราย (Sand bottle; SB)หนัก 500 กรัม (0.50 กก.) และช่วงสัปดาห์ที่ 10-12 ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัว (Body weight; BW) และขวดทราย (Sand bottle; SB)หนัก 750 กรัม (0.75 กก.) (ช่วงสัปดาห์ที่ 7-12 ใช้ท่าฝึกแบบเดียวกัน จำนวน 12 ท่าฝึก) ใช้ความหนักที่ระดับปานกลาง ใช้การควบคุมจังหวะ 100-110 BPM (ท่าที่ 1-5 จังหวะ 110 BPM ให้ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ และท่าที่ 6-12 จังหวะ 100 BPM ให้ปฏิบัติแต่ละ การเคลื่อนไหวนับ 4 จังหวะ) ปฏิบัติสัปดาห์ละ 5 ครั้งๆ ละ 30 นาที (ปฏิบัติ 3 รอบ) (ฝึกออกกำลัง กายร่วมกัน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา โดยผู้วิจัยนำฝึกออกกำลังกาย ในวัน จันทร์ พุธ และศุกร์ และฝึกออกกำลังกายที่บ้านด้วยตนเอง 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ในวันอังคารและ พฤหัสบดี) ในช่วงเย็นหลังเลิกงานเวลา 17.30-18.30 น. ปฏิบัติท่าละ 10 ครั้งต่อเซต พักระหว่างท่า ฝึก 10-15 วินาที (พักหลังฝึกท่าที่ 1-8 ท่ายืนย่อเท้าและพักหลังฝึกท่าที่ 9-12 ทำนั่งชันเข่าชันขาบิด ลำตัวสามารถใช้มือจับพื้นได้) พักระหว่างรอบ 60-90 วินาที (ทำนั่งชันเข่าชันขาบิดลำตัวสามารถใช้ มือจับพื้นได้หรือเดินผ่อนคลายเคลื่อนไหวร่างกายช้าๆ) รายละเอียดตามโปรแกรมการฝึกออกกำลัง กายแบบฟังก์ชันนัลมี 3 ช่วง ตารางที่ 6 ภาพที่ 1 และ ภาคผนวก ข ค และ ง

ตารางที่ 6 รายละเอียดโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล

ช่วงอบอุ่นร่างกาย	ท่าการฝึก (ภาคผนวก ง)	จำนวนครั้ง/เซท และจำนวนเซท	ความหนัก
อบอุ่นร่างกาย (Warm up) และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching) ก่อนการฝึกออกกำลังกาย (10 นาที)	<p>อบอุ่นร่างกาย (Warm up) บริหารกาย ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> ทำวิ่งเหยาะอยู่กับที่ (Standing jogging) ทำยืนตรงหมุนไหล่ไปด้านหน้าและไปด้านหลัง (Standing shoulder rotation forward and backward) ทำยืนบิดลำตัวเหวี่ยงแขนขึ้นเหนือศีรษะสลับซ้าย-ขวา (Diagonal chop) ทำก้าวชิดก้าวชิดยกแขนไขว้ด้านหน้า (Step touch arm criss cross) ทำยืนย่อเท้าเหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะและเหวี่ยงแขนออกด้านข้าง (Marching swing arm up and down to side) 	<p>แต่ละท่าฝึก 10 ครั้ง (1 เซท)</p>	<p>ระดับเบาจังหวะ 100 BPM</p>
	<p>- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching) ก่อนการฝึกออกกำลังกาย แบบมีการเคลื่อนไหว (Dynamic stretching) ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> ทำเดินแกว่งแขนสลับข้าง ทำเดินงอเข่ามือจับเข่าสลับข้าง ทำเดินงอเข่าส้นเท้าแตะสะโพกมือจับเท้าสลับข้าง ทำเดินเหยียดเข่ามือจับเข่าสลับข้าง ทำไขว้ขาบิดลำตัวสลับข้าง ทำคลานมือแตะเท้าสลับข้าง ทำมือเดินเท้าเดินสลับข้าง ทำก้าวขาแกว่งแขนมือแตะพื้นสลับข้าง ทำนอนหงายบิดเข่าสลับข้าง ทำนอนคว่ำบิดเข่าสลับข้าง 	<p>แต่ละท่าฝึก 10 ครั้ง (1 เซท)</p>	<p>ระดับเบาจังหวะ 100 BPM</p>

ตารางที่ 6 รายละเอียดโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (ต่อ)

<p>ช่วงการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล มี 4 ช่วงสัปดาห์ (ครั้งละ 30 นาที) ฝึกเป็นกลุ่ม 3 ครั้งต่อสัปดาห์ (วันจันทร์ พุธ และศุกร์) : ฝึกที่บ้านด้วยตนเอง 2 ครั้งต่อสัปดาห์ (วันอังคารและพฤหัสบดี)</p>					
สัปดาห์	ท่าฝึก (ภาคผนวก ค)	จำนวน ครั้ง/รอบ จำนวน รอบ	พัก แบบมีการ เคลื่อนไหว ระหว่างท่า	พัก แบบมีการ เคลื่อนไหว ระหว่างรอบ	ความ หนัก
สัปดาห์ที่ 1-3 แรงต้าน น้ำหนัก ตัว	1. ทำเดินหน้า-ลันจ์ด้านหน้าและถอยหลัง-ย้ายท่าเปลี่ยน ทิศทาง 4 ทิศทางพร้อมยกแขน (Walk forward-forward lunge and backward-marching 4 directions arm curl) 2. ทำก้าวขาข้าง 2 จังหวะ-งอเข่ายกส้นเท้าพร้อมยก แขนต้นขา (Alternating two step leg curl chest press) 3. ทำก้าวขาข้างหน้า สันเท้าแตะพื้นสลับขาพร้อมกาง แขนท่า (Alternating mummy butterfly chest) 4. ทำก้าวขาไขว้ด้านหลัง 4 จังหวะแบบซิกแซกเดินหน้า- ถอยหลังพร้อมยกแขนต้นขา (Alternating 1234- grapevine zigzag shoulder press) 5. ทำก้าวขารูปสามเหลี่ยม 4 จังหวะและยืนยกเข่าพร้อม แกว่งแขน (Alternating 1234-V step and stand knee	ท่าละ 10 ครั้ง (3 รอบ) * ท่าที่ 9 นับ 1 ถึง 4 เป็น 1 ครั้ง	10-15 วินาที	60-90 วินาที	ท่าที่ 1-5 จังหวะ 110 BPM (การ เคลื่อนไหว ไหว ตาม จังหวะ)
สัปดาห์ที่ 4-6 แรงต้าน ขวดทราย หนัก 335 กรัม (0.335 กก.)	up arm swing) 6. ทำสควอทสองขาพร้อมยกแขนขึ้นด้านหน้า (Double leg squat arm front raise) 7. ทำยืนยกเข่าและเตะขาขึ้นด้านหน้าอกคอแกว่งแขน (Alternating knee crunch and front kick arm swing) 8. ทำลันจ์ด้านหน้าอกแขนและยืนยกเข่าแกว่งแขน (Alternating forward lunge arm curl knee up arm swing) 9. ทำนั่งยกขาเหยียดตั้งรูปตัววี (Modified v-sit) (BW) * 10. ทำนอนคว่ำยกขาและแขนสองข้างเหยียดตั้งแล้วดึง แขนลง (Superman pull down) 11. ทำไม้กระดานด้านข้างกดสะโพกลง (Modified elbow side plank hip dips) (BW) 12. ทำดันพื้นเข้าแตะพื้น (Modified push up) (BW)	ท่าละ 10 ครั้ง (3 รอบ) * ท่าที่ 9 นับ 1 ถึง 4 เป็น 1 ครั้ง	10-15 วินาที	60-90 วินาที	ท่าที่ 6-12 จังหวะ 100 BPM (การ เคลื่อนไหว ไหวนับ 4 จังหวะ)

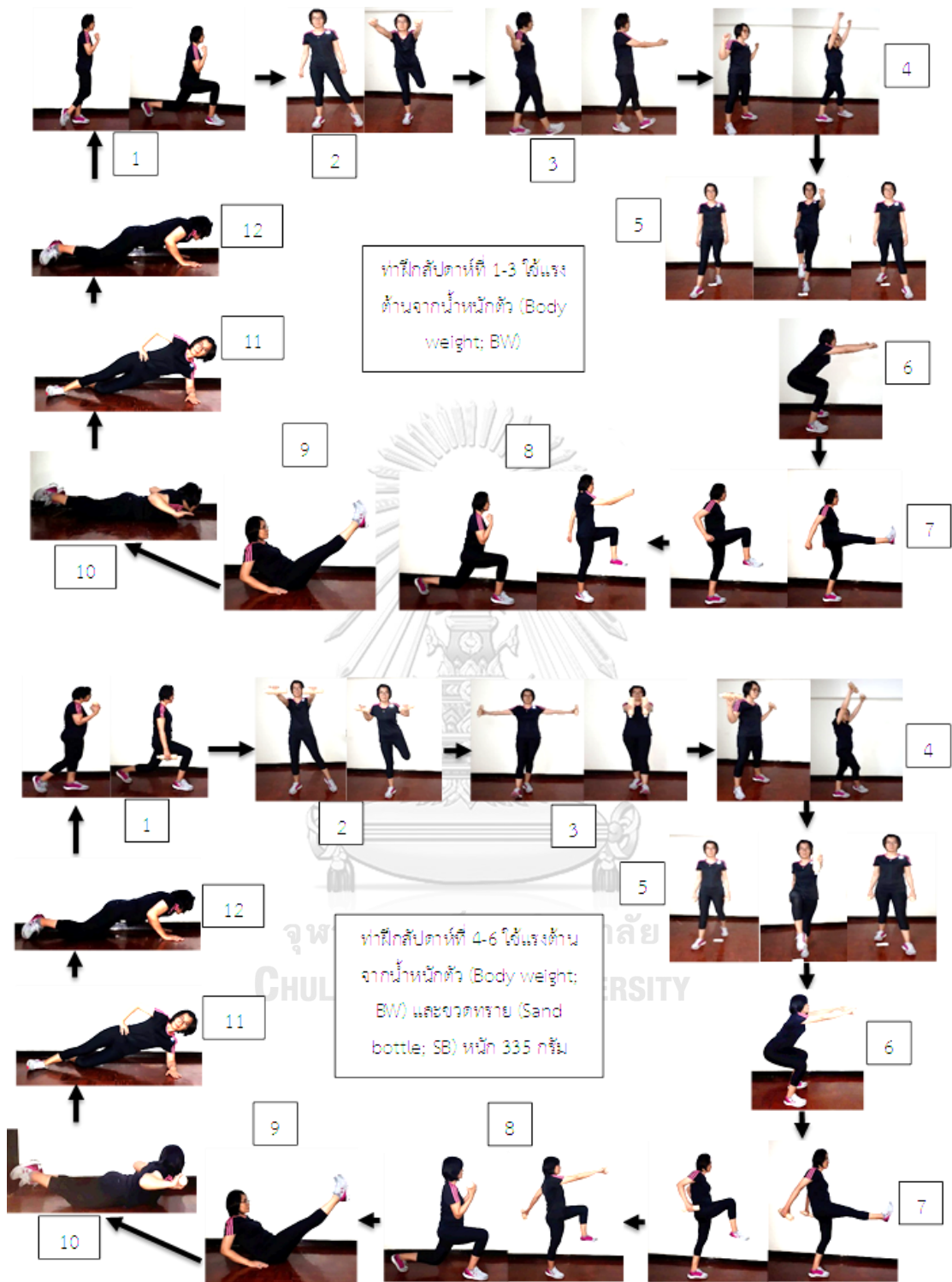
ตารางที่ 6 รายละเอียดโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (ต่อ)

ช่วงการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล มี 4 ช่วงสัปดาห์ (ครั้งละ 30 นาที)					
ฝึกเป็นกลุ่ม 3 ครั้งต่อสัปดาห์ (วันจันทร์ พุธ และศุกร์) : ฝึกที่บ้านด้วยตนเอง 2 ครั้งต่อสัปดาห์ (วันอังคารและพฤหัสบดี)					
สัปดาห์	ท่าฝึก (ภาคผนวก ค)	จำนวน ครั้ง/รอบ จำนวน รอบ	พัก แบบมีการ เคลื่อนไหว ระหว่างท่า	พัก แบบมีการ เคลื่อนไหว ระหว่างรอบ	ความ หนัก
สัปดาห์ที่ 7-9 แรงต้าน ขวดทราย หนัก 500 กรัม (0.500 กก.)	1. ทำเดินหน้า-ลันจ์ด้านหน้าและถอยหลัง-ย่ำเท้าเปลี่ยน ทิศทาง 4 ทิศทางพร้อมยกแขน (Walk forward-forward lunge and backward-marching 4 directions arm curl) 2. ทำก้าวขาข้าง 2 จังหวะ-งอเข่ายกสันเท้าพร้อมยกแขน ขึ้นมาด้านหน้า (Alternating two step leg curl chest press) 3. ทำก้าวขาข้างหน้า สันเท้าแตะพื้นสลับขาพร้อมยกแขนทำ ผีเสื้อ (Alternating mummy butterfly chest) 4. ทำก้าวขาไขว้ด้านหลัง 4 จังหวะแบบซิกแซกเดินหน้า-ถอย หลังพร้อมยกแขนขึ้น (Alternating 1234-grapevine zigzag shoulder press) 5. ทำก้าวขารูปสามเหลี่ยม 4 จังหวะและยืนยกเข่าพร้อมแกว่ง แขน (Alternating 1234-V step and stand knee up arm swing)	ท่าละ 10 ครั้ง (3 รอบ)	10-15 วินาที	60-90 วินาที	ท่าที่ <u>1-5</u> จังหวะ 110 BPM (การ เคลื่อนไหว ตาม จังหวะ)
สัปดาห์ที่ 10-12 แรงต้าน ขวดทราย หนัก 750 กรัม (0.750 กก.)	6. ทำสควอทสองขาและก้าวขาข้างออกด้านข้างสควอทพร้อม ยกแขนขึ้นด้านหน้า (Squat block front raise) 7. ทำยืนยกเข่าและเตะขาขึ้นด้านหน้าอกแกว่งแขน (Alternating knee crunch and front kick arm swing) 8. ทำลันจ์ด้านหน้าและยกขา 1 ข้างพร้อมแกว่งแขน 2 ข้าง (Alternating forward lunge and leg raise reverse fly) 9. ทำไม้กระดานขาแตะด้านข้างสลับ (Elbow plank alternating lateral toe taps) (BW) 10. ทำนอนคว่ำชันเข่าศอกขึ้นพื้นพร้อมแขนขึ้น-วางลงสลับ ข้าง (Modified plank walk) (BW) 11. ทำนอนลุกนั่ง 2 จังหวะ พร้อมแขนเหยียดแตะเข่าและ เอียงตัวสลับข้าง 2 จังหวะพร้อมแขนเหยียดแตะข้อเท้า (1234 Sit up and alternating side heel touch) (BW) 12. ทำนอนคว่ำชันเข่าพร้อมยกแขนและขาข้างตรงข้ามและ สลับข้าง (Alternating bird dog exercise)	ท่าละ 10 ครั้ง (3 รอบ)	10-15 วินาที	60-90 วินาที	ท่าที่ <u>6-12</u> จังหวะ 100 BPM (การ เคลื่อนไหว ไวนับ 4 จังหวะ)

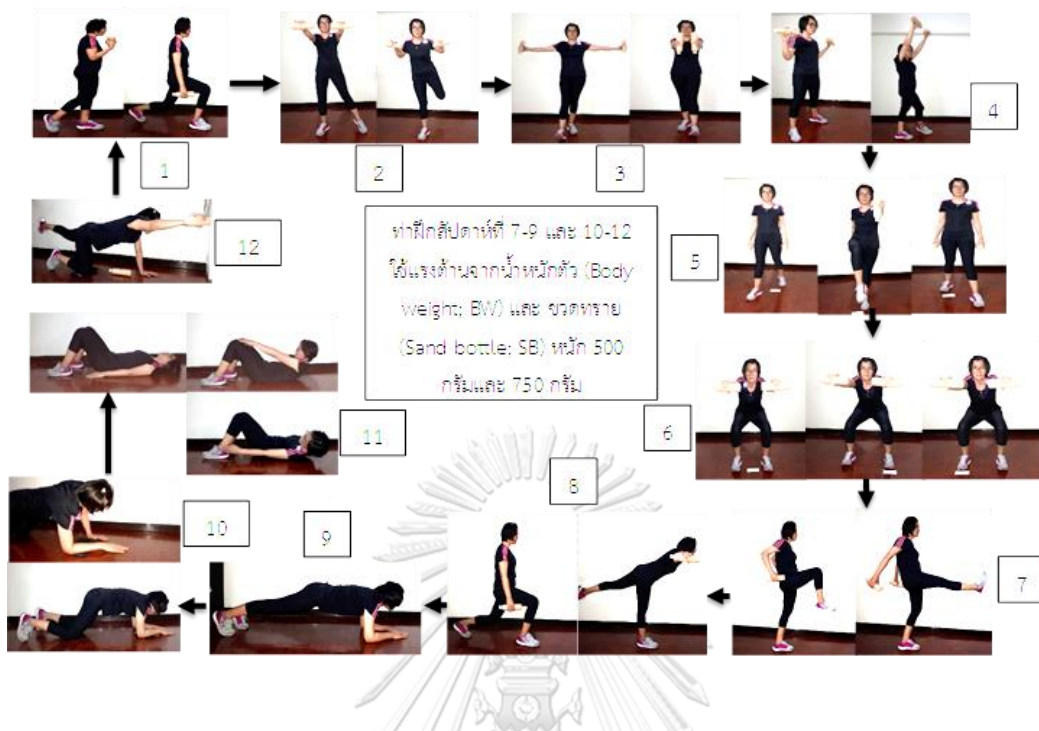
หมายเหตุ: - ท่าที่ 6-12 ใช้จังหวะ 100 BPM เคลื่อนไหวช้าโดยนับ 4 จังหวะเนื่องจากเป็นท่ายากและให้กล้ามเนื้อมีการหดตัวเต็มที่ตลอดมัดกล้ามเนื้อ/- เพิ่มแรงต้านทานด้วยขวดทราย/- พักหลังฝึกท่าที่ 1-8 ทำยืนย่ำเท้าและพักหลังฝึกท่าที่ 9-12 ทำนั่งชันเข่าชันขาบิดลำตัวสามารถใช้มือจับพื้นได้/- พักระหว่างรอบทำนั่งชันเข่าชันขาบิดลำตัวสามารถใช้มือจับพื้นได้หรือเดินผ่อนคลายเคลื่อนไหวร่างกายซ้ำๆ

ตารางที่ 6 รายละเอียดโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (ต่อ)

ช่วงคลายอุ่น ร่างกาย	ท่าการฝึก (ภาคผนวก ง)	จำนวนครั้ง/เซท และจำนวนเซท	ความหนัก
(Cool down) และ ยืดเหยียด กล้ามเนื้อ (Stretching) หลังการฝึก ออกกำลังกาย (10 นาที)	- คลายอุ่นร่างกาย (Cool down) บริหารกาย ดังนี้ 1. ทำยืนย้าเท้ายกเข่าสูงสลับขวา-ซ้าย (Marching knee up) 2. ทำเหยียดขาไปด้านหน้าสัมผัสเท้าและพื้นสลับขวาซ้าย (Hell touch) 3. ทำยืนย้าเท้าสลับขวา-ซ้าย (Marching) 4. ทำยืนบิดลำตัวเหวี่ยงแขนขึ้นเหนือศีรษะสลับขวา-ซ้าย (Diagonal chop) 5. ทำยืนอยู่กับที่เหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะและเหวี่ยงแขนออกด้านข้าง (Standing swing arm up and down to side)	แต่ละท่าฝึก 10 ครั้ง (1 เซท)	ระดับเบาถึงหวัะ 100 BPM
	- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching) หลังการฝึกออกกำลังกาย แบบหยุดนิ่งค้างไว้ (Static stretching) ดังนี้ 1. ก้มและเอียงศีรษะ 2. ยกแขนพาดผ่านด้านหน้าเหยียดแขนยกขึ้นด้านหน้าลำตัว 3. มือประสานเหยียดแขนยกขึ้นด้านหลังลำตัว 4. ยืนแยกขายกแขนหนึ่งข้างเหนือศีรษะเอียงตัวลงด้านตรงข้าม และยืดแขนมาด้านข้าง 5. ขาชิดเหยียดตึงและแยกขากว้างเข้าตึงก้มตัวเอียงตัวซ้ายขวา 6. ยืนตรงยกขาหนึ่งข้างงอเข่ายกหัวลำตัว 7. ยืนตรงงอเข่าหนึ่งข้างยกปลายเท้าขึ้นตึงหาสะโพก 8. ยืนตรงก้าวขาข้างหนึ่งงอเข่าย่อตัวลงเหยียดเข่าด้านหลังยก แขนเหนือศีรษะ 9. ยืนตรงก้าวเท้าด้านหน้าหนึ่งข้างวางส้นเท้าลงยกปลายเท้าขึ้น ก้มศีรษะลงมือจับปลายเท้า 10. คลานเข่างอลำตัวโค้งหลังขึ้นแอ่นหลังลง	แต่ละท่านับ 1 ถึง 15 (1 เซท)	ระดับเบาถึงหวัะ 100 BPM



ภาพที่ 1 ทำการฟีกประกอบขั้นตอนการฟีกออกกำลังกาย



ภาพที่ 1 (ต่อ) ทำการฝึกประกอบขั้นตอนการฝึกออกกำลังกาย

3.3 มีการใช้จังหวะควบคุมความเร็วในการฝึกออกกำลังกายความหนักที่ระดับปานกลางใช้การควบคุมจังหวะ 100-110 BPM (Bunyaratavej, 2015) (ท่าที่ 1-5 จังหวะ 110 BPM ให้ปฏิบัติเคลื่อนไหวตาม จังหวะ และท่าที่ 6-12 จังหวะ 100 BPM ให้ปฏิบัติแต่ละการเคลื่อนไหวนับ 4 จังหวะเนื่องจากเป็นท่ายากและให้กล้ามเนื้อมีการหดตัวเต็มที่ตลอดมัดกล้ามเนื้อ) และมีการควบคุมและประเมินการฝึกออกกำลังกายตามจังหวะโดยมีการใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจและให้ส่งรูปภาพอัตราการเต้นของหัวใจในไลน์กลุ่มหรือไลน์ผู้วิจัยเพื่อช่วยควบคุมความหนักและตรวจสอบความสม่ำเสมอของการฝึกออกกำลังกายและเพื่อความปลอดภัยของกลุ่มตัวอย่าง (ภาคผนวก ฎ และ ฏ)

3.4 ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์ ช่วงของการฝึกออกกำลังกายที่บ้านตามโปรแกรมของกลุ่มทดลอง 2 วันต่อสัปดาห์ ได้แก่ วันอังคารและพฤหัสบดี มีการติดตามการฝึกออกกำลังกายที่บ้านโดยการใช้ไลน์กลุ่ม และ/หรือโทรศัพท์แล้วแต่กรณี เพื่อเตือนให้ออกกำลังกาย และเมื่อฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลเสร็จให้ส่งรูปภาพอัตราการเต้นหัวใจในไลน์กลุ่มหรือไลน์ผู้วิจัย เพื่อช่วยควบคุมความหนักและตรวจสอบความสม่ำเสมอของการฝึกออกกำลังกายและเพื่อความปลอดภัยของกลุ่มตัวอย่าง และหากมีส่งรูปภาพอัตราการเต้นของหัวใจจะติดตามทางไลน์กลุ่มหรือไลน์ส่วนบุคคลหรือโทรศัพท์ติดตามให้ส่งตามกำหนด (ภาคผนวก ฎ)

3.5 ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์ ระหว่างช่วงการฝึกออกกำลังกายที่บ้านตามโปรแกรมของกลุ่มทดลอง 2 วันต่อสัปดาห์ ได้แก่ วันอังคารและพฤหัสบดี หากเกิดการบาดเจ็บให้วิธีไอคอลหรือโทรศัพท์หาผู้วิจัยเพื่อให้คำแนะนำช่วยเหลือ และหากมีอาการหน้ามืด ใจสั่นหรือเหนื่อยผิดปกติหยุดพักการฝึกออกกำลังกายขณะนั้นชั่วคราว หากอาการไม่ดีขึ้นให้คนในครอบครัวนำส่งโรงพยาบาลโดยผู้วิจัยเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่าย

3.6 ในวันที่ฝึกออกกำลังกายที่บ้านด้วยตนเอง 2 ครั้งต่อสัปดาห์ (ในวันอังคารและพฤหัสบดี) ผู้วิจัยมีโปรแกรมภาพทำการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล ทำการอบอุ่นร่างกาย ทำการลดสภาวะร่างกาย และทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกายติดกับฟิวเจอร์บอร์ด (เพื่อให้สามารถตั้งฟังได้เพื่อความสะดวกในการใช้งานและเคลื่อนย้ายได้ง่าย) ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยไปใช้ดูในการฝึกออกกำลังกายที่บ้าน (ภาคผนวก ฎ)

3.7 หากกลุ่มตัวอย่างไม่ได้ออกกำลังกายตามวันที่กำหนด สามารถออกกำลังกายเพิ่มเติมในวันที่สะดวกแทนก็ได้ให้ครบ 5 ครั้งต่อสัปดาห์ตามที่โปรแกรมกำหนด

3.8 การปรับความหนัก (Intensity) ในการฝึกออกกำลังกายของกลุ่มทดลองทุกคนต้องปรับเหมือนกันตามรายละเอียดของโปรแกรมฯ กำหนดโดยผู้วิจัยเป็นผู้ปรับให้จากการพัฒนาโปรแกรมฯ การฝึกที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น การปรับความหนัก (Intensity) เป็นไปตามหลักการฝึก

ความก้าวหน้า (Progression Principle) และหลักการฝึกหนักมากกว่าปกติ (Overload Principle) เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ร่างกายเกิดการพัฒนาร่างกายอย่างต่อเนื่องมากยิ่งขึ้น

3.9 กลุ่มควบคุม จำนวน 9 คน ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ หากมีการออกกำลังกายไม่เกิน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยมีการบันทึกกิจกรรมการออกกำลังกายไว้ด้วย (ภาคผนวก ฐ)

4. ดำเนินการวิจัย การคัดกรอง การทดลอง และการเก็บรวบรวมข้อมูลที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา โดยทำหนังสือขออนุญาตใช้สถานที่ในการดำเนินการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล 3 ครั้ง คือ ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ มีรายละเอียดดังนี้

1. การคัดกรองกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ผู้วิจัยทำการสำรวจเบื้องต้นเพื่อคัดกรองผู้ที่มีอายุ 43-59 ปี ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน (Aekplakorn et al., 2006 และ ADA, 2018) และมีค่าดัชนีมวลกายไม่เกินเกณฑ์โรคอ้วนระดับ 1 (WHO Asian-BMI classification, 2002)

1.2 ทำการคัดกรองกลุ่มตัวอย่างโดยการเจาะเลือดปลายนิ้วเพื่อหาค่าระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหารเป็นน้ำตาลในเลือดโดยไม่อดอาหาร มีค่า 110 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรขึ้นไป เจาะเลือดคัดกรองโดยพยาบาลวิชาชีพ และ/หรือนักเทคนิคการแพทย์

1.3 กลุ่มตัวอย่างทำแบบประเมินความพร้อมในการออกกำลังกายสำหรับทุกคน (The Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone; PAR-Q+) และได้รับการซักประวัติสุขภาพเพื่อคัดกรองโรคแทรกซ้อนอื่นๆ ที่นอกเหนือจากโรคที่ระบุในแบบประเมิน PAR-Q+ ดำเนินการโดยผู้วิจัย

2. การเก็บข้อมูลก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

2.1 เก็บตัวอย่างเลือดเพื่อวิเคราะห์สารชีวเคมีในเลือด ดังนี้ สารชีวเคมีหลัก ได้แก่ น้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (FPG) น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมงในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) น้ำตาลเฉลี่ยสะสม (HbA1c) ระดับอินซูลิน (FPI) พื้นที่ใต้โค้งของกลูโคส (Area under the curve of glucose) และภาวะดื้อต่ออินซูลิน (Insulin resistance) จากวิธีการคำนวณ Homeostasis model assessment; HOMA-IR สำหรับ สารชีวเคมีรอง ได้แก่ คอเลสเตอรอล (Cholesterol) ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) ลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (HDL)

และลิโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำ (LDL) ดำเนินการเจาะเลือดโดยพยาบาลวิชาชีพ และ/หรือนักเทคนิคการแพทย์ และผู้วิจัยอยู่ด้วยตลอดเวลาในระหว่างการเก็บข้อมูล

2.2 ทดสอบตัวแปรสุขสมรรถนะ ได้แก่ องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percent body fat) ปริมาณไขมันในช่องท้อง (Visceral fat area) และมวลกล้ามเนื้อ (Soft lean mass) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) ความอ่อนตัว (Flexibility) และความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ (Cardiorespiratory endurance) ดำเนินการทดสอบโดยนักวิทยาศาสตร์การกีฬา และผู้วิจัยอยู่ด้วยตลอดเวลาในระหว่างการเก็บข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โดยใช้สถิติดังนี้

1. ทดสอบการแจกแจงเป็นแบบปกติ (Normality) ของสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน โดยใช้วิธีการทดสอบซาไฟโร-วิลค์ (Shapiro-wilk test) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

2. นำผลที่ได้วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Means) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ของข้อมูลทั่วไป ข้อมูลพื้นฐาน สรีรวิทยา สารชีวเคมีในเลือด และสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Means) ของข้อมูลทั่วไป ข้อมูลพื้นฐาน สรีรวิทยา สารชีวเคมีในเลือด และสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง โดยใช้การทดสอบค่าที่แบบอิสระ (Independent t-test) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

4. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลพื้นฐาน สรีรวิทยา สารชีวเคมีในเลือด และสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน โดยเปรียบเทียบระหว่างก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way repeated measures ANOVA) และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการทดสอบแอลเอสดีของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD test) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

5. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพื้นฐาน สรีรวิทยา สารชีวเคมีในเลือด และสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบค่าที่แบบอิสระ (Independent t-test) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ความเสี่ยง/อันตราย และความไม่สะดวกต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมงานวิจัย

1. ความเสี่ยงและอันตรายที่อาจมีผลต่อร่างกายได้บ้าง เช่น มีอาการตึงหรือปวดกล้ามเนื้อ และ/หรือการเหนื่อยล้าในขณะและหลังการฝึกออกกำลังกายได้บ้างระยะเวลา 1-2 วันและอาการจะหายไปได้และเมื่อฝึกออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องร่างกายจะมีการปรับตัวให้ดีขึ้นอาการเหล่านี้จะเกิดขึ้นน้อยลง หรือมีอาการตึงหรือปวดกล้ามเนื้อและ/หรือการเหนื่อยล้าในขณะและหลังการวัดสุขสมรรถนะได้บ้างระยะเวลา 1-2 วันและอาการจะหายไปได้ แต่ไม่มีความเสี่ยงและอันตรายต่อจิตใจ สังคม และเศรษฐกิจ เพราะไม่ทำให้เกิดความไม่สบายใจหรือเกิดความเศร้าใจ ไม่มีการเปิดเผยข้อมูลส่วนตัวให้ผู้อื่นทราบ และไม่ทำให้ขาดรายได้ช่วงมาเข้าร่วมงานวิจัย สำหรับความไม่สะดวกของผู้เข้าร่วมงานวิจัยอาจมีบ้างเล็กน้อย เช่น ผู้เข้าร่วมวิจัยต้องสละเวลาส่วนตัวช่วงเย็นหลังเลิกงานเป็นเวลา 1 ชั่วโมงที่ฝึกออกกำลังกาย แต่ไม่กระทบกับการเดินทางมาเข้าร่วมเนื่องจากฝึกออกกำลังกายที่ทำงานและที่บ้าน

2. การวิจัยนี้มีการคำนึงถึงความเสี่ยงและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมวิจัย จึงมีวิธีการป้องกัน/ปกป้อง อันตราย/ความเสี่ยงนั้น โดยมีการคัดกรองผู้เข้าร่วมงานวิจัย โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายใช้ความหนักระดับปานกลาง ในขณะฝึกออกกำลังกายมีการใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor) เพื่อช่วยควบคุมความหนักและตรวจสอบความสม่ำเสมอของการฝึกออกกำลังกายและเพื่อความปลอดภัยของผู้เข้าร่วมงานวิจัย และผู้วิจัยจัดเตรียมอุปกรณ์ปฐมพยาบาลเบื้องต้นไว้ช่วยเหลือกรณีฉุกเฉินขณะที่ทำการฝึกออกกำลังกายร่วมกันและขณะทดสอบสุขสมรรถนะ 3 ครั้ง

3. ผู้วิจัยมีการให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาการวิจัยและมีผู้ช่วยวิจัยนักวิทยาศาสตร์การกีฬามีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 1 คน ปฏิบัติหน้าที่ดูแลความปลอดภัยขณะฝึกออกกำลังกายตามโปรแกรมฯ ร่วมกัน (จำนวน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ รวมเป็น 36 ครั้งๆ ละ 1 ชั่วโมง) และขณะทดสอบสุขสมรรถนะ (จำนวน 3 ครั้งๆ ละ 3 ชั่วโมง) โดยมีการให้ความช่วยเหลือเมื่อเกิดความเสี่ยงและอันตราย ให้หยุดพักการฝึกออกกำลังกายขณะนั้นชั่วคราวหรือหยุดพักการทดสอบสุขสมรรถนะขณะนั้นชั่วคราว ให้การดูแลปฐมพยาบาลเบื้องต้น ประสานงานร่วมกับศูนย์แพทย์ชุมชนของมหาวิทยาลัยในการให้คำปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญหรือส่งเข้ารับการรักษาโดยผู้วิจัยเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่าย

4. ความเสี่ยงและอันตรายที่อาจมีผลต่อร่างกายจากการเจาะเลือด เช่น มีอาการเจ็บบริเวณที่ถูกเจาะเลือดหรือถ้าเส้นเลือดบริเวณที่ทำการเจาะไม่ชัดเจนอาจมีความเสี่ยงที่จะโดนเจาะมากกว่า 1 ครั้งหรือมากกว่า 1 ตำแหน่งที่ใช้เจาะเลือดได้บ้างเล็กน้อยระยะเวลาไม่เกิน 1 วันและอาการเจ็บจะหายไปได้ หรืออาจเกิดการเขียวช้ำบริเวณที่เจาะเลือด ผู้วิจัยแนะนำให้กลุ่มตัวอย่างใช้ความเย็น

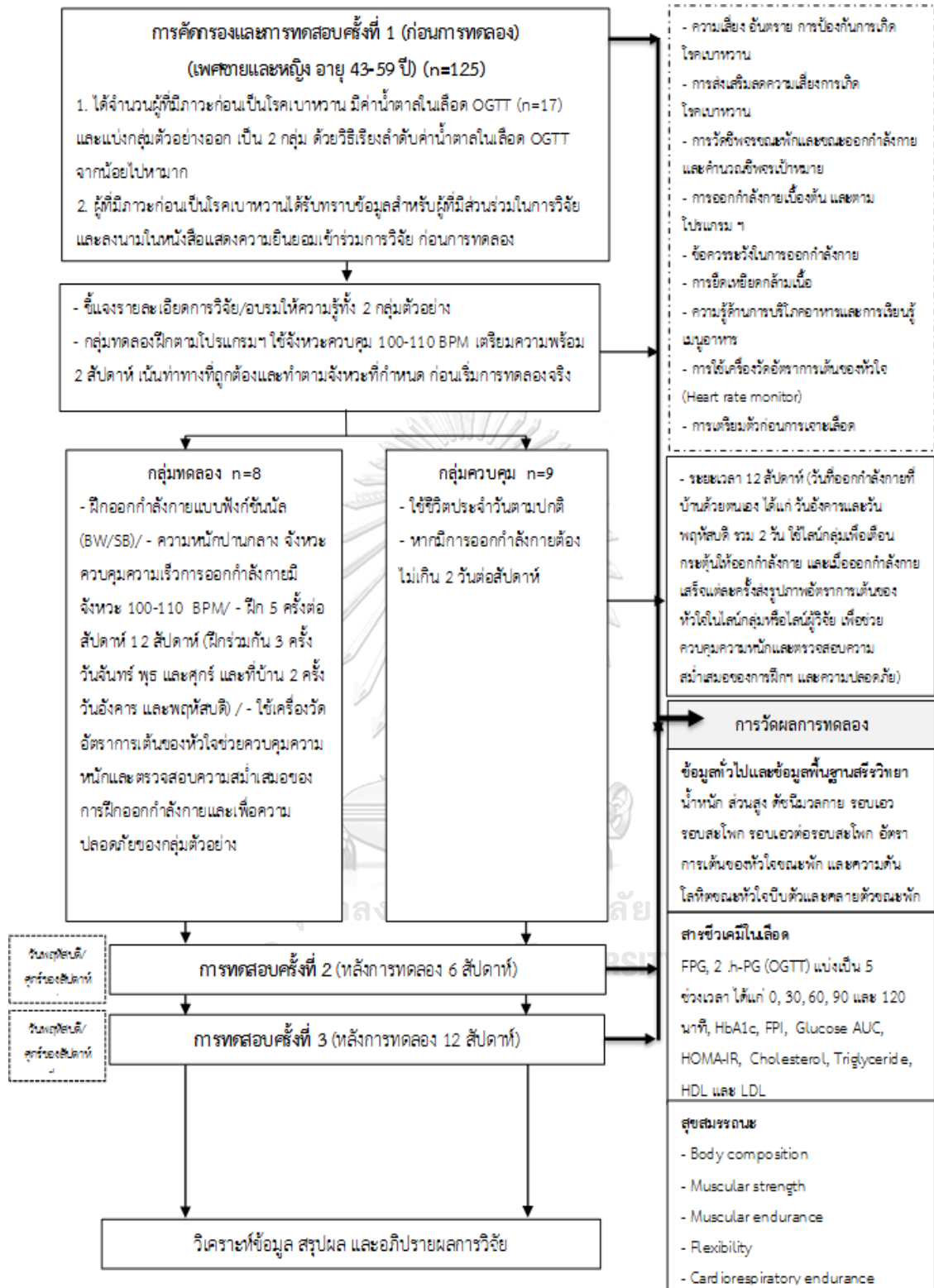
ประกอบบริเวณที่เขียวซ้ำประมาณ 1 วันและให้ประกอบอื่นอีกประมาณ 1 วัน หรือจนกว่ารอยเขียวซ้ำหายไปได้

การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

1. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะเก็บเป็นความลับ หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

2. เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้ว ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมดจะถูกทำลาย เป็นต้นว่า ตัวอย่างเลือดและผลเลือด การบันทึกภาพ การบันทึกวิดีโอ และการบันทึกต่างๆ จะทำลายข้อมูลหลังจากดำเนินการวิจัยจบสิ้น ในการเผยแพร่งานผู้วิจัยจะไม่เปิดเผยชื่อและไม่ทำให้เสื่อมเสียแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะนำผลงานวิจัยนำเสนอเพื่อผลประโยชน์ทางวิชาการเท่านั้น

3. การวิจัยครั้งนี้ได้รับการพิจารณาจริยธรรมการทำวิจัยในมนุษย์ และกลุ่มตัวอย่างได้ลงนามในเอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและหนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัยกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (ภาคผนวก ก)



แผนภูมิที่ 2 สรุปขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental design) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน และเพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกและไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่มีผลต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลของผู้เข้าร่วมวิจัยกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (Functional exercise training; FET) จำนวน 8 คน และกลุ่มควบคุม (Control; CON) จำนวน 9 คน วิเคราะห์ผลตามระเบียบวิธีทางสถิติ และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางประกอบความเรียง โดยแบ่งเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Means) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ของข้อมูลทั่วไป ข้อมูลพื้นฐาน สรีรวิทยา สารชีวเคมีในเลือด และสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Means) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพื้นฐาน สรีรวิทยา สารชีวเคมีในเลือด และสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานภายในกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Means) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) ของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพื้นฐาน สรีรวิทยา สารชีวเคมีในเลือด และสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ระหว่างกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุม หลังการทดลอง 12 สัปดาห์

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของข้อมูลทั่วไป ข้อมูลพื้นฐานสตรีวิทยา สารชีวเคมีในเลือด และสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของข้อมูลทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานสตรีวิทยาในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง

ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานสตรีวิทยา	กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (FET) (n=8)			กลุ่มควบคุม (CON) (n=9)			t	p-value
	Means	Max	Min	Means	Max	Min		
	±SEM			±SEM				
อายุ (ปี) Age (years)	50.4±1.6	57.0	44.0	51.3±2.2	59.0	43.0	-0.344	0.736
น้ำหนักตัว (กิโลกรัม) Body weight; BW (kg.)	68.4±2.5	80.2	58.7	69.9±4.4	88.3	47.9	0.167	0.768
ส่วนสูง (เซนติเมตร) Height (cm)	156.9±2.2	169.0	150.0	161.5±2.4	173.0	151.0	-1.418	0.176
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร) Body mass index; BMI (kg.m ²)	27.7±0.5	29.7	25.8	26.7±1.2	29.9	18.7	0.771	0.453
รอบเอว (เซนติเมตร) Waist (cm.)	88.9±2.0	98.0	82.0	87.9±3.9	104.0	67.0	0.216	0.832
รอบสะโพก (เซนติเมตร) Hip (cm.)	100.7±1.9	110.0	96.0	100.9±2.2	110.0	89.0	-0.069	0.946
สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก Waist to hip ratio; WHR	0.88±0.01	0.94	0.83	0.87±0.03	0.99	0.75	0.408	0.689
อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก (ครั้งต่อนาที) (Heart rate; HR) (beats per minute)	84.8±2.9	96.0	71.0	86.2±5.6	111.0	62.0	-0.225	0.825

p> 0.05

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของข้อมูลทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยาในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา	กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (FET) (n=8)			กลุ่มควบคุม (CON) (n=9)			t	p-value
	Means	Max	Min	Means	Max	Min		
	±SEM			±SEM				
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท) (Systolic blood pressure; SBP) (mmHg)	137.3±6.9	174.0	116.0	143.8±6.4	175.0	118.0	-0.694	0.499
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท) (Diastolic Blood Pressure; DBP) (mmHg)	69.0±1.9	75.0	58.0	79.8±3.8	104.0	69.0	-2.464	0.026*

*p < 0.05

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่า ผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีข้อมูลทั่วไปและข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา ได้แก่ อายุ น้ำหนักตัว ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย รอบเอว รอบสะโพก สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก และความดันโลหิตขณะหัวใจบีบก่อนเริ่มการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสำหรับความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวก่อนเริ่มการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสารชีวเคมีในเลือดในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง

สารชีวเคมีในเลือด	กลุ่มฝึกออกกำลังกาย			กลุ่มควบคุม (CON)			t	p-value
	แบบฟังก์ชันนัล (FET) (n=8)			(n=9)				
	Means ±SEM	Max	Min	Means ±SEM	Max	Min		
น้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) Fasting plasma glucose; FPG (mg.dL ⁻¹)	97±4	114	85	86±2	94	75	2.732	0.020*
น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 30 นาที (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) OGTT at 30 minute (mg.dL-1)	185.4±9.5	224.0	145.0	165.2±7.6	197.0	129.0	1.665	0.117
น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 60 นาที (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) OGTT at 60 minute (mg.dL-1)	215.9±11.7	259.0	177.0	189.2±8.4	220.0	150.0	1.881	0.079
น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 90 นาที (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) OGTT at 90 minute (mg.dL-1)	206.4±10.5	242.0	145.0	179.0±10.2	220.0	117.0	1.867	0.082
น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) 2-hours plasma glucose during OGTT (mg.dL-1)	171.1±6.0	195.0	144.0	154.1±6.5	188.0	140.0	1.909	0.076
น้ำตาลเฉลี่ยสะสม (เปอร์เซ็นต์) HbA1c (%)	5.6±0.2	6.3	5.0	5.5±0.2	6.1	4.7	0.577	0.573

*p< 0.05

หมายเหตุ: ใช้ค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง (OGTT) เป็นเกณฑ์คัดเข้ากลุ่มตัวอย่างในการวิจัย (140-199 มล./ดล.)

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสารชีวเคมีในเลือดในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง (ต่อ)

สารชีวเคมีในเลือด	กลุ่มฝึกออกกำลังกาย			กลุ่มควบคุม (CON)			t	p-value
	แบบฟังก์ชันนัล (FET) (n=8)			(n=9)				
	Means ±SEM	Max	Min	Means ±SEM	Max	Min		
ระดับอินซูลิน (พีโกโมลต่อลิตร) Fasting plasma insulin; FPI (pmol/L)	88.6±22.3	191.9	33.2	66.7±9.9	124.8	30.0	0.897	0.391
พื้นที่ใต้โค้งของกลูโคส Glucose AUC	22254±884	25845	17925	19608±649	22335	16050	2.449	0.027*
ภาวะดื้อต่ออินซูลิน HOMA-IR	3.1±0.9	7.2	1.2	2.0±0.3	3.9	0.9	1.196	0.263
คอเลสเตอรอล (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) Cholesterol (mg.dL ⁻¹)	209±13	253	139	202±7	228	171	0.497	0.626
ไตรกลีเซอไรด์ (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) Triglyceride (mg.dL ⁻¹)	135±19	236	76	118±23	279	57	0.571	0.577
ลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (เอชดีแอล) (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) HDL-C (mg.dL ⁻¹)	51±5	73	32	58±6	103	41	-0.911	0.377
ลิโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำ (แอลดีแอล) (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) LDL-C (mg.dL ⁻¹)	150±12	192	96	139±10	175	80	0.705	0.492

*p< 0.05

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่า ผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีสารชีวเคมีในเลือด ได้แก่ น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 30 60 90 และ 120 นาที (น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง) น้ำตาลเฉลี่ยสะสม ระดับอินซูลิน ภาวะดื้อต่ออินซูลิน คอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ ลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (เอชดีแอล) และลิโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำ (แอลดีแอล) ก่อนเริ่มการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสำหรับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารและพื้นที่ใต้โค้งของกลูโคสก่อนเริ่มการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง

สุขสมรรถนะ	กลุ่มฝึกออกกำลังกาย			กลุ่มควบคุม (CON)			t	p-value
	แบบฟังก์ชันนัล (FET) (n=8)			(n=9)				
	Means ±SEM	Max	Min	Means ±SEM	Max	Min		
องค์ประกอบของร่างกาย								
ไขมันในร่างกาย (เปอร์เซ็นต์) Body fat (%)	33.6±1.7	37.3	22.1	32.6±1.5	38.7	25.9	0.431	0.673
ปริมาณไขมันในช่องท้อง (ตารางเซนติเมตร) Visceral Fat Area; VFA (cm ²)	102.4±4.0	120.0	89.0	120.3±16.1	185.0	42.0	-1.025	0.322
มวลกล้ามเนื้อ (กิโลกรัม) Soft Lean Mass; SLM (kg.)	41.7±2.5	57.9	35.3	43.0±2.8	55.8	32.8	-0.364	0.721
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา								
แรงเหยียดขา (กิโลกรัมต่อ น้ำหนักตัว) Leg strength (kg. per BW)	1.1±0.2	1.8	0.3	1.1±0.1	1.7	0.6	0.021	0.983
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง								
แรงเหยียดหลัง (กิโลกรัม ต่อน้ำหนักตัว) Back strength (kg. per BW)	1.0±0.1	1.6	0.6	1.0±0.1	1.5	0.6	0.005	0.996
ความอดทนของกล้ามเนื้อแขน								
ดันพื้น (ครั้ง) Push up (Times)	18.4±5.1	50.0	3.0	14.4±3.2	30.0	5.0	0.672	0.512

p> 0.05

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง (ต่อ)

สุขสมรรถนะ	กลุ่มฝึกออกกำลังกาย			กลุ่มควบคุม (CON)			t	p-value
	แบบฟังก์ชันนัล (FET) (n=8)			(n=9)				
	Means ±SEM	Max	Min	Means ±SEM	Max	Min		
ความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้อง								
นอนงอตัว (ครั้ง)	22.9±2.1	36.0	17.0	21.9±3.1	40.0	10.0	0.254	0.803
Curl up (Times)								
ความอดทนของกล้ามเนื้อขา								
ยืนนั่งบนเก้าอี้ 60 วินาที (ครั้ง) 60	42.3±3.0	57.0	29.0	45.4±4.0	67.0	25.0	-0.621	0.544
Seconds Chair Stand (Times)								
ความอ่อนตัว								
นั่งงอตัว (เซนติเมตร)	7.0±4.2	27.0	-15.0	0.4±3.2	18.0	-12.0	1.258	0.228
Sit and reach (cm.)								
ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ								
สมรรถภาพการใช้ ออกซิเจนสูงสุด (มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที) VO ₂ max (ml.kg.min)	29.8±1.5	34.8	23.1	28.4±5.9	37.6	22.1	0.572	0.576

p > 0.05

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่า ผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีสุขสมรรถนะ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ปริมาณไขมันในช่องท้อง มวลกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและหลัง ความอดทนของกล้ามเนื้อแขน ความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้อง ความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความอ่อนตัว และความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจก่อนเริ่มการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา สารชีวเคมีในเลือด และสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานในกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุม และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา สารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ระหว่างกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

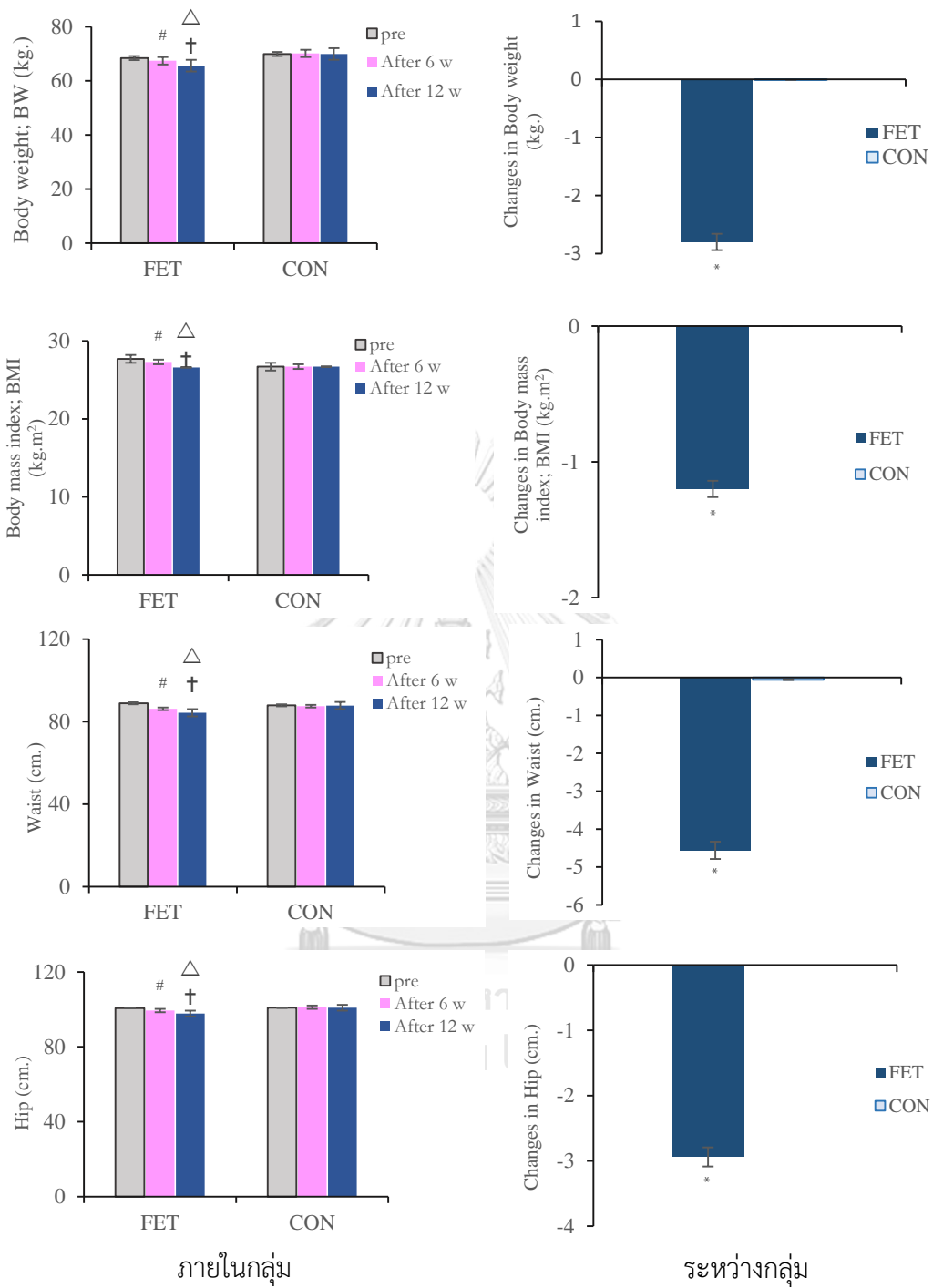
ข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา	กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (FET) (n=8)		กลุ่มควบคุม (CON) (n=9)		การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 6 สัปดาห์	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 6 สัปดาห์	FET (n=8)	CON (n=9)
น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	68.4±2.5	67.4±2.5 [#] (-1.46%)	69.9±4.4	70.1±4.4 (0.29%)	-2.80±0.77	-0.01±0.60
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัมต่อตารางเมตร)	27.7±0.5	27.3±0.5 [#] (-1.44%)	26.7±1.2	26.7±1.2 (0.00%)	-1.2±0.3	0.0±0.2
รอบเอว (เซนติเมตร)	88.9±2.0	86.2±2.0 [#] (-3.04%)	87.9±3.9	87.5±3.9 (0.46%)	-4.56±1.05	-0.06±0.68

[#]p<0.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, Δ p<0.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, [†]p<0.05 แตกต่างจากหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับ 12 สัปดาห์ภายในกลุ่มเดียวกัน, *p<0.05 การเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันกลุ่ม จากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

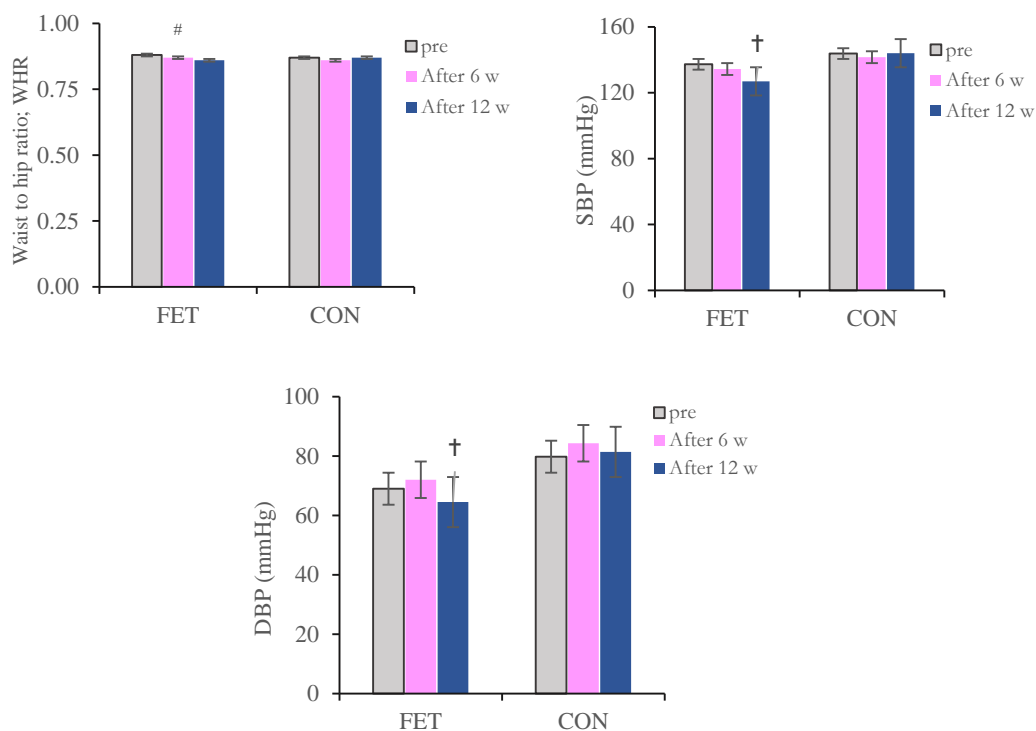
ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยาในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ (ต่อ)

ข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา	การเปรียบเทียบภายในกลุ่ม				การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม		(p-value)
	กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันัล (FET) (n=8)		กลุ่มควบคุม (CON) (n=9)		FET	CON	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 6 สัปดาห์	หลังการทดลอง 12 สัปดาห์	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 6 สัปดาห์	หลังการทดลอง 12 สัปดาห์	
รอบสะโพก (เซนติเมตร)	100.7±1.9	99.4±1.8 [#] (-1.29%)	97.8±1.7 [†] (-2.88%)	100.9±2.2	101.2±2.3 (0.30%)	100.9±2.4 (0.00%)	-2.94±0.76 0.00±0.84 0.021*
สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก	0.88±0.01	0.87±0.01 [#] (-1.14%)	0.86±0.02 (-2.27%)	0.87±0.03	0.86±0.03 (-1.15%)	0.87±0.03 (0.00%)	-0.02±0.01 0.00±0.01 0.143
อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก (ครั้งต่อนาที)	84.8±2.9	81.9±2.9 (-3.42%)	81.5±2.4 (-3.89%)	86.2±5.6	90.0±6.2 (4.41%)	88.0±4.4 (2.09%)	-3.3±3.8 1.8±2.7 0.295
ความดันโลหิตขณะหัวใจ	137.3±6.9	134.4±5.7 (-2.11%)	126.9±6.8 [†] (-7.57%)	143.8±6.4	141.6±7.5 (-1.53%)	144.0±5.6 (0.14%)	-10.4±4.4 0.2±3.8 0.088
ความดันโลหิตขณะหัวใจ	69.0±1.9	72.0±3.2 (4.35%)	64.5±4.0 [†] (-6.52%)	79.8±3.8	84.3±5.6 (5.64%)	81.4±3.2 (2.01%)	-4.5±3.1 1.7±3.0 0.175

[#]p<0.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, [†]p<0.05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง 12 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, [†]p<0.05 แตกต่างจากหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, *p<0.05 การเปลี่ยนแปลงต่างระหว่างกลุ่ม จากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์



แผนภูมิที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยาภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม



ภายในกลุ่ม

แผนภูมิที่ 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลพื้นฐานสตรีวิทยาภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

FET = กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังกซ์ชันัล, CON = กลุ่มควบคุม

Pre = ก่อนการทดลอง, After 6 w = หลังการทดลอง 6 สัปดาห์, After 12 w = หลังการทดลอง 12 สัปดาห์

$p < 0.05$ แตกต่างจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, $\Delta p < 0.05$ แตกต่างจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, $\dagger p < 0.05$ แตกต่างจากหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับ 12 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, * $p < 0.05$ การเปลี่ยนแปลงแตกต่างระหว่างกลุ่ม จากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

จากตารางที่ 10 และแผนภูมิที่ 3 และ 4 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลพื้นฐานสตรีวิทยาภายในกลุ่มทดลอง พบว่า มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย รอบเอว รอบสะโพกลดลงแตกต่างระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และระหว่างหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่าเฉลี่ยสัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพกลดลงแตกต่างระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบ

ตัวและความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวลดลงระหว่างหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานภายในกลุ่มควบคุม พบว่า หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ทุกตัวแปรข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยาไม่แตกต่างจากก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยาในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม พบว่า ข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา ได้แก่ น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย รอบเอว และรอบสะโพกของกลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงลดลงดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05



ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของสารชีวเคมีในเลือดในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีในเลือด ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

สารชีวเคมีในเลือด	การเปรียบเทียบภายในกลุ่ม				การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม		(p-value)	
	กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟิตเนส 12 สัปดาห์ (FET) (n=8)		กลุ่มควบคุม (CON) (n=9)		FET (n=8)	CON (n=9)		
น้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร)	ก่อนการทดลอง 6 สัปดาห์	หลังการทดลอง 12 สัปดาห์	ก่อนการทดลอง 6 สัปดาห์	หลังการทดลอง 12 สัปดาห์				
	97±4	91±2 [#] (-5.98%)	96±2 (-1.03%)	85±3 (-1.16%)	91±3 [△] (5.81%)	-1.6±2.3	4.9±2.0	0.050*
น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 30 นาที (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร)	185.4±9.5	159.6±7.6 [#] (-13.92%)	172.0±8.9 (-7.23%)	155.0±4.9 (-6.17%)	171.2±6.1 (3.63%)	-13.4±13.4	6.0±5.9	0.217
น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 60 นาที (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร)	215.9±11.7	182.4±7.7 [#] (-15.52%)	185.5±11.2 [△] (-14.08%)	171.3±6.5 [#] (-9.46%)	178.0±14.3 (-5.92%)	-30.4±12.9	-11.2±10.1	0.256
น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 90 นาที (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร)	206.4±10.5	160.1±10.9 [#] (-22.43%)	156.1±10.9 [△] (-24.37%)	158.9±12.0 [#] (-11.23%)	160.0±10.4 (-10.61%)	-50.3±10.2	-19.0±8.8	0.035*

[#] p<0.05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, [△] p<0.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, * p<0.05 การเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม จากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีในเลือดในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีในเลือด ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ (ต่อ)

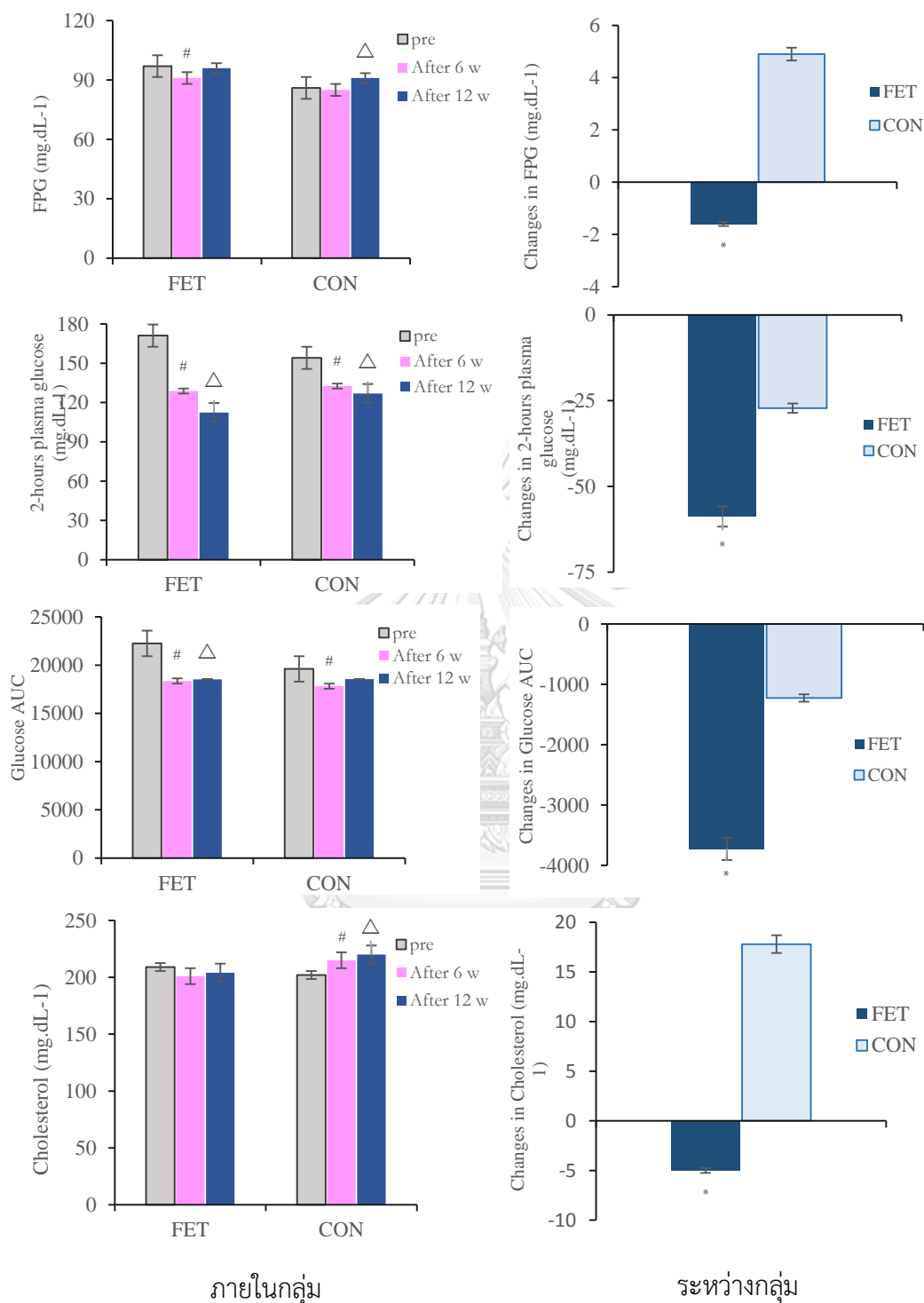
สารชีวเคมีในเลือด	การเปรียบเทียบภายในกลุ่ม				การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม		CON (n=9)	CON (n=9)	(p-value)
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 6 สัปดาห์	หลังการทดลอง 12 สัปดาห์	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 6 สัปดาห์	หลังการทดลอง 12 สัปดาห์			
น้ำตาลในเลือดหลัง	171.1±6.0	128.8±12.8 [#]	112.4±10.0 ^Δ	154.1±6.5	132.6±11.2 [#]	126.9±8.4 ^Δ	-58.8±7.3	-27.2±7.9	0.011*
อาหาร 2 ชั่วโมง (มีลิกวีรัมต่อเตชิตรา)									
น้ำตาลกลัยเซสม (เปอร์เซ็นต์)	5.6±0.2	5.5±0.2 (-1.79%)	5.5±0.2 (-1.79%)	5.5±0.2	5.4±0.1 [#] (1.82%)	5.5±0.1 [†] (0.00%)	-0.1±0.2	0.1±0.1	0.470
ระดับอินซูลิน (พีโกโมลต่อลิตร)	88.6±22.3	59.6±9.5 (-32.73%)	50.3±8.6 ^Δ (-43.23%)	66.7±9.9	73.9±10.9 (-10.79%)	57.8±9.5 (-13.34%)	-38.3±16.0	-8.9±6.1	0.121
พื้นที่ใต้โค้งของกลูโคส	22254±884	18353±671 [#] (-17.53%)	18529±932 ^Δ (-16.74%)	19608±649	17815±556 [#] (-9.14%)	18547±944 (-5.41%)	-3726±857	-1227±608	0.029*
ภาวะต่ออินซูลิน	3.1±0.9	1.9±0.3 (-38.71%)	1.7±0.3 (-45.16%)	2.0±0.3	2.2±0.4 (10.00%)	1.9±0.3 (-5.00%)	-1.4±0.6	-0.2±0.2	0.090

[#]p<0.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, ^Δp<0.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, [†]p<0.05 แตกต่างจากหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับ 12 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, *p<0.05 การเปลี่ยนแปลงแตกต่างระหว่างกลุ่ม จากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

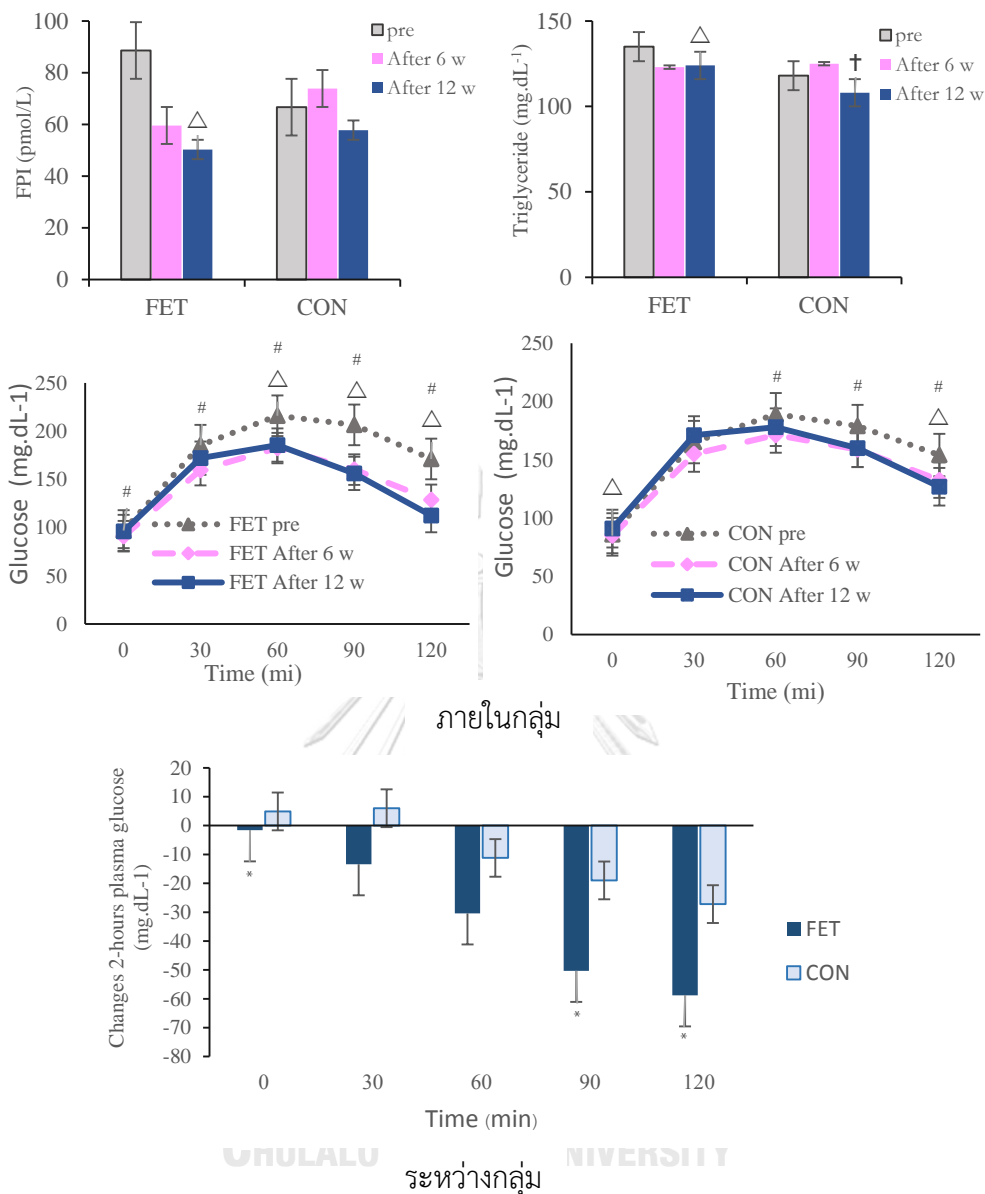
ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีในเลือดในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีในเลือด ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ (ต่อ)

สารชีวเคมีในเลือด	การเปรียบเทียบภายในกลุ่ม				การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม				
	กลุ่มมีออกกำลังกายแบบพั่งกีซันด์ (FET) (n=8)		กลุ่มควบคุม (CON) (n=9)		การเปลี่ยนแปลงหลังการทดลอง 12 สัปดาห์		การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม		
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 6 สัปดาห์	หลังการทดลอง 12 สัปดาห์	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 6 สัปดาห์	หลังการทดลอง 12 สัปดาห์	FET (n=8)	CON (n=9)	(p-value)
คอเลสเตอรอล (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร)	209±13	201±15 (-3.83%)	204±13 (-2.39%)	202±7	215±6 [#] (6.44%)	220±8 ^Δ (8.91%)	-5.0±7.3	17.8±7.4	0.045*
ไตรกลีเซอไรด์ (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร)	135±19	123±23 (-8.89%)	124±21 ^Δ (-8.15%)	118±23	125±27 (5.93%)	108±25 [†] (-8.47%)	-11.8±4.9	-10.0±6.2	0.829
ลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (เอชดีแอล) (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร)	51±5	53±6 (3.92%)	54±5 (5.88%)	58±6	64±8 [#] (10.34%)	65±6 ^Δ (12.07%)	2.9±1.5	6.2±1.5	0.132
ลิโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำ (แอลดีแอล) (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร)	150±12	135±12 (-10.00%)	137±10 (-8.67%)	139±10	138±10 (-0.72%)	145±8 (4.32%)	-12.1±7.8	6.1±7.3	0.109

[#]p<0.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, ^Δp<0.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, [†]p<0.05 แตกต่างจากหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับ 12 สัปดาห์ภายในกลุ่มเดียวกัน, * p<0.05 การเปลี่ยนแปลงแตกต่างระหว่างกลุ่ม จากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์



แผนภูมิที่ 5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสารชีวเคมีในเลือดภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีในเลือด หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม



แผนภูมิที่ 5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสารชีวเคมีในเลือดภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีในเลือด หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ต่อ)

FET = กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังกซ์ชันนัล, CON = กลุ่มควบคุม

Pre = ก่อนการทดลอง, After 6 w = หลังการทดลอง 6 สัปดาห์, After 12 w = หลังการทดลอง 12 สัปดาห์

#p< 0.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, Δp< 0.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, †p< 0.05 แตกต่างจากหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับ 12 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, *p< 0.05 การเปลี่ยนแปลงแตกต่างระหว่างกลุ่ม จากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

จากตารางที่ 11 และแผนภูมิที่ 5 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของสารชีวเคมีในเลือดภายในกลุ่มทดลอง พบว่า มีค่าเฉลี่ยน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารและน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 30 นาทีลดลงแตกต่างกันระหว่างการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่าเฉลี่ยน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 60 90 และ 120 นาที (น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง) และพื้นที่ใต้โค้งของกลูโคสลดลงแตกต่างกันระหว่างการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่าเฉลี่ยระดับอินซูลินและไตรกลีเซอไรด์ลดลงแตกต่างกันระหว่างการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานภายในกลุ่มควบคุม พบว่า มีค่าเฉลี่ยน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารเพิ่มขึ้นแตกต่างกันระหว่างการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับค่าเฉลี่ยน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 60 90 นาที และพื้นที่ใต้โค้งของกลูโคสลดลงแตกต่างกันระหว่างการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 120 นาที (น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง) ลดลงแตกต่างกันระหว่างการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับคอเลสเตอรอล และลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (เอชดีแอล) เพิ่มขึ้นแตกต่างกันระหว่างการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่าเฉลี่ยน้ำตาลเฉลี่ยสะสมลดลงแตกต่างกันระหว่างการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์และเพิ่มขึ้นระหว่างหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้มีค่าเฉลี่ยไตรกลีเซอไรด์ลดลงแตกต่างกันระหว่างหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของสารชีวเคมีในเลือดในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม พบว่า สารชีวเคมีในเลือด ได้แก่ น้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 90 และ 120 นาที (น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง) พื้นที่ใต้โค้งของกลูโคส และคอเลสเตอรอลของกลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงลดลงดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของสถานะในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงของสถานะ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

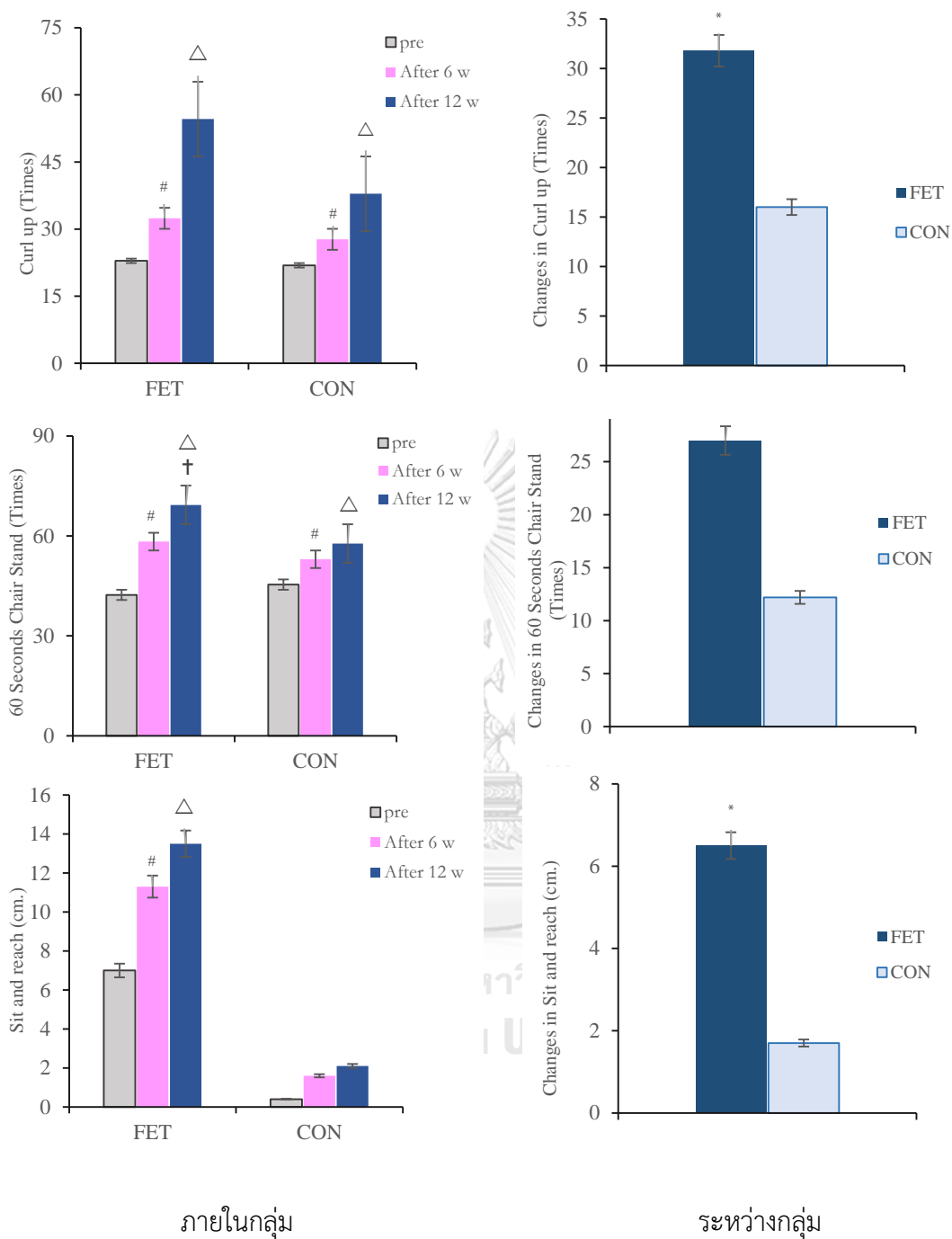
คุณสมบัติ	การเปรียบเทียบภายในกลุ่ม				การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม			
	กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันัล (FET) (n=8)		กลุ่มควบคุม (CON) (n=9)		การเปลี่ยนแปลงหลังการทดลอง 6 สัปดาห์		การเปลี่ยนแปลงหลังการทดลอง 12 สัปดาห์	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 6 สัปดาห์	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 6 สัปดาห์	FET (n=8)	CON (n=9)	FET (n=8)	CON (n=9)
องค์ประกอบของร่างกาย								
ไขมันในร่างกาย (เปอร์เซ็นต์)	33.6±1.7	33.4±1.4 (-0.60%)	32.6±1.5	31.8±1.9 (-2.45%)	32.5±1.4 (-3.27%)	32.0±1.6 (-1.84%)	-1.1±0.6	-0.6±0.4
ปริมาณไขมันในช่องท้อง (ตารางเซนติเมตร)	102.4±4.0	99.9±5.2 (-2.44%)	120.3±16.1	111.8±12.2 (-7.07%)	92.9±5.4 ^Δ (-9.28%)	114.2±14.1 (-5.07%)	-9.5±3.8	-6.1±4.1
มวลกล้ามเนื้อ (กิโลกรัม)	41.7±2.5	42.2±2.2 (1.20%)	43.0±2.8	43.9±3.3 (2.09%)	42.2±2.3 (1.20%)	43.5±2.9 (1.16%)	0.6±0.4	0.5±0.5
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ								
แรงเหยียดขา (กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว)	1.1±0.2	1.3±0.1 (18.18%)	1.1±0.1	1.3±0.2 [#] (18.18%)	1.6±0.2 ^{Δ†} (45.45%)	1.3±0.2 (18.18%)	0.5±0.1	0.2±0.1

[#]p<0.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, ^Δp<0.05 แตกต่างจากก่อนการทดลอง 12 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, [†]p<0.05 แตกต่างจากหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ กับ 12 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน

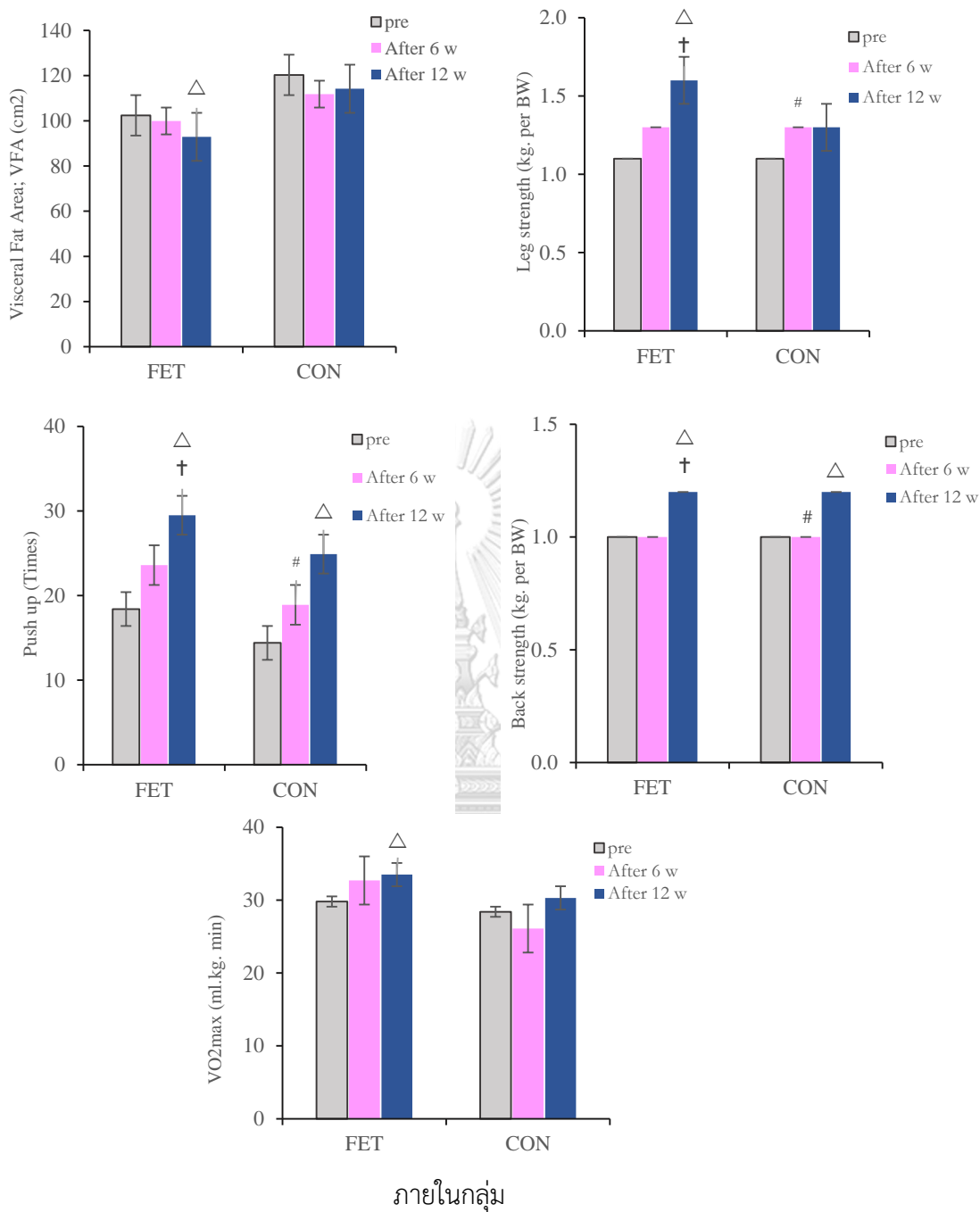
ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงสุขสมรรถนะในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงสุขสมรรถนะ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ (ต่อ)

สุขสมรรถนะ	การเปรียบเทียบภายในกลุ่ม				การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม		การเปลี่ยนแปลงหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ (p-value)	
	กลุ่มมีออกกําลังกายแบบฟังก์ชันัล (FET) (n=8)	กลุ่มควบคุม (CON) (n=9)	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง 6 สัปดาห์	หลังการทดลอง 12 สัปดาห์	CON (n=9)		
ความอดทนของกล้ามเนื้อ								
ยืนนั่งบนเก้าอี้ 60 วินาที (ครั้ง)	42.3±3.0	58.3±3.6 [#] (37.83%)	45.4±4.0	53.0±3.7 [#] (16.74%)	57.7±3.8 ^Δ (27.09%)	27.0±6.4	12.2±2.8	0.043*
ความอ่อนตัว								
นั่งอตัว (เซนติเมตร)	7.0±4.2	11.3±4.0 [#] (61.43%)	0.4±3.2	1.6±2.9 (300.00%)	2.1±2.8 (425.00%)	6.5±1.1	1.7±1.3	0.013*
ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ								
สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (มีลิตรต่อมิโนลิตร์ต่อนาที)	29.8±1.5	32.7±1.5 (9.73%)	28.4±2.0	26.1±2.0 (-8.10%)	30.3±2.7 (6.69%)	3.7±1.4	1.9±1.9	0.469

[#]p<0.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, ^Δp<0.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, [†]p<0.05 แตกต่างจากหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับ 12 สัปดาห์ภายในกลุ่มเดียวกัน, * p<0.05 การเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม จากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์



แผนภูมิที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสุขสมรรถนะภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงสุขสมรรถนะ หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม



แผนภูมิที่ 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสุขสมรรถนะภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

FET = กลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังกซ์ชันนัล, CON = กลุ่มควบคุม

Pre = ก่อนการทดลอง, After 6 w = หลังการทดลอง 6 สัปดาห์, After 12 w = หลังการทดลอง 12 สัปดาห์

#p < 0.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, Δp < 0.05 แตกต่างจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, †p < 0.05 แตกต่างจากหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับ 12 สัปดาห์ ภายในกลุ่มเดียวกัน, *p < 0.05 การเปลี่ยนแปลงแตกต่างระหว่างกลุ่ม จากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์

จากตารางที่ 12 และแผนภูมิที่ 6 และ 7 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของสุขสมรรถนะภายในกลุ่มทดลอง พบว่า มีค่าเฉลี่ยปริมาณไขมันในช่องท้องลดลงและมีค่าเฉลี่ยความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจเพิ่มขึ้นแตกต่างระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและหลัง และความอดทนของกล้ามเนื้อแขนเพิ่มขึ้นแตกต่างระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และระหว่างหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้องและขา และความอ่อนตัวเพิ่มขึ้นแตกต่างระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และระหว่างหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานภายในกลุ่มควบคุม พบว่า มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นแตกต่างระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังเพิ่มขึ้นแตกต่างระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังเพิ่มขึ้นแตกต่างระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีค่าเฉลี่ยความอดทนของกล้ามเนื้อแขน หน้าท้อง และขาเพิ่มขึ้นแตกต่างระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม พบว่า สุขสมรรถนะ ได้แก่ ความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้องและขา และความอ่อนตัวของกลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน และเพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกและไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่มีผลต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ซึ่งเป็นบุคลากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ทั้งชายและหญิง ที่มีอายุตั้งแต่ 43-59 ปี จำนวน 17 คน การเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยมีค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง (OGTT) อยู่ในเกณฑ์ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ดำเนินการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ด้วยวิธีจัดเรียงลำดับค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง ในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคสจากน้อยไปหามากทั้งชายและหญิง โดยกลุ่มควบคุม จำนวน 9 คน ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ และกลุ่มทดลอง จำนวน 8 คน ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล แบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงอบอุ่นและคลายอุ่น ร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (ช่วงละ 10 นาที) และช่วงการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล สัปดาห์ที่ 1-12 (30 นาที) ปฏิบัติสัปดาห์ละ 5 ครั้งๆ ละ 50 นาที ฝึกออกกำลังกายเป็นกลุ่ม 3 ครั้งต่อสัปดาห์ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา โดยผู้วิจัยนำฝึกออกกำลังกาย ในวันจันทร์ พุธ และศุกร์ และฝึกออกกำลังกายที่บ้านด้วยตนเอง 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ในวันอังคารและพฤหัสบดี ช่วงเย็นหลังเลิกงาน

กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มได้รับการทดสอบตัวแปรข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา สารชีวเคมีในเลือด และสุขสมรรถนะก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (SPSS) หาค่าเฉลี่ย (Means) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SEM) วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Means) ของข้อมูลทั่วไป ข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา สารชีวเคมีในเลือด และสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบอิสระ (Independent t-test) วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา สารชีวเคมีในเลือด และสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ภายในกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุม ระหว่างก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ (One-way repeated-measures ANOVA) และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการ

ทดสอบแอลเอสดีของฟิชเชอร์ (Fisher's LSD test) และวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา สารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน โดยเปรียบเทียบระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบอิสระ (Independent t-test) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

สรุปผลการวิจัย

สรุปผลของการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และ 12 สัปดาห์ดังนี้

1. ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือด

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของสารชีวเคมีในเลือดในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม พบว่า น้ำตาลในเลือด หลังอดอาหาร น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 90 และ 120 นาที (น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง) พื้นที่ใต้โค้งของกลูโคส และคอเลสเตอรอลของกลุ่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลมีการเปลี่ยนแปลงลดลงดีกว่ากลุ่มไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 30 และ 60 นาที น้ำตาลเฉลี่ยสะสม ระดับอินซูลิน ภาวะดื้อต่ออินซูลิน ไตรกลีเซอไรด์ ลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (เอชดีแอล) และลิโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำ (แอลดีแอล) ไม่พบการเปลี่ยนแปลงระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล พบว่า มีค่าเฉลี่ยน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารและน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 30 นาทีลดลงแตกต่างระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่าเฉลี่ยน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 60 90 และ 120 นาที (น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง) และพื้นที่ใต้โค้งของกลูโคสลดลงแตกต่างระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และ 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่าเฉลี่ยระดับอินซูลินและไตรกลีเซอไรด์ลดลงแตกต่างระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล พบว่า มีค่าเฉลี่ยน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารเพิ่มขึ้นแตกต่างระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับค่าเฉลี่ยน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 60 90 นาที และพื้นที่ใต้โค้งของกลูโคสลดลงแตกต่างระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่าเฉลี่ยน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 120 นาที (น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2

ชั่วโมง) ลดลงแตกต่างกันระหว่างการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และ 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับคอเลสเทอรอล และลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (เอชดีแอล) เพิ่มขึ้นแตกต่างกันระหว่างการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และ 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่าเฉลี่ยน้ำตาลเฉลี่ยสะสมลดลงแตกต่างกันระหว่างการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์และเพิ่มขึ้นระหว่างหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับ 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้มีค่าเฉลี่ยไตรกลีเซอไรด์ลดลงแตกต่างกันระหว่างหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับหลัง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานที่มีต่อ สุขสมรรถนะ

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม พบว่า สุขสมรรถนะ ได้แก่ ความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้องและขา และความอ่อนตัวของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นดีกว่ากลุ่มไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ปริมาณไขมันในช่องท้อง มวลกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและหลัง ความอดทนของกล้ามเนื้อแขน และความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจไม่พบการเปลี่ยนแปลงระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล พบว่า มีค่าเฉลี่ยปริมาณไขมันในช่องท้องลดลงและมีค่าเฉลี่ยความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจเพิ่มขึ้นแตกต่างกันระหว่างการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและหลัง และความอดทนของกล้ามเนื้อแขนเพิ่มขึ้นแตกต่างกันระหว่างการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ และระหว่างหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับหลัง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้องและขา และความอ่อนตัวเพิ่มขึ้นแตกต่างกันระหว่างการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และ 12 สัปดาห์ และระหว่างหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับหลัง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล พบว่า มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นแตกต่างกันระหว่างการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังเพิ่มขึ้นแตกต่างกันระหว่างการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังเพิ่มขึ้นแตกต่างกันระหว่างการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีค่าเฉลี่ยความอดทนของกล้ามเนื้อแขน หน้าท้อง และขา

เพิ่มขึ้นแตกต่างระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และ 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานที่มีต่อข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยาในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานจากก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่ม พบว่า ข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา ได้แก่ น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย รอบเอว รอบสะโพกของกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลมีการเปลี่ยนแปลงลดลงดีกว่ากลุ่มไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สำหรับสัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก อัตราการเต้นหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวไม่พบการเปลี่ยนแปลงระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล พบว่า มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย รอบเอว รอบสะโพกลดลงแตกต่างระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และ 12 สัปดาห์ และระหว่างหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับหลัง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีค่าเฉลี่ยสัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพกลดลงแตกต่างระหว่างก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัวลดลงระหว่างหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับหลัง 12 สัปดาห์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล พบว่า หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ทุกตัวแปรข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยาไม่แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผลการวิจัย

จากสรุปผลการวิจัย ผู้วิจัยได้นำมาอภิปรายผลการวิจัยตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

สมมติฐานที่ 1 และ 2 การฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลมีผลต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานดีกว่าก่อนการฝึก และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มฝึกและไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลมีผลของสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานแตกต่างกัน โดยผลการวิจัยพบว่ากลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลมี

ผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะดีขึ้นมากกว่าก่อนการฝึก และดีกว่ากลุ่มไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังกซ์ชันนัล จึงเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบฟังกซ์ชันนัลในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะ

ผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังกซ์ชันนัล ระยะเวลา 12 สัปดาห์ ส่งผลให้สารชีวเคมีในเลือดมีการเปลี่ยนแปลงลดลงดีกว่ากลุ่มไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังกซ์ชันนัล ได้แก่ น้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 90 และ 120 นาที (น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง) พื้นที่ใต้โค้งของกลูโคส และคอเลสเตอรอล และส่งผลให้สุขสมรรถนะมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นดีกว่ากลุ่มไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังกซ์ชันนัล ได้แก่ ความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้องและขา และความอ่อนตัว เนื่องจากการฝึกออกกำลังกายแบบฟังกซ์ชันนัลในการวิจัยครั้งนี้เป็นรูปแบบการเคลื่อนไหวแบบบูรณาการที่คล้ายคลึงกับกิจกรรมที่เกิดขึ้นในการทำกิจวัตรประจำวัน เป็นรูปแบบการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัวและแรงต้านจากภายนอกคือขวดทรายที่มีการปรับเพิ่มความหนัก (Intensity) จากน้อยไปหามากอย่างเป็นลำดับ (โดยเริ่มจากขวดทรายหนัก 335, 500 และ 750 กรัม ตามลำดับ) เป็นไปตามหลักการฝึกความก้าวหน้า (Progression Principle) และหลักการฝึกหนักมากกว่าปกติ (Overload Principle) เพื่อเป็นการกระตุ้นให้กล้ามเนื้อและร่างกายเกิดการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอย่างต่อเนื่องมากยิ่งขึ้น มีการทำงานของกล้ามเนื้อข้อต่อหลายส่วนร่วมกัน เน้นกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่และกล้ามเนื้อแกนกลางร่างกาย มีท่าทางการฝึกออกกำลังกายทั้งการเคลื่อนที่และอยู่กับที่และมีการเคลื่อนไหวร่างกายทุกส่วน มีการสลับกลุ่มกล้ามเนื้อในการฝึกมีลักษณะการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องที่ระดับปานกลาง (ADA, 2018) ใช้จังหวะ 100-110 BPM พักระหว่างเซตโดยมีการเคลื่อนไหว มีจำนวนครั้งในการปฏิบัติซ้ำในแต่ละเซตเพื่อให้กล้ามเนื้อได้ถูกกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และมีความต่อเนื่องในการออกกำลังกายเป็นลักษณะการออกกำลังกายผสมผสานแบบแอโรบิกร่วมด้วย (ACSM, 2009; Liebson, 2014; Silva-Grigoletto, 2014; Santana, 2016 และ กรมพลศึกษา ,2555 และ 2558)

เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงการเป็นโรคเบาหวานจึงควรออกกำลังกาย เนื่องจากภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานมีความสัมพันธ์ร่วมกับการเกิดภาวะการเผาผลาญอาหารของร่างกายที่ผิดปกติ เช่น โรคอ้วน ภาวะไขมันในเลือดผิดปกติชนิดไตรกลีเซอไรด์สูง ลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (เอชดีแอลต่ำ) เซลล์ไขมันที่สะสมในช่องท้องปริมาณมาก และภาวะความดันโลหิตสูงจะกระตุ้นให้เกิดภาวะดื้อต่ออินซูลินทำให้กล้ามเนื้อไม่สามารถนำกลูโคสเข้าเซลล์และตับไม่สามารถยับยั้งการสร้างกลูโคสทำให้มีระดับน้ำตาลในเลือดสูง (Pihlajamäki, 2004; WHO, 2016 และสมลักษณ์ จึงสมาน, 2560) อีกทั้ง

Pan (1997) กล่าวว่าบุคคลที่มีความทนทานต่อกลูโคสบกพร่องมีความเสี่ยงสูงพัฒนาเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 โดยอาการที่สังเกตได้ว่ามีภาวะดื้อต่ออินซูลิน คือ ระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหารสูงขึ้นกว่าคนปกติและลดลงช้ากว่าคนปกติ เพื่อให้ทราบถึงภาวะดื้อต่ออินซูลินได้เร็วจึงควรทดสอบความทนทานต่อน้ำตาลกลูโคส (OGTT) เนื่องจากหากตรวจเฉพาะน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารจะค้นพบภาวะดื้อต่ออินซูลินได้ช้าอาจไม่ทันการณ์สำหรับการควบคุมหรือป้องกันการเกิดโรคเบาหวาน (Adamet al., 2004 และ Bartoli et al., 2011) เมื่อเกิดภาวะดื้อต่ออินซูลินจะทำให้อินซูลินทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพต้องใช้อินซูลินมากขึ้น ส่งผลให้เบต้าเซลล์ในตับอ่อนต้องหลั่งอินซูลินออกมาในปริมาณเพิ่มขึ้นเพื่อรักษาระดับน้ำตาลในเลือดให้เป็นปกติ ทำให้เบต้าเซลล์ต้องทำงานมากขึ้นจึงส่งผลให้เบต้าเซลล์ทำงานเสื่อมประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นทำให้การผลิตอินซูลินลดน้อยลงส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น โดยเฉพาะน้ำตาลในเลือดที่เพิ่มขึ้นจากหลังรับประทานอาหาร และเมื่อเบต้าเซลล์ลดจำนวนลงเรื่อยๆ จะส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มสูงขึ้นจนเข้าสู่การเป็นโรคเบาหวานได้ นอกจากนี้ภาวะดื้อต่ออินซูลินยังส่งผลให้ระดับไขมันในเลือดสูง เนื่องจากการเผาผลาญในเซลล์ของตับผิดปกติเกิดการย่อยไขมันไตรกลีเซอไรด์และปล่อยกรดไขมันอิสระจำนวนมากออกสู่กระแสเลือด โดยที่กรดไขมันอิสระเป็นสาเหตุของการเกิดอนุมูลอิสระเป็นพิษต่อร่างกาย ทำให้เกิดการอักเสบขึ้น ทำให้มีของเสียเกาะที่ผนังหลอดเลือด ทำให้หลอดเลือดเกิดการตีบแคบลง สรุปว่าภาวะดื้อต่ออินซูลินเชื่อมโยงกับการสังเคราะห์คอเลสเตอรอลสูงและลดการดูดซึมคอเลสเตอรอล (Pihlajamäki, 2004 และ เทพ หิมะทองคำ, 2561) ดังนั้นควรควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและไขมันในเลือด การออกกำลังกายจึงเป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งในการลดภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานหรือช่วยรักษาโรคเบาหวานได้

ดังเช่น ADA (2018) กล่าวว่า การออกกำลังกายเป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งที่ช่วยชะลอและป้องกันการเป็นโรคเบาหวาน โดยออกกำลังกายแบบแอโรบิกอย่างสม่ำเสมออย่างน้อย 150 นาทีต่อสัปดาห์ ความหนักระดับปานกลาง 50-70% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด สอดคล้องกับ วีระศักดิ์ ศรีนินภากร และคณะ (2555) และสมลักษณ์ จึงสมาน (2560) กล่าวว่า การออกกำลังกายช่วยทำให้เกิดการสร้างและการสลายกลูโคส ซึ่งในการทำงานของกล้ามเนื้อทำให้มีการใช้กลูโคสแต่ยังคงระดับน้ำตาลโดยการสร้างกลูโคสจากตับ และการสร้างพลังงานจากสารอื่นๆ เช่น กรดไขมันอิสระ แหล่งของพลังงานขึ้นอยู่กับความหนักและเวลานานของการออกกำลังกาย การเพิ่มการดูดซึมกลูโคสเข้ากล้ามเนื้อโดยผลจากอินซูลินและการทำงานของกล้ามเนื้อซึ่งในขณะออกกำลังกายมีการทำงานของกล้ามเนื้อ การดูดซึมกลูโคสจึงเพิ่มขึ้น ผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานหรือเป็นโรคเบาหวานมีความผิดปกติของการดูดซึมกลูโคสเนื่องจากอินซูลิน แต่ก็สามารถเพิ่มการดูดซึมกลูโคสจากการทำงานของกล้ามเนื้อทั้งการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการออกกำลังกายแบบแรงต้าน จะช่วยทำให้เซลล์ในร่างกายมีความไวต่ออินซูลิน และช่วยให้โมเลกุลขนส่งน้ำตาลมาที่ผิวเซลล์ทำให้น้ำตาลเข้าไปในเซลล์

ได้ง่ายขึ้นนำไปสู่การลดลงของการผลิตอินซูลินในตับอ่อน หลังจากเสร็จสิ้นการออกกำลังกายระดับน้ำตาลในเลือดจะลดลง หลังการออกกำลังกายร่างกายจะเพิ่มความไวต่ออินซูลินอยู่ประมาณ 12-72 ชั่วโมง เป็นปัจจัยสำคัญในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ อีกทั้งการออกกำลังกายสามารถช่วยลดคอเลสเตอรอลและลิโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำ (แอลดีแอล) และช่วยเพิ่มลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (เอชดีแอล) ได้อีกด้วย รวมทั้งช่วยลดความดันโลหิต ลดน้ำหนักตัว ลดความเครียด ลดอัตราการตาย และลดความเสี่ยงต่อโรคหัวใจ เพิ่มคุณภาพชีวิต (Nayak et al., 2005; Flack et al., 2011; วีระศักดิ์ ศรีนินภากรและคณะ, 2555 และกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2556) นอกจากนี้ การออกกำลังกายสามารถช่วยเพิ่มสุขสมรรถนะด้านต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น สอดคล้องกับ Haskell (1985) กล่าวว่า เพื่อการเปลี่ยนแปลงสุขสมรรถนะอย่างมีประสิทธิภาพด้วยการออกกำลังกายควรมีความเหมาะสมเกี่ยวกับความหนัก ความถี่หรือความบ่อยครั้ง และกิจกรรมการออกกำลังกายที่ให้ประโยชน์ด้านสุขภาพที่หลากหลาย ได้แก่ ใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ เคลื่อนไหวเป็นจังหวะ มีการใช้แรงต้าน และการออกกำลังกายที่พัฒนาความอ่อนตัว ดังนั้นการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลจึงมีประโยชน์และส่งผลดีให้กับผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน เพื่อช่วยชะลอและป้องกันการเป็นโรคเบาหวาน และช่วยให้มีสุขสมรรถนะที่พร้อมต่อการปฏิบัติภารกิจประจำวันได้อย่างกระฉับกระเฉงและตื่นตัวโดยไม่รู้สึเหนื่อยอ่อนล้าและยังมีพลังกำลังเหลือพอหรือมีพลังงานเพียงพอที่จะทำกิจกรรมในเวลาว่างและเผชิญกับสถานการณ์ที่คับขันได้

จากผลการวิจัยที่พบว่าผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลส่งผลให้สารชีวเคมีในเลือดมีการเปลี่ยนแปลงลดลงดีกว่ากลุ่มไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลนั้น แสดงให้เห็นว่าการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่เน้นให้มีการทำงานของกล้ามเนื้อจึงช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของการออกฤทธิ์และการตอบสนองของอินซูลินดีขึ้น เซลล์ในร่างกายมีความไวต่ออินซูลิน และเพิ่มการดูดซึมกลูโคสโดยช่วยให้โมเลกุลขนส่งน้ำตาลมาที่ผิวเซลล์ทำให้น้ำตาลเข้าไปในเซลล์ได้ง่ายขึ้น จึงส่งผลให้ระดับอินซูลินลดลงแต่ยังสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ลดลงได้ สอดคล้องกับ มานิตย์ วัชรชัยนันท์ (2554) กล่าวว่า เมื่อรับประทานอาหารที่ทำให้ระดับน้ำตาลสูงมากกว่า 140 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร เบต้าเซลล์จะปล่อยอินซูลินออกมาเป็นสองระยะ (การหลั่งอินซูลินในช่วงแรกและในช่วงที่สอง) เพื่อจัดการกับระดับน้ำตาลให้ลดสู่ระดับปกติ การตอบสนองของการหลั่งอินซูลินในช่วงแรกและในช่วงที่สองต่อระดับน้ำตาลจะเสร็จสิ้นสมบูรณ์ใช้เวลา 2 ชั่วโมง ถ้าการตอบสนองของอินซูลินในระยะแรกบกพร่องหรือตามด้วยระยะที่สองแล้วยังไม่กลับสู่ระดับปกติหรือลดต่ำลงจึงเป็นเหตุให้น้ำตาลในเลือดหลังอาหารยังมีค่าสูงและต้องใช้เวลาอีกนานกว่าระดับน้ำตาลในเลือดกลับสู่ระดับปกติ รวมถึงมีการปรับปรุงการเผาผลาญไขมันในเซลล์ของตับมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเห็นได้จากคอเลสเตอรอลลดลง ในการเปลี่ยนแปลงของน้ำตาลในเลือดและปริมาณไขมันที่ปรับตัวดีขึ้นนั้นช่วยลดความเสี่ยงเป็นโรคเบาหวาน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงให้ดีขึ้นได้นี้เกิด

จากการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล ซึ่งเป็นลักษณะการฝึกออกกำลังกายที่มีการหดตัวของกล้ามเนื้อและมีความต่อเนื่อง ทำให้การดูดซึ่มกลูโคสเพิ่มขึ้น เพิ่มความไวของอินซูลิน และช่วยให้โมเลกุลที่ช่วยขนส่งน้ำตาล (GLUT 4) มาที่ผิวเซลล์ทำให้น้ำตาลเข้าไปในเซลล์ได้ง่ายขึ้นจึงเป็นการเพิ่มการดูดซึ่มกลูโคสเข้าสู่เซลล์ ช่วยเพิ่มการใช้พลังงานในร่างกายมากขึ้น (Flack et al., 2011) สอดคล้องกับ ADA (2018) แนะนำให้ออกกำลังกายที่ระดับปานกลางให้ได้อย่างน้อย 150 นาทีต่อสัปดาห์ เพื่อช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ระดับอินซูลิน ภาวะดื้อต่ออินซูลินและปริมาณไขมันในเลือดให้อยู่ในระดับที่ปกติ อีกทั้ง Pan (1997) ให้คำแนะนำว่าการออกกำลังกายด้วยความหนักที่ระดับปานกลางช่วยลดอัตราการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดลดภาวะแทรกซ้อนต่างๆ ในผู้ที่มีความทนทานต่อน้ำตาลกลูโคสบกพร่อง

สอดคล้องกับผลการวิจัยที่ผ่านมาของ Honkola et al. (1997); Ishii et al. (1998) และ Eikenber et al. (2016) ศึกษาการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ระดับปานกลางหรือระดับสูง ทั้งที่มีการควบคุมและไม่ได้ควบคุมการบริโภคอาหาร ส่งผลให้คอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และลิโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำ (แอลดีแอล) ลดลง และลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (เอชดีแอล) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และน้ำตาลเฉลี่ยสะสมมีแนวโน้มลดลง ช่วยเพิ่มความไวของอินซูลิน ช่วยเปลี่ยนแปลงให้ความทนทานต่อกลูโคส 2 ชั่วโมงลดลงได้ รวมถึงการศึกษาของ Jenkins et al. (2011) เกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแอโรบิก สามารถช่วยให้มีความทนทานต่อกลูโคส 2 ชั่วโมง ระดับอินซูลิน และการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ใต้โค้งของกลูโคสดีขึ้น นอกจากนี้ Tokmakidis et al. (2004); Rowan (2017) และ Yuan et al. (2020) ศึกษาการออกกำลังกายแบบแอโรบิกความหนักที่ระดับปานกลางร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้าน หรือการออกกำลังกายแบบแอโรบิกแบบหนักสลับเบา ร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้าน ช่วยให้น้ำตาลเฉลี่ยสะสม น้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารและน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง และพื้นที่ใต้โค้งอินซูลินลดลง ช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ช่วยควบคุมการเผาผลาญอาหารและรักษาฟังก์ชันการทำงานของเบต้าเซลล์ได้

นอกจากนี้ผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลส่งผลให้สุขสมรรถนะมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นดีกว่ากลุ่มไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลนั้น สอดคล้องกับ Ishii et al. (1998); Jenkins et al. (2011); Westcott (2012) และ Eikenberg et al. (2016) ศึกษาการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ระดับปานกลางหรือระดับสูง พบว่า สามารถช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและมวลกล้ามเนื้อ ช่วยให้ออกซิเจน ดีเอ็นเอ และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายลดลง เพิ่มความเป็นอิสระในการทำงานและความสามารถในการเคลื่อนไหว สามารถควบคุมและเพิ่มความเร็วในการเดินได้มากขึ้น ช่วยลดความชุกของการเป็นโรคเบาหวาน ส่วนสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดไม่เปลี่ยนแปลง รวมถึงการศึกษาของ Jenkins et al. (2011) เกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบแอโรบิกช่วยลดน้ำหนักตัวและมืองค์ประกอบของร่างกายดีขึ้น นอกจากนี้

Tokmakidis et al. (2004); Rowan (2017) และ Yuan et al. (2020) ศึกษาการออกกำลังกายแบบแอโรบิกความหนักที่ระดับปานกลางร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้าน หรือการออกกำลังกายแบบแอโรบิกแบบหนักสลับเบา ร่วมกับการออกกำลังกายแบบแรงต้าน ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความทนทานต่อการออกกำลังกาย ช่วยให้ดัชนีมวลกาย เเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย และรอบเอวลดลง และมีการปรับปรุงสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดดีขึ้น

ผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลก่อนการทดลอง กับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และ 12 สัปดาห์ และระหว่างหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับหลัง 12 สัปดาห์ ส่งผลให้สารชีวเคมีในเลือดเปลี่ยนแปลงพัฒนาดีกว่าก่อนการฝึก จากผลการวิจัย พบว่า น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 60 90 และ 120 นาที (น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง) ระดับอินซูลิน พื้นที่ใต้โค้งของกลูโคส และไตรกลีเซอไรด์ลดลง และส่งผลให้สุขสมรรถนะมีการเปลี่ยนแปลงพัฒนาดีกว่าก่อนการฝึก จากผลการวิจัย พบว่า ปริมาณไขมันในช่องท้องลดลง ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและหลัง ความอดทนของกล้ามเนื้อแขน หน้าท้องและขา ความอ่อนตัว และความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจเพิ่มขึ้น เนื่องจากการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลซึ่งเป็นรูปแบบการฝึกกล้ามเนื้อมัดใหญ่และกล้ามเนื้อแกนกลางร่างกายโดยใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัว และแรงต้านจากภายนอกคือขวดทรายที่มีการปรับเพิ่มความหนักจากน้อยไปหามากอย่างเป็นลำดับ เป็นไปตามหลักการฝึกความก้าวหน้า และหลักการฝึกหนักมากกว่าปกติเพื่อกระตุ้นให้กล้ามเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มีท่าทางการฝึกออกกำลังกายทั้งการเคลื่อนที่และอยู่กับที่และมีการเคลื่อนไหวทุกส่วน มีลักษณะการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องที่ระดับปานกลางเป็นการผสมผสานแบบแอโรบิกร่วมด้วย

สำหรับผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกลุ่มไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และ 12 สัปดาห์ และระหว่างหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับหลัง 12 สัปดาห์ ส่งผลให้สารชีวเคมีในเลือดเปลี่ยนแปลงพัฒนาดีกว่าก่อนการฝึก จากผลการวิจัย พบว่า ลิโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (เอชดีแอล) เพิ่มขึ้น ส่วนน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร และคอเลสเตอรอลเพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึก สำหรับน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 120 นาที (น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง) และไตรกลีเซอไรด์ลดลง และส่งผลให้สุขสมรรถนะมีการเปลี่ยนแปลงพัฒนาดีกว่าก่อนการฝึก จากผลการวิจัย พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง ความอดทนของกล้ามเนื้อแขน หน้าท้องและขาเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากโดยส่วนใหญ่กลุ่มไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลมีการออกกำลังกายในชีวิตประจำวันแต่ไม่เกิน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ซึ่งมีทั้งการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและแบบแรงต้าน แต่ไม่สามารถทำให้น้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร และคอเลสเตอรอลลดลงได้

ทั้งนี้ การฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดีซีเอ็นของน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 90 และ 120 นาที (น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง) และพื้นที่ใต้โค้งของกลูโคส รวมทั้งคอเลสเตอรอลแตกต่างกันอย่างชัดเจน แสดงว่าการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลมีความเหมาะสมและให้ประโยชน์ในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานนำไปใช้ฝึกออกกำลังกายเพื่อลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคเบาหวานได้

ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานที่มีต่อข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา

ผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล ระยะเวลา 12 สัปดาห์ ส่งผลให้ข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยามีการเปลี่ยนแปลงลดลงดีกว่ากลุ่มไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล ได้แก่ น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย รอบเอว และรอบสะโพก เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ให้ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลซึ่งเป็นรูปแบบการฝึกกล้ามเนื้อมัดใหญ่และกล้ามเนื้อแกนกลางร่างกายโดยใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัวและแรงต้านจากภายนอกคือขวดทราย มีท่าทางการฝึกออกกำลังกายทั้งการเคลื่อนที่และอยู่กับที่และการเคลื่อนไหวทุกส่วน มีลักษณะการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องที่ระดับปานกลางเป็นการผสมผสานแบบแอโรบิกร่วมด้วยจึงมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยเปลี่ยนแปลงข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยาให้ดีขึ้นได้ สำหรับอัตราการเต้นหัวใจขณะพักไม่มีการเปลี่ยนแปลงตลอด 12 สัปดาห์ ทั้งกลุ่มฝึกและไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล เนื่องจากการออกกำลังกายมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่ายอาจเต้นเร็วหรือเต้นช้าโดยมีปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ อายุในวัยผู้ใหญ่อัตราการเต้นหัวใจจะคงที่ เพศหญิงมีอัตราการเต้นหัวใจเร็วกว่าเพศชายสอดคล้องกับกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนเพศหญิงมากกว่า หลังการรับประทานอาหาร 2-3 ชั่วโมงอัตราการเต้นหัวใจจะสูงขึ้น อารมณ์ความกลัว โกรธ เครียดและความวิตกกังวลทำให้อัตราการเต้นหัวใจสูงขึ้น อุณหภูมิร่างกายที่สูงขึ้นทำให้อัตราการเต้นหัวใจเร็วขึ้น เป็นต้น (ถนนวงศ์ กฤษณ์เพชร, 2555) ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้จึงส่งผลให้อัตราการเต้นหัวใจจากผลการวิจัยมีการเปลี่ยนแปลงลดลงเพียงเล็กน้อย จากผลการวิจัยพบว่าผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลส่งผลให้ข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยามีการเปลี่ยนแปลงลดลงดีกว่ากลุ่มไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลนั้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Honkola et al. (1997) ได้ศึกษาการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ระดับปานกลางช่วยให้น้ำหนักลดลง เมื่อลดน้ำหนักตัว ทำให้อัตราการเต้นหัวใจลดลง สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพกลดลงได้ด้วย จึงทำให้ดัชนีมวลกายเปลี่ยนแปลงดีขึ้น ลดความเสี่ยงการเกิดภาวะอ้วนลงพุง ดังนั้นจึงเป็นการลดความเสี่ยงการเกิดโรคเบาหวานได้

นอกจากนี้ผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกลุ่มฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และ 12 สัปดาห์ และระหว่างหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับ

หลัง 12 สัปดาห์ ส่งผลให้ข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยาเปลี่ยนแปลงลดลงต่ำกว่าก่อนการฝึก ได้แก่ น้ำหนักตัว ดัชนีมวลกาย รอบเอว รอบสะโพก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัว เนื่องจากการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลซึ่งเป็นรูปแบบการฝึกกล้ามเนื้อมัดใหญ่และกล้ามเนื้อแกนกลางร่างกาย โดยใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัวและแรงต้านจากภายนอกคือขวดทราย และมีลักษณะการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องที่ระดับปานกลางเป็นการผสมผสานแบบแอโรบิกร่วมด้วย จึงเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญสำหรับผู้ที่มิภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานที่ช่วยควบคุมให้ระดับความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัวลดลง สอดคล้องกับ เทพ หิมะทองคำ (2561) กล่าวว่า โรคความดันโลหิตสูงเป็นโรคหนึ่งในกลุ่มที่มีภาวะการเผาผลาญอาหารของร่างกายผิดปกติที่ไม่มีอาการแสดงเตือนให้ดูแลในระยะต้นและเป็นอีกโรคที่มีความใกล้เคียงกับโรคเบาหวาน กว่าร้อยละ 50 ของผู้ป่วยโรคเบาหวานมีความดันโลหิตสูงร่วมด้วย ดังนั้น ควรลดระดับความดันโลหิตให้น้อยลงในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ดังเช่น ADA (2018) กำหนดเป้าหมายการรักษาความดันโลหิตสำหรับผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานหรือผู้ที่เป็นโรคเบาหวานควรน้อยกว่า 130/80 มิลลิเมตรปรอท สอดคล้องกับ Cooper DeHoff et al. (2010) ให้คำแนะนำว่าผู้ที่เป็นโรคเบาหวานควรลดความดันโลหิตให้เหลือน้อยกว่า 130/85 มิลลิเมตรปรอท และเพิ่มการออกกำลังกายสม่ำเสมอ และสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาของ Yavari et al. (2012) ศึกษาการออกกำลังกายแบบแอโรบิก การออกกำลังกายแบบแรงต้าน การออกกำลังกายร่วมกันระหว่างแบบแอโรบิกและแบบแรงต้าน ช่วยให้ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัวมีการเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างชัดเจน และมีอัตราการเต้นหัวใจขณะพักลดลง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Honkola et al. (1997) ได้ศึกษาการออกกำลังกายแบบแรงต้านที่ระดับปานกลาง ช่วยให้ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัวดีขึ้นและน้ำหนักลดลง เมื่อลดน้ำหนักตัว รอบเอว รอบสะโพก สัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพกได้ จึงทำให้ดัชนีมวลกายเปลี่ยนแปลงดีขึ้น ลดความเสี่ยงการเกิดภาวะอ้วนลงพุงได้ ดังนั้นจึงช่วยลดความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัว และอัตราการเต้นหัวใจขณะพักได้ จึงเป็นการลดความเสี่ยงการเกิดโรคเบาหวาน

สำหรับผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานกลุ่มไม่ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลก่อนการทดลองกับหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และ 12 สัปดาห์ และระหว่างหลังการทดลอง 6 สัปดาห์กับหลัง 12 สัปดาห์ ผลการวิจัย พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยาทุกตัวแปรเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก

สรุปผลการวิจัยในภาพรวม

สรุปได้ว่า การฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลส่งผลต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะเปลี่ยนแปลงดีขึ้นได้ ช่วยให้ผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 90 และ 120 นาที (น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง) พื้นที่ใต้

โด้ของกลูโคสลดลง ช่วยทำให้เซลล์ในร่างกายมีความไวต่ออินซูลินดีขึ้น และทำให้สุขภาพดีขึ้น ได้แก่ ความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้องและขา และความอ่อนตัวดีขึ้น จึงช่วยให้กล้ามเนื้อหดตัวทำงานได้ต่อเนื่องมีความอดทนเพิ่มขึ้น รวมทั้งส่งผลให้ข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยาส่วนใหญ่ดีขึ้นอีกด้วย จึงเป็นการฝึกออกกำลังกายที่มีประโยชน์ในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน

จุดเด่นในการวิจัย

การฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลมีการใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัวและแรงต้านจากภายนอกคือขวดทราย และมีลักษณะการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องที่ระดับปานกลาง ระยะเวลา 12 สัปดาห์ ช่วยลดน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 120 นาที (น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง) และพื้นที่ใต้โค้งของกลูโคส ทำให้ช่วยลดความเสี่ยงการเป็นโรคเบาหวานได้

ปัญหาและอุปสรรคในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยจากการคัดเลือกโดยใช้น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมงในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) ซึ่งเป็นค่าน้ำตาลที่สามารถค้นพบผู้ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเป็นโรคเบาหวานได้ไวมากกว่าการตรวจระดับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร ทำให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์จำนวนน้อยอาจนำไปสู่ปัญหาในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติได้

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. การฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล 5 วันต่อสัปดาห์ ครั้งละ 30 นาที จำนวน 12 สัปดาห์ สามารถทำให้สารชีวเคมีในเลือดลดลงได้ โดยเฉพาะน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 90 และ 120 นาที (น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง) และพื้นที่ใต้โค้งของกลูโคส จึงช่วยป้องกันความเสี่ยงการเป็นโรคเบาหวานได้

2. ผู้มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานสามารถนำการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลไปออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้านได้ เป็นการเพิ่มความสะดวกในการปฏิบัติและเพื่อความสม่ำเสมอในการออกกำลังกาย โดยควรนำท่าทางที่คัดสรรทั้งที่ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัวและขวดทรายที่สามารถทำได้ด้วยตนเองที่บ้านได้ ความหนักที่ระดับปานกลาง อย่างน้อย 150 นาทีต่อสัปดาห์ หรือ 5 วันต่อสัปดาห์ ครั้งละ 30 นาที

3. การฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลร่วมกัน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ และออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้าน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ในรูปแบบเดียวกัน ช่วยสร้างแรงจูงใจในการออกกำลังกายแบบกลุ่มได้ดีและส่งผลดีต่อการออกกำลังกายด้วยตนเองที่บ้านได้อีกด้วย

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลร่วมกับการควบคุมการบริโภคอาหารในการเปลี่ยนแปลงของสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน
2. ควรมีการศึกษาในการพัฒนารูปแบบการออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่เหมาะสมกับผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานให้สามารถทำได้ด้วยตนเองที่บ้าน เพื่อเป็นทางเลือกในการเพิ่มกิจกรรมทางกายและเป็นการเพิ่มโอกาสให้ออกกำลังกายได้สม่ำเสมอ



บรรณานุกรม

ภาษาอังกฤษ

- Adam, J. M., & Tarigan, N. P. (2004). Comparison of The World Health Organization (WHO) two-step strategy and OGTT for diabetes mellitus screening. *Acta medica indonesiana,, 36(1)*, 3-7.
- Aekplakorn, W., Bunnag, P., Woodward, M., Sritara, P., Cheepudomwit, S., Yamwong, S., . . . Rajatanavin, R. (2006). A risk score for predicting incident diabetes in the Thai population. *Diabetes care, 29(8)*, 1872-1877. doi:10.2337/dc05-2141.
- American College of Sports Medicine. (2009). American College of Sports Medicine position Stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise, 41(3)*, 687.
- American College of Sports Medicine. (2018). *ACSM's guidelines for exercise testing and Prescription*. Tenth Edition.
- American College of Sports Medicine. (2018). *ACSM's Health-Related Physical Fitness Assessment Manual*. Fifth Edition.
- American Diabetes Association. (2018). Standards of Medical Care in Diabetes-2018 Abridged for Primary Care Providers. *Clinical diabetes: a publication of the American Diabetes Association, 36(1)*, 14.
- Balachandran, A., Martins, M. M., De Faveri, F. G., Alan, O., Cetinkaya, F., & Signorile, J.F. (2016). Functional strength training: Seated machine vs standing cable training to improve physical function in elderly. *Experimental gerontology, 82*, 131-138.
- Bartoli, E., Fra, G. P., & Schianca, G. C. (2011). The oral glucose tolerance test (OGTT) revisited. *European journal of internal medicine, 22(1)*, 8-12.
- Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2011). A review of the acute effects of static and Dynamic stretching on performance. *European journal of applied physiology, 111(11)*, 2633-2651.
- Bergstrom, R. W., Wahl, P. W., Leonetti, D. L., & Fujimoto, W. Y. (1990). Association of fasting glucose levels with a delayed secretion of insulin after oral glucose in subjects with glucose intolerance. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 71(6)*, 1447-1453.

- Bunyaratavej, N. (2015). Effects of aerobic step combined with resistance training on biochemical bone markers, health-related physical fitness and balance in working women. *Journal of the Medical Association of Thailand*, 98(8), S42-S51.
- Byrne, M. M., Sturis, J. E. P. P. E., Sobel, R. J., & Polonsky, K. S. (1996). Elevated Plasma glucose 2 h postchallenge predicts defects in beta-cell function. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 270(4), e572-e579.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2017). National diabetes statistics report, 2017. Atlanta, GA: *Centers for Disease Control and Prevention*, 1-20.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2020). National diabetes statistics report, 2020. Atlanta, GA: *Centers for Disease Control and Prevention*, 1-32.
- Chaves, L. M. D. S., Rezende-Neto, A. G. D., Nogueira, A. C., Araújo-Santos, J. C., Brandão, L. H. A., & Silva-Grigoletto, M. E. D. (2017). Influence of functional and traditional training on muscle power, quality of movement and quality of life in the elderly: a randomized and controlled clinical trial. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 19(5), 535-544.
- Cooper-DeHoff, R. M., Gong, Y., Handberg, E. M., Bavry, A. A., Denardo, S. J., Bakris, G. L., & Pepine, C. J. (2010). Tight blood pressure control and cardiovascular outcomes among hypertensive patients with diabetes and coronary artery disease. *Jama*, 304(1), 61-68.
- Costa, B., Piñol, J. L., Martín, F., Donado, Á., Castell, C., & Grupo de Investigación, I. T. G. (2002). Incidencia significativa de la diabetes tipo 2 en la población española de alto riesgo. Resultados del estudio ITG (2). *Medicina clínica*, 118(8), 287-293.
- Colberg, S. R., & Grieco, C. R. (2009). Exercise in the treatment and prevention of diabetes. *Current sports medicine reports*, 8(4), 169-175.
- Colberg, S. R., Sigal, R. J., Fernhall, B., Regensteiner, J. G., Blissmer, B. J., Rubin, R. R., ... & Braun, B. (2010). Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes care*, 33(12), e147-e167.
- Colberg, S. R., Sigal, R. J., Fernhall, B., Regensteiner, J. G., Blissmer, B. J., Rubin, R. R., ... & Braun, B. (2010). Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement

executive summary. *Diabetes care*, 33(12), 2692-2696.

Davy, B. M., Winett, R. A., Savla, J., Marinik, E. L., Baugh, M. E., Flack, K. D., ... & Boshra, S. (2017). Resist diabetes: A randomized clinical trial for resistance training maintenance in adults with prediabetes. *Plos one*, 12(2), e0172610.

De Vreede, P. L., Samson, M. M., van Meeteren, N. L., van der Bom, J. G., Duursma, S. A., & Verhaar, H. J. (2004). Functional tasks exercise versus resistance exercise to improve daily function in older women: a feasibility study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85(12), 1952-1961.

Delavier, F. (2006). *Strength training anatomy*. France : Human Kinetics.

Diabetes Prevention Program (DPP) Research Group. (2002). The Diabetes Prevention Program (DPP): description of lifestyle intervention. *Diabetes care*, 25(12), 2165-2171.



Eikenberg, J. D., Savla, J., Marinik, E. L., Davy, K. P., Pownall, J., Baugh, M. E., ... & Davy, B. M. (2016). Prediabetes phenotype influences improvements in glucose homeostasis with resistance training. *PLoS One*, 11(2).

Eriksson, K. F., & Lindgärde, F. (1998). No excess 12-year mortality in men with impaired glucose tolerance who participated in the Malmö Preventive Trial with diet and exercise. *Diabetologia*, 41(9), 1010-1016.

Flack, K. D., Davy, K. P., Hulver, M. W., Winett, R. A., Frisard, M. I., & Davy, B. M. (2011). Aging, resistance training, and diabetes prevention. *Journal of aging research*, 2011.

Halliday, T. M., Savla, J., Marinik, E. L., Hedrick, V. E., Winett, R. A., & Davy, B. M. (2017).

Resistance training is associated with spontaneous changes in aerobic physical activity but not overall diet quality in adults with prediabetes. *Physiology & behavior*, 177, 49-56.

Haskell, W. L., Montoye, H. J., & Orenstein, D. (1985). Physical activity and exercise to achieve health-related physical fitness components. *Public health reports*, 100(2), 202.

Higgs, C., Skinner, M., & Hale, L. (2016). Outcomes of a community-based lifestyle programme for adults with diabetes or pre-diabetes. *Journal of primary health care*, 8(2), 130-139.

Honkola, A., Forsen, T., & Eriksson, J. (1997). Resistance training improves the metabolic profile in individuals with type 2 diabetes. *Acta diabetologica*, 34(4), 245-248.

- International Diabetes Federation. (2013). IDF DIABETES ATLAS Sixth edition[Online]. Available from: <https://www.idf.org/e-library/epidemiology-research/diabetes-atlas/19-atlas-6th-edition.html>[2018, February 22].
- Ishii, T., Yamakita, T., Sato, T., Tanaka, S., & Fujii, S. (1998). Resistance training improves insulin sensitivity in NIDDM subjects without altering maximal oxygen uptake. *Diabetes care*, 21(8), 1353-1355.
- Jenkins, N. T., & Hagberg, J. M. (2011). Aerobic training effects on glucose tolerance in prediabetic and normoglycemic humans. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(12), 2231-2240.
- Jones, L. M., Meredith-Jones, K., & Legge, M. (2009). The effect of water-based exercise on glucose and insulin response in overweight women: a pilot study. *Journal of women's health*, 18(10), 1653-1659.
- King, A. C., Haskell, W. L., Taylor, C. B., Kraemer, H. C., & DeBusk, R. F. (1991). Group- vs home-based exercise training in healthy older men and women: a community-based clinical trial. *Jama*, 266(11), 1535-1542.
- Klion, M., & Jacobson, T. (2013). *Triathlon Anatomy*. United States : Human Kinetics.
- Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., & French, D. N. (2002). Resistance training for health and performance. *Current sports medicine reports*, 1(3), 165-171.
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine & science in sports & exercise*, 36(4), 674-688.
- Lagally, K. M., Cordero, J., Good, J., Brown, D. D., & McCaw, S. T. (2009). Physiologic and metabolic responses to a continuous functional resistance exercise workout. *The journal of strength & conditioning research*, 23(2), 373-379.
- Liebenson, C. (2014). *Functional training handbook*. California : Wolters Kluwer.
- Mann, D. P., & Jones, M. T. (1999). Guidelines to the implementation of a dynamic stretching program. *Strength and conditioning journal*, 21(6), 53-58.
- Matthews, D. R., Hosker, J. P., Rudenski, A. S., Naylor, B. A., Treacher, D. F., & Turner, R. C. (1985). Homeostasis model assessment: insulin resistance and β -cell function

- from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia*, 28(7), 412-419.
- Matthews, J., Altman, D. G., Campbell, M. J., & Royston, P. (1990). Analysis of serial measurements in medical research. *Bmj*, 300(6719), 230-235.
- McGill, S. M., Karpowicz, A., Fenwick, C. M., & Brown, S. H. (2009). Exercises for the torso performed in a standing posture: spine and hip motion and motor patterns and spine load. *The journal of strength & conditioning research*, 23(2), 455-464.
- McLeod, I. A. (2010). *Swimming anatomy*. United States : Human Kinetics.
- McNeilly, A. M., McClean, C., Murphy, M., McEneny, J., Trinick, T., Burke, G., ... & Davison, G. (2012). Exercise training and impaired glucose tolerance in obese humans. *Journal of sports sciences*, 30(8), 725-732.
- Mitrakou, A., Kelley, D., Mokan, M., Veneman, T., Pangburn, T., Reilly, J., & Gerich, J. (1992). Role of reduced suppression of glucose production and diminished early insulin release in impaired glucose tolerance. *New england journal of medicine*, 326(1), 22-29.
- Moore, L. L., Visioni, A. J., Wilson, P. W., D'Agostino, R. B., Finkle, W. D., & Ellison, R. C. (2000). Can sustained weight loss in overweight individuals reduce the risk of diabetes mellitus?. *Epidemiology*, 269-273.
- Nayak, S., Maiya, A., & Hande, M. (2005). Influence of aerobic treadmill exercise on blood glucose homeostasis in noninsulin dependent diabetes mellitus patients. *Indian journal of clinical biochemistry*, 20(1), 47-51.
- Pan, X. R., Li, G. W., Hu, Y. H., Wang, J. X., Yang, W. Y., An, Z. X., ... & Jiang, X. G. (1997). Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance: the Da Qing IGT and Diabetes Study. *Diabetes care*, 20(4), 537-544.
- Pichayapaiboon, S. (2011). Area under the curve of glucose: an accurate indicator of glucose control in type 2 diabetic patients (Doctoral dissertation, Chulalongkorn University).
- Pihlajamäki, J., Gylling, H., Miettinen, T. A., & Laakso, M. (2004). Insulin resistance is associated with increased cholesterol synthesis and decreased cholesterol

- absorption in normoglycemic men. *Journal of lipid research*, 45(3), 507-512.
- Puleo, J. A., & Milroy, P. (2010). *Running anatomy*. United States : Human Kinetics.
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (1999). Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *Journal of aging and physical activity*, 7(2), 129-161.
- Rogers, M. A., King, D. S., Hagberg, J. M., Ehsani, A. A., & Holloszy, J. O. (1990). Effect of 10 days of physical inactivity on glucose tolerance in master athletes. *Journal of applied physiology*, 68(5), 1833-1837.
- Roh, H. L., & Lee, D. H. (2012). Effect of a home-based exercise program on elderly women's health. *Journal of physical therapy science*, 24(5), 449-453.
- Rowan, C. P., Riddell, M. C., Gledhill, N., & Jamnik, V. K. (2017). Aerobic Exercise Training Modalities and Prediabetes Risk Reduction. *Medicine and science in sports and exercise*, 49(3), 403-412.
- Santana, J. C. (2016). *Functional training*. United States : Human Kinetics.
- Shabbir, M., Umar, B., Ehsan, S., Munir, S., Bunin, U., & Sarfraz, K. (2017). Comparison of functional training and strength training in improving knee extension lag after first four weeks of total knee replacement. *Biomedical research*, 28(12), 5623-5627.
- Silva-Grigoletto, M. E. D., Brito, C. J., & Heredia, J. R. (2014). Functional training: functional for what and for whom?. *Revista brasileira de cineantropometria & desempenho humano*, 16(6), 714-719.
- Slentz, C. A., Bateman, L. A., Willis, L. H., Granville, E. O., Piner, L. W., Samsa, G. P., ... & Kraus, W. E. (2016). Effects of exercise training alone vs a combined exercise and nutritional lifestyle intervention on glucose homeostasis in prediabetic individuals: a randomised controlled trial. *Diabetologia*, 59(10), 2088-2098.
- Solomon, T. P., Haus, J. M., Kelly, K. R., Rocco, M., Kashyap, S. R., & Kirwan, J. P. (2010). Improved pancreatic β -cell function in type 2 diabetic patients after lifestyle-induced weight loss is related to glucose-dependent insulinotropic polypeptide. *Diabetes care*, 33(7), 1561-1566.
- Somannavar, S., Ganesan, A., Deepa, M., Datta, M., & Mohan, V. (2009). Random

- capillary Blood glucose cut points for diabetes and pre-diabetes derived from community-based opportunistic screening in India. *Diabetes care*, 32(4), 641-643.
- Song, Y., Manson, J. E., Tinker, L., Howard, B. V., Kuller, L. H., Nathan, L., ... & Liu, S. (2007). Insulin sensitivity and insulin secretion determined by homeostasis model assessment and risk of diabetes in a multiethnic cohort of women: the Women's Health Initiative Observational Study. *Diabetes care*, 30(7), 1747-1752.
- Spennewyn, K. C. (2008). Strength outcomes in fixed versus free-form resistance equipment. *The journal of strength & conditioning research*, 22(1), 75-81.
- Tabák, A. G., Herder, C., Rathmann, W., Brunner, E. J., & Kivimäki, M. (2012). Prediabetes: a high-risk state for diabetes development. *The lancet*, 379(9833), 2279-2290.
- Tokmakidis, S. P., Zois, C. E., Volaklis, K. A., Kotsa, K., & Touvra, A. M. (2004). The effects of a combined strength and aerobic exercise program on glucose control and insulin action in women with type 2 diabetes. *European journal of applied physiology*, 92(4-5), 437-442.
- Vogeser, M., König, D., Frey, I., Predel, H. G., Parhofer, K. G., & Berg, A. (2007). Fasting serum insulin and the homeostasis model of insulin resistance (HOMA-IR) in the monitoring of lifestyle interventions in obese persons. *Clinical biochemistry*, 40(13-14), 964-968.
- Warburton, D. E., Jamnik, V., Bredin, S. S., Shephard, R. J., & Gledhill, N. (2018). The 2018 Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone (PAR-Q+) and electronic Physical Activity Readiness Medical Examination (ePARmed-X+). *The health & fitness journal of canada*, 11(1), 31-34.
- Weiss, T., Kreitinger, J., Wilde, H., Wiora, C., Steege, M., Dalleck, L., & Janot, J. (2010). Effect of functional resistance training on muscular fitness outcomes in young adults. *Journal of exercise science & fitness*, 8(2), 113-122.
- Westcott, W. L. (2012). Resistance training is medicine: effects of strength training on health. *Current sports medicine reports*, 11(4), 209-216.
- Weyer, C., Bogardus, C., Mott, D. M., & Pratley, R. E. (1999). The natural history of insulin secretory dysfunction and insulin resistance in the pathogenesis of type 2 diabetes mellitus. *The journal of clinical investigation*, 104(6), 787-794.

- Whitehurst, M. A., Johnson, B. L., Parker, C. M., Brown, L. E., & Ford, A. M. (2005). The benefits of a functional exercise circuit for older adults. *Journal of strength and conditioning research*, 19(3), 647.
- World Health Organization. (2000). *Obesity: preventing and managing the global epidemic* (No. 894). World Health Organization.
- World Health Organization. (2000). *The Asia-Pacific perspective: redefining obesity and its treatment*.
- World Health Organization. (2010). Global recommendations on physical activity for health[Online]. Available from: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44399/9789241599979_eng.pdf?sequence=1[2019, February 10].
- World Health Organization. (2016). Global report on diabetes. *World Health Organization*.
- World Health Organization. (2017). WHO 6 million deaths are directly attributed to diabetes each year Diabetes. Fact sheet Updated November 2017[Online] . Available from: <http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>[2018, February 22]
- Yamaguchi, T., Ishii, K., Yamanaka, M., and Yasuda, K. 2007. Acute effects of dynamic stretching exercise on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension. *Journal of strength and conditioning research*, 21: 1238– 1244.
- Yavari, A., Najafipour, F., Aliasgarzadeh, A., Niafar, M., & Mobasser, M. (2012). Effect of aerobic exercise, resistance training or combined training on glycaemic control and cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes. *Biology of sport*, 29(2), 135.
- Yuan, X., Dai, X., Liu, L., Hsue, C., Miller, J. D., Fang, Z., ... & Shen, J. (2020). Comparing the effects of 6 months aerobic exercise and resistance training on metabolic control and β -cell function in Chinese patients with prediabetes: A multicenter randomized controlled trial. *Journal of diabetes*, 12(1), 25-37.

ภาษาไทย

- การท่องเที่ยวและกีฬา, กระทรวง. การกีฬาแห่งประเทศไทย. (2545). *คู่มือการทดสอบสมรรถภาพทางกายประชาชนไทย*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: นิวไทยมิตรการพิมพ์ (1996).
- การท่องเที่ยวและกีฬา, กระทรวง. การกีฬาแห่งประเทศไทย. (2546). *แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายอย่างง่ายของการกีฬาแห่งประเทศไทย*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: นิวไทยมิตรการพิมพ์ (1996).
- การท่องเที่ยวและกีฬา, กระทรวง. กรมพลศึกษา. (2555). *การฝึกความแข็งแรงรูปแบบ Functional training สำหรับกีฬา*[ออนไลน์]. กรมพลศึกษา: สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา. แหล่งที่มา: <http://km.dpe.go.th/dpe-km-preview/401191791810f14> กันยายน 2561]
- การท่องเที่ยวและกีฬา, กระทรวง. กรมพลศึกษา. (2558). *การฝึกความแข็งแรงรูปแบบ Functional training สำหรับนักกีฬา (ฉบับปรับปรุงใหม่)*. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: โรงพิมพ์วิจิตรวรรณ พรีนติ้ง แอนด์ แพ็คเก็จจิ้ง.
- การท่องเที่ยวและกีฬา, กระทรวง. กรมพลศึกษา. (2559). *คู่มือแบบทดสอบและเกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายสำหรับประชาชนไทย อายุ 19-59 ปี*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โอเคแมส.
- เจริญ กระบวนรัตน์. 2547. *คู่มือวิทยาศาสตร์การกีฬาสำหรับกีฬาฟุตบอล*. ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: นิวไทยมิตรการพิมพ์ (1996).
- เจริญ กระบวนรัตน์. 2552. *การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching exercise)*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชุตินญา อุ่นทานนท์. 2560. การสร้างแบบฝึกกล้ามเนื้อตามลักษณะการใช้งานเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวและขา. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น* 11, 2 (เมษายน – มิถุนายน): 71-77.
- ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพชร. 2555. *สรีรวิทยาการออกกำลังกาย*. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ปรับปรุงเพิ่มเติม). นนทบุรี: บริษัทตรีณสาร.
- เทพ หิมะทองคำ. 2561. *เบาหวาน ฉบับเทพธารินทร์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัทพิมพ์ดี
- พวงเพชร สุ่มประเสริฐ และคณะ. 2558. ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกกับเก้าอี้ต่อระดับฮีโมโกลบินเอวันซีในผู้ที่เป็เบาหวานชนิดที่ 2. *พยาบาลสาร* 42, 2 (เมษายน-มิถุนายน):

36-48.

มานิตย์ วัชรชัยนันท์. 2554. เบาหวาน- Blood sugar control (2)[ออนไลน์]. แหล่งที่มา:

<http://vatchainan2.blogspot.com/2011/09/blood-sugar-control-2.html>[5 ตุลาคม 2561].

รัชดา เครสซี่. 2558. โรคเบาหวาน ความรู้พื้นฐานและการตรวจทางห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง.

แขนงวิชาเคมีคลินิก ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 2.

เชียงใหม่: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิชัย เอกพลากร. 2557. รายงานการสำรวจสุขภาพประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกาย ครั้งที่ 5

พ.ศ. 2557. นนทบุรี: สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข.

วีรพันธุ์ โขวิฑูรกิจและคณะ. 2550. การประเมินภาวะดีอินซูลินการทำงานของเบต้าเซลล์ของตับ

อ่อนและระดับไขมันในเลือดในหญิงมีครรภ์ปกติและหญิงที่เป็นเบาหวานขณะตั้งครรภ์เพื่อ

ทำนายผลของการตั้ง ครรภ์ต่อมารดาและทารก: รายงานการวิจัย. สาขาวิชาต่อมไร้ท่อและเม

ตะบอลิสม ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีระศักดิ์ ศรีนนภากร, ชัยชาญ ดีโรจนวงศ์ และทองคำ สุนทรเทพวรากุล. 2555. ตำราอินซูลิน

(Insulin). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์กรุงเทพเวชสาร.

วลิชญา ชั้นละ, 2555 “การศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างผลการตรวจภาวะดีอินซูลิน

ของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ตรวจด้วยเครื่อง ES TECK และผลการตรวจจากเลือดใน

อาสาสมัคร,” วิทยานิพนธ์ปริญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเวชศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ

สำนักวิชาเวชศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.

สนธยา สีละมอด. 2557. กิจกรรมทางกายเพื่อสุขภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร:

สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุนิสา พลนอก, 2560 “ประสิทธิผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและออกกำลังกายแบบแรง

ต้านต่อระดับน้ำตาลในเลือดของกลุ่มเสี่ยงเป็นโรคเบาหวานของเจ้าหน้าที่โรงพยาบาล

นครราชสีมา,” สารนิพนธ์ปริญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ

วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

สุพิชญา หวังปิติพาณิชย์ และคณะ. 2560. ศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแรน

สามสิบต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคเบาหวาน ดัชนีมวลกาย และค่าน้ำตาลในเลือดปลายนิ้ว

ของผู้ที่เสี่ยงต่อเบาหวาน. *รามธิบดีพยาบาลสาร* 23, 3 (กันยายน-ธันวาคม): 358-370.

สมพัฒน์ จำรัสโรมรัน. 2551. Functional training การออกกำลังกายเพื่อชีวิตประจำวัน

[ออนไลน์]. กรุงเทพมหานคร: นิตยสาร Health today. แหล่งที่มา:

<https://palungjit.org/threads/functional-training.158721>[29 พฤษภาคม 2561].

- สมลักษณ์ จีงสมาน. 2560. *โรคเบาหวานชนิดที่ 2/เมแทบอลิซึม*. สาขาวิชาต่อมไร้ท่อและเมดิบอ
 ลิสมี ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. พิมพ์ครั้งที่ 1.
 นนทบุรี: PT inter print.
- สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทยในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราช
 กุมารีและคณะ. 2554. *แนวทางเวชปฏิบัติสำหรับโรคเบาหวาน พ.ศ.2554*.
 กรุงเทพมหานคร: ศรีเมืองการพิมพ์.
- สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทยในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราช
 กุมารีและคณะ. 2557. *แนวทางเวชปฏิบัติสำหรับโรคเบาหวาน พ.ศ.2557*.
 กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.
- สมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทยในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราช
 กุมารี และคณะ. 2560. *แนวทางเวชปฏิบัติสำหรับโรคเบาหวาน พ.ศ. 2560*.
 กรุงเทพมหานคร: ร่มเย็น มีเดีย.
- สิทธิฯ พงษ์พิบูลย์. 2562. *หลักสูตรพื้นฐานผู้ให้ความรู้โรคเบาหวาน “การออกกำลังกายเพื่อควบคุม
 เบาหวาน”*. สมาคมผู้ให้ความรู้โรคเบาหวาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัทเรดดี
 ดีไซน์ เฟอร์ม.
- สาธารณสุข, กระทรวง. กรมอนามัย. (2556). *การป้องกันและบำบัดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังด้วยการออก
 กาย*. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สาธารณสุข, กระทรวง. กรมควบคุมโรค. สำนักโรคไม่ติดต่อ. 2558. *รายงานประจำปี 2558*.
 กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรม
 ราชูปถัมภ์.
- สาธารณสุข, กระทรวง. กรมควบคุมโรค. สำนักโรคไม่ติดต่อ. 2559. *รายงานประจำปี 2559*. พิมพ์
 ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระ
 บรมราชูปถัมภ์.
- สาธารณสุข, กระทรวง. (2561). *อัตราป่วยรายใหม่ของโรคเบาหวานต่อประชากร[ออนไลน์]*. แหล่งที่มา:
<https://hdcservice.moph.go.th/hdc/reports/report.php?source>[1 ตุลาคม 2561]
- สาธารณสุข, กระทรวง. สำนักตรวจราชการ. (2562). *สรุปผลการตรวจราชการกระทรวงสาธารณสุขประจำปีงบประมาณ
 พ.ศ. 2562 รอบที่ 2[ออนไลน์]*. สำนักตรวจราชการ: กองตรวจราชการสำนักงานปลัด. แหล่งที่มา:
https://www.chiangmaihealth.go.th/cmpho_web/document/191022157172694621.pdf
 [9 กรกฎาคม 2563].
- สารัฐ์ สุนทรโยธินและปฏิณัฐ บุรณะทรัพย์ขจร. 2555. *Diabetes mellitus ตำราโรคเบาหวาน*.
 หน่วยต่อมไร้ท่อและเมตาบอลิซึม ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์

- มหาวิทยาลัย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 แสงทอง ชีระทองคำ, ผจง จิตไกรถาวร, ไพรินทร์ พูลสุขโข และ สุจิตรา พูลสวัสดิ์. 2561. ผลของ
 โปรแกรมปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพร่วมกับการแกว่งแขนต่อดัชนีมวลกายและค่าน้ำตาลใน
 เลือดปลายนิ้วในกลุ่มเสี่ยงเบาหวาน. *วารสารการปฏิบัติการพยาบาลและการผดุงครรภ์ไทย*
 5,1 (มกราคม-มิถุนายน): 19-31.
- อดิگانต์ เกณี, 2556 “ผลของการเดินสมาธิต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดและการตอบสนอง
 ของหลอดเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2,” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา
 วิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อมรพันธ์ อัจจิมาพร. 2560. ผลของการฝึกแบบวงจรด้วยความหนักสูงแบบประยุกต์โดยใช้น้ำหนัก
 ตัวเป็นแรงต้านต่อโครงสร้างร่างกายและอัตราการใช้พลังงานขณะพักของร่างกายในหญิงอ้วนที่
 มีพฤติกรรมเนือยนิ่ง. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 17,2 (ธันวาคม): 109-120.
- อรพินท์ สีขาว. 2561. *การจัดการโรคเบาหวาน: มิติของโรคและบทบาทพยาบาล*. คณะพยาบาล
 ศาสตร์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ. พิมพ์ครั้งที่ 4. สมุทรปราการ: โครงการ
 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.
- อัญญาดา อุนวงศ์เจริญ. 2560. ผลของการเดินแอโรบิกในความหนักที่ต่างกันต่อระดับน้ำตาลในเลือด
 ของผู้ที่มีภาวะก่อนเบาหวาน. *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษา ระดับชาติ
 และนานาชาติ 2560 มหาวิทยาลัยขอนแก่น (10 มีนาคม)*: 1813-1822.






ภาคผนวก ก

เอกสารการพิจารณาจริยธรรมการทำวิจัยในมนุษย์ เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
หนังสือยินยอมเข้าร่วมการวิจัยกลุ่มฝึกรอกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลและ
กลุ่มควบคุม แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกายสำหรับทุกคน
และแบบสำรวจภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



บันทึกข้อความ

คณะกรรมการการกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เลขที่วิจัย: 0734L
วันที่: 4 ต.ค. 62 พ.ศ. 19.09

ส่วนงาน คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน จุดที่ 1 โทร.0-2218-3049
ที่ จว 217 /2562 **วันที่** 30 กันยายน 2562
เรื่อง แจ้งผลผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

เรียน คณะบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
สิ่งที่ส่งมาด้วย เอกสารแจ้งผ่านการรับรองผลการพิจารณา

ทราบถึงมีบุคลากรในสังกัดของท่านได้เสนอโครงการวิจัยเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน จุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นั้น ในกรณี กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิได้เห็นสมควรให้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยได้ ดังนี้

โครงการวิจัยที่ 157.1/62 เรื่อง ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบ ฟังก์ชันนัล ที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือด และคุณสมบัติสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน (THE EFFECTS OF FUNCTIONAL EXERCISE TRAINING ON BLOOD BIOCHEMISTRY AND HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS IN PREDIABETIC ADULTS) ของ นางสาวสิริกาญจน์ สันติเสรี นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ศาสตราจารย์ ดร.นันทิณี ชัยชนะสงคราม
 กรรมการและเลขานุการ
 คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน
 กลุ่มสหสถาบัน จุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สืบ ศ.น.ส. สันติเสรี (ศ.น.ส. สันติเสรี นกข.)
 เป็นไปโดย
 หารือคณะกรรมการ
 อื่นๆ
 อื่นๆ
 ลงวันที่ 4 ต.ค. 2562

ผู้แทนคณะ
ศาสตราจารย์ ดร.นันทิณี ชัยชนะสงคราม
7/10/62

ศาสตราจารย์ ดร.นันทิณี ชัยชนะสงคราม
7/10/62

AF 02-12



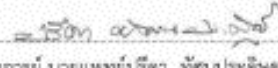
คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
 โทรศัพท์: 0-2218-3202, 0-2218-3049 E-mail: eccu@chula.ac.th

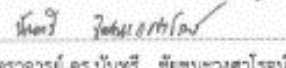
COA No. 230/2562

ใบรับรองโครงการวิจัย

โครงการวิจัยที่ 157.1/62 : ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบพิงก์ซีเอ็นบีที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือด และ
 สุขุขรณณในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน
 ผู้วิจัยหลัก : นางสาวสิริกาญจน์ สันติเสวี
 หน่วยงาน : คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 ได้พิจารณา โดยใช้หลัก ของ Belmont Report 1979, Declaration of Helsinki 2013, Council for
 International Organizations of Medical Sciences (CIOMS) 2016, มาตรฐานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย
 ในคน (มจรค.) 2556, นโยบายแห่งชาติและแนวทางปฏิบัติการวิจัยในมนุษย์ 2558 อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาวิจัย
 เรื่องดังกล่าวได้

ลงนาม 
 (รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ปริชา ทังประทีป)
 ประธาน

ลงนาม 
 (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันท์ ชัยชนวงศาโรจน์)
 กรรมการและเลขานุการ

วันที่รับรอง : 19 กันยายน 2562

วันหมดอายุ : 18 กันยายน 2563

เอกสารที่คณะกรรมการรับรอง

- 1) โครงการวิจัย
- 2) เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและหนังสือแสดงความยินยอมของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
- 3) ผู้วิจัย
- 4) แบบสอบถาม

เงื่อนไข

1. เจ้าของโครงการเป็นกรณีขอยอม หากสิ่งนี้การกับข้อมูลการวิจัยก่อนได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย
2. หากใบรับรองโครงการวิจัยหมดอายุ การดำเนินการวิจัยต้องยุติ เมื่อถึงเวลาต่ออายุต้องขออนุมัติใหม่ก่อนวันไม่ต่ำกว่า 1 เดือน พร้อมส่งรายงานความก้าวหน้าการวิจัย
3. ส่งสำเนาใบวิจัยที่ตนพึงพอใจในโครงการวิจัยต่อแหล่งจัด
4. ให้เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ไปเป็นของของกลุ่มประชากรที่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และเอกสารข้อมูลเข้าร่วมวิจัย (ถ้ามี) เอกสารที่ประทับพระทนต์กรรมการเท่านั้น
5. หากมีผลจากการเป็นที่ยอมรับของส่วนที่เกี่ยวข้องที่ขออนุมัติหรือคณะกรรมการฯ ต้องรายงานคณะกรรมการภายใน 5 วันทำการ
6. หากมีการเปลี่ยนแปลงการดำเนินการวิจัย ให้แจ้งคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยก่อนดำเนินการ
7. โครงการวิจัยไม่เกิน 1 ปี ส่วนหน่วยงานสิ้นสุดโครงการวิจัย AF 02-12 และขอสืบต่อผลการวิจัยภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น สำหรับโครงการวิจัยที่เกินวันกำหนดขอสืบต่อผลการวิจัย ภายใน 30 วัน เมื่อโครงการวิจัยเสร็จสิ้น



The Research Ethics Review Committee for Research Involving Human Research
 Participants, Group I, Chulalongkorn University
 Jamjuree 1 Building, 2nd Floor, Phayathai Rd., Patumwan district, Bangkok 10330, Thailand,
 Tel: 0-2218-3202, 0-2218-3049 E-mail: ecru@chula.ac.th

AF 02-12

COA No. 230/2019

Certificate of Approval

Study Title No. 157.1/62 : THE EFFECTS OF FUNCTIONAL EXERCISE TRAINING ON BLOOD
 BIOCHEMISTRY AND HEALTHRELATED PHYSICAL FITNESS IN
 PREDIABETIC ADULTS

Principal Investigator : MISS SIRIKARN SLINTISAWEE

Place of Proposed Study/Institution : Faculty of Sports Science,
 Chulalongkorn University

The Research Ethics Review Committee for Research Involving Human Research
 Participants, Health Sciences Group, Chulalongkorn University, Thailand, has approved constituted
 in accordance with Belmont Report 1979, Declaration of Helsinki 2013, Council for International
 Organizations of Medical Sciences (CIOMS) 2016, Standards of Research Ethics Committee (SREC)
 2013, and National Policy and guidelines for Human Research 2015.

Signature: Prida Tasanapradit Signature: Nuntaree Chaichanawongsoj
 (Associate Prof. Prida Tasanapradit, M.D.) (Assistant Prof. Nuntaree Chaichanawongsoj, Ph.D.)
 Chairman Secretary

Date of Approval : 19 September 2019 **Approval Expire date** : 18 September 2020

The approval documents including:

- 1) Research proposal
- 2) Participant Information Sheet and Consent Form
- 3) Researcher
- 4) Quorum minute



Protocol No. 157-1/62
 Date of Approval: 19 SEP 2019
 Approval Expire Date: 18 SEP 2020

The approved investigator must comply with the following conditions:

1. The research/project activities must end on the approval expired date of the Research Ethics Review Committee for Research Involving Human Research Participants, Health Sciences Group, Chulalongkorn University (RECCU). In case the research/project is unable to complete within that date, the project extension can be applied one month prior to the RECCU approval expired date.
2. Strictly conduct the research/project activities as written in the proposal.
3. Using only the documents that bearing the RECCU's seal of approval with the subjects/volunteers (including subject information sheet, consent form, invitation letter for project/research participation (if available)).
4. Report to the RECCU for any serious adverse events within 5 working days.
5. Report to the RECCU for any change of the research/project activities prior to conduct the activities.
6. Final report (RF 02-14) and abstract is required for a one year (or less) research/project and report within 30 days after the completion of the research/project. For thesis, abstract is required and report within 30 days after the completion of the research/project.
7. Annual progress report is needed for a two-year (or more) research/project and submit the progress report before the expire date of certificate. After the completion of the research/project processes on No. 6.

เอกสารขี้นขอมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย/ผู้อยู่ในปกครองและหนังสือแสดงยินยอมเข้าร่วมการวิจัย (สำหรับกลุ่มทดลอง)

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันัลที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน (THE EFFECTS OF FUNCTIONAL EXERCISE TRAINING ON BLOOD BIOCHEMISTRY AND HEALTH RELATED PHYSICAL FITNESS IN PREDIABETIC ADULTS)

ชื่อผู้วิจัย นางสาวสิริกาญจน์ สันติเสวี ตำแหน่ง นิสิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา สถานที่ติดต่อผู้วิจัย (ที่ทำงาน) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 (ที่บ้าน) มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์มือถือ 0656689491 E-mail Address : s_suntisawee@hotmail.com

ขอเรียนเชิญเข้าร่วมการวิจัย ก่อนตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย โปรดทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับอะไรและทำไมเพราะเหตุใด กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลข้อไปนี้อย่างรอบคอบ หากมีข้อความใดที่อ่านแล้วไม่เข้าใจหรือไม่ชัดเจน โปรดสอบถามเพิ่มเติมกับผู้วิจัยได้ตลอดเวลา ผู้วิจัยจะอธิบายจนกว่าจะเข้าใจอย่างชัดเจน

1. งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันัลที่มีผลต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน โดยโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายที่พัฒนาขึ้นนี้มีการฝึกกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านจากน้ำหนักตัวและจากขวดทราย มีการสลับกลุ่มกล้ามเนื้อและปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง ฝึกให้กล้ามเนื้อทำงานตามลักษณะการเคลื่อนไหวที่ใช้ในการทำกิจวัตรประจำวันน่าจะเหมาะสมกับกลุ่มผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานเพราะมีลักษณะการออกกำลังกายผสมผสานระหว่างแบบแรงต้านช่วยเพิ่มมวลกล้ามเนื้อและมีความแข็งแรงมากขึ้นและแบบแอโรบิกที่ช่วยเพิ่มการเผาผลาญพลังงานจากสารอาหารในร่างกาย และช่วยให้สามารถทำกิจวัตรประจำวันได้ดี ทั้งนี้เป็นรูปแบบการฝึกออกกำลังกายที่ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถฝึกออกกำลังกายที่บ้านได้ หรือสามารถฝึกออกกำลังกายได้ในหลายๆ สถานที่ ใช้พื้นที่น้อย อุปกรณ์ทำได้ง่าย ประหยัดค่าใช้จ่าย เป็นการเพิ่มโอกาสในการศึกษาออกกำลังกายในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานที่จะฝึกออกกำลังกายได้ง่ายและมากขึ้นและมีความปลอดภัย สบายเสมอ เป็นการลดโอกาสการเป็นโรคเบาหวานได้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษานผลของการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันัลที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน

2. รายละเอียดของผู้เข้าร่วมการวิจัยและคุณสมบัติ

2.1 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นอาสาสมัครที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ซึ่งเป็นบุคลากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ผู้ใหญ่เพศชายและเพศหญิง มีอายุตั้งแต่ 45-59 ปี กลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 40 คน

2.2 เกณฑ์การคัดเลือกเข้าเกณฑ์การคัดออก มีขั้นตอนดังนี้

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง (Sample selection) จากประชากรกลุ่มเป้าหมายที่มีเกณฑ์การคัดเลือกเข้าเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกและใช้เกณฑ์ในการคัดออก โดยมีรายละเอียดดังนี้

เกณฑ์ในการคัดเลือกเข้า (Inclusion criteria)

แบ่งการคัดกรองเป็น 3 ขั้นตอน รายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

1. คัดกรองจากแบบประเมินความเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน (Aekplakorn, 2006) ถ้าคะแนนเท่ากับ 6 ขึ้นไป และมีค่าดัชนีมวลกาย (Body mass index: BMI) ไม่เกินเกณฑ์โรคอ้วนระดับ 1 (BMI ≤ 29.9)



เลขที่โครงการวิจัย... 157-1/62 วันที่รับขอ... 19 ก.ย. 2562 วันพบอาสา... 18 ก.ย. 2562

3. ออกกำลังกายน้อยกว่า 80 % ของการออกกำลังกายตามที่กำหนดทั้งหมด 60 ครั้ง (ขาดได้ไม่เกิน 12 ครั้ง)

2.3 วิธีการเลือกและการเข้าถึงผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย มีขั้นตอนดังนี้

2.3.1 ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตเพื่อติดต่อสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนบุคลากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ผู้ใหญ่เพศชายและหญิง มีอายุระหว่าง 45-59 ปี กับกองบริหารงานบุคคล และทำหนังสือขออนุญาตอธิการบดีมหาวิทยาลัยในการสำรวจผู้มีการก่อเป็นโรคเบาหวานภายในมหาวิทยาลัย

3. การคัดกรองผู้มีส่วนร่วม ตามเกณฑ์การคัดเข้า-คัดออก

3.1 ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเป็นอาสาสมัครที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานที่ผ่านตามเกณฑ์คัดกรองทั้ง 3 ขั้นตอน

3.2 การคัดกรองผู้มีส่วนร่วมการวิจัยในการวิจัยครั้งนี้อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงและอันตรายที่อาจมีผลต่อร่างกายจากการเจาะเลือด เช่น มีอาการเจ็บบริเวณที่ถูกเจาะเลือดหรือถ้าเส้นเลือดบริเวณที่ทำการเจาะไม่ชัดเจนอาจมีความเสี่ยงที่จะโดนเจาะมากกว่า 1 ครั้งหรือมากกว่า 1 ตำแหน่งที่ใช้เจาะเลือดได้บ้างเล็กน้อยระยะเวลาไม่เกิน 1 วันและอาการเจ็บจะหายไปได้ และอาจเกิดการเขียวช้ำบริเวณที่เจาะเลือด ผู้วิจัยแนะนำให้ผู้เข้าร่วมวิจัยใช้ความเย็นประคบบริเวณที่เขียวช้ำประมาณ 1 วันและให้ประคบร้อนอีกประมาณ 1 วัน หรือจนกว่ารอยเขียวช้ำหายไป และดำเนินการคัดกรองที่มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

3.3 ผู้วิจัยไม่มีค่าเสียเวลาและไม่มีสิ่งของมอบให้ผู้ที่ไม่ผ่านการคัดกรอง แต่ตรวจสอบประวัติและสังเคราะห์ผลการตรวจให้ฟรีและทดสอบสุชนบนระยะให้ฟรี และมีอาหารว่างให้ฟรีรับประทาน เพื่อแสดงความขอบคุณทุกคนที่เข้าร่วมการคัดกรองและกล่าวคำขอบคุณที่ผ่านสละเวลามาเข้าร่วมการคัดกรองการวิจัยครั้งนี้

3.4 ในการคัดกรองหากพบผู้ที่อยู่ในสภาวะที่สมควรได้รับคำแนะนำ/ความช่วยเหลือ ผู้วิจัยจะแนะนำให้ความรู้เกี่ยวกับการลดภาวะความเสี่ยงของการเป็นโรคเบาหวาน แนะนำเกี่ยวกับการออกกำลังกายที่เหมาะสมและถูกต้อง และแนะนำให้พบแพทย์เฉพาะทางเกี่ยวกับโรคนี้ๆ



ชื่อโครงการวิจัย

ปีที่รับรอง

หมวดอายุ

159.1/12

19 พ.ค. 2562

18 ปีขึ้นไป

การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานที่ผ่านตามเกณฑ์คัดเข้า ใช้ค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง (2-hour Plasma glucose) ในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (Oral glucose tolerance test; OGTT) จัดเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก เพื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มควบคุม จำนวน 20 คน และกลุ่มทดลอง จำนวน 20 โดยนำกลุ่มตัวอย่างผู้ที่มีค่า 140-199 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร มาเรียงลำดับจากน้อยไปหามากรวมทั้งเพศชายและหญิง เพื่อให้ทั้ง 2 กลุ่มมีความเท่าเทียมกันมากที่สุด (Match by paired) (จำนวนชายและหญิงทั้ง 2 กลุ่มใกล้เคียงกัน)

4. การเข้าร่วมงานวิจัยมีการดำเนินการกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย เรียงตามลำดับดังนี้

4.1 มีจดหมายเชิญประชุมและมีการโทรศัพท์เตือนล่วงหน้าก่อนวันประชุมร่วมกัน และดำเนินการประชุมชี้แจงรายละเอียดข้อมูลงานวิจัยร่วมกันกับผู้ผ่านเกณฑ์จากการสำรวจภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน และนัดหมายเพื่อดำเนินการคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยตามขั้นตอนต่อไป และเมื่อได้ผู้ผ่านเกณฑ์คัดเข้า จึงดำเนินการขอความยินยอมเข้าร่วมในการวิจัยโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการ

4.2 การเตรียมตัวก่อนเข้าร่วมงานวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 การเตรียมตัวก่อนวัดสารชีวเคมีในเลือด ทำกิจกรรมประจำวันและกินอาหารตามปกติ ไม่กินอาหารน้อยหรือมากกว่าปกติ (เนื่องจากอาจทำให้ผลการทดสอบผิดพลาดได้) ให้ลดอาหารข้ามคืนตั้งแต่วันที่ 20.00 น. (เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 10 ชั่วโมง ระหว่างนี้สามารถดื่มน้ำเปล่าได้)

4.2.2 การเตรียมตัวก่อนวัดข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา การทดสอบสุชนบนระยะ และการฝึกออกกำลังกายตามโปรแกรม ให้แต่งกายชุดออกกำลังกาย ใส่ถุงเท้าและรองเท้าพร้อมออกกำลังกาย

4.3 ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นผู้ที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้าจะได้รับ การทดสอบ 3 ครั้ง (ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์) โดยการทดสอบ ได้แก่ ส่วนประสานชีวเคมีในเลือดและตัวแปรสุขภาพสมรรถนะ ก่อนเริ่มการวิจัยผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการปฐมพยาบาลและอบรมให้ความรู้ในหัวข้อต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย 1 ครั้ง ผู้เข้าร่วมการวิจัยกลุ่มทดลองได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบพิงก์ซันนัลระยะเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนเริ่มการทดลองจริง เป็นท่าทางที่ถูกต้องและทำตามจังหวะที่กำหนด และเมื่อเริ่มการทดลองจริงผู้เข้าร่วมการวิจัยฝึกออกกำลังกายแบบพิงก์ซันนัล 12 สัปดาห์ รายละเอียดดังนี้

4.3.1 การทดสอบ 3 ครั้ง (ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์) (โดยกำหนดให้วันสุ่มรอบสัปดาห์ที่ 6 และสัปดาห์ที่ 12 งดการฝึกออกกำลังกายแล้วให้ทำเป็นการวัดค่าตัวแปรต่างๆ ใช้เวลา 1 วัน เริ่มการวัดช่วงเช้าเวลา 6.30-9.00 น. ใช้เวลาวัดข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา และวัดค่าสารชีวเคมีในเลือด ใช้เวลาในการวัดแต่ละบุคคล 130 นาที ผู้เข้าร่วมการวิจัยอดอาหารข้ามคืน ตั้งแต่เวลา 20.00 น. (เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 10 ชั่วโมง ระหว่างนี้สามารถจิบน้ำเปล่าได้) และเริ่มการทดสอบช่วงบ่ายเวลา 15.00-17.00 น. ทดสอบตัวแปรสุขภาพสมรรถนะ ใช้เวลาในการวัดแต่ละบุคคล 30 นาที ใช้เวลารวมทั้ง 2 ช่วงเวลาในการวัดแต่ละบุคคล 160 นาที (2 ชั่วโมง 40 นาที) (โดยผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตคนแค้มป์แต่ละคณะหรือหัวหน้าสำนักงานที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยปฏิบัติหน้าที่เพื่ออนุญาตให้เข้าร่วมการวัดค่าตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ตามวันและเวลาที่กำหนด) รายละเอียดดังนี้

4.3.1.1 พื้นฐานสรีรวิทยา ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ศีรษะมวกล่าง รอบเอว รอบเอวต่อรอบสะโพก อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะพักหัวใจบีบตัวและคลายตัวขณะพัก ใช้เวลาในการวัดค่าต่างๆ 5 นาที

4.3.1.2 ส่วนประสานชีวเคมีในเลือด ได้แก่ น้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (Fasting plasma glucose; FPG) น้ำตาลเฉลี่ยสะสม (Glycosylate hemoglobin; HbA1c) ระดับอินซูลิน (Fasting plasma insulin; FPI) คอลเลสเตอรอล (Cholesterol) ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) ไลโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (High density lipoprotein; HDL) และไลโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำ (Low density lipoprotein; LDL) ใช้เวลาในการวัดส่วนประสานชีวเคมีในเลือด 5 นาที ปริมาณเลือดที่จะทำการวัดค่าสารชีวเคมีในเลือดประมาณ 12 มิลลิลิตร (ประมาณ 2.5 ช้อนชา)



เลขที่โครงการวิจัย... 153-1/64
วันที่รับรอง... 19 มี.ค. 2562
วันหมดอายุ... 18 มี.ค. 2563

4.3.1.3 ส่วนประสานชีวเคมีในเลือด ได้แก่ น้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร 2 ชั่วโมง (2-hour Plasma glucose) เป็นการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (Oral glucose tolerance test; OGTT) แบ่งเป็น 5 ช่วงเวลา ได้แก่ 0 นาที (ก่อนคั้นน้ำตาลกลูโคส) คือ ค่าเดียวกันกับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (Fasting plasma glucose; FPG) จากนั้นให้คั้นน้ำตาลกลูโคส แล้วทำการวัดค่าช่วงเวลาที่ 30 นาที 60 นาที 90 นาที 120 นาที ใช้เวลาในการวัดตัวแปรสุขภาพสมรรถนะในเลือด 120 นาที ปริมาณเลือดที่จะทำการวัดค่าสารชีวเคมีในเลือดประมาณ 12 มิลลิลิตร (ประมาณ 2.5 ช้อนชา)

4.3.1.4 ส่วนประสมสมรรถนะ ได้แก่ องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percent body fat) มวลที่ปราศจากไขมัน (Lean body mass) ปริมาณไขมันในช่องท้อง (Visceral fat area) และมวลกล้ามเนื้อนุ่ม (Soft lean mass) ความอ่อนตัว (Flexibility) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular strength) ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) และความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ (Cardiorespiratory endurance) ใช้เวลาในการทดสอบตัวแปรสุขภาพสมรรถนะ 30 นาที โดยให้ผู้ช่วยวิจัยนักวิทยาศาสตร์การกีฬาเป็นผู้ทดสอบ จำนวน 10 คน (มีการประชุมและอบรมให้ผู้ช่วยวิจัยนักวิทยาศาสตร์การกีฬาให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดขั้นตอนการวิจัยให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน)

4.3.2 ก่อนเริ่มการวิจัยผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการปฐมพยาบาลและอบรมให้ความรู้ในหัวข้อต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย 1 ครั้ง เวลา 8.30-12.00 น. เพื่อเตรียมความพร้อมและความเข้าใจในงานวิจัยและมีความรู้เบื้องต้นที่จะเข้าร่วมวิจัยได้อย่างถูกต้องและมีความรู้เบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันโรคเบาหวานที่

จะนำไปดูแลสุขภาพในชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการปฐมนิเทศและอบรมให้ความรู้กับผู้เข้าร่วมการวิจัยและวิทยากรด้านโภชนาการเป็นผู้อบรมให้ความรู้ด้านการบริโภคอาหารและการเรียนรู้เมนูอาหาร ไม่มีการวัดและประเมินผลหรือเปรียบเทียบความรู้ที่ได้รับจากการอบรม ขั้นตอนการดำเนินการด้วยวิธีสังเกตหมายเชิญเข้าร่วมปฐมนิเทศและอบรมฯ และมีการโทรศัพท์เตือนล่วงหน้าก่อนวันปฐมนิเทศและอบรมฯ ร่วมกัน (โดยผู้วิจัยทำหน้าที่ขอขออนุญาตคนบดแต่ละคณะหรือหัวหน้าสำนักงานที่กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติหน้าที่อยู่เพื่ออนุญาตให้เข้าร่วมการปฐมนิเทศและอบรมฯ ตามวันและเวลาที่กำหนด) มีรายละเอียดดังนี้

4.3.2.1 มีการปฐมนิเทศชี้แจงรายละเอียดการวิจัยให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบข้อมูลเพื่อสร้างความเข้าใจ

4.3.2.2 มีการอบรมให้ความรู้ผู้เข้าร่วมการวิจัยกลุ่มทดลอง

- ความเสี่ยงของการเกิดโรคเบาหวาน อันตรายและโรคแทรกซ้อนที่เกิดจากโรคเบาหวาน
- การป้องกันการเกิดโรคเบาหวานโดยใช้หลัก 3 อ. 2 ส. อาหาร อารมณ์ ออกกำลังกาย ไม่ดื่มสุรา และไม่สูบบุหรี่

- การส่งเสริมให้ลดความเสี่ยงการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 บนพื้นฐานหลัก 3 อ. 2 ส. อาหาร อารมณ์ ออกกำลังกาย ไม่ดื่มสุรา และไม่สูบบุหรี่

- การใช้นิวซ์วัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักและขณะออกกำลังกายด้วยตนเอง และการ

คำนวณอัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมายออกกำลังกาย (Target heart rate (THR))

- การออกกำลังกายเบื้องต้น และรายละเอียดการออกกำลังกายแบบฟิตเนสซันนัล และข้อควรระวังในการฝึกออกกำลังกาย

- การยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยทั่วไปและตามโปรแกรม

- ความรู้ด้านการบริโภคอาหารและการเรียนรู้เมนูอาหาร

- การใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor) เพื่อใช้ขณะออกกำลังกาย

- การเตรียมตัวก่อนการเจาะเลือด เช่น การนอนหลับพักผ่อน การลดอาหารจังก์ชัน และการ

รับประทานอาหาร เป็นต้น

4.3.3 ผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบฟิตเนสซันนัล ระยะเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนเริ่มการทดลองจริง เน้นท่าทางที่ถูกต้องและทำตามจังหวะที่กำหนด ฝึกออกกำลังกายแบบฟิตเนสซันนัลโดยใช้ท่าการฝึกเหมือนการทดลองจริงเช่นเดียวกับการฝึกช่วงสัปดาห์ที่ 1-3 ปฏิบัติ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ในวันจันทร์ พุธ และศุกร์ ช่วงเย็นหลังเลิกงานเวลา 17.30-18.30 น. ระยะเวลา 2 สัปดาห์ ฝึกจำนวน 2 รอบต่อครั้ง จำนวน 8 ครั้งต่อเซท พักระหว่างท่าฝึก 10-15 วินาที (พักหลังฝึกท่าที่ 1-8 ยืนยืดเท้าและพักหลังฝึกท่าที่ 9-12 นั่งชันเข่าสี่ขาบิดลำตัว) พักระหว่างรอบ 60-90 วินาที และใช้คนหรือควบคุมความเร็วในการฝึกออกกำลังกายมีจังหวะ 110 BPM (ท่าที่ 1-5 ให้ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ) และ 100 BPM (ท่าที่ 6-12 ให้ปฏิบัติแต่ละการเคลื่อนไหวนับ 4 จังหวะ)

4.3.4 ผู้เข้าร่วมการวิจัยฝึกออกกำลังกายแบบฟิตเนสซันนัล 12 สัปดาห์ โดยการฝึกออกกำลังกายตามโปรแกรม แบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงอบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนการฝึกออกกำลังกายแบบมีการเคลื่อนไหว (Dynamic stretching) (10 นาที) ช่วงการฝึกออกกำลังกายแบบฟิตเนสซันนัล สัปดาห์ที่ 1-12 (30 นาที) และช่วงคลายอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อหลังการฝึกออกกำลังกายแบบหยุดนิ่งค้างไว้ (Static stretching) (10 นาที) (ช่วงอบอุ่นร่างกายและคลายอุ่นร่างกายใช้ความหนักที่ระดับเบาใช้การควบคุมจังหวะ 100 BPM) สรุปว่าช่วงสัปดาห์ที่ 1-12 ใช้เวลารวม 50 นาทีต่อครั้ง

4.3.4.1 ช่วงการฝึกออกกำลังกายแบบฟิตเนสซันนัล แบ่งเป็น 4 ช่วงสัปดาห์ ได้แก่ ช่วงสัปดาห์ที่ 1-3 ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัว (Body weight; BW) และช่วงสัปดาห์ที่ 4-6 ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัว (Body weight; BW) และขวดทราย (Sand bottle; SB) หนัก 335 กรัม (0.335 กก.) (ช่วงสัปดาห์ที่ 1-6 ใช้ท่าฝึกแบบเดียวกัน) สำหรับช่วงสัปดาห์ที่ 7-9 ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัว (Body weight; BW) และขวดทราย (Sand bottle; SB) หนัก 500 กรัม (0.50 กก.) และช่วงสัปดาห์ที่ 10-12 ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัว (Body



weight; BW) และขวดทราย (Sand bottle; SB)หนัก 750 กรัม (0.75 กก.) (ข้างสัปดาห์ที่ 7-12 ใช้ท่าฝึกแบบเดียวกัน) ทั้งช่วงสัปดาห์ที่ 1-12 ฝึกจำนวน 12 ท่าฝึก ใช้ความหนักที่ระดับปานกลาง ใช้การควบคุมจังหวะ 100-110 BPM (ท่าที่ 1-5 จังหวะ 110 BPM ให้ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ และท่าที่ 6-12 จังหวะ 100 BPM ให้ปฏิบัติแค่การเคลื่อนไหวฉบับ 4 จังหวะ) ปฏิบัติสัปดาห์ละ 5 ครั้งๆ ละ 30 นาที (ปฏิบัติ 3 รอบ) (ฝึกออกกำลังกายร่วมกัน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา โดยผู้วิจัยนำฝึกออกกำลังกาย วันจันทร์ พุธ และศุกร์ และฝึกออกกำลังกายที่บ้านด้วยตนเอง 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ในวันอังคารและพฤหัสบดี) ช่วงเย็นหลังเลิกงานเวลา 17.30-18.30 น. ปฏิบัติท่าละ 10 ครั้งต่อเซต พักระหว่างท่าฝึก 10-15 วินาที (พักหลังฝึกท่าที่ 1-8 ทำยืนยี่เข่าและพักหลังฝึกท่าที่ 9-12 ทำนั่งชันเข่าสลับขาปิดลำตัวสามารถใช้อมือจับพื้นได้) พักระหว่างรอบ 60-90 วินาที (ท่านี้ยังชันเข่าสลับขาปิดลำตัวสามารถใช้อ้อมจับพื้นได้หรือเดินผ่อนคลายเคลื่อนไหวร่างกายช้าๆ)

4.4 คู่มือรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการฝึกออกกำลังกายตามโปรแกรม และมีโปสเตอร์ติดกับทีวีจอรีบอร์ด (เพื่อให้สามารถตั้งฟังได้เพื่อความสะดวกในการใช้งานและเคลื่อนย้ายได้ง่าย) ภาพท่าการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล ท่าการอบอุ่นร่างกาย ท่าการลดสภาวะร่างกาย และท่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกาย ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยไปใช้ในการฝึกออกกำลังกายที่บ้านและยึดเสียงจังหวะเพื่อใช้ควบคุมความเร็วในการฝึกออกกำลังกาย โยโยโทรศัพท์มือถือ ความนิ่มของยางปู และยึดใส่แผ่นซีดีให้กลุ่มตัวอย่างเอาไปใช้ฝึกออกกำลังกายที่บ้านตามความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง กรณีกลุ่มตัวอย่างไม่มีโทรศัพท์มือถือหรือเครื่องเล่นซีดี ผู้วิจัยจะให้เครื่องตั้งจังหวะ (Metronome) เอาไปใช้ฝึกออกกำลังกายที่บ้าน และขวดทรายหนักตามที่กำหนดแต่ละช่วงสัปดาห์จำนวน 6 ขวดต่อบุคคล ให้เอาไปใช้ฝึกออกกำลังกายที่บ้านด้วยตนเอง 2 ครั้งต่อสัปดาห์ (วันอังคารและพฤหัสบดี)

4.5 เจาะเลือดที่ห้องมีการอดอาหารข้ามคืนทั้งหมด 3 ครั้ง (ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์) และปริมาณเลือดที่เจาะแต่ละครั้งมีปริมาณ 24 มิลลิลิตร (ประมาณ 5 ซ้อนชา)

4.6 ตำแหน่งที่เจาะเลือด คือ บริเวณหลังมือ โดยให้เขียนและสาธิตข้างตัวไว้ที่หลังมือจนกว่าจะได้ปริมาณเลือดครบตามเวลาที่กำหนด เพื่อลดการเจาะเลือดบ่อยครั้งและไม่ทำให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเจ็บมากเกินไป โดยให้พยาบาลวิชาชีพ และ/หรือนักเทคนิคการแพทย์เป็นผู้เจาะเลือด จำนวน 8 คน (มีการอธิบายให้พยาบาลวิชาชีพ และ/หรือนักเทคนิคการแพทย์มีความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดการวิจัยให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน)

4.7 ผู้วิจัยติดตามการฝึกออกกำลังกายที่บ้านตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์ ตามโปรแกรมของกลุ่มทดลอง 2 วันต่อสัปดาห์ ได้แก่ วันอังคารและพฤหัสบดี โดยการใช้ไลน์กลุ่ม และ/หรือโทรศัพท์แล้วแต่กรณี เพื่อเตือนให้ฝึกออกกำลังกาย และเมื่อฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลเสร็จให้ส่งรูปภาพอัตราการเต้นของหัวใจในไลน์กลุ่มหรือไลน์ผู้วิจัย เพื่อช่วยควบคุมความหนักและตรวจสอบความสม่ำเสมอของการฝึกออกกำลังกายและเพื่อความปลอดภัยของกลุ่มตัวอย่าง และหากมีส่งรูปภาพอัตราการเต้นของหัวใจจะติดตามทางไลน์กลุ่มหรือไลน์ส่วนบุคคล หรือโทรศัพท์ติดตามให้ส่งตามกำหนด

4.8 ดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลที่มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา มีรายละเอียดดังนี้

4.8.1 ดำเนินการคัดกรองและการทดสอบ 3 ครั้ง (ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์) ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา รายละเอียดดังนี้

4.8.1.1 สถานที่เจาะเลือด เป็นห้องปรับอากาศ มีโต๊ะและเก้าอี้ให้นั่งพักผ่อน มีจอแอลซีดี (LCD) ให้ให้บริการพร้อมอินเตอร์เบตและคอมพิวเตอร์ เพื่อพักผ่อนช่วงรอผลตรวจชีวเคมีในเลือด (OGTT) ที่ต้องใช้เวลา 2 ชั่วโมงตามกำหนด ที่อาคารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.8.1.2 สถานที่ทดสอบสูงสุดสมรรถนะ เป็นห้องปรับอากาศและที่พักผ่อนที่ศูนย์กีฬาและนันทนาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

ทดสอบ ที่อาคารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี





เลขที่โครงการวิจัย
วันที่รับรอง
วันหมดอายุ

4.8.2. กลุ่มทดลองฝึกออกกำลังกายแบบพิงก์ซีเอ็นทีที่ได้อาคารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ลักษณะเป็นที่โล่ง ไม่มีฝ้าผนัง อากาศถ่ายเทได้สะดวก

4.8.3 สถานที่ในการจัดปฐมนิเทศและอบรมให้ความรู้ในหัวข้อต่างๆ 1 ครั้ง ให้ทั้ง 2 กลุ่มตัวอย่าง ก่อนการทดลอง เป็นห้องปรับสภาพ มีโต๊ะและเก้าอี้ที่นั่งไว้ฟังการปฐมนิเทศและอบรมให้ความรู้ในหัวข้อต่างๆ ที่อาคารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.9 ขอบัญญัติบันทึกภาพและบันทึกวีดิโอทำกิจกรรมของผู้มีส่วนร่วมงานวิจัย เพื่อเป็นข้อมูล ประกอบในรูปแบบวิจัย และการนำเสนอผลงานวิจัย

5. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะเก็บเป็นความลับ หากมีการเสนอผลการวิจัยจะ เสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

6. เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้ว ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมดจะถูกทำลาย เป็นต้นว่า ตัวอย่างเลือดและผลเลือด การบันทึกภาพ การบันทึกวีดิโอ และการบันทึกต่างๆ จะทำลายข้อมูลหลังจาก ดำเนินการวิจัยจบสิ้น ในการเผยแพร่รายงานวิจัยจะไม่เปิดเผยชื่อและไม่ทำให้เสียชื่อเสียงแก่ผู้เข้าร่วมวิจัย จะนำ ผลงานวิจัยนำเสนอเพื่อเผยแพร่ทางวิชาการเท่านั้น

7. ความเสี่ยง/อันตราย และความไม่สะดวกต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมงานวิจัย

7.1 ความเสี่ยงและอันตรายที่อาจมีผลต่อร่างกายได้บ้าง เช่น มีอาการตึงหรือปวดกล้ามเนื้อและ/ หรือการเหนื่อยล้าในขณะและหลังการฝึกออกกำลังกายได้บ้างระยะเวลา 1-2 วันและอาการจะหายไปได้และ เมื่อฝึกออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องร่างกายจะมีการปรับตัวให้ดีขึ้นอาการเหล่านี้จะเกิดขึ้นน้อยลง หรือมี อาการตึงหรือปวดกล้ามเนื้อและ/หรือการเหนื่อยล้าในขณะและหลังการทดสอบสูงสุดสมรรถนะได้บ้าง ระยะเวลา 1-2 วันและอาการจะหายไปได้ แต่ไม่มีความเสี่ยงและอันตรายต่อจิตใจ สังคม และเศรษฐกิจ เพราะไม่ทำให้ เกิดความไม่สบายใจหรือเกิดความเครียด ไม่มีการเปิดเผยข้อมูลส่วนตัวให้ผู้อื่นทราบ และไม่ ให้อาหารรายได้เข้ามาเข้าร่วมงานวิจัย สำหรับความไม่สะดวกของผู้เข้าร่วมงานวิจัยอาจมีบ้างเล็กน้อย เช่น ผู้เข้าร่วมวิจัย ต้องลดเวลาส่วนตัวว่างเย็นหลังเลิกงานเป็นเวลา 1 ชั่วโมงที่ฝึกออกกำลังกาย แต่ไม่กระทบ กับการใช้ชีวิตประจำวัน

7.2 การวิจัยนี้มีการคำนึงถึงความเสี่ยงและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมวิจัย จึงมีวิธีการ ควบคุมความเสี่ยง อันตราย/ความเสียหาย โดยมีการคัดกรองผู้เข้าร่วมงานวิจัย โปรแกรมการฝึกออกกำลังกาย ใช้เครื่องมือที่ระดับปานกลาง ในขณะที่ฝึกออกกำลังกายมีการใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor) เพื่อช่วยควบคุมความหนักและตรวจสอบความสม่ำเสมอของการฝึกออกกำลังกายและเพื่อความปลอดภัยของผู้เข้าร่วมงานวิจัย และผู้วิจัยจัดเตรียมอุปกรณ์ปฐมพยาบาลเบื้องต้นไว้ช่วยเหลือกรณีฉุกเฉิน ขณะที่ทำการฝึกออกกำลังกายร่วมกันและจะทดสอบสูงสุดสมรรถนะ 3 ครั้ง

7.3 ผู้วิจัยมีการให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาการวิจัยและมีผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 1 คน ปฏิบัติหน้าที่ดูแลความปลอดภัยขณะฝึกออกกำลังกายตาม โปรแกรมฯ ร่วมกัน (จำนวน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ รวมเป็น 36 ครั้งๆ ละ 1 ชั่วโมง) และขณะทดสอบ สูงสุดสมรรถนะ (จำนวน 3 ครั้งๆ ละ 3 ชั่วโมง) โดยมีการให้ความช่วยเหลือเมื่อเกิดความเสี่ยงและอันตรายให้ หยุดพักการฝึกออกกำลังกายขณะนั้นชั่วคราวหรือหยุดพักการทดสอบสูงสุดสมรรถนะขณะนั้นชั่วคราว ให้การ ดูแลปฐมพยาบาลเบื้องต้น ประสานงานร่วมกับศูนย์แพทย์ชุมชนของมหาวิทยาลัยในการให้คำปรึกษากับ ผู้เชี่ยวชาญหรือส่งเข้ารับการรักษาโดยผู้วิจัยเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่าย (มีการประชุมและอบรมให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัย นักวิทยาศาสตร์การกีฬาให้ความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดขั้นตอนการวิจัยให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน)

7.4 ผู้วิจัยมีการให้ความช่วยเหลือระหว่างช่วงการฝึกออกกำลังกายที่บ้านตามโปรแกรมของกลุ่ม ชุดลง 2 วันต่อสัปดาห์ ได้แก่ วันอังคารและพฤหัสบดี ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์ หากเกิดการบาดเจ็บให้ วิดีโอคอลหรือโทรศัพท์หา ผู้วิจัยเพื่อให้คำแนะนำช่วยเหลือ และหากมีอาการหนักขึ้น ใจสั่นหรือเหนื่อย ผิดปกติหยุดพักการฝึกออกกำลังกายขณะนั้นชั่วคราว หากอาการไม่ดีขึ้นให้คนในครอบครัวนำส่งโรงพยาบาล โดยผู้วิจัยเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่าย

7.5 ความเสี่ยงและอันตรายที่อาจมีผลต่อร่างกายจากการเจาะเลือด เช่น มีอาการเจ็บบริเวณที่ถูกเจาะเลือดหรือดำเลือดบริเวณที่ทำกรเจาะไม่ชัดเจนอาจมีความเสี่ยงที่จะโดนเจาะมากกว่า 1 ครั้งหรือมากกว่า 1 ตำแหน่งที่ใช้เจาะเลือดได้บ้างเล็กน้อยระยะเวลาไม่เกิน 1 วันและอาการเจ็บจะหายไปได้ หรืออาจเกิดการเขียวช้ำบริเวณที่เจาะเลือด ผู้วิจัยแนะนำให้กลุ่มตัวอย่างใช้ความเย็นประคบบริเวณที่เขียวช้ำประมาณ 1 วันและให้ประคบร้อนอีกประมาณ 1 วัน หรือจนกว่ารอยเขียวช้ำหายไป

8. ประโยชน์ในการเข้าร่วมการวิจัยและของงานวิจัย

8.1 ประโยชน์ส่วนบุคคลของผู้เข้าร่วมงานวิจัยที่จะได้รับ คือ ช่วยลดภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน เพิ่มสุขสมรรถนะ และช่วยให้กล้ามเนื้อมีความพร้อมในการใช้ชีวิตประจำวัน และประโยชน์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น คือ ทำให้ทราบผลของการฝึกออกกำลังกายแบบพิงก์ชัวร์ที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน เป็นรูปแบบทางเลือกของการออกกำลังกายเพื่อช่วยให้ผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดให้กลับสู่เกณฑ์ปกติ เพื่อการป้องกันช่วงลดโอกาสการเกิดโรคเบาหวานเพื่อเตรียมความพร้อมให้ผู้ใหญ่เข้าสู่ผู้สูงอายุในอนาคตที่ไม่เป็นโรคเบาหวาน และสามารถนำไปใช้เพื่อการส่งเสริมและดูแลสุขภาพและเพิ่มสุขสมรรถนะ

8.2 นักวิจัยจะนำประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยไปเผยแพร่ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การเชิญกลุ่มควบคุมมาร่วมประชุม การเผยแพร่เสียงตามสายในมหาวิทยาลัย การเปิดรับให้คำปรึกษาและแนะนำเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายสัปดาห์ละ 1 ครั้งในมหาวิทยาลัย ระยะเวลา 3 เดือน เพื่อนำไปกลุ่มควบคุมและบุคลากรในองค์กรรับทราบและแนะนำไปกรมการฝึกออกกำลังกายเพื่อการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

9. เพื่อแสดงความขอบคุณผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ผู้วิจัยจะมอบของที่ระลึกและอาหารว่างให้กับผู้เข้าร่วมวิจัย รายละเอียดดังนี้

9.1 ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับของที่ระลึก คือ ชุดออกกำลังกาย ประกอบด้วย เสื้อจำนวน 1 ตัว และกางเกงจำนวน 1 ตัว

9.2 ทุกครั้งที่มีการฝึกออกกำลังกายร่วมกัน มีการเจาะเลือดและทดสอบสุขสมรรถนะ จะมีอาหารว่างให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทุกครั้ง อาหารว่างจะเป็นอาหารสุขภาพ เช่น ขนม และ/หรือผลไม้รสไม่หวานและเครื่องดื่ม (น้ำเปล่า)

10. การเข้าร่วมการวิจัยเป็นโดยสมัครใจ สามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผล ไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ และไม่มีการพบใดๆ ต่อผู้เข้าร่วมวิจัย

11. หากมีข้อสงสัย โปรดสอบถามเพิ่มเติมจากผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยขอแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็วเพื่อให้ผู้ที่เข้าร่วมการวิจัยทบทวนว่าถึงสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัย

 เลขที่โครงการวิจัย 157-1/๒
วันที่รับรอง 19 ก.ย. 2562
วันหมดอายุ 18 ก.ย. 2563

AP 04-07

9

12. หากได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามข้อมูลดังกล่าว สามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน จุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202, 0-2218-3049 E-mail: eccu@chula.ac.th

ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัย และเข้าใจข้อมูลดังกล่าวข้างต้นทุกประการแล้ว

จึงลงนามยินยอม/ยินยอมด้วยวาจา เข้าร่วมการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ และได้รับเอกสารให้

1 ชุดแล้ว

ชื่อ _____

(นามสกุลหรือสกุล สืบในวงเล็บ)

ผู้วิจัย

วันที่ _____

ชื่อ _____

()

ผู้เข้าร่วมการวิจัย

วันที่ _____

ชื่อ _____

นาม

วันที่ _____



สาขาโครงการวิจัย 157-1/62

วันที่รับรอง 19 มิ.ย. 2562

วันหมดอายุ 18 มิ.ย. 2563

AF 06-07

เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย/ผู้ออกใบปลิวโครงการและหนังสือแสดงยินยอมเข้าร่วมการวิจัย (สำหรับกลุ่มควบคุม)

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการฝึกออกกำลังกายแบบพิงก์ซีเอ็นบีที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขภาพรอนดในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน (THE EFFECTS OF FUNCTIONAL EXERCISE TRAINING ON BLOOD BIOCHEMISTRY AND HEALTH RELATED PHYSICAL FITNESS IN PREDIABETIC ADULTS)

ชื่อผู้วิจัย นางสาวสิริกาญจน์ สันติเสวี ตำแหน่ง นิสิต คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา สถาบันศึกษาคู่วิจัย (ที่ทำงาน) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 (ที่บ้าน) มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทรศัพท์มือถือ 0656689491 E-mail Address : s_suntisawee@hotmail.com

ขอเรียนเชิญเข้าร่วมการวิจัย ก่อนตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย โปรดทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับอะไรและทำไมเพราะเหตุใด กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างรอบคอบ หากมีข้อความใดที่อ่านแล้วไม่เข้าใจหรือไม่ชัดเจน โปรดสอบถามเพิ่มเติมกับผู้วิจัยได้ตลอดเวลา ผู้วิจัยขออภัยจนกว่าจะเข้าใจอย่างชัดเจน

1. งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบพิงก์ซีเอ็นบีที่มีผลต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขภาพรอนดในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน โดยโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายที่พัฒนาขึ้นนี้มีการฝึกกล้ามเนื้อด้วยแรงต้านจากน้ำหนักตัวและจากขวดทราย มีการออกกำลังกายกล้ามเนื้อและปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง ฝึกให้กล้ามเนื้อทำงานตามลักษณะการเคลื่อนไหวที่ใช้ในการทำกิจวัตรประจำวันน่าจะเหมาะสมกับกลุ่มผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานเพราะมีลักษณะการออกกำลังกายผสมผสานระหว่างแบบแรงต้านช่วยเพิ่มมวลกล้ามเนื้อและมีความแข็งแรงมากขึ้นและแบบแอโรบิกที่ช่วยเพิ่มการเผาผลาญพลังงานจากสารอาหารในร่างกาย และช่วยให้สามารถทำกิจวัตรประจำวันได้ดี ทั้งนี้ในรูปแบบการฝึกออกกำลังกายที่ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถฝึกออกกำลังกายที่บ้านได้ หรือสามารถฝึกออกกำลังกายได้ในทุกๆ สถานที่ ใช้พื้นที่น้อย อุปกรณ์หาได้ง่าย ประหยัดค่าใช้จ่าย เป็นการเพิ่มโอกาสในการฝึกออกกำลังกายในผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานที่จะฝึกออกกำลังกายได้ง่ายและมากขึ้นและมีความต่อเนื่อง สม่าเสมอ เป็นการลดโอกาสการเป็นโรคเบาหวานได้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายแบบพิงก์ซีเอ็นบีที่มีต่อสารชีวเคมีในเลือดและสุขภาพรอนดในผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน

2. รายละเอียดของผู้เข้าร่วมการวิจัยและคุณสมบัติ

2.1 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นอาสาสมัครที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน ซึ่งเป็นบุคลากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา ผู้ใหญ่เพศชายและหญิง มีอายุตั้งแต่ 45-59 ปี กลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 40 คน

2.2 แหล่งการคัดเลือกเข้าเกณฑ์การคัดเลือก มีขั้นตอนดังนี้

การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง (Sample selection) จากปวงประชาราษฎร์ โดยใช้เกณฑ์การคัดเลือกเข้าเป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกและใช้เกณฑ์ในการคัดออก โดยมีรายละเอียดดังนี้

เกณฑ์ในการคัดเลือกเข้า (Inclusion criteria)

แบ่งการคัดกรองเป็น 3 ขั้นตอน รายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

1. คัดกรองจากแบบประเมินความเสี่ยงต่อโรคเบาหวาน (Aekplakorn, 2006) ถ้าคะแนนเท่ากับ 6 ขึ้นไป และมีค่าดัชนีมวลกาย (Body mass index; BMI) ไม่เกินเกณฑ์โรคอ้วนระดับ 1 (BMI ≤ 29.9)



เลขที่โครงการวิจัย 157.1/62
วันที่รับรอง 19 ก.ย. 2562
วันหมดอายุ 18 ก.ย. 2563

(WHO Asian-BMI classification, 2000) และ/หรือมีระดับไลโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (High density lipoprotein; HDL) น้อยกว่า 35 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และ/หรือ มีระดับไตรกลีเซอไรด์มากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และ/หรือผู้หญิงที่มีภาวะถุงน้ำรังไข่หลายใบ (Polycystic ovary syndrome) และ/หรือผู้หญิงที่มีประวัติมีภาวะเป็นโรคเบาหวานขณะตั้งครรภ์ (Gestational diabetes mellitus; GDM) และ/หรือผู้หญิงที่มีประวัติคลอดบุตรที่มีน้ำหนักมากกว่า 9 ปอนด์ หรือ 4,000 กรัม (ADA, 2018) ถือว่ามีความเสี่ยงสูง ผ่านการคัดกรองเบื้องต้น

ขั้นตอนที่ 2


1. ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำหรือต้องไม่เป็น 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ก่อนการเข้าร่วมการวิจัย และผู้เข้าร่วมวิจัยสามารถอ่านออก เขียนได้ และพูดภาษาไทย และไม่ใช้กลุ่มผู้ด้อยโอกาสหรือเปราะบาง ให้ถือว่าการคัดกรอง
2. ให้เจาะเลือดปลายนิ้ว ปริมาณ 1 หยด ประเมินความเสี่ยงการเป็นโรคเบาหวานด้วยการวัดระดับน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร (Postprandial blood glucose) เป็นระดับน้ำตาลในเลือดโดยไม้ออกอาหาร หากวัดได้ 110 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรขึ้นไป ผ่านเกณฑ์คัดกรอง
3. ให้กรอกแบบประเมินความพร้อมในการออกกำลังกายสำหรับทุกคน (The Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone; PAR-Q+) (Warburton, 2018) หากพบมีความเสี่ยงโรคหัวใจและหลอดเลือด หรือโรคอื่นๆ ที่ระบุในแบบประเมิน PAR-Q+ ให้ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์คัดกรอง
4. ต้องไม่มีโรคแทรกซ้อนอื่นๆ ที่นอกเหนือจากโรคที่ระบุในแบบประเมิน PAR-Q+ (โดยการซักประวัติสุขภาพผู้เข้าร่วมการคัดกรองจากผู้วิจัย) ได้แก่ โรคตับและโรคปอด (Eikenberg, 2016; Rowan, 2017; Halliday, 2017; Slentz, 2016 และ Davy, 2017) หากพบว่าเป็นโรคดังกล่าว ให้ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์คัดกรอง

ขั้นตอนที่ 3

1. ให้เจาะเลือดที่มีการอดอาหารข้ามคืนเพื่อหาค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง (2-hour Plasma glucose) ในช่วง การตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (Oral glucose tolerance test; OGTT) นานเป็น 5 ชั่วโมง ตั้งแต่ 0 นาที (ก่อนดื่ม น้ำตาลกลูโคส) คือ ค่าเดียวกันกับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (Fasting plasma glucose; FPG) จากนั้นให้ดื่มน้ำตาลกลูโคส 75 กรัม ละลายในน้ำ 300 มิลลิิตร แล้วทำการวัดค่าช่วงเวลา 30 นาที 60 นาที 90 นาที 120 นาที ใช้เวลาในการวัด OGTT 120 นาที ปริมาณ เลือดที่วัดค่า OGTT 12 มิลลิิตร (ประมาณ 2.5 ช้อนชา) ในการคัดกรองให้ใช้ค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง (2-hour Plasma glucose) ในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (Oral glucose tolerance test; OGTT) ภายหลังจากดื่มน้ำตาลกลูโคสแล้ว 2 ชั่วโมง เพื่อคัดผู้ผ่านเกณฑ์คัดกรอง โดยมีค่า 140-199 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ถือว่าผ่านเกณฑ์คัดกรอง (เทพ พิษะ ทองคำ, 2561 และ ADA, 2018) ทำการทดสอบก่อนการทดลอง โดยวัดค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย ใช้เวลาในการวัด 1 วัน เริ่มการวัดช่วงเช้าเวลา 6.30-9.00 น. วัดข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา และวัดค่าสารชีวเคมีในเลือด ใช้เวลาในการวัดแต่ละบุคคล 130 นาที ปริมาณเลือดวัดค่าสารชีวเคมีอื่นๆ ปริมาณ 12 มิลลิิตร (ประมาณ 2.5 ช้อนชา) และ ปริมาณเลือดวัดค่า OGTT ปริมาณ 12 มิลลิิตร (ประมาณ 2.5 ช้อนชา) รวมปริมาณเลือดที่เจาะ 24 มิลลิิตร (ประมาณ 5 ช้อนชา) และเริ่มการทดสอบช่วงบ่ายเวลา 15.00-17.00 น. ทดสอบตัวแปรตามรวณะ ใช้เวลาในการทดสอบแต่ละบุคคล 30 นาที ใช้เวลารวมทั้ง 2 ช่วงเวลา 160 นาที (2 ชั่วโมง 40 นาที)

เกณฑ์ในการคัดออก (Exclusion criteria)

1. เกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อไปได้ เช่น เกิดการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ
2. ไม่มีความตั้งใจเข้าร่วมการวิจัยต่อไป
3. ออกกำลังกายมากกว่า 2 ครั้งต่อสัปดาห์



คณะกรรมการวิจัย
 วันที่รับเรื่อง 19 ก.ย. 2562
 18 ก.ย. 2562

2.3 วิธีการได้มาและการเข้าถึงผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย มีขั้นตอนดังนี้

2.3.1 ผู้วิจัยทำหน้าที่ขอขออนุญาตเพื่อศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนบุคลากรของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ผู้ใหญ่เพศชายและเพศหญิง มีอายุระหว่าง 45-59 ปี กับกองบริหารงานบุคคล และทำหน้าที่ขอขออนุญาตอธิการบดีมหาวิทยาลัยในการสำรวจผู้มีส่วนเกี่ยวข้องก่อนเป็นโรคเบาหวานภายในมหาวิทยาลัย

3. การคัดกรองผู้มีส่วนร่วมฯ ตามเกณฑ์การคัดเข้า-คัดออก

3.1 ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเป็นอาสาสมัครที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานที่ผ่านตามเกณฑ์คัดกรองทั้ง 3 ขั้นตอน

3.2 การคัดกรองผู้มีส่วนร่วมการวิจัยในการวิจัยครั้งนี้อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงและอันตรายที่อาจมีผลต่อร่างกายจากการเจาะเลือด เช่น มีอาการเจ็บบริเวณที่ถูกเจาะเลือดหรือถ้าเส้นเลือดบริเวณที่ทำการเจาะไม่ชัดเจนอาจมีความเสี่ยงที่จะโดนเจาะมากกว่า 1 ครั้งหรือมากกว่า 1 ตำแหน่งที่ใช้เจาะเลือดได้บ้างเล็กน้อยระยะเวลาไม่เกิน 1 วันและอาการเจ็บหายไป และอาจเกิดการเขียวช้ำบริเวณที่เจาะเลือด ผู้วิจัยแนะนำให้ผู้เข้าร่วมวิจัยใช้ความเย็นประคบบริเวณที่เขียวช้ำประมาณ 1 วันและให้ประคบร้อนอีกประมาณ 1 วัน หรือจนกว่ารอยเขียวช้ำหายไป และดำเนินการคัดกรองที่มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

3.3 ผู้วิจัยไม่มีค่าเสียเวลาและไม่มีสิ่งของมอบให้ผู้ที่ไม่ผ่านการคัดกรอง แต่ตรงกลางชีพจรและส่งบัตรแสดงผลการตรวจให้ฟรีและทดสอบสุขภาพระยะให้ฟรี และมีอาหารว่างให้รับประทาน เพื่อแสดงความขอบคุณทุกคนที่เข้าร่วมการคัดกรองและกล่าวคำขอบคุณที่ท่านสละเวลาเข้ามาเข้าร่วมการคัดกรองงานวิจัยครั้งนี้

3.4 ในการคัดกรองหากพบผู้ที่อยู่ในสภาวะที่สมควรได้รับคำแนะนำทางการแพทย์ ผู้วิจัยจะแนะนำให้มีความรู้เกี่ยวกับการลดภาวะความเสี่ยงของการเป็นโรคเบาหวาน และแนะนำเกี่ยวกับการออกกำลังกายที่เหมาะสมและถูกต้อง และแนะนำให้พบแพทย์เฉพาะทางเกี่ยวกับโรคนี้

การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานที่ผ่านตามเกณฑ์คัดเข้า ใช้ค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง (2-hour Plasma Glucose) ในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (Oral glucose tolerance test; OGTT) จัดเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก เพื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มควบคุม จำนวน 20 คน และกลุ่มทดลอง จำนวน 20 โดยปากกลุ่มตัวอย่างที่มีค่า 140-199 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร มาเรียงลำดับจากน้อยไปหามากรวมทั้งเพศชายและหญิง เพื่อให้ทั้ง 2 กลุ่มมีความเท่าเทียมกันมากที่สุด (Match by paired) จำนวนชายและหญิงทั้ง 2 กลุ่มใกล้เคียงกัน

4. การเข้าร่วมงานวิจัยมีการดำเนินการกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย เรียงตามลำดับดังนี้

4.1 มีจดหมายเชิญประชุมและมีการโทรศัพท์เตือนล่วงหน้าก่อนวันประชุมร่วมกัน และดำเนินการประชุมชี้แจงรายละเอียดข้อมูลงานวิจัยร่วมกันกับผู้ผ่านเกณฑ์จากการสำรวจภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน และนัดหมายเพื่อดำเนินการคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยตามขั้นตอนต่อไป และเมื่อได้ผู้ที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้า จึงดำเนินการขอความยินยอมเข้าร่วมในการวิจัยโดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการ

4.2 การเตรียมตัวก่อนเข้าร่วมงานวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 การเตรียมตัวก่อนวัดสารชีวเคมีในเลือด ทำกิจกรรมประจำวันและกินอาหารตามปกติ ไม่กินอาหารน้อยหรือมากกว่าปกติ (เนื่องจากอาจทำให้ผลการทดสอบผิดปกติได้) ให้อาหารข้ามคืนตั้งแต่เวลา 20.00 น. (เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 10 ชั่วโมง ระหว่างนี้สามารถดื่มน้ำเปล่าได้)

4.2.2 การเตรียมตัวก่อนวัดข้อมูลพื้นฐานชีววิทยา การงดสูบบุหรี่ การงดดื่มแอลกอฮอล์ และการฝึกออกกำลังกายตามโปรแกรม ให้แต่งกายชุดออกกำลังกาย



157.1/6
วันที่รับทง 19 ก.ย. 2562
19 ก.ย. 2562

4.3 ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นผู้ที่ผ่านเกณฑ์คัดเลือกจะได้รับ การทดสอบ 3 ครั้ง (ก่อนการทดลอง หลังการ ทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์) โดยการทดสอบ ได้แก่ ตัวแปรสารชีวเคมีในเลือดและตัว แปรสุขสมรรถนะ ก่อนเริ่มการวิจัยผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการปฐมฤกษ์และอบรมให้ความรู้ในหัวข้อต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย 1 ครั้ง และนัดหมายให้มารับผลการทดสอบ 3 ครั้ง รายละเอียดดังนี้

4.3.1 การทดสอบ 3 ครั้ง (ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์) (โดยกำหนดให้วันศุกร์ของสัปดาห์ที่ 6 และสัปดาห์ที่ 12 วัดค่าตัวแปรต่างๆ ใช้เวลา 1 วัน เริ่มการ วัดช่วงเช้าเวลา 6.30-9.00 น. ให้เวลาวัดข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยาและวัดค่าสารชีวเคมีในเลือด ใช้เวลาในการ วัดแต่ละบุคคล 130 นาที ผู้เข้าร่วมการวิจัยอดอาหารข้ามคืนตั้งแต่เวลา 20.00 น. (เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 10 ชั่วโมง ระหว่างนี้สามารถดื่มน้ำเปล่าได้) และเริ่มการทดสอบช่วงบ่ายเวลา 15.00-17.00 น. ทดสอบตัว แปรสุขสมรรถนะ ใช้เวลาในการวัดแต่ละบุคคล 30 นาที ใช้เวลารวมทั้ง 2 ช่วงเวลาในการวัดแต่ละบุคคล 160 นาที (2 ชั่วโมง 40 นาที) (โดยผู้วิจัยทำหน้าที่สื่อสารข้อมูลทดสอบแต่ละขณะหรือหัวหน้าสำนักงานที่ ผู้เข้าร่วมการวิจัยปฏิบัติงานที่อยู่เพื่ออนุญาตให้เข้าร่วมการวัดค่าตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ตามวันและเวลาที่ กำหนด) รายละเอียดดังนี้

4.3.1.1 พื้นฐานสรีรวิทยา ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง สัดส่วนมวลกาย รอบเอว รอบเอวต่อรอบ สะโพก อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัวขณะพัก ใช้เวลาในการ วัดค่าต่างๆ 5 นาที

4.3.1.2 ตัวแปรสารชีวเคมีในเลือด ได้แก่ น้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (Fasting plasma glucose; FPG) น้ำตาลเฉลี่ยสะสม (Glycosylate hemoglobin; HbA1c) ระดับอินซูลิน (Fasting plasma insulin; FPI) คอเลสเตอรอล (Cholesterol) ไตรกลีเซอไรด์ (Triglyceride) ไลโปโปรตีนความหนาแน่นสูง (High density lipoprotein; HDL) และไลโปโปรตีนความหนาแน่นต่ำ (Low density lipoprotein; LDL) ใช้เวลาในการ วัดตัวแปรสารชีวเคมีในเลือด 5 นาที ปริมาณเลือดที่จะทำการวัดค่าสารชีวเคมีในเลือดประมาณ 12 มิลลิลิตร (ประมาณ 2.5 ช้อนชา)



เลขที่โครงการวิจัย: 19-1-102
วันที่รับรอง: 19 ก.ย. 2561
วันหมดอายุ: 19 ก.ย. 2563

4.3.1.3 ตัวแปรสารชีวเคมีในเลือด ได้แก่ น้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง (2-hour Plasma glucose) ในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (Oral glucose tolerance test; OGTT) แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ 0 นาที (ก่อนดื่มน้ำตาลกลูโคส) คือ ค่าเดียวกับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (Fasting plasma glucose; FPG) จากนั้นให้ดื่มน้ำตาลกลูโคส แล้วทำการวัดค่าช่วงเวลาที่ 30 นาที 60 นาที 90 นาที 120 นาที ใช้เวลาในการวัดตัวแปรสารชีวเคมีในเลือด 120 นาที ปริมาณเลือดที่จะทำการวัดค่าสารชีวเคมี ในเลือดประมาณ 12 มิลลิลิตร (ประมาณ 2.5 ช้อนชา)

4.3.1.4 ตัวแปรสุขสมรรถนะ ได้แก่ องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ได้แก่ เปอร์เซนต์ไขมัน (Percent body fat) มวลที่ปราศจากไขมัน (Lean body mass) ปริมาณไขมันในช่องท้อง (Visceral fat area) และมวลกล้ามเนื้อ (Soft lean mass) ความอ่อนตัว (Flexibility) ความแข็งแรงของ กล้ามเนื้อ (Muscular strength) ความทนของกล้ามเนื้อ (Muscular endurance) และความทนของ ระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ (Cardiorespiratory endurance) ใช้เวลาในการทดสอบตัว แปรสุข สมรรถนะ 30 นาที โดยให้ผู้ช่วยวิจัยนักวิทยาศาสตร์กำหนดเป็นผู้ทดสอบ จำนวน 10 (มีการประชุมและ อบรมให้ผู้ช่วยวิจัยนักวิทยาศาสตร์กำหนดให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดขั้นตอนการวิจัยให้เป็น มาตรฐานเดียวกัน)

4.3.2 ก่อนเริ่มการวิจัยผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการปฐมฤกษ์และอบรมให้ความรู้ในหัวข้อต่างๆ ที่ เกี่ยวข้องกับการวิจัย 1 ครั้ง เวลา 8.30-12.00 น. เพื่อเตรียมความพร้อมและความเข้าใจในงานวิจัยและมึ ความรู้เบื้องต้นที่จะเข้าร่วมวิจัยได้อย่างถูกต้องและมีความรู้เบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันโรคเบาหวานที่ จะนำไปสู่และสุขภาพในชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการปฐมฤกษ์และอบรมให้ความรู้กับผู้เข้าร่วมการ วิจัยและวิทยากรด้านโภชนาการเป็นผู้อบรมให้ความรู้ด้านการบริโภคอาหารและการเรียนรู้เมนูอาหาร ไม่มี การวัดและประเมินผลหรือเปรียบเทียบความรู้ที่ได้รับจากการอบรม ขึ้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขหมภยชญูเข้าร่วปรุมนิเทศและอบรมา และมีกรโพศัทท์เคือนส่วหน้าก่อนวันปรุมนิเทศและอบรมา
ร่วมกัน (โดยผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตคนละคดีละคณะหรือหัวหน้าสำนักงานที่กลุ่มตัวอย่างปฏิบัติหน้าที่
อยู่เพื่ออนุญาตให้เข้าร่วมการปรุมนิเทศและอบรมา คมว้นและเวลาที่กำหนด) มีรายละเอียดดังนี้

4.3.2.1 มีการปรุมนิเทศซึ่งรายละเอียดการวิจัยให้กลุ่มตัวอย่างรับทราบข้อมูลเพื่อสร้างความ
เข้าใจ

4.3.2.2 มีการอบรมให้ความรู้ผู้เข้าร่วมการวิจัยกลุ่มควบคุม

- ความเสี่ยงของการเกิดโรคเบาหวาน อันตรายและโรคแทรกซ้อนที่เกิดจากโรคเบาหวาน
- การป้องกันการเกิดโรคเบาหวานโดยใช้หลัก 3 อ. 2 ส. อาหาร อารมณ์ ออกกำลังกาย ไม่ดื่มสุรา
และไม่สูบบุหรี่

- การส่งเสริมให้ลดความเสี่ยงการเกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 บนพื้นฐานหลัก 3 อ. 2 ส. อาหาร
อารมณ์ ออกกำลังกาย ไม่ดื่มสุรา และไม่สูบบุหรี่

- การใช้น้ำจับวัดอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักและขณะออกกำลังกายด้วยตนเอง และการ

คำนวณอัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมายออกกำลังกาย (Target heart rate: THR)

- การออกกำลังกายเบื้องต้น และรายละเอียดการออกกำลังกายตามการฝึกออกกำลัง ภาย
แบบฝึกหัดขึ้นบันได และข้อควรระวังในการฝึกออกกำลังกาย
- การยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยทั่วไปและสถานที่โปรแกรม
- ความรู้ด้านการบริโภคอาหารและการเรียนรู้เมนูอาหาร
- การใช้เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor) เพื่อใช้ขณะฝึกออกกำลังกาย
- การเตรียมตัวก่อนการเจาะเลือด เช่น การนอนหลับพักผ่อน การงดอาหารจืดจาง และการ
รับประทานอาหาร เป็นต้น



4.4 เจาะเลือดที่ห้องปฏิบัติการอาหารจืดจางจำนวน 3 ครั้ง (ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6
สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์) และปริมาณเลือดที่เจาะแต่ละครั้งมีปริมาณ 24 มิลลิลิตร
(ประมาณ 5 ช้อนชา)

4.5 ตำแหน่งที่เจาะเลือด คือ บริเวณหลังมือ โดยให้เข็มและสายยางติดค้างไว้ที่หลังมือจนกว่าจะ
ได้ปริมาณเลือดครบตามเวลาที่กำหนด เพื่อลดการเจาะเลือดบ่อยครั้งและไม่ทำให้ผู้เข้าร่วมวิจัยเจ็บมาก
เกินไป โดยให้พยาบาลวิชาชีพ และ/หรือนักเทคนิคการแพทย์เป็นผู้เจาะเลือด จำนวน 8 คน (มีการอธิบายให้
พยาบาลวิชาชีพ และ/หรือนักเทคนิคการแพทย์มีความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดการวิจัยให้เป็นมาตรฐาน
เดียวกัน)

4.6 ดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลที่มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา
มีรายละเอียดดังนี้

4.6.1 ดำเนินการคัดกรองและการทดสอบ 3 ครั้ง (ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์
และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์) ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา รายละเอียดดังนี้

4.6.1.1 สถานที่เจาะเลือด เป็นห้องปรับอากาศ มีโต๊ะและเก้าอี้ให้นั่งพักผ่อน มีจอแอลซีดี (LCD)
ไว้ให้บริการพร้อมอินเตอร์เน็ตและคอมพิวเตอร์ เพื่อพักผ่อนช่วงรอการวัดสารชีวเคมีในเลือด (OGTT) ที่ต้อง
ใช้เวลา 2 ชั่วโมงตามกำหนด ที่อาคารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.6.1.2 สถานที่ทดสอบสูงสมรรถนะ เป็นห้องปรับอากาศ มีโต๊ะและเก้าอี้ให้นั่งพักผ่อนรอการ
ทดสอบ ที่อาคารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.6.1.3 สถานที่ในการจัดปรุมนิเทศและอบรมให้ความรู้ในหัวข้อต่างๆ 1 ครั้ง ให้ทั้ง 2 กลุ่มตัวอย่าง
ก่อนการทดลอง เป็นห้องปรับอากาศ มีโต๊ะและเก้าอี้ให้นั่งรับฟังการปรุมนิเทศและอบรมให้ความรู้ในหัวข้อ
ต่างๆ ที่อาคารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.7 ขออนุญาตบันทึกภาพและบันทึกวีดิทัศน์ทำกิจกรรมของผู้มีส่วนร่วมงานวิจัย เพื่อเป็นข้อมูล
ประกอบในรูปแบบวิจัย และการนำเสนองานวิจัย

4.8 ค่าเป็นการซื้อแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับการวิจัยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยกลุ่มควบคุมรับทราบข้อปฏิบัติต่างๆ ได้แก่ ให้ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ และหากมีการออกกำลังกายต้องไม่เกิน 2 ครั้งต่อสัปดาห์

5. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะเก็บเป็นความลับ หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

6. เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้ว ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมดจะถูกทำลาย เป็นต้นว่า ตัวอย่างเลือดและผลเลือด การบันทึกภาพ การบันทึกวิดีโอ และการบันทึกต่างๆ จะทำลายข้อมูลหลังจากดำเนินการวิจัยจบสิ้น ในการเผยแพร่รายงานผู้วิจัยจะไม่เปิดเผยชื่อและไม่ทำให้เสื่อมเสียแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะนำผลงานวิจัยไปเสนอเพื่อขอประโยชน์ทางวิชาการเท่านั้น

7. ความเสี่ยง/อันตราย และความไม่สะดวกต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมงานวิจัย

7.1 ความเสี่ยงและอันตรายที่อาจมีผลต่อร่างกายได้บ้าง เช่น มีอาการคันหรือปวดกล้ามเนื้อและ/หรือการเหนื่อยล้าในขณะและหลังการทดสอบสุทธสมรรถนะได้บ้างระยะเวลา 1-2 วันและอาการง่วงหายไป แต่ไม่มีความเสี่ยงและอันตรายต่อจิตใจ สังคม และเศรษฐกิจ เพราะไม่ทำให้เกิดความไม่สบายใจหรือเกิดความเครียด ไม่มีการเปิดเผยข้อมูลส่วนตัวให้ผู้ขึ้นทราบ และไม่ทำให้ขาดรายได้ช่วงมาเข้ารับการทดสอบ 3 ครั้ง

7.2 การวิจัยนี้มีการดำเนินการประเมินความเสี่ยงและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมวิจัย จึงมีวิธีการป้องกัน/ปกป้อง อันตราย/ความเสี่ยงนั้น โดยผู้วิจัยจัดเตรียมอุปกรณ์ปฐมพยาบาลเบื้องต้นไว้ช่วยเหลือกรณีฉุกเฉินขอทำการทดสอบสุทธสมรรถนะ 3 ครั้ง

7.3 ผู้วิจัยมีการให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาการวิจัยและมีผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์การกีฬามีวุฒิการศึกษาในระดับปริญญาตรี จำนวน 1 คน ปฏิบัติหน้าที่ดูแลความปลอดภัยขณะทดสอบสุทธสมรรถนะ (จำนวน 3 ครั้งๆ ละ 3 ชั่วโมง) โดยมีการให้ความช่วยเหลือเมื่อเกิดความเสี่ยงและอันตรายให้หยุดทำการทดสอบสุทธสมรรถนะขณะนั้นชั่วคราว ให้การดูแลปฐมพยาบาลเบื้องต้น ประสานงานร่วมกับศูนย์แพทย์ชุมชนของมหาวิทยาลัยในการให้คำปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญหรือส่งเข้ารับการรักษาโดยผู้วิจัยเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่าย (โดยมีการประชุมและอบรมให้ผู้ช่วยวิจัยนักวิทยาศาสตร์การกีฬามีความเข้าใจเกี่ยวกับรายละเอียดการวิจัยให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน)

7.4 ความเสี่ยงและอันตรายที่อาจมีผลต่อร่างกายจากการเจาะเลือด เช่น มีอาการเจ็บบริเวณที่ถูกเจาะเลือดหรือถ้าเส้นเลือดบริเวณที่ทำการเจาะไม่ชัดจนอาจมีความเสี่ยงที่จะโดนเจาะมากกว่า 1 ครั้งหรือมากกว่า 1 ตำแหน่งที่ใช้เจาะเลือดได้บ้างเล็กน้อยระยะเวลาไม่เกิน 1 วันและอาการเจ็บจะหายไป หรืออาจเกิดการเขียวช้ำบริเวณที่เจาะเลือด ผู้วิจัยแนะนำให้กลุ่มตัวอย่างใช้ความเย็นประคบบริเวณที่เขียวช้ำประมาณ 1 วันและให้ประคบร้อนอีกประมาณ 1 วัน หรือจนกว่ารอยเขียวช้ำหายไป

8. ประโยชน์ในการเข้าร่วมการวิจัยและของงานวิจัย

8.1 ประโยชน์ส่วนบุคคลของผู้เข้าร่วมงานวิจัยที่จะได้รับ คือ ได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการออกกำลังกาย การส่งเสริมสุขภาพ และการป้องกันการเป็นโรคเบาหวาน

8.2 ผู้วิจัยจะนำประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยไปเผยแพร่ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การเชิญกลุ่มควบคุมเข้าร่วมประชุม การเผยแพร่เสียงความสายนามมหาวิทยาลัย การเปิดรับให้คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายสัปดาห์ละ 1 ครั้งในมหาวิทยาลัย ระยะเวลา 3 เดือน เพื่อแนะนำให้กลุ่มควบคุมและบุคลากรในองค์กรรับทราบและแนะนำโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายเพื่อการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

9. เพื่อแสดงความขอบคุณผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ผู้วิจัยจะมอบของที่ระลึกและอาหารว่างให้กับผู้เข้าร่วมวิจัย รายละเอียดดังนี้

9.1 ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะได้รับของที่ระลึก 1 ตัว และกางเกงจำนวน 1 ตัว



วันที่รับรอง 19 ก.ย. 2562
วันที่รับรอง 18 ก.ย. 2563

9.2 ทุกครั้งที่มีการเจาะเลือดและทดสอบสุบสมรรถนะ จะมีอาหารว่างให้ผู้เข้าร่วมการวิจัย
ทุกครั้ง อาหารว่างจะเป็นอาหารสุกภาพ เช่น ราม และ/หรือผลไม้รสไม่หวาน และเครื่องดื่ม (น้ำเปล่า)

10. การเข้าร่วมการวิจัยเป็นโดยสมัครใจ สามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุก
ขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผล ไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ และไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อผู้เข้าร่วมวิจัย

11. หากมีข้อสงสัย โปรดสอบถามเพิ่มเติมจากผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมนที่เป็น
ประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็วเพื่อให้ผู้ที่เข้าร่วมการวิจัยทบทวน
ว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่

12. หากได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามข้อมูลดังกล่าว สามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณา
จริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 254 อาคารจามจุรี 1 ชั้น 2
ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์/โทรสาร 0-2218-3202, 0-2218-3049 E-mail:
eccu@chula.ac.th

ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัย และเข้าใจข้อมูลดังกล่าวข้างต้นทุกประการแล้ว

จึงลงนามยินยอม/ยินยอมด้วยวาจา เข้าร่วมการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ และได้รับเอกสารไว้

1 ชุดแล้ว

ชื่อ _____
(บนสารสิทธิบัตร ศึกษาศาสตร์)
ผู้วิจัยหลัก
วันที่ _____

ชื่อ _____
ผู้เข้าร่วมการวิจัย
วันที่ _____

ชื่อ _____
นาม
วันที่ _____



เลขที่โครงการวิจัย 157-1/62
วันที่รับรอง 19 ก.ย. 2562
วันที่ลงนาม 18 ก.ย. 2563

เอกสารข้อมูลช่วงคัดกรอง 1.2
 แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกายสำหรับทุกคน
 The Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone; PAR-Q+

แบบสอบถามนี้จะบอกท่านว่าจำเป็นหรือไม่ที่ท่านจะต้องขอคำแนะนำเพิ่มเติมจากแพทย์ของท่าน
 หรือผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกายที่มีคุณสมบัติก่อนที่จะออกกำลังกาย
 คำถามสุขภาพทั่วไป:

โปรดอ่านคำถาม 7 ข้อด้านล่างอย่างรอบคอบและตอบคำถามแต่ละข้ออย่าง ชัดเจน เลือก ใช่หรือไม่ใช่	ใช่	ไม่ใช่
1. แพทย์เคยบอกว่าเป็น <input type="checkbox"/> โรคหัวใจ หรือ <input type="checkbox"/> ความดันโลหิตสูง ใช่หรือไม่ใช่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ท่านเคยรู้สึกเจ็บที่หน้าอกขณะพักผ่อนหรือทำกิจกรรมประจำวันหรือขณะออก กาย ใช่หรือไม่ใช่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ท่านเคยมีอาการทรงตัวเนื่องจากอาการเวียนศีรษะหรือหมดสติในช่วง 12 เดือนที่ผ่านมา ใช่หรือไม่ใช่ โปรดตอบว่า ไม่ใช่ ถ้าอาการเวียนศีรษะของท่าน เกี่ยวข้องกับการหายไ้มากเกินไป (รวมถึงระหว่างการทำกายอย่างหนัก)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ท่านเคยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเรื้อรังอื่น (นอกเหนือจากโรคหัวใจหรือความ ดันโลหิตสูง) ใช่หรือไม่ใช่ โปรดระบุเงื่อนไข:.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ท่านกำลังใช้ยาตามใบสั่งแพทย์สำหรับอาการป่วยเรื้อรัง ใช่หรือไม่ใช่ โปรดระบุเงื่อนไขและชื่อยา:.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ปัจจุบันท่านมี (หรือมีภายใน 12 เดือนที่ผ่านมา) กระดูกข้อต่อหรือเนื้อเยื่ออ่อน (กล้ามเนื้อ เอ็นกระดูก หรือเอ็นกล้ามเนื้อ) ปัญหาที่อาจทำให้ต้องลดการใช้งาน ทางร่างกายมากขึ้น ใช่หรือไม่ใช่ โปรดตอบว่าไม่ใช่ หากท่านเคยมีปัญหาในอดีต แต่ไม่ได้จำกัดความสามารถของท่านที่จะใช้งานในปัจจุบัน โปรดระบุเงื่อนไข:.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. แพทย์เคยบอกว่าคุณควรทำการออกกำลังกายภายใต้การดูแลของแพทย์หรือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกาย ใช่หรือไม่ใช่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

หากท่านตอบว่า ไม่ใช่ สำหรับคำถามทั้งหมดข้างต้นท่านสามารถเริ่มการออกกำลังกายได้ตามที่ท่าน
 ต้องการ โปรดลงนามในแบบสอบถามนี้ (ท่านไม่จำเป็นต้องตอบคำถามเกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์ของ
 ท่าน)

- ท่านเริ่มออกกำลังกายได้โดยเริ่มจากการทำซ้ำๆ และค่อยๆ เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ
- ปฏิบัติตามแนวทางออกกำลังกายสำหรับอายุของท่าน (www.who.int/dietphysicalactivity/en/)
- ท่านอาจมีส่วนร่วมในการประเมินสุขภาพและการออกกำลังกาย
- หากท่านอายุเกิน 45 ปีและไม่คุ้นเคยกับการออกกำลังกายอย่างหนักเพื่อออกกำลังกายเป็นประจำควร
 ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญการออกกำลังกายที่มีคุณสมบัติก่อนที่จะมีส่วนร่วมในการออกกำลังกายนี้
- หากท่านมีคำถามเพิ่มเติมโปรดติดต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกายที่มีคุณสมบัติ

วันที่.....

 เลขที่โครงการวิจัย 153.1/62
 วันที่รับรอง 19 ก.ย. 2562
 วันที่..... 18 ก.ย. 2562

หากท่านตอบว่า ใช่ กับคำถามข้างต้นอย่างน้อยหนึ่งข้อ ให้ตอบคำถามเกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์ของท่าน (จำนวน 10 ข้อ) ให้เสร็จสิ้น

แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกายสำหรับทุกคน (ต่อ)
The Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone; PAR-Q+

คำถามต่อไปนี้เกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์ของท่าน:	ใช่	ไม่ใช่
1. ท่านมีโรคข้ออักเสบ โรคกระดูกพรุน หรือปัญหาที่หลัง ใช่หรือไม่ใช่ หากเป็นตามเงื่อนไขข้างต้น โปรดตอบคำถามข้อ 1ก-1ค ถ้าไม่เป็นให้ข้ามไปข้อ 2		
1ก ท่านมีปัญหาในการควบคุมอาการศัวยาหรือการรักษาที่แพทย์กำหนดอื่นๆ ใช่หรือไม่ใช่ (ตอบไม่ใช่ หากท่านยังไม่ได้ใช้ยาหรือการรักษาอื่นๆ)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1ข ท่านมีปัญหาส่วนเกินที่ก่อให้เกิดอาการปวด การแตกหักหรือการแตกหักที่เกิดจากโรคมะเร็งกระดูกหรือมะเร็ง กระดูกสันหลังเคลื่อน หรือกระดูกสันหลังเสื่อม ใช่หรือไม่ใช่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1ค ท่านเคยมีผลตรวจหรือหาค่าผิดปกติเป็นประจําจำนวนกว่า 3 เดือน ใช่หรือไม่ใช่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ปัจจุบันท่านเป็นโรคหัวใจ ใช่หรือไม่ใช่ หากเป็นตามเงื่อนไขข้างต้น โปรดตอบคำถามข้อ 2ก-2ข ถ้าไม่เป็นให้ข้ามไปข้อ 3		
2ก การวินิจฉัยโรคหัวใจของท่าน รวมถึงประเภทต่อไปนี้: ปอด/ หลอดลมอักเสบ โรคหัวใจหรือหลอดเลือดหัวใจ (มะเร็งของหลอดเลือด) สโตรก และ/ หรือ ผ่าคอ ใช่หรือไม่ใช่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2ข ปัจจุบันท่านได้รับการรักษาหัวใจ (เช่นเคมีบำบัดหรือการรักษาด้วยรังสี) ใช่หรือไม่ใช่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ท่านมีเงื่อนไขเกี่ยวกับหัวใจหรือหลอดเลือด ใช่หรือไม่ใช่ ซึ่งรวมถึงโรคหลอดเลือดหัวใจ หัวใจล้มเหลว ความผิดปกติของการวินิจฉัยจังหวะการเต้นของหัวใจ หากเป็นตามเงื่อนไขข้างต้น โปรดตอบคำถามข้อ 3ก-3ง ถ้าไม่เป็นให้ข้ามไปข้อ 4		
3ก ท่านมีปัญหาในการควบคุมอาการศัวยาหรือการรักษาที่แพทย์กำหนดอื่นๆ ใช่หรือไม่ใช่ (ตอบไม่ใช่ หากท่านยังไม่ได้ใช้ยาหรือการรักษาอื่นๆ)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3ข ท่านมีอาการหัวใจเต้นผิดปกติที่ต้องใช้การจัดการทางการแพทย์ ใช่หรือไม่ใช่ (เช่น ภาวะหัวใจห้องบนสั่นพลิ้ว หัวใจห้องล่างเต้นก่อนจังหวะ)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3ค ท่านมีอาการหัวใจล้มเหลวเรื้อรัง ใช่หรือไม่ใช่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3ง ท่านได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคหลอดเลือดแดงโคโรนารีอุดตัน (โรคหลอดเลือดหัวใจ) และไม่ได้มีส่วนร่วมในการออกกำลังกายเป็นประจำใน 2 เดือนที่ผ่านมา ใช่หรือไม่ใช่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



เลขที่โครงการวิจัย 157-1/62

วันที่รับรอง 19 ก.ย. 2562

18 ก.ย. 2562

แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกายสำหรับทุกคน (ข้อ)
The Physical-Activity Readiness Questionnaire for Everyone; PAR-Q+

คำถามต่อไปนี้เกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์ของท่าน:	ใช่	ไม่ใช่
4. ท่านเป็นโรคความดันโลหิตสูง ใช่หรือไม่ใช่ หากเป็นตามเงื่อนไขข้างต้น โปรดตอบคำถามข้อ 4ก-4ข ถ้าไม่เป็นให้ข้ามไป ข้อ 5		
4ก. ท่านมีปัญหาในการควบคุมอาการด้วยยาหรือการรักษาที่แพทย์กำหนดอื่นๆ ใช่หรือไม่ใช่ (ตอบไม่ใช่ หากท่านยังไม่ได้ใช้ยาหรือการรักษาอื่นๆ)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4ข. ท่านมีความดันโลหิตเท่ากับหรือมากกว่า 160/90 มิลลิเมตรปรอท หรือไม่มียา ใช่หรือไม่ใช่ (ตอบใช่ ถ้าท่านไม่มีความดันโลหิตขณะพัก)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ท่านมีเงื่อนไขเกี่ยวกับการเผาผลาญพลังงาน ใช่หรือไม่ใช่ ซึ่งรวมถึงโรคเบาหวาน ประเภท 1 โรคเบาหวานประเภท 2 ภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน หากเป็นตามเงื่อนไขข้างต้น โปรดตอบคำถามข้อ 5ก-5ข ถ้าไม่เป็นให้ข้ามไป ข้อ 6		
5ก. ท่านมักจะมีปัญหาในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของท่านด้วยอาหาร ยา และการรักษา ที่แพทย์กำหนดอื่นๆ ใช่หรือไม่ใช่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5ข. ท่านมักจะมีสัญญาณและอาการแสดงว่าน้ำตาลในเลือดต่ำ (Hypoglycemia) หลังการออกกำลังกายและ/ หรือในระหว่างกิจกรรมของการใช้ชีวิตประจำวัน ใช่หรือไม่ใช่ สัญญาณของภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำอาจรวมถึงความไม่มีแรง หงุดหงิด หงุดหงิดผิดปกติ เหนื่อยออกผิดปกติ เวียนศีรษะหรือปวดศีรษะ สับสน ทางจิต พูดด้วยความยากลำบาก อ่อนเพลีย หรือวุ่นนอน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5ค. ท่านมีสัญญาณหรืออาการแสดงของโรคแทรกซ้อนจากเบาหวาน เช่น โรคหัวใจหรือโรคหลอดเลือดและ/ หรือภาวะแทรกซ้อนที่มีผลต่อดวงตา ไต หรือความรู้สึกที่นิ้วเท้าและเท้าของท่าน ใช่หรือไม่ใช่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5ง. ท่านมีเงื่อนไขเกี่ยวกับการเผาผลาญพลังงาน ใช่หรือไม่ใช่ (เช่น โรคเบาหวานที่ เกี่ยวกับการตั้งครรภ์ในปัจจุบัน โรคโคเรอรั้ง หรือปัญหาเกี่ยวกับตับ)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5จ. ท่านวางแผนที่จะมีส่วนร่วมในสิ่งที่ท่านมีต่อการออกกำลังกายแบบเข้มข้นสูงที่ ผิดปกติ (หรือหนัก) ในอนาคตอันใกล้นี้ ใช่หรือไม่ใช่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ท่านมีปัญหาสุขภาพจิตหรือมีปัญหาในการเรียนรู้ ใช่หรือไม่ใช่ ซึ่งรวมถึงโรคอัลไซ เมอร์ สมองเสื่อม โรคซึมเศร้า ความวิตกกังวลผิดปกติ ความผิดปกติของการ รับประทานอาหาร โรคจิต ปัญญาอ่อน ความซึมเศร้า หากเป็นตามเงื่อนไขข้างต้น โปรดตอบคำถามข้อ 6ก-6ข ถ้าไม่เป็นให้ข้ามไป ข้อ 7		
6ก. ท่านมีปัญหาในการควบคุมอาการด้วยยาหรือการรักษาที่แพทย์กำหนดอื่นๆ ใช่หรือไม่ใช่ (ตอบไม่ใช่ หากท่านยังไม่ได้ใช้ยาหรือการรักษาอื่นๆ)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



เลขที่โครงการวิจัย 157.1/62
วันที่รับรอง 19 ก.ย. 2562
วันหมดอายุ 18 ก.ย. 2563

แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกายสำหรับทุกคน (ต่อ)
The Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone; PAR-Q*

คำถามต่อไปนี้เกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์ของท่าน:	ใช่	ไม่ใช่
6x ท่านมีปัญหาหัวใจล้มเหลวและปัญหาที่หลังส่งผลกระทบต่อเส้นประสาทหรือกล้ามเนื้อ ไชหรือไม่ใช่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. ท่านมีโรคทางเดินหายใจ ใช่หรือไม่ใช่ ซึ่งรวมถึงโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหอบหืด ความดันโลหิตสูงในปอด หากเป็นตามเงื่อนไขข้างต้น โปรดตอบคำถามข้อ 7ก-7ง ถ้าไม่เป็นให้ข้ามไป ข้อ 8		
7ก ท่านมีปัญหาในการควบคุมอาการตัวอาหรือการรักษาที่แพทย์กำหนดอื่นๆ ใช่หรือไม่ใช่ (ตอบไม่ใช่ หากท่านยังไม่ได้ใช้ยาหรือการรักษาอื่นๆ)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7ข แพทย์ของท่านเคยบอกหรือไม่ว่าระดับออกซิเจนในเลือดของท่านอยู่ในระดับต่ำขณะพักนอนหรือระหว่างออกกำลังกายและ/หรือท่านต้องดมออกซิเจนบำบัดด้วยออกซิเจนเพื่อเสริม ใช่หรือไม่ใช่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7ค ถ้าเป็นโรคที่หอบท่านมีอาการแน่นหน้าอก หายใจถี่เสียงวิ๊ดๆ หายใจลำบาก ใจอย่างสม่ำเสมอ (มากกว่า 2 วัน / สัปดาห์) หรือว่าท่านใช้ยาช่วยชีวิตมากกว่าสองครั้งในสัปดาห์ที่แล้ว ใช่หรือไม่ใช่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7ง แพทย์เคยบอกว่าท่านมีความดันโลหิตสูงในหลอดเลือดปอด ใช่หรือไม่ใช่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. ท่านมีอาการบาดเจ็บที่ข้อหลัง ใช่หรือไม่ใช่ ซึ่งรวมถึงอัมพาตแขนขาสองข้าง และอัมพาตของร่างกายส่วนล่าง หากเป็นตามเงื่อนไขข้างต้น โปรดตอบคำถามข้อ 8ก-8ค ถ้าไม่เป็นให้ข้ามไป ข้อ 9		
8ก ท่านมีปัญหาในการควบคุมอาการตัวอาหรือการรักษาที่แพทย์กำหนดอื่นๆ ใช่หรือไม่ใช่ (ตอบไม่ใช่ หากท่านยังไม่ได้ใช้ยาหรือการรักษาอื่นๆ)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8ข ท่านมักจะมีความดันโลหิตต่ำที่มีผลทำให้เกิดอาการเวียนศีรษะ มึนงงและ/หรือเป็นลม ใช่หรือไม่ใช่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8ค แพทย์ของท่านระบุว่าท่านมีอาการความดันโลหิตสูงอย่างกะทันหัน (รู้จักกันในชื่อ Autonomic Dysreflexia) ใช่หรือไม่ใช่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. ท่านเคยเป็นโรคหลอดเลือดสมอง ใช่หรือไม่ใช่ ซึ่งรวมถึงโรคเส้นเลือดสมองตีบชั่วคราวหรืออุบัติเหตุการฉีกหลอดเลือดสมอง หากเป็นตามเงื่อนไขข้างต้น โปรดตอบคำถามข้อ 9ก-9ค ถ้าไม่เป็นให้ข้ามไป ข้อ 10		
9ก ท่านมีปัญหาในการควบคุมอาการตัวอาหรือการรักษาที่แพทย์กำหนดอื่นๆ ใช่หรือไม่ใช่ (ตอบไม่ใช่ หากท่านยังไม่ได้ใช้ยาหรือการรักษาอื่นๆ)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9ข ท่านมีความบกพร่องในการเดินหรือการเคลื่อนไหว ใช่หรือไม่ใช่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9ค ท่านเคยเป็นโรคหลอดเลือดสมองหรือเส้นประสาทเสื่อมหรือกล้ามเนื้อ ในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา ใช่หรือไม่ใช่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



เลขที่โครงการวิจัย: 157-1/62
วันที่รับผล: 19 ก.ย. 2562
วันหมดอายุ: 18.ก.ย. 2563

แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกายสำหรับทุกคน (ต่อ)
The Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone; PAR-Q+

คำถามต่อไปนี้เกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์ของท่าน:	ใช่	ไม่ใช่
10. ท่านมีเงื่อนไขทางการแพทย์อื่นๆ ที่ไม่ได้ระบุไว้ข้างต้นหรือท่านมีอาการป่วยสองอย่างหรือมากกว่า ใช่หรือไม่ใช่ หากท่านมีเงื่อนไขทางการแพทย์อื่นๆ โปรดบอกคำถาม 10ก-10ค ถ้าไม่ใช่อ่านคำแนะนำในหน้าสุดท้าย	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10ก. ท่านเคยมีอาการหน้ามืด หมดสติหรือหมดสติไปเนื่องจากการบาดเจ็บที่ศีรษะภายใน 12 เดือนที่ผ่านมาหรือท่านได้รับการวินิจฉัยว่าถูกกระทบกระเทือนภายใน 12 เดือนที่ผ่านมา ใช่หรือไม่ใช่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10ข. ท่านมีอาการป่วยที่ไม่อยู่ในรายการ (เช่น โรคลมชัก อาการหลงประสาท ปัญหาเกี่ยวกับไต) ใช่หรือไม่ใช่	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10ค. ปัจจุบันท่านมีเงื่อนไขทางการแพทย์สองเงื่อนไขขึ้นไป ใช่หรือไม่ใช่ โปรดระบุเงื่อนไขทางการแพทย์ของท่านและยาที่เกี่ยวข้องใดๆ ดังนี้:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

❖ ไปที่หน้าสุดท้ายสำหรับคำแนะนำเกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์ปัจจุบันของท่านและลงนามในคำชี้แจงการมีส่วนร่วม

➤ คัดแปลง/ ปรับปรุงจาก Warburton (2018) ให้เหมาะสมกับวิถีผู้ใหญ่หรือวัยทำงาน



เลขที่โครงการวิจัย 157.1/62
วันที่รับรอง 19.08.2562
วันที่ทบทวน 18.08.2563

แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกายสำหรับทุกคน (ต่อ)
The Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone; PAR-Q+

- หากคุณตอบว่า ไม่ใช่ สำหรับคำถามเกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์ของท่าน ท่านพร้อมที่จะออกกำลังกายมากขึ้น - ลงนามในคำแถลงการณ์ที่มีส่วนร่วมด้านล่าง:
- ขณแนะนำให้ท่านปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการออกกำลังกายเพื่อช่วยให้ท่านพัฒนาแผนการออกกำลังกายที่ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพเพื่อตอบสนองความต้องการด้านสุขภาพของท่าน
 - ท่านควรเริ่มต้นอย่างช้าๆ และค่อยๆ เพิ่มการออกกำลังกายที่มีความเข้มข้นต่ำถึงปานกลางประมาณ 20 ถึง 60 นาที 3-5 วันต่อสัปดาห์รวมถึงการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการเสริมสร้างกล้ามเนื้อ
 - ในขณะที่ท่านกำลังดำเนินการท่านควรตั้งเป้าหมายการออกกำลังกายระดับปานกลางที่เพิ่มขึ้นขึ้น 150 นาทีต่อสัปดาห์
 - หากท่านอายุเกิน 45 ปีและไม่คุ้นเคยกับการออกกำลังกายอย่างหนักเพื่อออกกำลังกายเป็นประจำ ควรปรึกษาผู้เชี่ยวชาญการออกกำลังกายที่มีคุณสมบัติก่อนที่จะมีส่วนร่วมในการออกกำลังกายนี้
- หากท่านตอบว่า ใช่ สำหรับคำถามเกี่ยวกับเงื่อนไขทางการแพทย์ของท่าน
- ❖ ท่านควรหาข้อมูลเพิ่มเติมก่อนที่จะออกกำลังกายมากขึ้นหรือมีส่วนร่วมในการประเมินผลการออกกำลังกาย
 - ❖ ท่านมีอาการป่วยชั่วคราว เช่น เป็นหวัดหรือมีไข้ เป็นอาการที่ขัดขวางควรหยุดและรอจนกว่ารู้สึกดีขึ้น
 - หากมีข้อสงสัยหลังจากทำแบบสอบถามเสร็จ โปรดปรึกษาแพทย์ก่อนออกกำลังกาย
- คำประกาศเข้าร่วม
- บุคคลทั้งหมดที่เสร็จสิ้นการ PAR-Q + โปรดอ่านและลงนามในประกาศด้านล่าง

ผู้ลงนามข้างใต้ได้อ่านได้เข้าใจถึงความพึงพอใจอย่างเต็มที่ของท่านและตอบแบบสอบถามนี้ให้สมบูรณ์ ท่านรับทราบว่า การอนุญาตให้ทำกิจกรรมทางกายภาพนี้มีอายุไม่เกิน 12 เดือนนับจากวันที่ดำเนินการแล้วและไม่ถูกต้องหากเงื่อนไขของท่านเปลี่ยนแปลง

ชื่อ : วันที่ :



เลขที่โครงการวิจัย 157.1/62
วันที่รับรอง 19 ก.ย. 2562
วันหมดอายุ 18 ก.ย. 2563

CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบสำรวจภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน

คำชี้แจงในการตอบแบบสำรวจ

1. แบบสำรวจฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการเก็บข้อมูลสำรวจผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานของบุคลากรมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ที่มีอายุระหว่าง 45-59 ปี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลนำมาคัดกรองผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานในเบื้องต้นก่อนดำเนินการวิจัยต่อไป

การตอบแบบสำรวจของท่านเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง ผู้ศึกษาวิจัยจึงขอความร่วมมือจากท่านในการตอบแบบสำรวจตามความเป็นจริง และขอรับรองว่าการตอบแบบสำรวจครั้งนี้จะไม่กระทบต่อท่านแต่อย่างใด เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้วแบบสำรวจภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานนี้จะถูกทำลาย

2. แบบสำรวจมี 3 ตอน รวมทั้งหมด จำนวน 23 ข้อ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป จำนวน 3 ข้อ

ตอนที่ 2 ข้อมูลประเมินภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน จำนวน 16 ข้อ

ตามการคัดกรองของ Aekplakom, 2006 (ข้อ 1-6) และ ADA, 2018 (ข้อ 7-16)

ตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการออกกำลังกาย จำนวน 4 ข้อ

3. โปรดตอบแบบสำรวจให้ครบทุกข้อ

4. หากผู้ตอบแบบสำรวจมีข้อสงสัยเกี่ยวกับการวิจัยหรือแบบสำรวจ สามารถติดต่อสอบถามได้ที่

นางสาวสิริกาญจน์ สันตเสวี โทรศัพท์มือถือ 065-6689491

ขอขอบพระคุณที่กรุณาใช้เวลาในการตอบแบบสำรวจ

ขอแสดงความนับถือ

นางสาวสิริกาญจน์ สันตเสวี

ชื่อผู้วิจัย

แบบสำรวจภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. รหัส.....
2. คณะ/หน่วยงาน..... เบอร์โทร.....
3. ท่านเคยตรวจสุขภาพครั้งล่าสุดเมื่อไร ไม่เกิน 3 เดือน 3-6 เดือน
 มากกว่า 6 เดือนไม่เกิน 1 ปี มากกว่า 1 ปี ขึ้นไป

ตอนที่ 2 ข้อมูลประเมินภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน

1. เพศ ชาย หญิง
2. ท่านอายุอยู่ในช่วงใด 45-49 ปี อายุ.....ปี 50-54 ปี อายุ.....ปี 55-59 ปี อายุ.....ปี
3. ส่วนสูง.....เซนติเมตร น้ำหนัก.....กิโลกรัม BMI.....
4. เส้นรอบเอว เพศชายน้อยกว่าหรือเท่ากับ 90 ซม. / เพศหญิง น้อยกว่าหรือเท่ากับ 80 ซม.
 ใช่ ไม่ใช่ โปรดระบุ.....
5. ท่านมีภาวะความดันโลหิตสูง (มากกว่าหรือเท่ากับ 140/90 มิลลิเมตรปรอท) ใช่หรือไม่
 ใช่ โปรดระบุ..... ไม่ใช่ โปรดระบุ.....
6. ท่านมีประวัติครอบครัว บิดา มารดา พี่หรือน้อง คนใดคนหนึ่งเป็นโรคเบาหวาน ใช่หรือไม่
 ไม่ใช่ ใช่ โปรดระบุ.....
7. ท่านเคยมีประวัติน้ำตาลในเลือดสูงจากการตรวจเลือดโดยการงดอาหาร (Fasting plasma glucose : FPG) พบเท่ากับ 100-125 มล./ดล. ใช่หรือไม่
 ใช่ โปรดระบุ..... ไม่ใช่ โปรดระบุ.....
 จำค่าน้ำตาลในเลือด (FPG) ไม่ได้ ไม่เคยตรวจ
8. ท่านเคยมีประวัติน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง (2-hour Plasma glucose) ในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (Oral glucose tolerance test; OGTT) พบเท่ากับ 140-199 มล./ดล. ใช่หรือไม่
 ใช่ โปรดระบุ..... ไม่ใช่ โปรดระบุ.....
 จำค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง 2 h-PG (OGTT) ไม่ได้ ไม่เคยตรวจ
9. ท่านเคยมีประวัติระดับน้ำตาลเฉลี่ยสะสม (HbA1c) $\geq 5.7\%$ หรือ 39 มิลลิโมล/โมล ใช่หรือไม่
 ใช่ โปรดระบุ..... ไม่ใช่ โปรดระบุ.....
 จำค่าน้ำตาลในเลือด (HbA1c) ไม่ได้ ไม่เคยตรวจ
10. ท่านเคยได้รับการรักษาโรคความดันโลหิตสูง ใช่หรือไม่ ใช่ ไม่ใช่



เลขที่โครงการวิจัย 157.1/62
 วันที่รับรอง 19 ก.ย. 2562
 วันหมดอายุ 18 ก.ย. 2563

11. ท่านมีระดับคอเลสเตอรอล (High density lipoprotein; HDL) น้อยกว่า 35 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (0.90 มิลลิโมลต่อลิตร) ใช่หรือไม่

ใช่ โปรดระบุ..... ไม่ใช่ โปรดระบุ.....

ไม่เคยตรวจ

12. ท่านมีระดับไตรกลีเซอไรด์ มากกว่า 250 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (2.82 มิลลิโมลต่อลิตร) ใช่หรือไม่

ใช่ โปรดระบุ..... ไม่ใช่ โปรดระบุ.....

ไม่เคยตรวจ

13. ท่านมีประวัติโรคหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular disease; CVD) ใช่หรือไม่

ใช่ ไม่ใช่ ไม่เคยตรวจ

14. * ท่านมีประวัติมีภาวะเป็นโรคเบาหวานขณะตั้งครรภ์ (Gestational diabetes mellitus; GDM) ใช่หรือไม่ (หากตอบใช่โปรดระบุปีพ.ศ.)

ใช่ พ.ศ. ไม่ใช่

15. * ท่านมีประวัติคลอดบุตรที่มีน้ำหนักมากกว่า 9 ปอนด์ หรือ 4,000 กรัม ใช่หรือไม่ (หากตอบใช่โปรดระบุปีพ.ศ.)

ใช่ พ.ศ. ไม่ใช่

16. * ท่านมีประวัติมีภาวะถุงน้ำรังไข่หลายใบ (Polycystic ovary syndrome) ใช่หรือไม่

ใช่ ไม่ใช่ ไม่เคยตรวจ

หมายเหตุ: * ข้อ 14-16 ตอบเฉพาะเพศหญิง

ตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการออกกำลังกาย

1. ถ้ามีการจัดกิจกรรมออกกำลังกายร่วมกันและมีโปรแกรมการออกกำลังกายให้ทำที่บ้านท่านยินดีหรือสนใจเข้าร่วมหรือไม่

ยินดีหรือสนใจ ไม่ยินดีหรือไม่สนใจ ไม่แน่ใจ

2. หากมีการจัดกิจกรรมออกกำลังกายร่วมกัน ท่านสนใจเข้าร่วมช่วงเวลาใด

06.00-07.00 น. 12.00-13.00 น. 17.00-18.00 น.

อื่นๆ ระบุ.....

3. หากการเข้าร่วมกิจกรรมการออกกำลังกายมีการตรวจเลือดวัดค่าระดับน้ำตาลและไขมันให้ฟรี ท่านยินดีหรือสนใจหรือไม่

ยินดีหรือสนใจ ไม่ยินดีหรือไม่สนใจ ไม่แน่ใจ

4. หากการเข้าร่วมกิจกรรมการออกกำลังกายมีการตรวจสอบสมรรถนะ (ความฟิต FIT ของร่างกาย) ให้ฟรี ท่านยินดีหรือสนใจหรือไม่

ยินดีหรือสนใจ ไม่ยินดีหรือไม่สนใจ ไม่แน่ใจ



เลขที่โครงการวิจัย 157-1/62

วันที่รับรอง 19 ก.ย. 2562

วันหมดอายุ 18 ก.ย. 2563

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง



ขั้นตอนการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล มี 3 ช่วง ดังนี้

<p>1. ช่วงอบอุ่นร่างกาย (Warm up) และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching) ก่อนการฝึกออกกำลังกาย (รวมเวลา 10 นาที)</p>	<p>-อบอุ่นร่างกาย (Warm up) บริหารกาย ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทำวิ่งเหยาะอยู่กับที่ (Standing jogging) 2. ทำยืนตรงหมุนไหล่ไปด้านหน้าและไปด้านหลัง (Standing shoulder rotation forward and backward) 3. ทำยืนบิดลำตัวเหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะสลับขวา-ซ้าย (Diagonal chop) 4. ทำก้าวชิดก้าวชิดยกแขนไขว้ด้านหน้า (Step touch arm criss cross) 5. ทำยืนย่อเท้าเหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะและเหยียดแขนออกด้านข้าง (Marching swing arm up and down to side) <p>- อบอุ่นร่างกาย ใช้ความหนักที่ระดับเบาจังหวะ 100 BPM (Bunyaratavej, 2015) แต่ละทำฝึก 10 ครั้ง</p> <p>- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching) ก่อนการฝึกออกกำลังกาย แบบมีการเคลื่อนไหว (Dynamic stretching) ดังนี้</p>			
	<p>ท่าฝึก</p>	<p>มีการเคลื่อนไหว (ครั้ง)</p>	<p>เซท</p>	<p>* กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก</p>
	<p>1. ทำเดินแกว่งแขนสลับข้าง</p>	<p>10</p>	<p>1</p>	<p>ไหล่ด้านหน้า ออก และท้อง</p>
	<p>2. ทำเดินงอเข้ามือจับเข้าสลับข้าง</p>	<p>10</p>	<p>1</p>	<p>สะโพกด้านหลังและด้านนอก</p>
	<p>3. ทำเดินงอเข้าส้นเท้าแตะสะโพกมือจับเท้าสลับข้าง</p>	<p>10</p>	<p>1</p>	<p>ต้นขาด้านหน้า และหน้าแข้ง</p>
	<p>4. ทำเดินเหยียดเข้ามือจับเข้าสลับข้าง</p>	<p>10</p>	<p>1</p>	<p>ต้นขาด้านหลัง และสะโพก</p>
	<p>5. ทำไขว้ขาบิดลำตัวสลับข้าง</p>	<p>10</p>	<p>1</p>	<p>ไหล่ด้านหน้า ลำตัวด้านข้าง ต้นขาด้านใน และสะโพก</p>
	<p>6. ทำคลานมือแตะเท้าสลับข้าง</p>	<p>10</p>	<p>1</p>	<p>ไหล่ด้านหลัง หลังส่วนล่าง ลำตัวด้านข้าง สะโพก ต้นขาด้านหลังและด้านใน น่อง และเอ็นร้อยหวาน</p>
	<p>7. ทำมือเดินเท้าเดินสลับข้าง</p>	<p>10</p>	<p>1</p>	<p>หลังส่วนบนและส่วนล่าง สะโพก ต้นขาด้านหลัง น่อง และแขน</p>
	<p>8. ทำก้าวขากางแขนมือแตะพื้นสลับข้าง</p>	<p>10</p>	<p>1</p>	<p>ไหล่ด้านหน้า ลำตัวด้านข้าง และด้านหลัง สะโพก ต้นขาด้านหลัง และน่อง</p>
	<p>9. ทำนอนหงายบิดเข้าสลับข้าง</p>	<p>10</p>	<p>1</p>	<p>ลำตัวด้านข้าง หลังส่วนล่าง สะโพกด้านนอก</p>

ขั้นตอนการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล มี 3 ช่วง ดังนี้ (ต่อ)

	ท่าฝึก	มีการเคลื่อนไหว (ครั้ง)	เซท	* กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก
	10. ท่านอนคว่ำบิดขาสลับข้าง	10	1	ลำตัวด้านข้างและด้านหลัง สะโพก และต้นขาด้านหน้า
2. ช่วงการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (รวมเวลา 30 นาที)	<p>- มี 5 ช่วงสัปดาห์ ดังนี้</p> <p>- ช่วงสัปดาห์ที่ 1-3 ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัว (Body weight; BW) และช่วงสัปดาห์ที่ 4-6 ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัว (Body weight; BW) และขวดทราย (Sand bottle; SBหนัก 335 กรัม) (ช่วงสัปดาห์ที่ 1-6 ใช้ท่าฝึกแบบเดียวกัน)</p> <p>- ช่วงสัปดาห์ที่ 7-9 และช่วงสัปดาห์ที่ 10-12 ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัว (Body weight; BW) และขวดทราย (Sand bottle; SB หนัก 500 กรัมและ 750 กรัม ตามลำดับ) (ช่วงสัปดาห์ที่ 7-12 ใช้ท่าฝึกแบบเดียวกัน) (ในท่าที่ 1-5 และท่าที่ 7 เป็นท่าฝึกเช่นเดียวกับสัปดาห์ที่ 1-6 และปรับเปลี่ยนทำให้มีความยากขึ้นกว่าสัปดาห์ที่ 1-6 ในท่าที่ 6 และท่าที่ 8-12)</p> <p>- ทุกช่วงสัปดาห์ฝึกออกกำลังกายที่ความหนักระดับปานกลาง ใช้การควบคุมจังหวะ 100-110 BPM (ท่าที่ 1-5 จังหวะ 110 BPM ให้ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ และท่าที่ 6-12 จังหวะ 100 BPM ให้ปฏิบัติแต่ละการเคลื่อนไหวนับ 4 จังหวะ) ฝึกท่าละ 10 ครั้ง ฝึก 3 รอบ พักระหว่างท่าฝึก 10-15 วินาที (พักหลังฝึกท่าที่ 1-8 ทำยืนย่ำเท้าและพักหลังฝึก ท่าที่ 9-12 ทำนั่งชันเข่าส้นขาบิดลำตัวสามารถใช้มือจับพื้นได้) พักระหว่างรอบ 60-90 วินาที (ทำนั่งชันเข่าส้นขาบิดลำตัวสามารถใช้มือจับพื้นได้หรือเดินผ่อนคลายเป็นการเคลื่อนไหวร่างกายซ้ำๆ) ระยะเวลาการฝึกออกกำลังกาย 5 ครั้งต่อสัปดาห์ (ฝึกร่วมกัน 3 ครั้ง วันจันทร์ พุธ และศุกร์ โดยผู้วิจัยนำฝึกออกกำลังกาย ช่วงเย็นหลังเลิกงานเวลา 17.30-18.30 น. และฝึกที่บ้านด้วยตนเอง 2 ครั้ง วันอังคารและวันพฤหัสบดี) รวมเวลา 150 นาทีต่อสัปดาห์</p>			
3. ช่วงคลายอุ่นร่างกาย (Cool down) และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching) หลังการฝึกออกกำลังกาย (รวมเวลา 10 นาที)	<p>- คลายอุ่นร่างกาย (Cool down) บริหารกาย ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทำยืนย่ำเท้ายกเข่าสูงสลับขวา-ซ้าย (Marching knee up) 2. ทำเหยียดขาไปด้านหลังส้นเท้าแตะพื้นสลับขวาซ้าย (Hell touch) 3. ทำยืนย่ำเท้าสลับขวา-ซ้าย (Marching) 4. ทำยืนบิดลำตัวเหวี่ยงแขนขึ้นเหนือศีรษะสลับขวา-ซ้าย (Diagonal chop) 5. ทำยืนอยู่กับที่เหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะและเหวี่ยงแขนออกด้านข้าง (Standing swing arm up and down to side) <p>- คลายอุ่นร่างกาย ใช้ความหนักที่ระดับเบาจังหวะ 100 BPM (Bunyaratavej, 2015) แต่ละท่าฝึก 10 ครั้ง</p> <p>- ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching) หลังการฝึกออกกำลังกาย แบบหยุดนิ่งค้างไว้ (Static stretching) ดังนี้</p>			

ขั้นตอนการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล มี 3 ช่วง ดังนี้ (ต่อ)

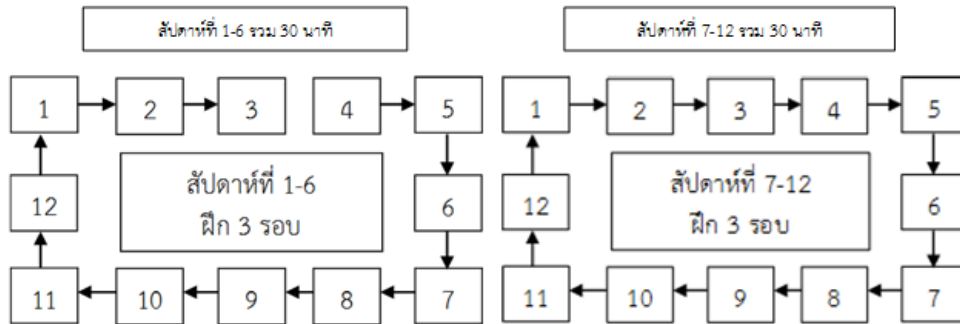
ท่าฝึก	มีการเคลื่อนไหว (ครั้ง)	เซท	* กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก
1. ก้มและเอียงศีรษะ	นับ 1 ถึง 15	1	คอด้านหลัง และคอด้านข้าง
2. ยกแขนพาดผ่านด้านหน้าเหยียดแขนยกขึ้นด้านหน้าลำตัว	นับ 1 ถึง 15	1	ไหล่และต้นแขน
3. มือประสานเหยียดแขนยกขึ้นด้านหลังลำตัว	นับ 1 ถึง 15	1	ไหล่ ออก และปลายแขน
4. ยืนแยกขา ยกแขนหนึ่งข้างเหนือศีรษะเอียงตัวลงด้านตรงข้ามและยืดแขนมาด้านข้าง	นับ 1 ถึง 15	1	ไหล่ ต้นแขนด้านหลัง ลำตัวด้านข้าง และสะโพกด้านข้าง
5. ขาชิดเหยียดตึงและแยกขากว้างเข้าตั้งก้มตัวเอียงตัวซ้ายขวา	นับ 1 ถึง 15	1	ไหล่ด้านหลัง ลำตัวด้านข้าง สะโพก ต้นขาด้านหลัง และด้านใน
6. ยืนตรงยกขาหนึ่งข้างงอเข่ายกหัวลำตัว	นับ 1 ถึง 15	1	สะโพกด้านหลังและด้านนอก
7. ยืนตรงงอเข่าหนึ่งข้างยกปลายเท้าขึ้นตึงหาสะโพก	นับ 1 ถึง 15	1	ต้นขาด้านหน้าและหน้าแข้ง
8. ยืนตรงก้าวขาข้างหนึ่งงอเข่าย่อตัวลงเหยียดเข่าด้านหลังยกแขนเหนือศีรษะ	นับ 1 ถึง 15	1	ต้นแขนด้านหลัง ลำตัวด้านหน้า สะโพกด้านหลัง ต้นขาด้านหน้า และน่อง
9. ยืนตรงก้าวเท้าด้านหน้าหนึ่งข้างวางส้นเท้าลงยกปลายเท้าขึ้นก้มศีรษะลงมือจับปลายเท้า	นับ 1 ถึง 15	1	หลังส่วนล่าง สะโพก ต้นขาด้านหลัง น่อง และเอ็นร้อยหวาย
10. คลานเข่างอลำตัวโค้งหลังขึ้นแอ่นหลังลง	นับ 1 ถึง 15	1	ลำตัวด้านหน้าและด้านหลัง

* เจริญ กระบวนรัตน์ (2552)

①อบอุ่นร่างกาย 5 ท่า และยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนการฝึกออกกำลังกายแบบมีการเคลื่อนไหว 10 ท่า (10 นาที)



②ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล



- ช่วงสัปดาห์ที่ 1-3 ใช้แรงต้าน (BW) และช่วงสัปดาห์ที่ 4-6 ใช้แรงต้าน (BW/SB หนัก 335 กรัม) (ช่วงสัปดาห์ที่ 1-6 ใช้ท่าฝึกแบบเดียวกัน)
- ช่วงสัปดาห์ที่ 7-9 และช่วงสัปดาห์ที่ 10-12 ใช้แรงต้าน (BW/SB หนัก 500 กรัม และ 750 กรัม ตามลำดับ) (ช่วงสัปดาห์ที่ 7-12 ใช้ท่าฝึกแบบเดียวกัน) (ในท่าที่ 1-5 และท่าที่ 7 เป็นท่าฝึกเช่นเดียวกับสัปดาห์ที่ 1-6 และปรับเปลี่ยนท่าให้มีความยากขึ้นกว่าสัปดาห์ที่ 1-6 ในท่าที่ 6 และท่าที่ 8-12)
- สัปดาห์ที่ 1-12 ใช้ความหนักที่ระดับปานกลาง ใช้การควบคุมจังหวะ 100-110 BPM (ท่าที่ 1-5 จังหวะ 110 BPM ให้ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ และท่าที่ 6-12 จังหวะ 100 BPM ให้ปฏิบัติแต่ละการเคลื่อนไหวนับ 4 จังหวะ) ฝึกท่าละ 10 ครั้ง (ท่าที่ 9 ช่วงสัปดาห์ที่ 1-6 โดยนับ 1 ถึง 4 เป็น 1 ครั้ง) ฝึกออกกำลังกาย 3 รอบ พักระหว่างท่าฝึก 10-15 วินาที (พักหลังฝึกท่าที่ 1-8 ทำยืนย่ำเท้าและพักหลังฝึกท่าที่ 9-12 ทำนั่งชันเข่าสันขาบิดลำตัวสามารถใช้มือจับพื้นได้) พักระหว่างรอบ

CHULALONGKORN UNIVERSITY

③ คลายอุ่นร่างกาย 5 ท่า และยืดเหยียดกล้ามเนื้อหลังการฝึกออกกำลังกายแบบหยุดนิ่งค้างไว้ 10 ท่า (10 นาที)


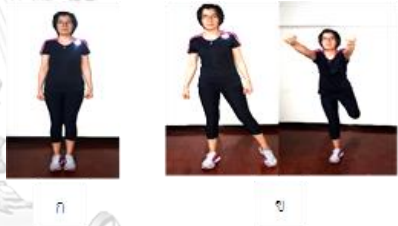
แผนภูมิที่ 8 ขั้นตอนและรายละเอียดการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล



ท่าการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล

ฝึกสัปดาห์ที่ 1-3 ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัว (Body weight; BW)



- ใช้ความหนักที่ระดับปานกลางใช้การควบคุมจังหวะ 100-110 BPM (ท่าที่ 1-5 จังหวะ 110 BPM และท่าที่ 6-12 จังหวะ 100 BPM (Bunyaratavej, 2015)/ - ท่าฝึก (Whitehurst, 2005; Liebenson, 2014; Santana, 2016 และ ACSM, 2018)

<p>1. ทำเดินหน้า-ลันจ์ด้านหน้าและถอยหลัง-ย่ำเท้าเปลี่ยนทิศทาง 4 ทิศทางพร้อมงอแขน (Walk forward-forward lunge and backward-marching 4 directions arm curl)</p> <p><u>ท่าเตรียม</u> - ยืนตรง (ก)</p> <p><u>วิธีปฏิบัติ</u></p> <p>1. เดินไปข้างหน้า 4 ก้าวและลันจ์ด้านหน้า 4 จังหวะ (งอเข่าย่อตัวลง นับ 2 จังหวะแล้วเหยียดเข่าขึ้นนับ 2 จังหวะ) แล้วถอยหลัง 4 ก้าวและย่ำเท้า 4 จังหวะ พร้อมงอศอกพับหาต้นแขนขึ้นลง (ข) รวมปฏิบัตินับ 16 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง (ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ)</p> <p>2. เปลี่ยนทิศทางหันหน้าไปทางด้านขวา ปฏิบัติตามข้อ 1 จนครบ 4 ทิศทางอย่างต่อเนื่อง (ค)</p> <p>3. สลับเปลี่ยนทิศทางหันหน้าไปทางด้านซ้าย ปฏิบัติเช่นเดียวกันจนครบ 4 ทิศทาง</p> <p>4. ปฏิบัติตามข้อ 1-3 อย่างต่อเนื่อง</p>  <p>รูปที่ 1 ท่าเดินหน้า-ลันจ์ด้านหน้าและถอยหลัง-ย่ำเท้าเปลี่ยนทิศทาง 4 ทิศทางพร้อมงอแขน</p>	<p>2. ท่าก้าวขาต้านข้าง 2 จังหวะ-งอเข่ายกส้นเท้าพร้อมยกแขนขึ้นมาด้านหน้า (Alternating two step leg curl chest press)</p> <p><u>ท่าเตรียม</u> - ยืนตรง (ก)</p> <p><u>วิธีปฏิบัติ</u></p> <p>1. ก้าวขาไปด้านข้างแบบก้าวชิดก้าว 2 จังหวะ (รวมปฏิบัตินับ 4 จังหวะ) แล้วงอเข่ายกส้นเท้าแตะกันสลับขาขวาและซ้ายพร้อมยกแขนขึ้นมาด้านหน้า นับ 4 จังหวะ (ข) รวมปฏิบัตินับ 8 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง (ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ)</p> <p>2. สลับก้าวขาไปด้านตรงข้าม ปฏิบัติตาม ข้อ 1</p> <p>3. ปฏิบัติตามข้อ 1-2 อย่างต่อเนื่อง</p>  <p>รูปที่ 2 ท่าก้าวขาต้านข้าง 2 จังหวะ-งอเข่ายกส้นเท้าพร้อมยกแขนขึ้นมาด้านหน้า</p>
<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <p>- ไหล่ (Deltoid) แขน (Biceps brachii, Brachialis and Brachioradialis) และอก (Pectoralis major)/ - ลำตัว (Rectus abdominis, external oblique and Internal oblique)/ - สะโพก (Gluteus medius, Gluteus maximus and Psoas major) ต้นขา (Quadriceps and Hamstring) และน่อง (Gastrocnemius)/ - ข้อศอก ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า (Delavier, 2006; Puleo & Milroy, 2010 and Klion & Jacobson, 2013)</p>	<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <p>- ไหล่ (Anterior deltoid) แขน (Triceps) และอก (Pectoralis major)/ - สะโพก (Gluteus medius) และต้นขา (Tensor fasciae latae, Adductor magnus adductor longus and Hamstring)/ - ข้อศอก ข้อไหล่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า (Delavier, 2006; McLeod, 2010 and Klion & Jacobson, 2013)</p>
<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าทีในชีวิตประจำวัน</p> <p>- การเดินหน้า และการเดินถอยหลัง/ - การเดินถือ-หิ้วสิ่งของ/ - การเดินแล้วหยุดกะทันหัน/ - การเดินทรงตัวไม่หกล้ม/ - การบิดหมุนตัวหลบหลีกสิ่งกีดขวางและการบิดตัวหยิบจับสิ่งของ/ - การเดินเปลี่ยนทิศทาง</p>	<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าทีในชีวิตประจำวัน</p> <p>- การสไลด์ด้านข้าง/ - การก้าวขาออกด้านข้าง</p> <p>- การดึงตัวกับมายืนตรง/ - การยืนขาเดียวทรงตัวไม่หกล้ม</p>

ท่าการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล(ต่อ)

<p>3. ท่าก้าวขาด้านหน้า สันเท้าแตะพื้นสลับขาพร้อมกางแขนท่าผีเสื้อ (Alternating mummy butterfly chest) ท่าเตรียม - ยืนตรง (ก)</p> <p><u>วิธีปฏิบัติ</u></p> <p>1. ยกขา 1 ข้างไปด้านหน้าสันเท้าแตะพื้นพร้อมกางแขนออกด้านข้างขนานกับพื้นแล้วดึงขากลับมาท่าเริ่มพร้อมหุบแขนเข้ามาด้านหน้าขนานกับพื้น นับ 2 จังหวะ และสลับขาอีกข้างไปด้านหน้าสันเท้าแตะพื้นปฏิบัติเช่นเดียวกัน นับ 2 จังหวะ (ข) รวมปฏิบัตินับ 4 จังหวะเป็น 1 ครั้ง (ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ)</p> <p>2. ปฏิบัติตามข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง</p>  <p>รูปที่ 3 ท่าก้าวขาด้านหน้า สันเท้าแตะพื้นสลับขาพร้อมกางแขนท่าผีเสื้อ</p>	<p>4. ท่าก้าวขาไขว้ด้านหลัง 4 จังหวะแบบซิกแซกเดินหน้า-ถอยหลังพร้อมยกแขนต้นขึ้น (Alternating 1234-grapevine zigzag shoulder press) ท่าเตรียม - ยืนตรงหันเฉียงแบบซิกแซก งอศอกมือสูงระดับไหล่ (ก)</p> <p><u>วิธีปฏิบัติ</u></p> <p>1. ก้าวขาไปด้านข้างเฉียงขึ้นไปด้านหน้าแบบก้าวไขว้ก้าว 4 จังหวะ แล้วบิดหมุนลำตัวหันไปอีกด้าน ก้าวขาแบบก้าวไขว้ก้าว 4 จังหวะเฉียงขึ้นไปด้านหน้าแบบซิกแซกพร้อมยกแขนต้นขึ้นเหนือศีรษะและงอศอกมือสูงระดับไหล่ รวมปฏิบัตินับ 8 จังหวะ และก้าวขาถอยเฉียงลงปฏิบัติเช่นเดียวกัน รวมปฏิบัตินับ 8 จังหวะ (ข) รวมปฏิบัตินับ 8 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง (ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ)</p> <p>2. ปฏิบัติตามข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง</p>  <p>รูปที่ 4 ท่าก้าวขาไขว้ด้านหลัง 4 จังหวะแบบซิกแซกเดินหน้า-ถอยหลังพร้อมยกแขนต้นขึ้น</p>
<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <p>- อก (Pectoralis major) และไหล่ (Deltoid)/ - สะโพก (Gluteus maximus) ต้นขา (Quadriceps and Hamstring) น่อง (Gastrocnemius) และหน้าแข้ง (Tibialis anterior)/ - ข้อไหล่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า (Puleo & Milroy, 2010)</p>	<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <p>- ไหล่ (Deltoid) แขน (Triceps and Biceps) และหลัง (Trapezius)/ - ลำตัว (Ractus abdominis, External oblique and Internal oblique)/ - สะโพก (Gluteus medius) และต้นขา (Adductor magnus and Adductor longus)/ - ข้อศอก ข้อไหล่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า (Delavier, 2006; McLeod, 2010 and Klion & Jacobson, 2013)</p>
<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <p>- การก้าวขาไปด้านหน้า/ - การดึงตัวกลับทำยีน/ - การหยุดเดิน/ - การยก-หยิบจับสิ่งของด้านข้าง/ - การออกแรงบีบอัดวัตถุสิ่งของ</p>	<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <p>- การบิดตัวหยิบของด้านข้าง/ - การบิดตัวหลบหลีกสิ่งกีดขวาง/ - การวางหรือหยิบจับสิ่งของบนที่สูง</p>

ท่าการฝึกออกกำลังกายแบบฟังกซ์ชันนัล(ต่อ)

<p>5. ท่าก้าวขารูปสามเหลี่ยม 4 จังหวะและยืนยกเข่าพร้อมแกว่งแขน (Alternating 1234-V step and stand knee up arm swing)</p> <p><u>ท่าเตรียม</u> - ยืนตรง (ก)</p> <p><u>วิธีปฏิบัติ</u></p> <p>1. ก้าวขาหนึ่งข้างไปด้านหน้าแนวเฉียงและก้าวขาอีกข้างไปด้านหน้าแนวเฉียงอีกด้านและถอยขา 1 ข้างก้าวมาจุดเริ่มต้นและขาอีกข้างก้าวตามมา เป็นรูปสามเหลี่ยม 4 จังหวะ ปฏิบัติ 2 ครั้ง รวมปฏิบัตินับ 8 จังหวะ (ข) แล้วยืนยกเข่าขึ้นลงสลับขาพร้อมแกว่งแขน 8 จังหวะ (ค) รวมปฏิบัตินับ 16 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง (ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ)</p> <p>2. สลับก้าวขาอีกข้างไปด้านหน้าแนวเฉียง (ง) ปฏิบัติตามข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง</p>  <p>รูปที่ 5 ท่าก้าวขารูปสามเหลี่ยม 4 จังหวะและยืนยกเข่าพร้อมแกว่งแขน</p>	<p>6. ท่าสควอทสองขาพร้อมยกแขนขึ้นด้านหน้า (Double leg squat arm front raise)</p> <p><u>ท่าเตรียม</u> - ยืนยกขาเท้าช่วงไหล่ (ก)</p> <p><u>วิธีปฏิบัติ</u></p> <p>1. งอเข่า (เหมือนนั่งเก้าอี้) ไม่ให้เข่าเลยปลายเท้าพร้อมแขนทั้ง 2 ข้าง ยกขึ้นมาด้านหน้าระดับไหล่แขนเหยียดตรง (นับ 2 จังหวะ) และเหยียดเข่าขึ้นเหมือนท่าเตรียม (นับ 2 จังหวะ) (ข) (รวมปฏิบัตินับ 4 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง)</p> <p>2. ปฏิบัติตามข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง</p>  <p>รูปที่ 6 ท่าสควอทสองขาพร้อมยกแขนขึ้นด้านหน้า</p>
<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <ul style="list-style-type: none"> - ไหล่ (Anterior deltoid and Posterior deltoid)/ - สะโพก (Gluteus medius, Gluteus maximus and Psoas major) ต้นขา (Quadriceps and Hamstring) น่อง (Gastrocnemius) และหน้าแข้ง (Tibialis anterior)/ - ข้อไหล่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า <p>(Delavier, 2006; McLeod, 2010 and Puleo & Milroy, 2010)</p>	<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <ul style="list-style-type: none"> - ไหล่ (Anterior deltoid)/ - สะโพก (Gluteus medius, Gluteus maximus and Gluteus minimus) และต้นขา (Quadriceps and Hamstring)/ - ข้อไหล่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า/ (Delavier, 2006; McLeod, 2010 and Puleo & Milroy, 2010)
<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การก้าวขาและการถอยหลังทรงตัวไม่ให้ล้ม/ - การยกขาข้ามสิ่งกีดขวาง/ - การยกขาก้าวเดิน/ - การยกขาก้าวขึ้น-ลงบันได 	<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การยก-หยิบจับสิ่งของด้านหน้า/ - การนั่งเก้าอี้ - การย่อขา/ - การย่อกลิ้งของ/ - การลุกยืน

ท่าการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล(ต่อ)

<p>7. ทำยืนยกเข่าและเตะขาขึ้นด้านหน้าอศอกแกว่งแขน (Alternating knee crunch and front kick arm swing)</p> <p><u>ท่าเตรียม</u> - ยืนตรง (ก)</p> <p><u>วิธีปฏิบัติ</u></p> <ol style="list-style-type: none"> ยกเข่าขึ้นสูงระดับตอ้งพร้อมอศอกแกว่งแขน แล้ววางขาลง นับ 2 จังหวะ (ข) และเตะขาขึ้นด้านหน้าพร้อมเหยียดแขนไปด้านหลังแล้ววางขาลง นับ 2 จังหวะ (ค) (รวมปฏิบัตินับ 4 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง) สลับขาอีกข้าง ปฏิบัติตามข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง  <p>รูปที่ 7 ทำยืนยกเข่าและเตะขาขึ้นด้านหน้าอศอกแกว่งแขน</p>	<p>8. ทำลันจ์ด้านหน้าอแขนและยืนยกเข่าแกว่งแขน (Alternating forward lunge arm curl knee up arm swing)</p> <p><u>ท่าเตรียม</u> - ยืนตรง (ก)</p> <p><u>วิธีปฏิบัติ</u></p> <ol style="list-style-type: none"> ก้าวขาขวาไปด้านหน้าเข่าขวาย่อตัวลง (ไม่ให้เข่าเลยปลายเท้า) พร้อมอศอกพับหาต้นแขนขึ้น (นับ 2 จังหวะ) (ข) แล้วเหยียดเข่ายืนตรงพร้อมแขนเหยียดตรง (นับ 2 จังหวะ) (ค) รวมปฏิบัตินับ 4 จังหวะ และยกเข่าขวาสลับเข่าซ้ายพร้อมแกว่งแขน 4 จังหวะ (ง) (รวมปฏิบัตินับ 8 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง) สลับขาโดยก้าวขาซ้ายก่อน ปฏิบัติตาม ข้อ 1 ปฏิบัติตามข้อ 1-2 อย่างต่อเนื่อง  <p>รูปที่ 8 ทำลันจ์ด้านหน้าอแขนและยืนยกเข่าแกว่งแขน</p>
<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <p>- ไหล่ (Anterior deltoid and Posterior deltoid) และ แขน (Biceps brachii)/ - สะโพก (Gluteus medius, Gluteus maximus and Psoas major) ต้นขา (Quadriceps and Hamstring) น่อง (Gastrocnemius) และหน้าแข้ง (Tibialis anterior)/ - ข้อศอก ข้อไหล่ ข้อ สะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า (McLeod, 2010 and Puleo & Milroy, 2010)</p>	<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <p>- ไหล่ (Deltoid) และแขน (Biceps brachii, Brachialis and Brachioradialis)/ - สะโพก (Gluteus medius, Gluteus maximus and Psoas major) และต้นขา (Quadriceps and Hamstring)/ - ข้อศอก ข้อไหล่ ข้อ สะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า (Delavier, 2006; McLeod, 2010 and Jacobson, 2013)</p>
<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <p>- การยกขาข้ามสิ่งกีดขวาง/ - การยกขาก้าวขึ้น-ลงบันได/ - การเตะขา</p>	<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <p>- การเดินทรงตัวไม่ให้ล้ม/ - การลุกขึ้นยืน/ - การหยุด กะทันหัน/ - การยกขาก้าวเดิน/ - การยกขาข้ามสิ่งกีดขวาง/ - การย่อกลิ้งของ/ - การยกขาก้าวขึ้น-ลงบันได</p>

ท่าการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล(ต่อ)

<p>9. ท่านั่งยกขาเหยียดตั้งรูปตัววี (Modified v-sit) <u>ท่าเตรียม</u> - นั่งชันเข่ามือวางที่พื้นด้านหลัง (ก) <u>วิธีปฏิบัติ</u> 1. ยกขาขึ้น 2 ข้างเหยียดตั้งท่ามุมประมาณ 45 องศา พร้อมเอนตัวลงไปด้านหลังเล็กน้อย (มีลักษณะเหมือนรูปตัววี) (ข) ยกค้างไว้นับตามจำนวนครั้งที่กำหนด (ปฏิบัตินับตามจังหวะ โดยนับ 1 ถึง 4 เป็น 1 ครั้ง) 2. ปฏิบัติตาม ข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง</p>  <p>รูปที่ 9 ท่านั่งยกขาเหยียดตั้งรูปตัววี</p>	<p>10. ท่านอนคว่ำยกขาและแขนสองข้างเหยียดตั้งแล้วดึงแขนลง (Superman pull down) <u>ท่าเตรียม</u> - นอนคว่ำยกขาและแขนทั้ง 2 ข้างขึ้น (ก) <u>วิธีปฏิบัติ</u> 1. ยกอกขึ้นเล็กน้อย แขนทั้งสองข้างงอศอกเข้าหาลำตัว (ดึงแขนลง) (นับ 2 จังหวะ) (ข) แล้วเหยียดแขนตั้งทั้ง 2 ข้าง (นับ 2 จังหวะ) (ค) (รวมปฏิบัตินับ 4 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง) 2. ปฏิบัติตาม ข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง</p>  <p>รูปที่ 10 ท่านอนคว่ำยกขาและแขนสองข้างเหยียดตั้งแล้วดึงแขนลง</p>
<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก - ลำตัว (Rectus abdominis)/ - ต้นขา (Quadriceps) และหน้าแข้ง (Tibialis anterior)/ - ข้อสะโพก และข้อเท้า (Klion & Jacobson, 2013)</p>	<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก - หลัง (Latissimus dorsi, Teres major and Erector spinae) และอก (Pectoralis major)/ - สะโพก (Gluteus maximus)/ - ข้อศอก ข้อไหล่ และข้อสะโพก (McLeod, 2010; Puleo & Milroy, 2010 and Klion & Jacobson, 2013)</p>
<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน - การเอนตัวลงนอน/ - การลุกขึ้นนั่ง/ - การยกขาหลบ หลีกสิ่งกีดขวาง/ - การนั่งทรงตัวได้ดี</p>	<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน - นอนเอามือเหยียด/ - จับสิ่งของทางด้านหน้า/ - การลุกขึ้นจากท่านอนคว่ำ</p>

ท่าการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล(ต่อ)



<p>11. ท่าไม้กระดานด้านข้างกอดสะโพกลง (Modified elbow side plank hip dips)</p> <p><u>ท่าเตรียม</u> - นอนตะแคงงอเข่าขาที่ติดพื้น ให้ขา สะโพก และศอกวางแตะพื้น แขนอีกข้างจับที่เอว (ก)</p> <p><u>วิธีปฏิบัติ</u></p> <ol style="list-style-type: none"> ยกสะโพกขึ้น (ไม่ให้แตะพื้น) นับ 2 จังหวะ (ข) และกอดสะโพกลงเกือบถึงพื้น นับ 2 จังหวะ (ค) (รวมปฏิบัตินับ 4 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง) สลับด้าน ปฏิบัติตามข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง  <p>รูปที่ 11 ท่าไม้กระดานด้านข้างกอดสะโพกลง</p>	<p>12. ท่าดันพื้นเข้าแตะพื้น (Modified push up)</p> <p><u>ท่าเตรียม</u> - นอนคว่ำเข่าและมือชันพื้นยกลำตัวขึ้นขนานพื้น (ก)</p> <p><u>วิธีปฏิบัติ</u></p> <ol style="list-style-type: none"> งอศอกพยายามให้อกเกือบแตะพื้น นับ 2 จังหวะ (ข) แล้วเหยียดแขนยกลำตัวขึ้น นับ 2 จังหวะ (ค) (รวมปฏิบัตินับ 4 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง) ปฏิบัติตาม ข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง  <p>รูปที่ 12 ท่าดันพื้นเข้าแตะพื้น</p>
<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <ul style="list-style-type: none"> - ลำตัว (Rectus abdominis, External oblique, Internal oblique and Transversus abdominis)/ - สะโพก (Gluteus medius)/ - ข้อศอก ข้อสะโพก และข้อเข่า (Klion & Jacobson, 2013) 	<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <ul style="list-style-type: none"> - อก (Pectoralis major) ไทล (Anterior deltoid) และแขน (Triceps brachii)/- ข้อมือ ข้อศอก และข้อเข่า (Delavier, 2006; Puleo & Milroy, 2010 and Klion & Jacobson, 2013)
<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การลุกขึ้นนั่งจากท่านอนตะแคง/ - การเอียงตัวหยิบจับสิ่งของ/ - การดันหรือผลักวัตถุโดยใช้สะโพก เช่น ผลักเปิดประตู และการดันโต๊ะ 	<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การดันตัวขึ้นจากท่านอน/ - การลุกขึ้นนั่ง/ - การใช้แขนออกแรงดันวัตถุหรือผลักสิ่งกีดขวาง

ท่าการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล(ต่อ)



ฝึกสัปดาห์ที่ 4-6 ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัว (Body weight; BW) และขวดทราย (Sand bottle; SB)

- ขวดทรายหนัก 335 กรัม (0.35 กก. (Kraemer, Ratamess and French, 2002; Kraemer and Ratamess, 2004; De Vreede, Paul, et al., 2004 and Roh and Lee, 2012)

- ใช้ความหนักที่ระดับปานกลางใช้การควบคุมจังหวะ 100-110 BPM (ท่าที่ 1-5 จังหวะ 110 BPM และท่าที่ 6-12 จังหวะ 100 BPM (Bunyaratavej, 2015)/ - ท่าฝึก (Whitehurst, 2005; Liebenson, 2014; Santana, 2016 และ ACSM, 2018)

<p>1. ทำเดินหน้า-ลันจ์ด้านหน้าและถอยหลัง-ย่ำเท้าเปลี่ยนทิศทาง 4 ทิศทางพร้อมงอแขน (Walk forward-forward lunge and backward-marching 4 directions arm curl)</p> <p><u>ท่าเตรียม</u> - ยืนตรง (ก)</p> <p><u>วิธีปฏิบัติ</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เดินไปข้างหน้า 4 ก้าวและลันจ์ด้านหน้า 4 จังหวะ (งอเข่าย่อตัวลง นับ 2 จังหวะแล้วเหยียดเข่าขึ้นนับ 2 จังหวะ) แล้วถอยหลัง 4 ก้าวและย่ำเท้า 4 จังหวะ พร้อมงอศอกพับหัวต้นแขนขึ้นลง (ข) รวมปฏิบัตินับ 16 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง (ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ) 2. เปลี่ยนทิศทางหันหน้าไปทางด้านขวา ปฏิบัติตาม ข้อ 1 จนครบ 4 ทิศทางอย่างต่อเนื่อง (ค) 3. สลับเปลี่ยนทิศทางหันหน้าไปทางด้านซ้าย ปฏิบัติเช่นเดียวกันจนครบ 4 ทิศทาง 4. ปฏิบัติตามข้อ 1-3 อย่างต่อเนื่อง  <p>รูปที่ 1 ทำเดินหน้า-ลันจ์ด้านหน้าและถอยหลัง-ย่ำเท้า เปลี่ยนทิศทาง 4 ทิศทางพร้อมงอแขน</p>	<p>2. ท่าก้าวขาต้านข้าง 2 จังหวะ-งอเข่ายกส้นเท้าพร้อมยกแขนคืบมาด้านหน้า (Alternating two step leg curl chest press)</p> <p><u>ท่าเตรียม</u> - ยืนตรง (ก)</p> <p><u>วิธีปฏิบัติ</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ก้าวขาไปด้านข้างแบบก้าวชิดก้าว 2 จังหวะ (รวมปฏิบัตินับ 4 จังหวะ) แล้วงอเข่ายกส้นเท้าแตะกันสลับขาขวาและขาซ้ายพร้อมยกแขนคืบมาด้านหน้า นับ 4 จังหวะ (ข) รวมปฏิบัตินับ 8 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง (ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ) 2. สลับก้าวขาไปด้านตรงข้าม ปฏิบัติตาม ข้อ 1 3. ปฏิบัติตามข้อ 1-2 อย่างต่อเนื่อง  <p>รูปที่ 2 ท่าก้าวขาต้านข้าง 2 จังหวะ-งอเข่ายกส้นเท้าพร้อมยกแขนคืบมาด้านหน้า</p>
<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <p>- ไหล่ (Deltoid) แขน (Biceps brachii, Brachialis and Brachioradialis) และอก (Pectoralis major)/ - ลำตัว (Rectus abdominis, external oblique and Internal oblique)/- สะโพก (Gluteus medius, Gluteus maximus and Psoas major) ต้นขา (Quadriceps and Hamstring) และน่อง (Gastrocnemius)/- ข้อศอก ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า (Delavier, 2006; Puleo & Milroy, 2010 and Klion & Jacobson, 2013)</p>	<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <p>- ไหล่ (Anterior deltoid) แขน (Triceps) และอก (Pectoralis major)/ - สะโพก (Gluteus medius) และต้นขา (Tensor fasciae latae, Adductor magnus adductor longus and Hamstring)/ - ข้อศอก ข้อไหล่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า (Delavier, 2006; McLeod, 2010 and Klion & Jacobson, 2013)</p>
<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การเดินหน้า และการเดินถอยหลัง/ - การเดินถือ-หิ้วสิ่งของ - การเดินแล้วหยุดกะทันหัน/ - การเดินทรงตัวไม่ให้ล้ม/ - การบิดหมุนตัวหลบหลีกสิ่งกีดขวางและการบิดตัวหยิบจับสิ่งของ/ - การเดินเปลี่ยนทิศทาง 	<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การสไลด์ต้านข้าง/ - การก้าวขาออกด้านข้าง/ - การดึงตัวกับมายืนตรง/ - การยืนขาเดียวทรงตัวไม่ให้ล้ม

ท่าการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล(ต่อ)

<p>3. ท่าก้าวขาด้านหน้า สันเท้าแตะพื้นสลับขาพร้อมกางแขนท่าผีเสื้อ (Alternating mummy butterfly chest)</p> <p><u>ท่าเตรียม</u> - ยืนตรง (ก)</p> <p><u>วิธีปฏิบัติ</u></p> <p>1. ยกขา 1 ข้างไปด้านหน้าสันเท้าแตะพื้นพร้อมกางแขนออกด้านข้างขนานกับพื้นแล้วดึงขากลับมาท่าเริ่มพร้อมหุบแขนเข้ามาด้านหน้าขนานกับพื้น นับ 2 จังหวะ และสลับขาอีกข้างไปด้านหน้าสันเท้าแตะพื้นปฏิบัติเช่นเดียวกัน นับ 2 จังหวะ (ข) รวมปฏิบัตินับ 4 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง (ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ)</p> <p>2. ปฏิบัติตามข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง</p>  <p>รูปที่ 3 ท่าก้าวขาด้านหน้า สันเท้าแตะพื้นสลับขาพร้อมกางแขนท่าผีเสื้อ</p>	<p>4. ท่าก้าวขาไขว้ด้านหลัง 4 จังหวะแบบซิกแซกเดินหน้า-ถอยหลังพร้อมยกแขนต้นขึ้น (Alternating 1234-grapevine zigzag shoulder press)</p> <p><u>ท่าเตรียม</u> - ยืนตรงหันเฉียงแบบซิกแซก งอศอกมือสูงระดับไหล่ (ก)</p> <p><u>วิธีปฏิบัติ</u></p> <p>1. ก้าวขาไปด้านข้างเฉียงขึ้นไปด้านหน้าแบบก้าวไขว้ก้าว 4 จังหวะ แล้วบิดหมุนลำตัวหันไปอีกด้าน ก้าวขาแบบก้าวไขว้ก้าว 4 จังหวะเฉียงขึ้นไปด้านหน้าแบบซิกแซกพร้อมยกแขนต้นขึ้นเหนือศีรษะและงอศอกมือสูงระดับไหล่ รวมปฏิบัตินับ 8 จังหวะ และก้าวขาถอยเฉียงลงปฏิบัติเช่นเดียวกัน รวมปฏิบัตินับ 8 จังหวะ (ข) รวมปฏิบัตินับ 8 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง (ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ)</p> <p>2. ปฏิบัติตามข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง</p>  <p>รูปที่ 4 ท่าก้าวขาไขว้ด้านหลัง 4 จังหวะแบบซิกแซกเดินหน้า-ถอยหลังพร้อมยกแขนต้นขึ้น</p>
<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <p>- อก (Pectoralis major) และไหล่ (Deltoid)/ - สะโพก (Gluteus maximus) ต้นขา (Quadriceps and Hamstring) น่อง (Gastrocnemius) และหน้าแข้ง (Tibialis anterior)/ - ข้อไหล่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า (Puleo & Milroy, 2010)</p>	<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <p>- ไหล่ (Deltoid) แขน (Triceps and Biceps) และหลัง (Trapezius)/ - ลำตัว (Rectus abdominis, External oblique and Internal oblique)/ - สะโพก (Gluteus medius) และต้นขา (Adductor magnus and Adductor longus)/ - ข้อศอก ข้อไหล่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า (Delavier, 2006; McLeod, 2010 and Klion & Jacobson, 2013)</p>
<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <p>- การก้าวขาไปด้านหน้า/ - การดึงตัวกลับทำยีน/ - การหยุดเดิน/ - การยก-หยิบจับสิ่งของด้านข้าง/ - การออกแรงบีบอัดวัตถุสิ่งของ</p>	<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <p>- การบิดตัวหนีบของด้านข้าง/ - การบิดตัวหลบหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวาง/ - การวางหรือหยิบจับสิ่งของบนที่สูง</p>


ท่าการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล(ต่อ)

<p>5. ท่าก้าวขาสามเหลี่ยม 4 จังหวะและยืนยกเข่าพร้อมแกว่งแขน (Alternating 1234-V step and stand knee up arm swing)</p> <p><u>ท่าเตรียม</u> - ยืนตรง (ก)</p> <p><u>วิธีปฏิบัติ</u></p> <p>1. ก้าวขาหนึ่งข้างไปด้านหน้าแนวเฉียงและก้าวขาอีกข้างไปด้านหน้าแนวเฉียงอีกด้านและถอยขา 1 ข้างก้าวมาจุดเริ่มต้นและขาอีกข้างก้าวตามมา เป็นรูปสามเหลี่ยม 4 จังหวะ ปฏิบัติ 2 ครั้ง รวมปฏิบัตินับ 8 จังหวะ (ข) แล้วยืนยกเข่าขึ้นลงสลับขาพร้อมแกว่งแขน 8 จังหวะ (ค) รวมปฏิบัตินับ 16 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง (ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ)</p> <p>2. สลับก้าวขาอีกข้างไปด้านหน้าแนวเฉียง (ง) ปฏิบัติตามข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง</p>  <p>ก ข ค ง</p> <p>รูปที่ 5 ท่าก้าวขาสามเหลี่ยม 4 จังหวะและยืนยกเข่าพร้อมแกว่งแขน</p>	<p>6. ท่าสควอทสองขาพร้อมยกแขนขึ้นด้านหน้า (Double leg squat arm front raise)</p> <p><u>ท่าเตรียม</u> - ยืนแยกขาเท่าช่วงไหล่ (ก)</p> <p><u>วิธีปฏิบัติ</u></p> <p>1. งอเข่า (เหมือนนั่งเก้าอี้) ไม่ให้เข่าเลยปลายเท้าพร้อมแขนทั้ง 2 ข้าง ยกขึ้นมาด้านหน้าระดับไหล่แขนเหยียดตรง (นับ 2 จังหวะ) และเหยียดเข่าขึ้นเหมือนท่าเตรียม (นับ 2 จังหวะ) (ข) (รวมปฏิบัตินับ 4 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง)</p> <p>2. ปฏิบัติตามข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง</p>  <p>ก ข</p> <p>รูปที่ 6 ท่าสควอทสองขาพร้อมยกแขนขึ้นด้านหน้า</p>
<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <ul style="list-style-type: none"> - ไหล่ (Anterior deltoid and Posterior deltoid)/ - สะโพก (Gluteus medius, Gluteus maximus and Psoas major) ต้นขา (Quadriceps and Hamstring) น่อง (Gastrocnemius) และหน้าแข้ง (Tibialis anterior) - ข้อไหล่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า (Delavier, 2006; McLeod, 2010 and Puleo & Milroy, 2010) 	<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <ul style="list-style-type: none"> - ไหล่ (Anterior deltoid)/ - สะโพก (Gluteus medius, Gluteus maximus and Gluteus minimus) และต้นขา (Quadriceps and Hamstring)/ - ข้อไหล่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า (Delavier, 2006; McLeod, 2010 and Puleo & Milroy, 2010)
<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การก้าวขาและการถอยหลังทรงตัวไม่ให้ล้ม/- การยกขาข้ามสิ่งกีดขวาง/- การยกขาก้าวเดิน/- การยกขาก้าวขึ้น/- ลงบันได 	<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การยก-หยิบจับสิ่งของด้านหน้า/ - การนั่งเก้าอี้/ - การย่อขา/ - การย่อยกสิ่งของ/ - การลุกขึ้น

ท่าการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล(ต่อ)

<p>7. ทำยืนยกเข่าและเตะขาขึ้นด้านหน้าอศอกแกว่งแขน (Alternating knee crunch and front kick arm swing)</p> <p>ท่าเตรียม - ยืนตรง (ก)</p> <p>วิธีปฏิบัติ</p> <ol style="list-style-type: none"> ยกเข่าขึ้นสูงระดับท้องพร้อมอศอกแกว่งแขนแล้ววางขาลง นับ 2 จังหวะ (ข) และเตะขาขึ้นด้านหน้าพร้อมเหยียดแขนไปด้านหลังแล้ววางขาลง นับ 2 จังหวะ (ค) (รวมปฏิบัตินับ 4 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง) สลับขาอีกข้าง ปฏิบัติตามข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง  <p>รูปที่ 7 ทำยืนยกเข่าและเตะขาขึ้นด้านหน้าอศอกแกว่งแขน</p>	<p>8. ทำลันจ์ด้านหน้าอแขนและยืนยกเข่าแกว่งแขน (Alternating forward lunge arm curl knee up arm swing)</p> <p>ท่าเตรียม - ยืนตรง (ก)</p> <p>วิธีปฏิบัติ</p> <ol style="list-style-type: none"> ก้าวขาขวาไปด้านหน้าอเข่าขวาย่อตัวลง (ไม่ให้เข่าเลยปลายเท้า) พร้อมอศอกพับหาต้นแขนขึ้น (นับ 2 จังหวะ) (ข) แล้วเหยียดเข่ายืนตรงพร้อมแขนเหยียดตรง (นับ 2 จังหวะ) (ค) รวมปฏิบัตินับ 4 จังหวะ และยกเข่าขวาสลับเข่าซ้ายพร้อมแกว่งแขน 4 จังหวะ (ง) (รวมปฏิบัตินับ 8 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง) สลับขาโดยก้าวขาซ้ายก่อน ปฏิบัติตาม ข้อ 1 ปฏิบัติตามข้อ 1-2 อย่างต่อเนื่อง  <p>รูปที่ 8 ทำลันจ์ด้านหน้าอแขนและยืนยกเข่าแกว่งแขน</p>
<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <p>- ไหล่ (Anterior deltoid and Posterior deltoid) และแขน (Biceps brachii)/ - สะโพก (Gluteus medius, Gluteus maximus and Psoas major) ต้นขา (Quadriceps and Hamstring) น่อง (Gastrocnemius) และหน้าแข้ง (Tibialis anterior)/ - ข้อศอก ข้อไหล่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า (McLeod, 2010 and Puleo & Milroy, 2010)</p>	<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <p>- ไหล่ (Deltoid) และแขน (Biceps brachii, Brachialis and Brachioradialis)/ - สะโพก (Gluteus medius, Gluteus maximus and Psoas major) และต้นขา (Quadriceps and Hamstring)/ - ข้อศอก ข้อไหล่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า (Delavier, 2006; McLeod, 2010 and Jacobson, 2013)</p>
<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <p>- การยกขาข้ามสิ่งกีดขวาง/ - การยกขาก้าวขึ้น-ลงบันได/ - การเตะขา</p>	<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <p>- การเดินทรงตัวไม่ให้ล้ม/ - การลุกขึ้นยืน/ - การหยุดกะทันหัน/ - การยกขาก้าวเดิน/ - การยกขาข้ามสิ่งกีดขวาง/ - การย่อกลิ้งของ/ - การยกขาก้าวขึ้น-ลงบันได</p>

ท่าการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล(ต่อ)

<p>9. ท่านั่งยกขาเหยียดตั้งรูปตัววี (Modified v-sit) <u>ท่าเตรียม</u> - นั่งชันเข่ามือวางที่พื้นด้านหลัง (ก) <u>วิธีปฏิบัติ</u> 1. ยกขาขึ้น 2 ข้างเหยียดตั้งท่ามุมประมาณ 45 องศา พร้อมเอนตัวลงไปด้านหลังเล็กน้อย (มีลักษณะเหมือนรูปตัววี) (ข) ยกค้างไว้นับตามจำนวนครั้งที่กำหนด (ปฏิบัตินับตามจังหวะ โดยนับ 1 ถึง 4 เป็น 1 ครั้ง) 2. ปฏิบัติตาม ข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง</p>  <p>รูปที่ 9 ท่านั่งยกขาเหยียดตั้งรูปตัววี</p>	<p>10. ท่านอนคว่ำยกขาและแขนสองข้างเหยียดตั้งแล้วดึงแขนลง (Superman pull down) <u>ท่าเตรียม</u> - นอนคว่ำยกขาและแขนทั้ง 2 ข้างขึ้น (ก) <u>วิธีปฏิบัติ</u> 1. ยกอกขึ้นเล็กน้อย แขนทั้งสองข้างงอศอกเข้าหาลำตัว (ดึงแขนลง) (นับ 2 จังหวะ) (ข) แล้วเหยียดแขนตั้งทั้ง 2 ข้าง (นับ 2 จังหวะ) (ค) (รวมปฏิบัตินับ 4 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง) 2. ปฏิบัติตาม ข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง</p>  <p>รูปที่ 10 ท่านอนคว่ำยกขาและแขนสองข้างเหยียดตั้งแล้วดึงแขนลง</p>
<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก - ลำตัว (Rectus abdominis)/ - ต้นขา (Quadriceps) และหน้าแข้ง (Tibialis anterior)/ - ข้อสะโพก และข้อเท้า (Klion & Jacobson, 2013)</p>	<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก - หลัง (Latissimus dorsi, Teres major and Erector spinae) และอก (Pectoralis major)/ - สะโพก (Gluteus maximus)/ - ข้อศอก ข้อไหล่ และข้อสะโพก (McLeod, 2010; Puleo & Milroy, 2010 and Klion & Jacobson, 2013)</p>
<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน - การเอนตัวลงนอน/ - การลุกขึ้นนั่ง/ - การยกขาหลบหลีกสิ่งกีดขวาง/ - การนั่งทรงตัวได้ดี</p>	<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน - นอนเอื้อมมือหยิบ-จับสิ่งของทางด้านหน้า/ - การลุกขึ้นจากท่านอนคว่ำ</p>

ท่าการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล(ต่อ)

<p>11. ท่าไม้กระดานด้านข้างกอดสะโพกลง (Modified elbow side plank hip dips)</p> <p><u>ท่าเตรียม</u> - นอนตะแคงงอเข่าขาที่ติดพื้น ให้ขา สะโพก และศอกวางแตะพื้น แขนอีกข้างจับที่เอว (ก)</p> <p><u>วิธีปฏิบัติ</u></p> <ol style="list-style-type: none"> ยกสะโพกขึ้น (ไม่ให้แตะพื้น) นับ 2 จังหวะ (ข) และกอดสะโพกลงเกือบถึงพื้น นับ 2 จังหวะ (ค) (รวมปฏิบัตินับ 4 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง) สลับด้าน ปฏิบัติตามข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง  <p>รูปที่ 11 ท่าไม้กระดานด้านข้างกอดสะโพกลง</p>	<p>12. ท่าดันพื้นเข้าแตะพื้น (Modified push up)</p> <p><u>ท่าเตรียม</u> - นอนคว่ำเข่าและมือขึ้นพื้นยกลำตัวขึ้นขนานพื้น (ก)</p> <p><u>วิธีปฏิบัติ</u></p> <ol style="list-style-type: none"> งอศอกพยายามให้อกเกือบแตะพื้น นับ 2 จังหวะ (ข) แล้วเหยียดแขนยกลำตัวขึ้น นับ 2 จังหวะ (ค) (รวมปฏิบัติ นับ 4 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง) ปฏิบัติตาม ข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง  <p>รูปที่ 12 ท่าดันพื้นเข้าแตะพื้น</p>
<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <ul style="list-style-type: none"> - ลำตัว (Rectus abdominis, External oblique, Internal oblique and Transversus abdominis)/ - สะโพก (Gluteus medius)/- ข้อศอก ข้อสะโพก และข้อเข่า (Klion & Jacobson, 2013) 	<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <ul style="list-style-type: none"> - อัก (Pectoralis major)/ - ไทล์ (Anterior deltoid) และแขน (Triceps brachii)/ - ข้อมือ ข้อศอก และข้อเข่า (Delavier, 2006; Puleo & Milroy, 2010 and Klion & Jacobson, 2013)
<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การลุกขึ้นนั่งจากท่านอนตะแคง/ - การเอียงตัวหยิบจับสิ่งของ/ - การดันหรือผลักวัตถุโดยใช้สะโพก เช่น ผลักเปิดประตู และการดันโต๊ะ 	<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การดันตัวขึ้นจากท่านอน/ - การลุกขึ้นนั่ง/ - การใช้แขนออกแรงดันวัตถุหรือผลักสิ่งกีดขวาง

ท่าการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล(ต่อ)

ฝึกสัปดาห์ที่ 7-12 ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัว (Body weight; BW) และขวดทราย (Sand bottle; SB)

- ขวดทรายหนัก 500 กรัม (0.50 กก.) ใช้ฝึกออกกำลังกายสัปดาห์ที่ 7-9 และ 750 กรัม (0.75 กก.) ใช้ฝึกออกกำลังกายสัปดาห์ที่ 10-12 (Kraemer, Ratamess and French, 2002; Kraemer and Ratamess, 2004; De Vreede, Paul, et al., 2004 and Roh and Lee, 2012)



- ใช้ความหนักที่ระดับปานกลางใช้การควบคุมจังหวะ 100-110 BPM (ท่าที่ 1-5 จังหวะ 110 BPM และท่าที่ 6-12 จังหวะ 100 BPM (Bunyaratavej, 2015)/- ท่าฝึก (Whitehurst, 2005; Liebenson, 2014; Santana, 2016 และ ACSM, 2018)

<p>1. ทำเดินหน้า-ลันจ์ด้านหน้าและถอยหลัง-ย่ำเท้าเปลี่ยนทิศทาง 4 ทิศทางพร้อมงอแขน (Walk forward-forward lunge and backward-marching 4 directions arm curl)</p> <p>ท่าเตรียม - ยืนตรง (ก)</p> <p>วิธีปฏิบัติ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เดินไปข้างหน้า 4 ก้าวและลันจ์ด้านหน้า 4 จังหวะ (งอเข่าย่อตัวลง นับ 2 จังหวะแล้วเหยียดเข่าขึ้นนับ 2 จังหวะ) แล้วถอยหลัง 4 ก้าวและย่ำเท้า 4 จังหวะ พร้อมงอศอกพับหาต้นแขนขึ้นลง (ข) รวมปฏิบัตินับ 16 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง (ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ) 2. เปลี่ยนทิศทางหันหน้าไปทางด้านขวา ปฏิบัติตาม ข้อ 1 จนครบ 4 ทิศทางอย่างต่อเนื่อง (ค) 3. สลับเปลี่ยนทิศทางหันหน้าไปทางด้านซ้าย ปฏิบัติเช่นเดียวกันจนครบ 4 ทิศทาง 4. ปฏิบัติตามข้อ 1-3 อย่างต่อเนื่อง  <p>รูปที่ 1 ทำเดินหน้า-ลันจ์ด้านหน้าและถอยหลัง-ย่ำเท้าเปลี่ยนทิศทาง 4 ทิศทางพร้อมงอแขน</p>	<p>2. ท่าก้าวขาต้านข้าง 2 จังหวะ-งอเข่ายกส้นเท้าพร้อมยกแขนดันมาด้านหน้า (Alternating two step leg curl chest press)</p> <p>ท่าเตรียม - ยืนตรง (ก)</p> <p>วิธีปฏิบัติ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ก้าวขาไปด้านข้างแบบก้าวชิดก้าว 2 จังหวะ (รวมปฏิบัตินับ 4 จังหวะ) แล้วงอเข่ายกส้นเท้าและก้นสลับขาขวาและขาซ้ายพร้อมยกแขนดันมาด้านหน้า นับ 4 จังหวะ (ข) รวมปฏิบัตินับ 8 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง (ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ) 2. สลับก้าวขาไปด้านตรงข้าม ปฏิบัติตาม ข้อ 1 3. ปฏิบัติตามข้อ 1- 2 อย่างต่อเนื่อง  <p>รูปที่ 2 ท่าก้าวขาต้านข้าง 2 จังหวะ-งอเข่ายกส้นเท้าพร้อมยกแขนดันมาด้านหน้า</p>
<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <p>- ไหล่ (Deltoid) แขน (Biceps brachii, Brachialis and Brachioradialis) และอก (Pectoralis major)/ - ลำตัว (Rectus abdominis, external oblique and Internal oblique)/ - สะโพก (Gluteus medius, Gluteus maximus and Psoas major) ต้นขา (Quadriceps and Hamstring) และน่อง (Gastrocnemius)/ - ข้อศอก ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า (Delavier, 2006; Puleo & Milroy, 2010 and Klion & Jacobson, 2013)</p>	<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <p>- ไหล่ (Anterior deltoid) แขน (Triceps) และอก (Pectoralis major)/ - สะโพก (Gluteus medius) และต้นขา (Tensor fasciae latae, Adductor magnus adductor longus and Hamstring)/ - ข้อศอก ข้อไหล่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า (Delavier, 2006; McLeod, 2010 and Klion & Jacobson, 2013)</p>
<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <p>- การเดินหน้า และการเดินถอยหลัง/ - การเดินถือ-หิ้วสิ่งของ</p> <p>- การเดินแล้วหยุดกะทันหัน และ การเดินเปลี่ยนทิศทาง/ - การเดินทรงตัวไม่ให้ล้ม/ - การบิดหมุนตัวหลบหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวางและการบิดตัวหยิบจับสิ่งของ</p>	<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <p>- การสไลด์ด้านข้าง/ - การก้าวขาออกด้านข้าง</p> <p>- การดึงตัวกลับมายืนตรง/ - การยืนขาเดียวทรงตัวไม่ให้ล้ม</p>

ท่าการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล(ต่อ)

<p>3. ท่าก้าวขาด้านหน้า สันเท้าแตะพื้นสลับขาพร้อมกางแขนท่าผีเสื้อ (Alternating mummy butterfly chest) ท่าเตรียม - ยืนตรง (ก)</p> <p>วิธีปฏิบัติ 1. ยกขา 1 ข้างไปด้านหน้าสันเท้าแตะพื้นพร้อมกางแขนออกด้านข้างขนานกับพื้นแล้วดึงขา กลับมาท่าเริ่มพร้อมหุบแขนเข้ามาด้านหน้า ขนานกับพื้น นับ 2 จังหวะ และสลับขาอีกข้างไป ด้านหน้าสันเท้าแตะพื้นปฏิบัติเช่นเดียวกัน นับ 2 จังหวะ (ข) รวมปฏิบัตินับ 4 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง (ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ)</p> <p>2. ปฏิบัติตามข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง</p>  <p>รูปที่ 3 ท่าก้าวขาด้านหน้า สันเท้าแตะพื้นสลับขา พร้อมกางแขนท่าผีเสื้อ</p>	<p>4. ท่าก้าวขาไขว้ด้านหลัง 4 จังหวะแบบซิกแซกเดินหน้า-ถอยหลังพร้อมยกแขนต้นขึ้น (Alternating 1234-grapevine zigzag shoulder press) ท่าเตรียม - ยืนตรงหันเฉียงแบบซิกแซก งอศอกมือสูงระดับไหล่ (ก)</p> <p>วิธีปฏิบัติ 1. ก้าวขาไปด้านข้างเฉียงขึ้นไปด้านหน้าแบบก้าวไขว้ก้าว 4 จังหวะ แล้วบิดหมุนลำตัวหันไปอีกด้าน ก้าวขาแบบก้าวไขว้ก้าว 4 จังหวะเฉียงขึ้นไปด้านหน้าแบบซิกแซกพร้อมยกแขนต้นขึ้นศีรษะและงอศอกมือสูงระดับไหล่ รวมปฏิบัตินับ 8 จังหวะ และก้าวขาถอยเฉียงลง ปฏิบัติเช่นเดียวกัน รวมปฏิบัตินับ 8 จังหวะ (ข) รวมปฏิบัตินับ 8 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง (ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ)</p> <p>2. ปฏิบัติตามข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง</p>  <p>รูปที่ 4 ท่าก้าวขาไขว้ด้านหลัง 4 จังหวะแบบซิกแซกเดินหน้า-ถอยหลังพร้อมยกแขนต้นขึ้น</p>
<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <p>- อก (Pectoralis major) และไหล่ (Deltoid)/ - สะโพก (Gluteus maximus) ต้นขา (Quadriceps and Hamstring) น่อง (Gastrocnemius) และ หน้าแข้ง (Tibialis anterior)/ - ข้อไหล่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า (Puleo & Milroy, 2010)</p>	<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <p>- ไหล่ (Deltoid) แขน (Triceps and Biceps) และหลัง (Trapezius)/ - ลำตัว (Ractus abdominis, External oblique and Internal oblique)/ - สะโพก (Gluteus medius) และต้นขา (Adductor magnus and Adductor longus)/ - ข้อศอก ข้อไหล่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า (Delavier, 2006; McLeod, 2010 and Klion & Jacobson, 2013)</p>
<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <p>- การก้าวขาไปด้านหน้า/ - การดึงตัวกลับทำยีน/ - การหยุดเดิน/ - การยก-หยิบจับสิ่งของด้านข้าง/ - การออกแรงบีบอัดวัตถุสิ่งของ</p>	<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <p>- การบิดตัวหยิบของด้านข้าง/ - การบิดตัวหลบหลีกสิ่งกีดขวาง/ - การวางหรือหยิบจับสิ่งของบนที่สูง</p>

ท่าการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล(ต่อ)

<p>5. ท่าก้าวขารูปสามเหลี่ยม 4 จังหวะและยืนยกเข่าพร้อมแกว่งแขน (Alternating 1234-V step and stand knee up arm swing)</p> <p><u>ท่าเตรียม</u> - ยืนตรง (ก)</p> <p><u>วิธีปฏิบัติ</u></p> <p>1. ก้าวขาหนึ่งข้างไปด้านหน้าแนวเฉียงและก้าวขาอีกข้างไปด้านหน้าแนวเฉียงอีกด้านและถอยขา 1 ข้างก้าวมาจุดเริ่มต้นและขาอีกข้างก้าวตามมา (เป็นรูปสามเหลี่ยม) 4 จังหวะ ปฏิบัติ 2 ครั้ง รวมปฏิบัตินับ 8 จังหวะ (ข) แล้วยืนยกเข่าขึ้นลงสลับขาพร้อมแกว่งแขน 8 จังหวะ (ค) รวมปฏิบัตินับ 16 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง (ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ)</p> <p>2. สลับก้าวขาอีกข้างไปด้านหน้าแนวเฉียง (ง) ปฏิบัติตาม ข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง</p>  <p>รูปที่ 5 ท่าก้าวขารูปสามเหลี่ยม 4 จังหวะและยืนยกเข่าพร้อมแกว่งแขน</p>	<p>6. ท่าสควอทสองขาและก้าวขากว้างออกด้านข้างสควอทพร้อมยกแขนขึ้นด้านหน้า (Squat block front raise)</p> <p><u>ท่าเตรียม</u> - ยืนแยกขาเท่าช่วงไหล่ มือ 2 ข้างถือขวดทราย (ก)</p> <p><u>วิธีปฏิบัติ</u></p> <p>1. งอเข่า (เหมือนนั่งเก้าอี้) ไม่ให้เข่าเลยปลายเท้า พร้อมแขนทั้ง 2 ข้างยกขึ้นมาด้านหน้าระดับไหล่แขนเหยียดตรง นับ 2 จังหวะ (ข) และเหยียดเข่าขึ้นเหมือนท่าเตรียม นับ 2 จังหวะ (ค) รวมปฏิบัตินับ 4 จังหวะ แล้วก้าวขากว้าง 1 ข้างออกด้านข้างแล้วงอเข่า นับ 2 จังหวะ (ง) และเหยียดเข่าขึ้นเหมือนท่าเตรียม นับ 2 จังหวะ (ค) รวมปฏิบัตินับ 4 จังหวะ (รวมปฏิบัตินับ 8 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง)</p> <p>2. ปฏิบัติตาม ข้อ 1 โดยสลับก้าวขาอีกข้างออกด้านข้าง (จ) ปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง</p>  <p>รูปที่ 6 ท่าสควอทสองขาและก้าวขากว้างออกด้านข้างสควอทพร้อมยกแขนขึ้นด้านหน้า</p>
<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <ul style="list-style-type: none"> - ไทล์ (Anterior deltoid and Posterior deltoid)/ - สะโพก (Gluteus medius, Gluteus maximus and Psoas major) ต้นขา (Quadriceps and Hamstring) น่อง (Gastrocnemius) และหน้าแข้ง (Tibialis anterior)/ - ข้อไหล่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า <p>(Delavier, 2006; McLeod, 2010 and Puleo & Milroy, 2010)</p>	<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <ul style="list-style-type: none"> - ไทล์ (Anterior deltoid)/ - สะโพก (Gluteus medius, Gluteus maximus and Gluteus minimus) และต้นขา (Quadriceps, Hamstring and Tensor fasciae latae)/ - ข้อไหล่ ข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า (Delavier, 2006; McLeod, 2010 and Puleo & Milroy, 2010)
<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การก้าวขาและการถอยหลังทรงตัวไม่ให้ล้ม/ - การยกขาข้ามสิ่งกีดขวาง/ - การยกขาก้าวเดิน/ - การยกขาก้าวขึ้น-ลงบันได 	<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <ul style="list-style-type: none"> - การยก-หยิบจับสิ่งของทางด้านหน้า/ - การลุก-นั่งเก้าอี้ - การลุกยืน/ - การย่อยกสิ่งของ/ - การก้าวขาออกด้านข้าง

ท่าการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล(ต่อ)

<p>7. ทำยืนยกเข่าและเตะขาขึ้นด้านหน้าอศอกแกว่งแขน (Alternating knee crunch and front kick arm swing) ท่าเตรียม - ยืนตรง (ก) <u>วิธีปฏิบัติ</u> 1. ยกเข่าขึ้นสูงระดับท้องพร้อมงอศอกแกว่งแขนแล้ววางขาลง นับ 2 จังหวะ (ข) และเตะขาขึ้นด้านหน้าพร้อมเหยียดแขนไปด้านหลังแล้ววางขาลง นับ 2 จังหวะ (ค) (รวมปฏิบัติ นับ 4 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง) 2. สลับขาอีกข้าง ปฏิบัติตามข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง</p>  <p>รูปที่ 7 ทำยืนยกเข่าและเตะขาขึ้นด้านหน้าอศอกแกว่งแขน</p>	<p>8. ทำลั้นจัดด้านหน้าและยกขา 1 ข้างพร้อมแกว่งแขน 2 ข้าง (Alternating forward lunge and leg raise reverse fly) ท่าเตรียม - ยืนตรง มือ 2 ข้างถือขวดทราย (ก) <u>วิธีปฏิบัติ</u> 1. ก้าวขาขวาไปด้านหน้างอเข่าขวย่อตัวลง (ไม่ให้เข่าเลยปลายเท้า) พร้อมแขนเหยียดข้างลำตัว นับ 2 จังหวะ แล้วเหยียดเข่า 2 ข้างขึ้น นับ 2 จังหวะ และยกขาซ้ายขึ้นไปด้านหลังก้มตัวขนานพื้นแกว่งแขน 2 ข้างออกด้านข้าง นับ 2 จังหวะ (ข) วางขาหลังกลับสู่ท่าเตรียม นับ 2 จังหวะ (ค) (รวมปฏิบัติ นับ 8 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง) 2. สลับขาอีกข้าง ปฏิบัติตาม ข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง</p>  <p>รูปที่ 8 ทำลั้นจัดด้านหน้าและยกขา 1 ข้างพร้อมแกว่งแขน 2 ข้าง</p>
<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก - ไทล (Anterior deltoid and Posterior deltoid) และ แขน (Biceps brachii)/ - สะโพก (Gluteus medius, Gluteus maximus and Psoas major) ต้นขา (Quadriceps and Hamstring) น่อง (Gastrocnemius) และหน้าแข้ง (Tibialis anterior)/ - ข้อศอก ข้อไหล่ ข้อ สะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า (McLeod, 2010 and Puleo & Milroy, 2010)</p>	<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก - ไทล (Posterior deltoid) และหลัง (Rhomboid major, Rhomboid minor and Trapezius)/ - สะโพก (Gluteus medius and Gluteus maximus) ต้นขา (Quadriceps and Hamstring) น่อง (Gastrocnemius) และหน้าแข้ง (Tibialis anterior)/ - ข้อไหล่ ข้อสะโพก ข้อ เข่า และข้อเท้า (Delavier, 2006; McLeod, 2010 and Puleo & Milroy, 2010)</p>
<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน - การยกขาข้ามสิ่งกีดขวาง/ - การยกขาก้าวขึ้น-ลงบันได/ - การเตะขา</p>	<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน - การยืนขาเดียวทรงตัวไม่ให้ล้ม/ - การเดินทรงตัวไม่ให้ล้ม/ - การยกของ/ - การหยุดกะทันหัน/ - การลุก ขึ้นยืน/ - การยกสิ่งของออกด้านข้าง</p>

ท่าการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล(ต่อ)

<p>9. ท่าไม้กระดานขาแต่ละด้านข้างสลับ (Elbow plank alternating lateral toe taps)</p> <p>ท่าเตรียม - นอนคว่ำเข้าวางขิดพื้นและศอกชันพื้นยกลำตัวขึ้นขนานพื้น (ก)</p> <p>วิธีปฏิบัติ 1. ยกเข่าขึ้นให้พ้นพื้น (ลักษณะไม้กระดาน) ลำตัวขนานพื้นและยกขาแต่ละด้านข้างขวาแล้วดึงขา กลับมาท่าเริ่ม นับ 2 จังหวะ และยกขาแต่ละด้านข้างซ้ายแล้วดึงขากลับมาท่าเริ่ม นับ 2 จังหวะ (ข) ปฏิบัติสลับข้าง (รวมปฏิบัตินับ 4 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง)</p> <p>2. ปฏิบัติตาม ข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง</p>  <p>รูปที่ 9 ท่าไม้กระดานขาแต่ละด้านข้างสลับ</p>	<p>10. ท่านอนคว่ำชันเข้าศอกชันพื้นพร้อมแขนดันขึ้น-วางลงสลับข้าง (Modified plank walk)</p> <p>ท่าเตรียม - นอนคว่ำเข้าและศอกชันพื้นยกลำตัวขึ้นขนานพื้น (ก)</p> <p>วิธีปฏิบัติ</p> <p>1. มือ 1 ข้างวางพื้นใช้แขนดันตัวขึ้นและแขนอีกข้างปฏิบัติเช่นเดียวกัน นับ 2 จังหวะ (ข) สลับวางศอก 1 ข้างชันพื้นและแขนอีกข้างปฏิบัติเช่นเดียวกัน นับ 2 จังหวะ (ค) (รวมปฏิบัติ นับ 4 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง)</p> <p>2. สลับแขนอีกข้างดันตัวขึ้น ปฏิบัติตาม ข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง</p>  <p>รูปที่ 10 ท่านอนคว่ำชันเข้าศอกชันพื้นพร้อมแขนดันขึ้น-วางลงสลับข้าง</p>
<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <p>- ลำตัว (Rectus abdominis, External oblique, Internal oblique and Transversus abdominis)/</p> <p>- สะโพก (Gluteus medius, Gluteus maximus and Tensor fascia lata)/ - ข้อศอก ข้อสะโพก และข้อเท้า (Delavier, 2006 and Klion & Jacobson, 2013)</p>	<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <p>- ไหล่ (Anterior deltoid and Posterior deltoid) แขน (Triceps brachii) และอก (Pectoralis major)/ - ลำตัว (Latissimus dorsi and External oblique)/ - ข้อมือ ข้อศอก ข้อไหล่ และข้อเข่า (Delavier, 2006; McLeod, 2010 and Klion & Jacobson, 2013)</p>
<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <p>- การทรงท่าทางให้มั่นคงในการยกตัวขึ้นจากท่านอนคว่ำ/</p> <p>- สามารถนั่งทรงตัวได้ดีขึ้น/ - การก้าวขาออกด้านข้าง</p>	<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <p>- การดันตัวลุกขึ้นนั่ง/ - การออกแรงดันวัตถุหรือผลักสิ่งกีดขวาง/ - การก้มตัวลงนอน</p>

ท่าการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล(ต่อ)

<p>11. ท่านอนลูกนั่ง 2 จังหวะ พร้อมแขนเหยียดแตะเข่าและเอียงตัวสลับข้าง 2 จังหวะพร้อมแขนเหยียดแตะข้อเท้า (1234 Sit up and alternating side heel touch)</p> <p><u>ท่าเตรียม</u> - นอนหงายชันเข่าและแขนวางข้างลำตัว (ก)</p> <p><u>วิธีปฏิบัติ</u></p> <ol style="list-style-type: none"> ยกตัวขึ้นแขนเหยียดมือแตะเข่า นับ 2 จังหวะ แล้ววางตัวลง นับ 2 จังหวะ ปฏิบัติ 2 ครั้ง รวมปฏิบัติ 8 จังหวะ (ข) และเอียงตัวแขนเหยียดมือแตะข้อเท้า นับ 2 จังหวะ แล้วสลับข้างเอียงตัวแขนเหยียดมือแตะข้อเท้า นับ 2 จังหวะ ปฏิบัติ 2 ครั้ง รวมปฏิบัติ 8 จังหวะ (ค) (รวมปฏิบัตินับ 16 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง) ปฏิบัติตาม ข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง  <p>รูปที่ 11 ท่านอนลูกนั่ง 2 จังหวะ พร้อมแขนเหยียดแตะเข่าและเอียงตัวสลับข้าง 2 จังหวะพร้อมแขนเหยียดแตะข้อเท้า</p>	<p>12. ท่านอนคว่ำชันเข่าพร้อมยกแขนและขาต้านตรงข้ามและสลับข้าง (Alternating bird dog exercise)</p> <p><u>ท่าเตรียม</u> - นอนคว่ำเข่าและมือชันพื้นยกลำตัวขึ้นขนานพื้น มือ 1 ข้างถือขวดทราย (ก)</p> <p><u>วิธีปฏิบัติ</u></p> <ol style="list-style-type: none"> ยกขาขึ้น 1 ข้างเหยียดไปด้านหลังพร้อมกับมือถือขวดทรายยกแขนขึ้น 1 ข้าง เหยียดไปด้านหน้า (ยกแขนต้านตรงข้ามขาที่ยก) นับ 2 จังหวะ แล้ววางขาและแขนลงพื้น นับ 2 จังหวะ (ข) (รวมปฏิบัตินับ 4 จังหวะ เป็น 1 ครั้ง) สลับอีกข้าง ปฏิบัติตาม ข้อ 1 อย่างต่อเนื่อง  <p>รูปที่ 12 ท่านอนคว่ำชันเข่าพร้อมยกแขนและขาต้านตรงข้ามและสลับข้าง</p>
<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <p>- ลำตัว (Rectus abdominis, External oblique and Internal oblique)/ - สะโพก (Tensor fascia lata) และต้นขา (Quadriceps)/ - ข้อสะโพก และข้อเข่า (Delavier, 2006 and McLeod, 2010)</p>	<p>กล้ามเนื้อและข้อต่อที่ได้รับการฝึก</p> <p>- ไหล่ (Posterior deltoid) หลัง (Erector spinae, Trapezius, Latissimus dorsi) และอก (Pectoralis major)/ - สะโพก (Gluteus maximus) และต้นขา (Hamstring)/ - ข้อไหล่ ข้อสะโพก และข้อเข่า (Delavier, 2006; McLeod, 2010 and Klion & Jacobson, 2013)</p>
<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <p>- การลุกขึ้นนั่ง/ - การเอื้อมหยิบ-จับสิ่งของทางด้านบนและด้านข้าง</p>	<p>การเคลื่อนไหวที่คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติหน้าที่ในชีวิตประจำวัน</p> <p>- การเอื้อมหยิบ-จับสิ่งของด้านหน้า/ - การทรงตัวไม่ให้ล้ม/ - การทรงท่าทางให้มั่นคงจากการนั่ง</p>



ภาคผนวก ง









ทำการอบอุ่นร่างกายและทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหวก่อนการฝึกออกกำลังกาย
แบบฟังก์ชันนัล ทำการคลายอบอุ่นร่างกายและทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้หลังการฝึก
ออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ท่าการอบอุ่นร่างกายและท่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว
ก่อนการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล

ท่าการอบอุ่นร่างกาย (Warm up)

ใช้ความหนักที่ระดับเบา จังหวะ 100 BPM (Bunyaratavej, 2015)

<p>1. ทำวิ่งเหยาะอยู่กับที่ (Standing jogging)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> ท่าเตรียม วิ่งเหยาะอยู่กับที่ </div>
<p>2. ทำยืนตรงหมุนไหล่ไปด้านหน้าและไปด้านหลัง (Standing shoulder rotation forward and backward)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> ท่าเตรียม หมุนไหล่ไปด้านหน้า หมุนไหล่ไปด้านหลัง </div>
<p>3. ทำยืนบิดลำตัวเหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะสลับขวา-ซ้าย (Diagonal chop)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> ท่าเตรียม เหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะด้านขวา เหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะด้านซ้าย </div>

ท่าการอบอุ่นร่างกายและท่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว
ก่อนการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (ต่อ)

ท่าการอบอุ่นร่างกาย (Warm up)

ใช้ความหนักที่ระดับเบา จังหวะ 100 BPM (Bunyaratavej, 2015)

4. ท่าก้าวชิดก้าวชิดยกแขนไขว้ด้านหน้า (Step touch arm criss cross)



ท่าเตรียม ก้าวขากางแขน ขาศิดแขนไขว้ด้านหน้า


5. ท่ายืนย่อเท้าเหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะและเหยียดแขนออกด้านข้าง (Marching swing arm up and down to side)



ท่าเตรียม ย้ำเท้า ย้ำเท้า ย้ำเท้า
เหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะ เหยียดแขนออกด้านข้าง แขนไขว้ด้านหน้า


ท่าการอบอุ่นร่างกายและท่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว
 ก่อนการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (ต่อ)
 ท่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว (Dynamic Stretching)

1. ทำเดินแกว่งแขนสลับข้าง
 กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก : ไหล่ด้านหน้า ออก และท้อง




ทำเตรียม เดินแกว่งแขนซ้ายขึ้น เดินแกว่งแขนขวาขึ้น

2. ทำเดินงอเข่ามือจับเข่าสลับข้าง
 กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก : สะโพกด้านหลังและด้านนอก



ทำเตรียม เดินงอเข่าขวา มือจับเข่า เดินงอเข่าซ้าย มือจับเข่า

3. ทำเดินงอเข่าส้นเท้าแตะสะโพกมือจับเท้าสลับข้าง
 กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก : ต้นขาด้านหน้า และหน้าแข้ง



ทำเตรียม เดินงอเข่าขวา ส้นเท้าแตะสะโพก มือจับเท้า เดินงอเข่าซ้าย ส้นเท้าแตะสะโพก มือจับเท้า

ท่าการอบอุ่นร่างกายและท่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว

ก่อนการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (ต่อ)

ท่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว (Dynamic Stretching)

4. ท่าเดินเหยียดเข่ามือจับเข่าสลับข้าง
กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก : ต้นขาด้านหลัง และสะโพก



ท่าเตรียม เดินเหยียดเข่าขวา มือจับเข่า เดินเหยียดเข่าซ้าย มือจับเข่า

5. ท่าไขว้ขาบิดลำตัวสลับข้าง
กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก : ไหล่ด้านหน้า ลำตัวด้านข้าง ต้นขาด้านใน และสะโพก



ท่าเตรียม ไขว้ขาซ้าย ตั้งขาขวา วางคู่ ไขว้ขาซ้าย

ขึ้นทาง ด้านหน้า ไปทาง ขาซ้าย ไปทาง ขวา บิดลำตัว





บิดลำตัว

6. ท่าคลานมือแตะเท้าสลับข้าง
กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก : ไหล่ด้านหลัง หลังส่วนล่าง ลำตัวด้านข้าง สะโพก ต้นขาด้านหลังและด้านใน น่อง และเอ็นร้อยหวาน



ท่าเตรียม มือขวาแตะเท้าซ้าย มือซ้ายแตะเท้าขวา

ท่าการอบอุ่นร่างกายและท่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว
 ก่อนการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (ต่อ)
 ท่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว (Dynamic Stretching)

<p>7. ท่ามือเดินเท้าเดินสลับข้าง</p> <p>กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก : หลังส่วนบนและส่วนล่าง สะโพก ต้นขาด้านหลัง น่อง และแขน</p>	 <p>ท่าเตรียม</p> <p>มือขวาและมือซ้ายเดินไปข้างหน้า</p> <p>ขาขวาและขาซ้ายเดินไปข้างหน้า</p>
<p>8. ท่าก้าวขากางแขนแตะพื้นสลับข้าง</p> <p>กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก : ไหล่ด้านหน้า ลำตัวด้านข้างและด้านหลัง สะโพก ต้นขาด้านหลัง และน่อง</p>	 <p>ท่าเตรียม</p> <p>ก้าวขาขวามาด้านหน้า มือซ้ายแตะพื้น</p> <p>ก้าวขาซ้ายมาด้านหน้า มือขวาแตะพื้น</p>
<p>9. ท่านอนหงายบิดเข่าสลับข้าง</p> <p>กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก : ลำตัวด้านข้าง หลังส่วนล่าง สะโพกด้านนอก</p>	 <p>ท่าเตรียม</p> <p>บิดขาทั้งสองข้างไปทางด้านขวา</p> <p>บิดขาทั้งสองข้างไปทางด้านซ้าย</p>
<p>10. ท่านอนคว่ำบิดขาสลับข้าง</p> <p>กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก : ลำตัวด้านข้างและด้านหลัง สะโพก และต้นขาด้านหน้า</p>	 <p>ท่าเตรียม</p> <p>บิดขาขวามาด้านซ้าย</p> <p>บิดขาซ้ายมาด้านขวา</p>

ท่าการคลายอุ่นร่างกายและท่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้

หลังการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล

ท่าการคลายอุ่นร่างกาย (Cool down)

ใช้ความหนักที่ระดับเบา จังหวะ 100 BPM (Bunyaratavej, 2015)

1. ทำยืนย่ำเท้ายกเข่าสูงสลับขวา-ซ้าย (Marching knee up)		
		
ท่าเตรียม	ย่ำเท้ายกเข่าขวาสูงเหยียดแขน	ย่ำเท้ายกเข่าซ้ายสูงเหยียดแขน
2. ทำเหยียดขาไปด้านหน้าสลับเท้าแตะพื้นสลับขวา-ซ้าย (Hell touch)		
		
ท่าเตรียม	เหยียดขาขวาไปด้านหน้า สลับเท้าแตะพื้น	เหยียดขาซ้ายไปด้านหน้า สลับเท้าแตะพื้น
3. ทำยืนย่ำเท้าสลับขวา-ซ้าย (Marching)		
		
ท่าเตรียม	ย่ำเท้าขวา	ย่ำเท้าซ้าย

ท่าการคลายอุ่นร่างกายและท่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้
หลังการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (ต่อ)

ท่าการคลายอุ่นร่างกาย (Cool down)

ใช้ความหนักที่ระดับเบา จังหวะ 100 BPM (Bunyaratavej, 2015)

4. ทำยืนบิดลำตัวเหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะสลับขวา-ซ้าย (Diagonal chop)



ท่าเตรียม เหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะด้านขวา เหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะด้านซ้าย

5. ทำยืนอยู่กับที่เหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะและเหยียดแขนออกด้านข้าง (Standing swing arm up and down to side)



ท่าเตรียม เหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะ เหยียดแขนออกด้านข้าง แขนไขว้ด้านหน้า

ท่าการคลายอุ่นร่างกายและท่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้

หลังการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (ต่อ)

ท่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ (Static Stretching)

<p>1. ก้มและเอียงศีรษะ</p> <p>กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก : คอด้านหลัง และคอด้านข้าง</p>			
			
ท่าเตรียม	ก้มศีรษะ	เอียงศีรษะด้านขวา	เอียงศีรษะด้านซ้าย
<p>2. ยกแขนพาดผ่านด้านหน้าเหยียดแขนยกขึ้นด้านหน้าลำตัว</p> <p>กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก : ไหล่และต้นแขน</p>			
			
ท่าเตรียม	แขนขวาเหยียดพาดผ่านด้านหน้า	แขนซ้ายเหยียดพาดผ่านด้านหน้า	
<p>3. มือประสานเหยียดแขนยกขึ้นด้านหลังลำตัว</p> <p>กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก : ไหล่อก และปลายแขน</p>			
			
ท่าเตรียม	มือประสานเหยียดแขนยกขึ้นด้านหลัง		

ท่าการคลายอุ่นร่างกายและท่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้

หลังการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (ต่อ)

ท่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ (Static Stretching)

4. ยืนแยกขาแยกแขนหนึ่งข้างเหนือศีรษะเอียงตัวลงด้านตรงข้ามและยืดแขนมาด้านข้าง

กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก : ไหล่ ต้นแขนด้านหลัง ลำตัวด้านข้าง และสะโพกด้านข้าง



ท่าเตรียม



ยกแขนขวาเอียงตัว
ลงด้านตรงข้าม



ท่าเตรียม



ยกแขนซ้ายเอียงตัว
ลงด้านตรงข้าม

5. ขาชิดเหยียดตึงและแยกขากว้างเข่าตึงก้มตัวเอียงตัวซ้ายขวา

กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก : ไหล่ด้านหลัง ลำตัวด้านข้าง สะโพก ต้นขาด้านหลัง และด้านใน



ท่าเตรียม



ขาเหยียดตึง
ก้มตัวลง



ท่าเตรียม



ขาเหยียดตึงก้มตัวลง
ด้านขวาและด้านซ้าย

6. ยืนตรงยกขาหนึ่งข้างงอเข่ายกหาลำตัว

กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก : สะโพกด้านหลังและด้านนอก



ท่าเตรียม



ยกขาขวางอเข่ายกหาลำตัว



ยกขาซ้ายงอเข่ายกหาลำตัว

ท่าการคลายอุ่นร่างกายและท่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้

หลังการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (ต่อ)

ท่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ (Static Stretching)

7. ยืนตรงงอเข่าหนึ่งข้างยกปลายเท้าขึ้นดึงหาสะโพก
กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก : ต้นขาด้านหน้าและหน้าแข้ง



ท่าเตรียม งอเข่าขวา ยกปลายเท้าขึ้น งอเข่าซ้าย ยกปลายเท้าขึ้น
ดึงหาสะโพก ดึงหาสะโพก

8. ยืนตรงก้าวขาข้างหนึ่งงอเข่าย่อตัวลงเหยียดเข่าด้านหลังยกแขนเหนือศีรษะ
กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก : ต้นแขนด้านหลัง ลำตัวด้านหน้า สะโพกด้านหลัง ต้นขาด้านหน้า และน่อง



ท่าเตรียม ก้าวขวาวางงอเข่าย่อตัว ก้าวซ้ายวางงอเข่าย่อตัว
ยกแขนเหนือศีรษะ ยกแขนเหนือศีรษะ

9. ยืนตรงก้าวเท้าด้านหน้าหนึ่งข้างวางส้นเท้าลงยกปลายเท้าขึ้นก้มศีรษะลงมือจับปลายเท้า
กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก : หลังส่วนกลาง สะโพก ต้นขาด้านหลัง น่อง และเอ็นร้อยหวาย



ท่าเตรียม ขาววางเหยียดดึงก้มศีรษะลง ขาซ้ายเหยียดดึงก้มศีรษะลง
มือจับปลายเท้า มือจับปลายเท้า

ท่าการคลายอุ่นร่างกายและท่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้

หลังการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (ต่อ)

ท่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ (Static Stretching)

10. คลานเขางอลำตัวโค้งหลังขึ้นแอ่นหลังลง

กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึก : ลำตัวด้านหน้าและด้านหลัง



ท่าเตรียม



งอลำตัวโค้งหลังขึ้น



งอลำตัวแอ่นหลังลง



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ผลการศึกษานำร่อง (Pilot study)

ผลการศึกษานำร่อง (Pilot study) โดยนำโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่พัฒนาขึ้นไปให้อาสาสมัคร อายุ 45-59 ปี จำนวน 4 คน (เพศชาย 2 คน และเพศหญิง 2 คน) เป็นผู้ที่มิภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน โดยแบ่งเป็น 2 ครั้งๆ ละ 2 คน (เพศชาย 1 คน และเพศหญิง 1 คน) และทำการเก็บข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจในขณะออกกำลังกาย

ครั้งที่ 1 (ศึกษานำร่องโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่ปรับปรุงแก้ไขจากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ 2 ท่านและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์) และ

ครั้งที่ 2 (ศึกษานำร่องโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่ปรับปรุงแก้ไขจากคำแนะนำของคณะกรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์จากคำแนะนำต่างๆ ที่ไปศึกษานำร่อง (Pilot study) ครั้งที่ 1 และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

ผู้วิจัยทำการบันทึกค่าอัตราการเต้นของหัวใจในขณะออกกำลังกายทุกท่าฝึกจนครบ 12 ท่าฝึก จำนวน 3 รอบ และนำค่าอัตราการเต้นของหัวใจของอาสาสมัครมาคำนวณค่าเฉลี่ยเพื่อหาความเที่ยง (Reliability)

ครั้งที่ 1 ผลที่ได้ดังนี้

ท่าฝึกออกกำลังกาย จำนวน 12 ท่าฝึก	ค่าอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย (3 รอบ) (ครั้งต่อนาที) (n=2)	
	คนที่ 1 (เพศชาย) (อายุ 45 ปี)	คนที่ 2 (เพศหญิง) (อายุ 51 ปี)
1. Double leg squat front raise (BW)	131	127
2. Alternating 1234-Silde touch shoulder abduction (BW)	136	143
3. Alternating multilunge arm lateral raise (BW)	151	157
4.1234-Walk forward/backward 4 directions (BW)	135	134
5. Alternating plank leg raise (BW) หรือ Modified V-sit (BW)	142	151
6. Alternating mummy butterfly chest (BW)	146	140
7. Alternating lateral plank (BW) หรือ Alternating cross crunch; X-up(BW)	134	153
8. Alternating 1234-grapevine square turn (BW)	138	144

ผลการศึกษานำร่อง (Pilot study) (ต่อ)

ท่าฝึกออกกำลังกาย จำนวน 12 ท่าฝึก	ค่าอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย (3 รอบ) (ครั้งต่อนาที) (n=2)	
	คนที่ 1 (เพศชาย) (อายุ 45 ปี)	คนที่ 2 (เพศหญิง) (อายุ 51 ปี)
9. Modified push up (BW)	134	147
10. Alternating walk feet to feet (BW)	132	139
11. Back extension and freestyle swim (BW)	136	143
12. Alternating 1234-V step and stand knee up arm swing (BW)	131	132
ค่าเฉลี่ยรวม	137	143

ข้อเสนอแนะต่างๆ

- ควรปรับลดจำนวนครั้งการฝึกต่อเซต เช่น ท่า Alternating multilunge arm lateral raise ปรับลดความเร็วจังหวะดนตรีให้ช้าลง และควรปรับการจัดเรียงท่าให้สามารถฝึกออกกำลังกายได้อย่างต่อเนื่องไม่ติดขัด
- คนที่ไม่เคยออกกำลังกายหรือไม่มีทักษะการเคลื่อนไหวร่างกายควรมีการฝึกซ้อมท่าการฝึกให้สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องหรือควรฝึกออกกำลังกายโดยใช้ท่าการฝึกเหมือนจริงปรับพื้นฐานก่อนเริ่มทดลอง

ผลการศึกษานำร่อง (Pilot study) (ต่อ)

ครั้งที่ 2 ผลที่ได้ดังนี้

ท่าฝึกออกกำลังกาย จำนวน 12 ท่าฝึก	ค่าอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย (3 รอบ) (ครั้งต่อนาที) (n=2)	
	คนที่ 1 (เพศชาย) (อายุ 45 ปี)	คนที่ 2 (เพศหญิง) (อายุ 45 ปี)
1.ท่าเดินหน้า-ถอยหลัง 4 ก้าวและเปลี่ยนทิศทาง 4 ทิศทางพร้อมงอแขน (1234-Walk forward/backward 4 directions arm curl) (BW)	131	116
2. ท่าก้าวขาข้าง 2 จังหวะ-งอเข่ายกส้นเท้าพร้อมยกแขนขึ้นมาด้านหน้า (Alternating two step leg curl chest press) (BW)	145	125
3. ท่าก้าวขาข้างหน้า ส้นเท้าแตะพื้นและกระโดดสลับขาพร้อมยกแขนท่าผีเสื้อ (Alternating mummy butterfly chest) (BW)	143	127
4. ท่าก้าวขาไขว้ด้านหลัง 4 จังหวะแบบซิกแซกเดินหน้า-ถอยหลังพร้อมยกแขนขึ้น (Alternating 1234-grapevine zigzag shoulder press) (BW)	153	133
5. ท่าก้าวขารูปสามเหลี่ยม 4 จังหวะสลับข้างและยืนยกเข่าพร้อมแกว่งแขน (Alternating 1234-V step and Stand knee up arm swing) (BW)	140	123
6. ท่าสควอทสองขาพร้อมยกแขนขึ้นด้านหน้า (Double leg squat arm front raise) (BW)	148	131
7. ท่ายืนยกเข่าและเตะขาขึ้นด้านหน้าอกแกว่งแขน (Alternating knee crunch and front kick arm swing) (BW)	155	136
8. ท่าลันจ์ด้านหน้าอกแขนและยืนยกเข่าแกว่งแขน (Alternating forward lunge arm curl knee up arm swing) (BW)	155	132
9. ท่านั่งยกขาเหยียดตั้งรูปตัววี (Modified v-sit) (BW)	151	126
10. ทำนอนคว่ำยกขาพร้อมแขนว่ายน้ำฟรีสไตล์สองข้างพร้อมกัน (Back extension freestyle swim) (BW)	156	125
11. ท่าไม้กระดานด้านข้าง (Modified side plank) (BW)	150	123
12. ท่าดันพื้นเข่าแตะพื้น (Modified push up) (BW)	155	124
ค่าเฉลี่ยรวม	148	127



ผลการศึกษาหาความเที่ยงโดยนำไปทดลองใช้ (Try out)

ผลการศึกษาหาความเที่ยงโดยนำโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลที่พัฒนาขึ้น (จากการแก้ไขและปรับปรุงหลังจากไปศึกษานำร่อง (Pilot study) 2 ครั้ง จากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ที่พิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) และจากคำแนะนำอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์) นำไปทดลองใช้ (Try out) กับอาสาสมัครผู้ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวานที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแต่มีคุณสมบัติคล้ายกลุ่มตัวอย่าง อายุระหว่าง 45-59 ปี จำนวน 6 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มๆ ละ จำนวน 3 คน แต่ละกลุ่มมีเพศชาย 1 คน และเพศหญิง 2 คน ทำการทดสอบ 2 ครั้ง โดยให้ระยะเวลาห่างกัน 1 สัปดาห์ และทำการเก็บข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจในขณะออกกำลังกาย

ฝึกออกกำลังกายตามโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลโดยใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัว (ฝึกออกกำลังกาย 12 ท่าฝึก จำนวน 3 รอบ) (ครั้งที่ 1) และใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัวและแรงต้านจากภายนอก ได้แก่ ขวดทรายหนัก 335 กรัมหรือ 0.335 กิโลกรัม (ฝึกออกกำลังกาย 12 ท่าฝึก จำนวน 3 รอบ) (ครั้งที่ 2) ผู้วิจัยทำการบันทึกค่าอัตราการเต้นของหัวใจในขณะออกกำลังกายทุกๆ 5 นาที จนครบ 30 นาที (รวมบันทึกค่า 6 ช่วงเวลา) และนำค่าอัตราการเต้นของหัวใจของอาสาสมัครมาวิเคราะห์ทดสอบค่าเฉลี่ยโดยสถิติที-เทสต์แบบรายคู่ (Dependent t-test) เพื่อหาความเที่ยง (Reliability) ผลที่ได้ดังนี้

เวลาในการฝึกออกกำลังกายตามโปรแกรมฯ 30 นาที (นาที)	ครั้งที่ 1 ค่าอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย (ครั้งต่อนาที) (n=6)		ครั้งที่ 2 ค่าอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย (ครั้งต่อนาที) (n=6)	
	กลุ่มที่ 1 (n=3)	กลุ่มที่ 2 (n=3)	กลุ่มที่ 1 (n=3)	กลุ่มที่ 2 (n=3)
5	110	105	109	111
10	115	114	116	117
15	123	120	121	125
20	121	121	125	130
25	120	118	131	140
30	120	116	125	134
ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 (P>0.05)	0.586		0.154	

ภาคผนวก ช

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล

- | | |
|--|---|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชรภรณ์ | คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทிரภรณ์ | นักวิชาการอิสระ |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ราตรี เรืองไทย | อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การ
กีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ |
| 4. อาจารย์เอกวิทย์ แสงผล | อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์การ
กีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬา
แห่งชาติ วิทยาเขตกรุงเทพ |
| 5. อาจารย์ ดร.ชลชัย อานามนารถ | อาจารย์ประจำวิทยาลัยวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีการกีฬา มหาวิทยาลัย
มหิดล |



สรุปคะแนนประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) ของความเหมาะสมของ
โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (จากผู้ทรงคุณวุฒิตรวจพิจารณา 5 ท่าน)

	เนื้อหา	คะแนน ประเมินจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน	การปรับปรุงแก้ไข หลังจากได้รับ ข้อเสนอแนะ
1	การกำหนดโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล มี 3 ช่วงดังนี้		
	1.1 ช่วงอบอุ่นร่างกาย (Warm up) และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching) ก่อนการฝึกออกกำลังกาย		
	1.1.1 อบอุ่นร่างกาย (Warm up)		
	รูปแบบ (Type): บริหารกาย ดังนี้	1.00	
	1. ทำวิ่งเหยาะอยู่กับที่ (Standing jogging)		
	2. ทำยืนตรงหมุนไหล่ไปด้านหน้าและไปด้านหลัง (Standing shoulder rotation forward and backward)	1.00	
	3. ทำยืนบิดลำตัวเหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะ สลับขวา-ซ้าย (Diagonal chop)	1.00	
	4. ทำก้าวชิดก้าวชิดยกแขนไขว้ด้านหน้า (Step touch arm criss cross)	1.00	
	5. ทำยืนย่อเท้าเหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะ และเหยียดแขนออกด้านข้าง (Marching swing arm up and down to side)	1.00	
	1.1.2 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching) ก่อนการฝึกออกกำลังกาย		
	รูปแบบ (Type): ทำยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบมีการเคลื่อนไหว (Dynamic stretching) ดังนี้	1.00	การปรับปรุงเปลี่ยนการยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนการออกกำลังกายจากเดิมเป็นแบบหยุดนิ่งค้างไว้เปลี่ยนเป็นแบบมีการเคลื่อนไหว ข้อ 1-10
	1. ทำเดินแกว่งแขนสลับข้าง	1.00	
	2. ทำเดินงอเข้ามือจับเข้าสลับข้าง	1.00	
3. ทำเดินงอเข้าเส้นเท้าแตะสะโพกมือจับเท้าสลับข้าง	1.00		
4. ทำเดินเหยียดเข้ามือจับเข้าสลับข้าง	1.00		
		คะแนน	การปรับปรุงแก้ไข

	เนื้อหา	ประเมินจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน	หลังจากได้รับ ข้อเสนอแนะ
	5. ท่าไขว้ขาบิดลำตัวสลับข้าง	1.00	
	6. ท่าคลานมือแตะเท้าสลับข้าง	1.00	
	7. ท่ามือเดินเท้าเดินสลับข้าง	1.00	
	8. ท่าก้าวขาทางแขนมือแตะพื้นสลับข้าง	1.00	
	9. ท่านอนหงายบิดเข่าสลับข้าง	1.00	
	10. ท่านอนคว่ำบิดเข่าสลับข้าง	1.00	
	<p><u>ความหนัก (Intensity) ช่วงอบอุ่นร่างกาย (Warm up) และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching) ก่อนการฝึกออกกำลังกาย:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - อบอุ่นร่างกาย ใช้ความหนักที่ระดับเบา จังหวะ 100 BPM (Bunyaratavej, 2015) แต่ละท่าฝึก 10 ครั้ง - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ แต่ละท่า 10 ครั้ง (จำนวน 1 เซท) 	1.00	<p>เพิ่มการกำหนดความหนักในการอบอุ่นร่างกายโดยใช้จังหวะ 100 BPM (Bunyaratavej, 2015) ความหนักระดับเบา เพื่อควบคุมความหนักและจังหวะในการเคลื่อนไหวของผู้เข้าร่วมวิจัย</p>
	<p><u>ระยะเวลา (Duration) ช่วงอบอุ่นร่างกาย (Warm up) และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching) ก่อนการฝึกออกกำลังกาย:</u> 10 นาที</p>	1.00	

	เนื้อหา	คะแนน ประเมินจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน	การปรับปรุงแก้ไข หลังจากได้รับ ข้อเสนอแนะ
	1.2 ช่วงการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล มี 4 ช่วงสัปดาห์ ดังนี้ ช่วงสัปดาห์ที่ 1-3 ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัว (Body weight; BW) และช่วงสัปดาห์ ที่ 4-6 ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัว (Body weight; BW) และขวดทราย(Sand bottle; SB) (ช่วงสัปดาห์ที่ 1-6 ใช้ท่าฝึกแบบเดียวกัน)		
	รูปแบบ (Type): ท่าฝึกออกกำลังกาย ดังนี้ 1. ท่าเดินหน้า-ลันจ์ด้านหน้าและถอยหลัง- ย่ำเท้าเปลี่ยนทิศทาง 4 ทิศทางพร้อมมอ แกน (Walk forward-forward lunge and backward-marching 4 directions arm curl) (BW/SB)	0.80	
	2. ท่าก้าวขาต้านข้าง 2 จังหวะ-งอเข่ายกสัน เท้าพร้อมยกแขนต้นมาด้านหน้า (Alternating two step leg curl chest press) (BW/SB)	1.00	
	3. ท่าก้าวขาด้านหน้า สันเท้าแตะพื้นสลับขา พร้อมกางแขนท่าผีเสื้อ (Alternating mummy butterfly chest) (BW/SB)	0.80	
	4. ท่าก้าวขาไขว้ด้านหลัง 4 จังหวะแบบซิก แซกเดินหน้า-ถอยหลังพร้อมยกแขนต้นขึ้น (Alternating 1234-grapevine zigzag shoulder press) (BW/SB)	1.00	
	5. ท่าก้าวขารูปสามเหลี่ยม 4 จังหวะและยืน ยกเข่าพร้อมแกว่งแขน (Alternating 1234- V step and stand knee up arm swing) (BW/SB)	0.80	

	เนื้อหา	คะแนน ประเมินจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน	การปรับปรุงแก้ไข หลังจากได้รับ ข้อเสนอแนะ
	<p>6. ท่าสควอทสองขาพร้อมยกแขนขึ้น ด้านหน้า (Double leg squat arm front raise) (BW/SB)</p> 	0.80	<p>ผู้ทรงคุณวุฒิบาง ท่านให้พิจารณาว่า ผู้เข้าร่วมวิจัย สามารถปฏิบัติได้ หรือไม่แต่จากข้อมูล การทดลองใช้ โปรแกรมฝึกแสดง ให้เห็นว่าปฏิบัติได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ มีการฝึกออกกำลัง กายแบบฟังก์ชันนัล ในท่าที่จะใช้ทดลอง จริงของช่วงสัปดาห์ ที่ 1-3 แต่ปรับลด ความหนัก จำนวน ครั้งและความถี่ใน การฝึกให้น้อยลง) ระยะเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อเตรียม ให้กลุ่มทดลองมี ความพร้อมก่อนเริ่ม การทดลองจริง</p>
	<p>7. ท่ายืนยกเข่าและเตะขาขึ้นด้านหน้า สอกแกว่งแขน (Alternating knee crunch and front kick arm swing) (BW/SB)</p>	1.00	<p>เลือกปฏิบัติตามท่า ที่กำหนด (ทั้งจังหวะ ยกเข่าและเตะขา ขึ้น)เนื่องจากช่วย การทรงตัวในการ ปฏิบัติและช่วยให้ ปฏิบัติท่าฝึกได้สั้น ไหลไม่ติดขัด</p>

	เนื้อหา	คะแนน ประเมินจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน	การปรับปรุงแก้ไข หลังจากได้รับ ข้อเสนอแนะ
	8. ทำลันจ์ด้านหน้าอแขนและยื่นยกเข้า แกว่งแขน (Alternating forward lunge arm curl knee up arm swing) (BW/SB)	1.00	
	9. ทำนั่งยกขาเหยียดตั้งรูปตัววี (Modified v-sit) (BW) *	0.80	เลือกปฏิบัติตามที่กำหนด เนื่องจาก เป็นท่าที่มีการ เคลื่อนไหวที่ คล้ายคลึงใช้ปฏิบัติ หน้าที่ใน ชีวิตประจำวันใน การเอนตัวลงนอน การลุกขึ้นนั่ง การยกขาหลบหลีก สิ่งกีดขวาง และการนั่งทรงตัว ได้ดี
	10. ทำนอนคว่ำยกขาและแขนสองข้าง เหยียดตั้งแล้วดึงแขนลง (Superman pull down) (BW/SB)	1.00	ปรับชื่อท่าการฝึก และปรับเปลี่ยน แขนเป็นลักษณะ เหยียดตั้งแล้วดึงลง เพื่อสอดคล้องกับ การเคลื่อนไหวใน ชีวิตประจำวันยิ่งขึ้น
	11. ทำไม้กระดานด้านข้างกดสะโพกลง (Modified elbow side plank hip dips) (BW)	1.00	เพิ่มการเคลื่อนไหว สะโพกจากยก สะโพกขึ้นค้างไว้ เปลี่ยนเป็นการยก สะโพกขึ้นสลับกด สะโพกลงเกือบถึง พื้นเพื่อสอดคล้อง กับการเคลื่อนไหว

	เนื้อหา	คะแนน ประเมินจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน	การปรับปรุงแก้ไข หลังจากได้รับ ข้อเสนอแนะ
			ในชีวิตประจำวัน ยิ่งขึ้น
	12. ทำดันพื้นเข่าแตะพื้น (Modified push up) (BW)	1.00	
	<p><u>ความหนัก (Intensity) ช่วงสัปดาห์ที่ 1-3 และช่วงสัปดาห์ที่ 4-6: ใช้ความหนักที่ระดับปานกลาง</u> ใช้การควบคุมจังหวะ 100-110 BPM (ทำที่ 1-5 จังหวะ 110 BPM ให้ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ และทำที่ 6-12 จังหวะ 100 BPM ให้ปฏิบัติแต่ละการเคลื่อนไหวนับ 4 จังหวะ) (Bunyaratavej, 2015)</p> <ul style="list-style-type: none"> - ช่วงสัปดาห์ที่ 1-3 ทำละ 10 ครั้ง - ช่วงสัปดาห์ที่ 4-6 ทำละ 10 ครั้ง - * ทำที่ 9 โดยนับ 1 ถึง 4 เป็น 1 ครั้ง 	1.00	ปรับความหนักในการออกกำลังกายโดยใช้จังหวะระดับปานกลางแทนการควบคุมความหนักจากอัตราการเต้นของหัวใจสำรอง นอกจากนี้มีการปรับจำนวนครั้งในการปฏิบัติให้เท่ากันทุกช่วงสัปดาห์ที่ฝึก โดยพิจารณาให้จำนวนครั้งเหมาะสมตามหลักการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
	<p><u>ระยะเวลา (Duration) ช่วงสัปดาห์ที่ 1-3 และช่วงสัปดาห์ที่ 4-6: แบ่งการฝึกออกกำลังกายออกเป็น 3 รอบ พักระหว่างท่าฝึก 10-15 วินาที (พักหลังฝึกท่าที่ 1-8 ทำยืนย่อเท้าและพักหลังฝึกท่าที่ 9-12 ทำนั่งชันเข่า สันขาบิดลำตัวสามารถใช้มือจับพื้นได้) พักระหว่างรอบ 60-90 วินาที (ทำนั่งชันเข่า สันขาบิดลำตัวสามารถใช้มือจับพื้นได้หรือเดินผ่อนคลายเป็นเวลา 1 นาที) รวมเวลาการฝึกออกกำลังกาย 30 นาที</u></p>	1.00	

	เนื้อหา	คะแนน ประเมินจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน	การปรับปรุงแก้ไข หลังจากได้รับ ข้อเสนอแนะ
	<p>ช่วงสัปดาห์ที่ 7-9 และช่วงสัปดาห์ที่ 10-12</p> <p>ใช้แรงต้านจากน้ำหนักตัว (Body weight; BW) และขวดทราย (Sand bottle; SB) (ช่วงสัปดาห์ที่ 7-12 ใช้ท่าฝึกแบบเดียวกัน) (ในท่าที่ 1-5 และท่าที่ 7 เป็นท่าฝึก เช่นเดียวกับสัปดาห์ที่ 1-6 และปรับเปลี่ยนท่าให้มีความยากขึ้นกว่าสัปดาห์ที่ 1-6 ในท่าที่ 6 และท่าที่ 8-12)</p>		
	<p>รูปแบบ (Type): ท่าฝึกออกกำลังกาย ดังนี้</p> <p>1. ท่าเดินหน้า-ลันจ์ด้านหน้าและถอยหลัง- ย้ำเท้าเปลี่ยนทิศทาง 4 ทิศทางพร้อมงอ แขน (Walk forward-forward lunge and backward-marching 4 directions arm curl) (SB)</p>	1.00	
	<p>2. ท่าก้าวขาต้านข้าง 2 จังหวะ-งอเข่ายกสันเท้าพร้อมยกแขนต้นมาด้านหน้า (Alternating two step leg curl chest press) (SB)</p>	1.00	
	<p>3. ท่าก้าวขาต้านหน้า สันเท้าแตะพื้นสลับขาพร้อมกางแขนท่าผีเสื้อ (Alternating mummy butterfly chest) (SB)</p>	1.00	
	<p>4. ท่าก้าวขาไขว้ด้านหลัง 4 จังหวะแบบซิกแซกเดินหน้า-ถอยหลังพร้อมยกแขนต้นขึ้น (Alternating 1234-grapevine zigzag shoulder press) (SB)</p>	1.00	
	<p>5. ท่าก้าวขารูปสามเหลี่ยม 4 จังหวะและยืนยกเข่าพร้อมแกว่งแขน (Alternating 1234-V step and stand knee up arm swing) (SB)</p>	0.80	
	<p>6. ท่าสควอทสองขาและก้าวขากว้างออกด้านข้างสควอทพร้อมยกแขนขึ้นด้านหน้า (Squat block front raise) (SB)</p>	1.00	

	เนื้อหา	คะแนน ประเมินจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน	การปรับปรุงแก้ไข หลังจากได้รับ ข้อเสนอแนะ
	7. ทำยืนยกเข่าและเตะขาขึ้นด้านหน้าอ ศอกแกว่งแขน (Alternating knee crunch and front kick arm swing) (SB)	1.00	เลือกปฏิบัติตามทำ ที่กำหนด (ทั้ง จิ้งหะยกเข่าและ เตะขาขึ้น)เนื่องจาก ช่วยการทรงตัวใน การปฏิบัติและช่วย ให้ปฏิบัติทำฝึกได้ สิ้นไหลไม่ติดขัด
	8. ทำลันจ์ด้านหน้าและยกขา 1 ข้างพร้อม กางแขน 2 ข้าง (Alternating forward lunge and leg raise reverse fly) (SB)	1.00	
	9. ทำไม้กระดานขาแตะด้านข้างสลับ (Elbow plank alternating lateral toe taps) (BW)	1.00	เพิ่มการเคลื่อนไหว ขาจากยกลำตัวขึ้น ค้างไว้เปลี่ยนเป็น การขาแตะด้านข้าง สลับขวาและซ้าย เพื่อสอดคล้องกับ การเคลื่อนไหวใน ชีวิตประจำวันยิ่งขึ้น
	10. ทำนอนคว่ำชันเข่าศอกชันพื้นพร้อม แขนดันขึ้น-วางลงสลับข้าง (Modified plank walk) (BW)	1.00	
	11. ทำนอนลูกนั่ง 2 จิ้งหะ พร้อมแขน เหยียดเตะเข่าและเอียงตัวสลับข้าง 2 จิ้งหะพร้อมแขนเหยียดเตะ ข้อเท้า (1234 Sit up and alternating side heel touch) (BW)	1.00	
	12. ทำนอนคว่ำชันเข่าพร้อมยกแขนและขา ด้านตรงข้ามและสลับข้าง (Alternating bird dog exercise) (SB)	0.80	

	เนื้อหา	คะแนน ประเมินจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน	การปรับปรุงแก้ไข หลังจากได้รับ ข้อเสนอแนะ
	<p><u>ความหนัก (Intensity) ช่วงสัปดาห์ที่ 7-9 และช่วงสัปดาห์ที่ 10-12:</u> ใช้ความหนักที่ระดับปานกลางใช้การควบคุมจังหวะ 100-110 BPM (ท่าที่ 1-5 จังหวะ 110 BPM ให้ปฏิบัติเคลื่อนไหวตามจังหวะ และท่าที่ 6-12 จังหวะ 100 BPM ให้ปฏิบัติแต่ละการเคลื่อนไหวนับ 4 จังหวะ) (Bunyaratavej, 2015)</p> <ul style="list-style-type: none"> - ช่วงสัปดาห์ที่ 7-9 ทำละ 10 ครั้ง - ช่วงสัปดาห์ที่ 10-12 ทำละ 10 ครั้ง 	0.80	
	<p><u>ระยะเวลา (Duration) ช่วงสัปดาห์ที่ 7-9 และช่วงสัปดาห์ที่ 10-12:</u> แบ่งการฝึกออกกำลังกายออกเป็น 3 รอบ พักระหว่างท่าฝึก 10-15 วินาที (พักหลังฝึกท่าที่ 1-8 ทำยืนย่อเท้าและพักหลังฝึกท่าที่ 9-12 ทำนั่งชันเข่า สันขาบิดลำตัวสามารถใช้มือจับพื้นได้) พักระหว่างรอบ 60-90 วินาที (ทำนั่งชันเข่า สันขาบิดลำตัวสามารถใช้มือจับพื้นได้หรือเดิน ผ่อนคลายเคลื่อนไหวร่างกายช้าๆ) รวมเวลาการฝึกออกกำลังกาย 30 นาที</p>	1.00	<p>ปรับลดจำนวนรอบในการฝึกจาก 4 รอบลดปริมาณ (Volume) เป็น 3 รอบ เพราะโปรแกรมการฝึกมีการเพิ่มความหนัก (Intensity) ของขดทรวงอกและมีการเพิ่มความยากของท่าในการฝึกบางท่านอกจากนี้ผู้ทรงคุณวุฒิให้ความเห็นว่าควรเพิ่มความแข็งแรงที่ความหนัก (Intensity) ไม่ใช่ที่ปริมาณการฝึก (Volume)</p>

	เนื้อหา	คะแนน ประเมินจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน	การปรับปรุงแก้ไข หลังจากได้รับ ข้อเสนอแนะ
	1.3 ช่วงคลายอุ่นร่างกาย (Cool down) และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching) หลังการฝึกออกกำลังกาย		
	1.3.1 คลายอุ่นร่างกาย (Cool down)		
	รูปแบบ (Type): - บริหารกาย ดังนี้ 1. ทำยืนย่ำเท้ายกเข่าสูงสลับขวา-ซ้าย (Marching knee up)	1.00	
	2. ทำเหยียดขาไปด้านหลังส้นเท้าแตะพื้น สลับขวาซ้าย (Hell touch)	1.00	
	3. ทำยืนย่ำเท้าสลับขวา-ซ้าย (Marching)	1.00	
	4. ทำยืนบิดลำตัวเหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะ สลับขวา-ซ้าย (Diagonal chop)	1.00	
	5. ทำยืนอยู่กับที่เหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะ และเหยียดแขนออกด้านข้าง (Standing swing arm up and down to side)	1.00	
	1.3.2 ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching) หลังการฝึกออกกำลังกาย		
	รูปแบบ (Type): ทำยืดเหยียดกล้ามเนื้อ แบบหยุดนิ่ง ค้างไว้ (Static stretching) ดังนี้	1.00	จากเดิมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ หลังการฝึกออกกำลังกายใช้รูปแบบ
	1. ก้มและเอียงศีรษะ		การยืดเหยียด
	2. ยกแขนพาดผ่านด้านหน้าเหยียดแขน ยกขึ้นด้านหน้าลำตัว	1.00	กล้ามเนื้อแบบหยุด
	3. มือประสานเหยียดแขนยกขึ้นด้านหลัง ลำตัว	1.00	นั่งค้างไว้เหมือนกับ ก่อนการฝึกออก
	4. ยืนแยกขาเหยียดแขนหนึ่งข้างเหนือศีรษะ เอียงตัวลงด้านตรงข้ามและยืดแขนมา ด้านข้าง	1.00	กำลังกายจึงไม่ได้มี การประเมินให้
	5. ขาชิดเหยียดตั้งและแยกขากว้างเข่าตั้งก้ม ตัวเอียงตัวซ้ายขวา	1.00	คะแนนครั้งที่ 1
	6. ยืนตรงยกขาหนึ่งข้างงอเข่ายกหัวลำตัว	0.80	ดังนั้นจึงประเมิน ใหม่ในครั้งที่ 2

	เนื้อหา	คะแนน ประเมินจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน	การปรับปรุงแก้ไข หลังจากได้รับ ข้อเสนอแนะ
	7. ยืนตรงงอเข่าหนึ่งข้างยกปลายเท้าขึ้นตั้ง หาสะโพก	1.00	
	8. ยืนตรงก้าวขาข้างหนึ่งงอเข่าย่อตัวลง เหยียดเข่าด้านหลังยกแขนเหนือศีรษะ	1.00	
	9. ยืนตรงก้าวเท้าด้านหน้าหนึ่งข้างวางส้น เท้าลงยกปลายเท้าขึ้นก้มศีรษะลงมือจับ ปลายเท้า	1.00	
	10. คลานเข่างอลำตัวโก่งหลังขึ้นแอ่นหลัง ลง	1.00	
	<u>ความหนัก (Intensity) ช่วงคลายอุ่นร่างกาย (Cool down) และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching) หลังการฝึกออกกำลังกาย:</u> - คลายอุ่นร่างกาย ใช้ความหนักที่ระดับเบา จังหวะ 100 BPM (Bunyaratavej, 2015) แต่ละท่าฝึก 10 ครั้ง - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ แต่ละท่านับ 1 ถึง 15 (จำนวน 1 เซท)	1.00	
	<u>ระยะเวลา (Duration) ช่วงคลายอุ่นร่างกาย (Cool down) และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching) หลังการฝึกออกกำลังกาย: 10 นาที</u>	1.00	
2	ระยะเวลาในการฝึกออกกำลังกายด้วย โปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบ ฟังก์ชันนี้ล จำนวน 5 ครั้งต่อสัปดาห์ (ช่วง สัปดาห์ที่ 1-12 ฝึกร่วมกัน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ และฝึกที่บ้าน 2 ครั้งต่อสัปดาห์	1.00	

	เนื้อหา	คะแนน ประเมินจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน	การปรับปรุงแก้ไข หลังจากได้รับ ข้อเสนอแนะ
3	อุปกรณ์เพิ่มแรงต้านทานที่นอกเหนือจากน้ำหนักตัว (Body weight; BW) ได้แก่ ขวดทราย (Sand bottle; SB) น้ำหนัก 335 กรัม (0.335 กก.) ใช้ฝึกออกกำลังกายสัปดาห์ที่ 4-6 น้ำหนัก 500 กรัม (0.50 กก.) ใช้ฝึกออกกำลังกายสัปดาห์ที่ 7-9 และ 750 กรัม (0.75 กก.) ใช้ฝึกออกกำลังกายสัปดาห์ที่ 10-12 (Kraemer, Ratamess and French, 2002; Kraemer and Ratamess, 2004; De Vreede, Paul, et al., 2004 and Roh and Lee, 2012)	1.00	
4	ภาพรวมของการกำหนดโปรแกรมการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันล้มมีความเหมาะสมกับผู้ใหญ่ที่มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน	1.00	
5	วิธีการทดสอบตัวแปรสุขภาพสมรรถนะ (ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ หลังการทดลอง 12 สัปดาห์		
	1. การทดสอบองค์ประกอบร่างกาย ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percent body fat) ปริมาณไขมันในช่องท้อง (Visceral fat area) และมวลกล้ามเนื้อ (Soft lean mass) โดยเครื่อง วิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย (Bioelectrical impedance analysis) (ACSM, 2018)	1.00	
	2. การทดสอบความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อหลังและขา การทดสอบทำนั่งงอตัว (Sit and reach test) (ACSM, 2018)	1.00	

	เนื้อหา	คะแนน ประเมินจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน	การปรับปรุงแก้ไข หลังจากได้รับ ข้อเสนอแนะ
	* 3. การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ขาและหลังการทดสอบแรงเหยียดขาและ แรงเหยียดหลัง (Leg and back strength test) (กกท., 2545 และ ACSM, 2018)	1.00	ปรับเพิ่มวิธีการ ทดสอบความ แข็งแรงของ กล้ามเนื้อขาและ หลัง
	4. การทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อ แขน การทดสอบทำดันพื้น (Push up test) (ACSM, 2018)	1.00	
	5. การทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อขา การทดสอบทำยืนนั่งบนเก้าอี้ 60 วินาที 60 Second chair stand test) (กรมพลศึกษา, 2559)	1.00	
	6. การทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อ หน้าท้อง การทดสอบทำนอนงอตัว (Curl up test) (ACSM, 2018)	1.00	
	7. การทดสอบความอดทนของระบบ ไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ โดยการ ทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจน สูงสุดวิธีการปั่นจักรยานวัดงานของ ออสตรานด์ (Astrand maximal cycle ergometer test) (ACSM, 2018)	0.80	
	คะแนนเฉลี่ยรวม	0.97	



การเตรียมตัวก่อนการทดสอบสารชีวเคมีในเลือด การทดสอบสุขสมรรถนะและวิธีดำเนินการทดสอบสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะ

1. การเตรียมตัวก่อนการทดสอบสารชีวเคมีในเลือดและการทดสอบน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง ในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) ตามวิธีการของสมาคมโรคเบาหวานแห่งประเทศไทย (2557) และรัชดา เครสซี่ (2558) คำแนะนำวิธีการตรวจรายละเอียดดังนี้

1.1 การเตรียมตัวก่อนการทดสอบ

1.1.1 ทำกิจกรรมประจำวันและกินอาหารตามปกติ ไม่กินอาหารน้อยหรือมากกว่าปกติ (เนื่องจากอาจทำให้ผลการทดสอบผิดปกติได้)

1.1.2 ให้อดอาหารข้ามคืนตั้งแต่เวลา 19.30 น. (เป็นระยะเวลาอย่างน้อย 12 ชั่วโมง ระหว่างนี้สามารถจิบน้ำเปล่าได้)

1.1.3 ขณะทดสอบควรนั่งอยู่กับที่และห้ามสูบบุหรี่

1.1.4 เริ่มทำการทดสอบในช่วงระหว่าง 7.30 – 9.30 น.

1.2 เริ่มการทดสอบ

1.2.1 การทดสอบน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง ในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) โดยเก็บตัวอย่างเลือดทุกๆ 30 นาที แบ่งเป็น 5 ช่วงเวลา ได้แก่ 0 นาที (ก่อนดื่มน้ำตาล กลูโคส) 30 60 90 และ 120 นาที

1.2.2 เริ่มเจาะเลือดผู้เข้าร่วมการคัดกรอง เก็บไว้เป็นค่าเริ่มต้น เพื่อวัดค่าน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (FPG) หรือ 0 นาที (ก่อนดื่มน้ำตาลกลูโคส)

1.2.3 ให้ดื่มน้ำตาลกลูโคส 75 กรัม ละลายในน้ำ 300 มิลลิลิตร ดื่มให้หมดภายในเวลา 5 นาที

1.2.4 หลังจากดื่มน้ำตาลกลูโคส เก็บตัวอย่างเลือด ทุกๆ 30 นาที จนครบ 2 ชั่วโมง (ในการวิจัยครั้งนี้วัดผลการทดลอง 3 ครั้ง คือ ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ ผู้ที่มีค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง ในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) อยู่ในช่วง 140–199 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร (7.8–11.0 มิลลิโมลต่อลิตร) ถือว่าเป็นผู้มีภาวะก่อนเป็นโรคเบาหวาน

1.2.5 เก็บตัวอย่างเลือดในหลอดซึ่งมีโซเดียมฟลูออไรด์เป็นสารกันเลือดเป็นลิ่ม ในปริมาณ 6 มิลลิกรัมต่อเลือด 1 มิลลิลิตร ปั่นและแยกเก็บพลาสมาเพื่อทำการวัดระดับพลาสมา กลูโคสต่อไป ในกรณีที่ไม่สามารถทำการวัดระดับพลาสมาได้ทันทีจะเก็บพลาสมาแช่แข็งไว้

2. การเตรียมตัวก่อนการทดสอบสุขสมรรถนะ ข้อมูลทั่วไป และข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา

2.1 แต่งกายชุดออกกำลังกาย ใส่ถุงเท้าและรองเท้าพร้อมทดสอบสุขสมรรถนะ

2.2 หากมีการรับประทานอาหารเช้าให้พียงอย่างน้อย 3 ชั่วโมงก่อนการทดสอบสุขสมรรถนะ

3. วิธีดำเนินการทดสอบสารชีวเคมีในเลือดและสุขสมรรถนะ

3.1 ดำเนินการเจาะเลือดกลุ่มตัวอย่างที่มีการอดอาหารข้ามคืนเพื่อหาค่าน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (Fasting plasma glucose; FPG) น้ำตาลเฉลี่ยสะสม (Glycosylate hemoglobin; HbA1c) และน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง (2-hour plasma glucose) ในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (Oral glucose tolerance test; OGTT) ในการเจาะเลือดเพื่อหาค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมง (2-hour plasma glucose) ในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (Oral glucose tolerance test; OGTT) แบ่งเป็น 5 ช่วงเวลา ได้แก่ 0 นาที (ก่อนดื่มน้ำตาลกลูโคส) คือ ค่าเดียวกันกับน้ำตาลในเลือดหลังอดอาหาร (Fasting plasma glucose; FPG) จากนั้นให้ดื่มน้ำตาลกลูโคส 75 กรัม ละลายในน้ำ 300 มิลลิลิตร แล้วทำการวัดค่าช่วงเวลา 30 นาที 60 นาที 90 นาที 120 นาที ใช้เวลาในการวัด OGTT 120 นาที ปริมาณเลือดที่วัดค่า OGTT 12 มิลลิลิตร (ประมาณ 2.5 ซ่อนซา) และทำการทดสอบก่อนการทดลอง โดยวัดค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย ใช้เวลาในการวัด 2 วัน วันแรกเริ่มการวัดช่วงเช้าเวลา 7.30-9.30 น. วัดข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา และวัดค่าสารชีวเคมีในเลือด ใช้เวลาในการวัดแต่ละบุคคล 130 นาที ปริมาณเลือดวัดค่าสารชีวเคมีอื่นๆ ปริมาณ 12 มิลลิลิตร (ประมาณ 2.5 ซ่อนซา) รวมปริมาณเลือดที่เจาะ 24 มิลลิลิตร (ประมาณ 5 ซ่อนซา) และวันที่สองเริ่มการทดสอบช่วงบ่ายเวลา 15.00-17.00 น. ทดสอบตัวแปรสุขสมรรถนะ ใช้เวลาในการทดสอบแต่ละบุคคล 30 นาที ใช้เวลารวม 2 วัน 160 นาที (2 ชั่วโมง 40 นาที)



แบบบันทึกการทดสอบสุขภาพสมรรถนะ ข้อมูลทั่วไป และข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา รหัส.....

เพศ.....อายุ.....ปี เบอร์โทร.....คณะ/หน่วยงาน.....

<p>①วันที่...../...../.....</p> <p>ข้อมูลทั่วไป น้ำหนัก.....กก. ส่วนสูง.....ซม.</p> <p>ข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา HR.....ครั้ง/นาที BP.....มม.ปรอท</p> <p>BMI.....kg/m² รอบเอว.....นิ้ว.....ซม.</p> <p>รอบสะโพก.....นิ้ว.....ซม.WHR(นิ้ว)..... WHR(ซม.).....</p> <p>ข้อมูลตัวแปรสุขภาพสมรรถนะ %Fat..... Lean body mass.....</p> <p>Soft lean mass..... Visceral fat area.....</p> <p>ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเอวและหลัง</p> <p>แรงเหยียดขา (Leg strength).....กก.....กก./นน.</p> <p>แรงเหยียดหลัง (Back strength).....กก.....กก./นน.</p> <p>ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ</p> <p>ดันพื้น (Push up)ครั้ง / ลูกนั่ง (Curl up)ครั้ง</p> <p>ยืนนั่งบนเก้าอี้ 60 sec.ครั้ง</p> <p>ความอ่อนตัว: Sit and reach.....ซม.</p> <p>ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ</p> <p>บันทึกการงานวัดงานของ Astrand maximal cycle ergometer test</p> <p>Load...../...../...../...../...../...../.....kgm/min</p> <p>H.R...../...../...../...../...../...../.....ครั้ง/นาที</p> <p>VO₂max.....มล./กก./นาที</p>	<p>②วันที่...../...../.....</p> <p>ข้อมูลทั่วไป น้ำหนัก.....กก. ส่วนสูง.....ซม.</p> <p>ข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา HR.....ครั้ง/นาที BP.....มม.ปรอท</p> <p>BMI.....kg/m² รอบเอว.....นิ้ว.....ซม.</p> <p>รอบสะโพก.....นิ้ว.....ซม.WHR(นิ้ว)..... WHR(ซม.).....</p> <p>ข้อมูลตัวแปรสุขภาพสมรรถนะ %Fat..... Lean body mass.....</p> <p>Soft lean mass..... Visceral fat area.....</p> <p>ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเอวและหลัง</p> <p>แรงเหยียดขา (Leg strength).....กก.....กก./นน.</p> <p>แรงเหยียดหลัง (Back strength).....กก.....กก./นน.</p> <p>ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ</p> <p>ดันพื้น (Push up)ครั้ง / ลูกนั่ง (Curl up)ครั้ง</p> <p>ยืนนั่งบนเก้าอี้ 60 sec.ครั้ง</p> <p>ความอ่อนตัว: Sit and reach.....ซม.</p> <p>ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ</p> <p>บันทึกการงานวัดงานของ Astrand maximal cycle ergometer test</p> <p>Load...../...../...../...../...../...../.....kgm/min</p> <p>H.R...../...../...../...../...../...../.....ครั้ง/นาที</p> <p>VO₂max.....มล./กก./นาที</p>
<p>③วันที่...../...../.....</p> <p>ข้อมูลทั่วไป น้ำหนัก.....กก. ส่วนสูง.....ซม.</p> <p>ข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยา HR.....ครั้ง/นาที BP.....มม.ปรอท</p> <p>BMI.....kg/m² รอบเอว.....นิ้ว.....ซม.</p> <p>รอบสะโพก.....นิ้ว.....ซม.WHR(นิ้ว)..... WHR(ซม.).....</p> <p>ข้อมูลตัวแปรสุขภาพสมรรถนะ %Fat..... Lean body mass.....</p> <p>Soft lean mass..... Visceral fat area.....</p> <p>ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเอวและหลัง</p> <p>แรงเหยียดขา (Leg strength).....กก.....กก./นน.</p> <p>แรงเหยียดหลัง (Back strength).....กก.....กก./นน.</p> <p>ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ</p> <p>ดันพื้น (Push up)ครั้ง / ลูกนั่ง (Curl up)ครั้ง</p> <p>ยืนนั่งบนเก้าอี้ 60 sec.ครั้ง</p> <p>ความอ่อนตัว: Sit and reach.....ซม.</p> <p>ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ</p> <p>บันทึกการงานวัดงานของ Astrand maximal cycle ergometer test</p> <p>Load...../...../...../...../...../...../.....kgm/min</p> <p>H.R...../...../...../...../...../...../.....ครั้ง/นาที</p> <p>VO₂max.....มล./กก./นาที</p>	

วิธีการทดสอบสุขภาพสมรรถนะ

1. การทดสอบองค์ประกอบร่างกาย ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percent body fat) ปริมาณไขมันในช่องท้อง (Visceral fat area) และมวลกล้ามเนื้อ (Soft lean mass) โดยเครื่องวิเคราะห์ความต้านทานของกระแสไฟฟ้า (Bioelectrical impedance analysis; BIA) (ACSM, 2018)

เครื่องมือ 1. เครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย (Bioelectrical impedance analysis) ยี่ห้อเจวอน (Jawon) รุ่น ไอโอไอ 353 (IOI 353)

วิธีการปฏิบัติ

1. ผู้เข้ารับการทดสอบไม่สวมโลหะ เช่น นาฬิกา ต่างหู สร้อย เป็นต้น
2. ถอดถุงเท้าและรองเท้า ก่อนขึ้นเครื่องวัดองค์ประกอบร่างกาย
3. ยืนตัวตรง นิ่ง หน้ามองตรงไปข้างหน้า มือทั้ง 2 ข้างจับที่จับของเครื่อง แขนเหยียดตั้งชี้ไป ด้านหน้าทำมุมประมาณ 30 องศาและใช้นิ้วชี้ทั้ง 2 ข้างกดปุ่มใต้ที่จับค้างไว้ 10 วินาทีจนกว่าเครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบร่างกายเสร็จสิ้น



ภาพที่ 2 การทดสอบองค์ประกอบร่างกาย

2. การทดสอบรอบเอว รอบสะโพก และสัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก (Waist to hip ratio) (กท., 2546)

เครื่องมือ 1. เทปวัดระยะทางยาวประมาณ 150 เซนติเมตรหรือ 60 เซนติเมตร หรือสายวัด
วิธีการปฏิบัติ

1. วัดส่วนเว้าที่สุดของเอว (มักอยู่เหนือสะดือเล็กน้อย) แต่ถ้าไม่มีส่วนเว้า ให้วัดรอบตามแนวสะดือ

2. วัดรอบบริเวณกึ่งกลางสะโพกหรือแนวของหัวกระดูกต้นขา

สูตรคำนวณ
$$\text{WHR} = \frac{\text{รอบเอว (ซม.) หรือ (นิ้ว)}}{\text{รอบสะโพก (ซม.) หรือ (นิ้ว)}}$$



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 3 การทดสอบรอบเอว รอบสะโพก และสัดส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก

3. การทดสอบความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อหลังและขา การทดสอบทำนั่งงอตัว (Sit and reach test) (ACSM, 2018)

เครื่องมือ 1. เครื่องวัดความอ่อนตัว (Sit & reach)

วิธีการปฏิบัติ

1. ให้ผู้รับการทดสอบยืดเหยียดกล้ามเนื้อแขน ขา และหลัง
2. ผู้ทำการทดสอบนั่งตัวตรง เหยียดขาตรงไปข้างหน้า เข่าตั้ง ให้ฝ่าเท้าทั้งสองข้างตั้งขึ้นวางราบชิด เครื่องวัดความอ่อนตัว ห่างกันเท่ากับความกว้างของช่วงสะโพกของผู้รับการทดสอบ
3. ยกแขนทั้ง 2 ข้างขึ้นในท่าเหยียดข้อศอกและคว่ำมือให้ฝ่ามือทั้งสองข้างวางคว่ำซ้อนทับพอดี แล้วยื่นแขนตรงไปข้างหน้า แล้วให้ผู้รับการทดสอบค่อยๆ ก้มลำตัวไปข้างหน้าพร้อมกับเหยียดแขนที่มีมือคว่ำซ้อนทับกันไปวางไว้บนกล่องวัดความอ่อนตัวให้ได้ไกลจนที่สุด ไม่สามารถก้มลำตัวลงไปได้อีก ให้ก้มตัวค้างไว้ 3 วินาที แล้วกลับมาสู่ท่านั่งตัวตรง ทำการทดสอบจำนวน 2 ครั้ง ติดต่อกัน

ระเบียบการทดสอบ

ในการทดสอบจะต้องถอดรองเท้า ทั้งนี้การทดสอบจะไม่สมบูรณ์และจะต้องทำการทดสอบใหม่ ในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ต่อไปนี้

1. มีการงอเข่าในขณะที่ก้มลำตัวเพื่อยื่นแขนไปข้างหน้าให้ได้ไกลที่สุด
2. มีการโยกตัวช่วยขณะที่ก้มลำตัวลง

การบันทึกคะแนน

บันทึกระยะทางที่ทำได้เป็นเซนติเมตร โดยบันทึกค่าที่ดีที่สุดจากการทดสอบ 2 ครั้ง



ภาพที่ 4 การทดสอบนั่งงอตัว

4. การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและหลัง การทดสอบแรงเหยียดขาและแรงเหยียดหลัง (Leg and back strength test) (กกท., 2545 และ ACSM, 2018)

เครื่องมือ 1. เครื่องวัดแรงเหยียดขาและแรงเหยียดหลัง (Back and leg dynamometer)
ยี่ห้อ TKK รุ่น Digital

4.1 การทดสอบแรงเหยียดขา (Leg strength test)

วิธีการปฏิบัติ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบยืนบนที่วางเท้าของเครื่องมือ
2. ย่อเข่าลงและแยกเข่าออกเล็กน้อย หลังและแขนตรง เข่างอประมาณ 130 – 140 องศา*
3. จับที่ดิ่งในท่ามือคว่ำเหนือระหว่างเข่าทั้งสอง จัดสายให้พอเหมาะ
4. ออกแรงเหยียดขาให้เต็มที่
5. ทำ 2 ครั้ง ใช้ค่าที่มาก

การบันทึก

บันทึกผลการวัดเป็นกิโลกรัม นำผลที่ได้มาหารด้วยน้ำหนักตัว



ภาพที่ 5 การทดสอบแรงเหยียดขา

4.2 แรงเหยียดหลัง (Back strength test)

วิธีการปฏิบัติ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบยืนบนที่วางเท้าของเครื่องมือ
2. ศีรษะตรง หลังและแขนตรง
3. จับที่ดิ่งในท่ามือคว่ำเหนือระหว่างเข่าทั้งสอง จัดสายให้พอเหมาะ
4. ก้มศีรษะลงเล็กน้อย เข่าต้องตึงตลอดเวลา
5. ออกแรงดึงให้เต็มที่ โดยเหยียดหลังขึ้น พร้อมออกแรงดึง
6. ทำ 2 ครั้ง ใช้ค่าที่มาก

การบันทึก

บันทึกผลการวัดเป็นกิโลกรัม นำผลที่ได้มาหารด้วยน้ำหนักตัว



ภาพที่ 6 การทดสอบแรงเหยียดหลัง

5. การทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อแขน การทดสอบท่าดันพื้น (Push up test) (ACSM, 2018)

เครื่องมือ 1. เบาะรอง (ลักษณะแบบเบาะโยคะ)

วิธีการปฏิบัติ

ชาย: นอนคว่ำเหยียดขา ปลายเท้าชิดกันแตะพื้น เหยียดแขนตรงฝ่ามือคว่ำแตะพื้น ปลายนิ้วชี้ไปข้างหน้า

หญิง: นอนคว่ำเหยียดขา เข่าแตะพื้น เหยียดแขนตรง ฝ่ามือคว่ำแตะ พื้นปลายนิ้วชี้ไปข้างหน้า

1. ผ่อนแรงแขนลดลำตัวให้ต่ำลงหน้าอกเกือบชิดพื้น หรือให้ศอกเป็นมุมฉาก (อย่าให้ท้องแตะพื้น) แล้วยกตัวขึ้นใหม่ เหมือนท่าเริ่ม

2. ทำต่อเนื่องอย่างถูกต้องและรวดเร็วมากที่สุด โดยไม่มีการพัก

ระเบียบการทดสอบ

ผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องปฏิบัติให้ได้จำนวนครั้งมากที่สุด การทดสอบจะหยุดลงเมื่อไม่สามารถปฏิบัติได้ตามเทคนิคที่ถูกต้อง

การบันทึกคะแนน

บันทึกจำนวนครั้งที่ผู้เข้ารับการทดสอบบอศอกเป็นมุมฉากและยกตัวขึ้น โดยให้ผู้รับการทดสอบปฏิบัติเพียงครั้งเดียว



ภาพที่ 7 การทดสอบดันพื้น

6. การทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อหน้าท้อง การทดสอบท่านอนงอตัว (Curl up test) (ACSM, 2018)

เครื่องมือ 1. เบาะรอง (ลักษณะแบบเบาะโยคะ)

2. เครื่องตั้งจังหวะ (Metronome) ตั้งจังหวะ 40 ครั้งต่อนาที (จังหวะนอนงอตัว 20 ครั้งต่อนาที)

วิธีการปฏิบัติ

1. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบนอนหงายบนเบาะพร้อมตั้งเข่างอ 90 องศา และเท้าวางบนพื้น แขนยืดออกไปด้านข้างโดยใช้นิ้วมือแตะขึ้นส่วนของเทปกาว เทปกาวชั้นที่สองวางอยู่เหนือชั้นแรก ห่างกัน 12 เซนติเมตร สำหรับผู้ที่มีอายุน้อยกว่า 45 ปี และห่างกัน 8 เซนติเมตร สำหรับผู้ที่มีอายุ 45 ปีขึ้นไป

2. เครื่องตั้งจังหวะตั้งไว้ที่ 40 ครั้งต่อนาที เมื่อได้ยินเสียงตอกครั้งแรกให้ยกหัวไหล่ หลัง ลำตัวขึ้น เลื่อนปลายนิ้วถึงเทปชั้นที่สอง (ลักษณะงอตัว) เสียงบีบถัดไปให้วางตัว ไหล่ ลงพื้น ปฏิบัติซ้ำตามจังหวะที่กำหนด (20 ครั้งต่อนาที)

3. ปฏิบัติให้ได้จำนวนครั้งมากที่สุดเท่าที่ทำได้



ภาพที่ 8 การทดสอบนอนงอตัว

7. การทดสอบความอดทนของกล้ามเนื้อขา การทดสอบทำยืนนั่งบนเก้าอี้ 60 วินาที (60 Second chair stand test) (กรมพลศึกษา, 2559)

- เครื่องมือ
1. นาฬิกาจับเวลา (Stopwatch) ยี่ห้อ Casio รุ่น HS-W30
 2. เก้าอี้ที่มีพนักพิง สูง 17 นิ้ว (43.18 เซนติเมตร)

วิธีการปฏิบัติ

1. จัดเก้าอี้สำหรับการทดสอบยืน-นั่ง ให้ติดผนังที่เรียบและมีความทนทาน เพื่อป้องกันการเลื่อนไหลของเก้าอี้
2. ให้ผู้รับการทดสอบนั่งบริเวณตรงกลางของเก้าอี้ (ไม่ชิดพนักพิง เพื่อให้สะดวกต่อการลุกขึ้นยืน) เท้าวางสัมผัสพื้นห่างกันประมาณช่วงไหล่ของผู้รับการทดสอบ เข่าทั้งสองข้างวางห่างกันเล็กน้อยและให้ชี้ตรงไปข้างหน้าขนานกับแนวลำตัว หลังตรง แขนไขว้ประสานบริเวณอก มือทั้งสองข้างแตะไหล่ไว้
3. เมื่อได้ยินสัญญาณ“เริ่ม” ให้ผู้รับการทดสอบลุกขึ้นจากเก้าอี้ ยืนตรง ขาเหยียด ตึงแล้วกลับลงนั่งในท่าเริ่มต้น นับ 1 ครั้ง ปฏิบัติต่อเนื่องกันจนครบ 60 วินาที โดยปฏิบัติให้ได้จำนวนครั้งมากที่สุด

ระเบียบการทดสอบ

ผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องปฏิบัติให้ได้จำนวนครั้งมากที่สุด ในระหว่างการทดสอบ การย่อตัวนั่งลงนั้น ปฏิบัติเพียงให้ต้นขาด้านหลังสัมผัสเก้าอี้ ไม่ลงน้ำหนักเต็มที่ แล้วรีบเหยียดขาขึ้น ในการทดสอบจะไม่นับจำนวนครั้งในกรณีต่อไปนี้

1. ในขณะที่ยืน ขาและลำตัวไม่เหยียดตรง
2. ในขณะที่นั่ง สะโพกและต้นขาไม่สัมผัสเก้าอี้

การบันทึกคะแนน

บันทึกจำนวนครั้งที่ผู้เข้ารับการทดสอบลุกขึ้นยืนตรงและนั่งลงอย่างถูกต้อง ภายในเวลา 60 วินาที โดยให้ผู้รับการทดสอบปฏิบัติเพียงครั้งเดียว



ภาพที่ 9 การทดสอบยืนนั่งบนเก้าอี้ 60 วินาที

8. การทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดวิธีการปั่นจักรยานวัดงานของออสตรานด์ (Astrand maximal cycle ergometer test) (ACSM, 2018)

- เครื่องมือ
1. จักรยานวัดงาน (bicycle ergometer)
 2. เครื่องตั้งจังหวะหรือใช้ระดับความเร็วรอบต่อนาทีจากจักรยาน
 3. เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor)

วิธีการปฏิบัติ ใช้วิธีการของออสตรานด์ (Astrand maximal cycle ergometer test)

1. ปรับระดับความสูงของอานจักรยานวัดงานให้พอเหมาะกับผู้เข้ารับการทดสอบ
2. กำหนดความเร็วในการปั่นที่ระดับ 50 รอบต่อนาที รักษาความเร็วให้คงที่
3. ให้ผู้เข้ารับการทดสอบปั่นจักรยานวัดงานที่ความหนักเริ่มต้นเป็นเวลา 2 นาที

โดยใช้ความหนักดังนี้

- เพศหญิง ให้ใช้ความหนักที่ระดับ 300 กิโลกรัม.เมตรต่อนาที หรือ 50 วัตต์
 - เพศชาย ให้ใช้ความหนักที่ระดับ 600 กิโลกรัม.เมตรต่อนาที หรือ 100 วัตต์
4. จากนั้นให้เพิ่มความหนักทุกๆ 3 นาที โดยเพศหญิงจะเพิ่มขึ้นละ 150 กิโลกรัม.

เมตรต่อนาที หรือ 25 วัตต์ ส่วนเพศชายเพิ่มขึ้นขั้นละ 300 กิโลกรัม.เมตรต่อนาที หรือ 50 วัตต์ จนผู้เข้ารับการทดสอบไม่สามารถปฏิบัติต่อไปได้หรือไม่สามารถที่จะควบคุมความเร็วรอบในการปั่นให้คงที่ได้

การบันทึกผล (ACSM, 2018)

1. บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) และความหนัก (Workload) ทุกๆ 3 นาที จนผู้เข้ารับการทดสอบไม่สามารถปฏิบัติต่อไปได้หรือไม่สามารถที่จะควบคุมความเร็วรอบในการปั่นให้คงที่ได้

2. นำค่ากำลังงานที่ทำได้สูงสุดก่อนหยุดการทดสอบ ไปคำนวณหาความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดจากสมการของ ACSM

สมการของ ACSM ดังนี้

$$\textcircled{1} \text{VO}_{21} (\text{Submaximal workload}) = [(1.8 \times \text{Work rate}) / \text{Body weight in kilogram}] + 7$$

$$\textcircled{2} \text{VO}_{2\text{Max}} (\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{Min}^{-1}) = \text{VO}_{21} [(220 - \text{Age} - 73 - (G \times 10)) / (\text{HR} - 73 - (G \times 10))]$$

โดย Body weight in kilogram คือ น้ำหนักตัว มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

Work rate คือ ความหนักจากการทดสอบขั้นตอนเดียว (Single-stage)

G คือ สำหรับหญิงมีค่าเป็น 0 และชายมีค่าเป็น 1

HR คือ อัตราการเต้นของหัวใจสถานะคงที่นาทีสุดท้าย

VO₂1 คือ ความสามารถในการใช้ออกซิเจนที่ต่ำกว่าระดับสูงสุด มีหน่วยเป็น มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที

VO₂Max คือ ความสามารถในการใช้ออกซิเจน มีหน่วยเป็น มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมต่อนาที

ตัวอย่างเช่น: เพศหญิง มีอายุ 33 ปี น้ำหนักตัว 63 กิโลกรัม ความหนักจากการทดสอบ ขั้นตอนเดียว (Single-stage) 600 กิโลกรัม.เมตรต่อนาที อัตราการเต้นของหัวใจสภาวะคงที่นาทีสุดท้าย (HR) 134 ครั้งต่อนาที ถอดสมการได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \textcircled{1} \text{ VO}_21 \text{ (mL.kg}^{-1} \cdot \text{Min}^{-1}) &= [(1.8 \times \text{Work rate})/\text{Body weight in kilogram}] + 7 \\ &= [(1.8 \times 600)/63] + 7 = 24.1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \textcircled{2} \text{ VO}_2\text{Max (mL.kg}^{-1} \cdot \text{Min}^{-1}) &= \text{VO}_21 [(220 - \text{Age} - 73 - (G \times 10))/(\text{HR} - 73 - (G \times 10))] \\ &= 24.1 [(220 - 33 - 73 - (0 \times 10))/(134 - 73 - (0 \times 10))] \\ &= 45.0 \text{ (mL.kg}^{-1} \cdot \text{Min}^{-1}) \end{aligned}$$



ภาพที่ 10 การทดสอบปั่นจักรยานวัดงาน

น้ำหนักถ่วงจักรยาน (กำหนดความเร็วในการปั่นที่ระดับ 50 รอบต่อนาที รักษาความเร็วให้คงที่)

น้ำหนักถ่วงจักรยานความหนักที่ระดับ (หน่วย)			
กิโลกรัม (kg.)	กิโลกรัม.เมตรต่อนาที (kg.m.min ⁻¹)	กิโลปอนด์ (kp.)	วัตต์ (watts)
0.5	150	0.5	25
1.0	300	1.0	50
1.5	450	1.5	75
2.0	600	2.0	100
2.5	750	2.5	125
3.0	900	3.0	150
3.5	1050	3.5	175
4.0	1200	4.0	200
4.5	1350	4.5	225
5.0	1500	5.0	250



อุปกรณ์ที่ผู้เข้าร่วมวิจัยใช้ในการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลด้วยตนเองที่บ้านและฝึกออกกำลังกายร่วมกัน

- ได้แก่
1. เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (เชื่อมต่อระบบบลูทูธกับโทรศัพท์) 1 ชุด
 2. ขวดทรายจำนวน 6 ขวด ได้แก่ หนัก 335 กรัม 2 ขวด หนัก 500 กรัม 2 ขวด และ หนัก 750 กรัม 2 ขวด
 3. โปสเตอร์ภาพทำการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล ทำการอบอุ่นร่างกาย ทำการลดสภาวะร่างกาย และทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อก่อนและหลังการฝึกออกกำลังกายโดยติดกับฟิวเจอร์บอร์ด (เพื่อให้สามารถตั้งฟังได้เพื่อความสะดวกในการใช้งานและเคลื่อนย้ายได้ง่าย) 4 แผ่น
 4. จังหวะควบคุมความเร็วในการฝึกออกกำลังกาย 100-110 BPM โดยใส่ในโทรศัพท์มือถือหรืออัดใส่แผ่นซีดีตามความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง กรณีกลุ่มตัวอย่างไม่มีโทรศัพท์มือถือหรือเครื่องเล่นซีดี ผู้วิจัยจะให้เครื่องตั้งจังหวะ
 5. เบาะปูพื้น (ลักษณะแบบเบาะโยคะ) 1 ผืน



ภาพที่ 11 โปสเตอร์ทำฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (ก-ง) อุปกรณ์การฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล (จ)



ภาคผนวก ก

ภาพการคัดกรองกลุ่มตัวอย่าง ภาพการเก็บสารชีวเคมีในเลือด ภาพการปฐมนิเทศ อบรมให้ความรู้ 1 ครั้ง ภาพการเก็บข้อมูลพื้นฐานสรีรวิทยาและสุขสมรรถนะ ภาพฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล เตรียมความพร้อมก่อนเริ่มการทดลองจริง 2 สัปดาห์ ภาพการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล สัปดาห์ที่ 1-12 และภาพการติดตามการฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลด้วยตนเองที่บ้าน



ภาพที่ 12 การคัดกรองกลุ่มตัวอย่าง (ก-ค) การเก็บข้อมูลสารชีวเคมีในเลือด และการทำ OGTT (ง และ จ) อุปกรณ์เก็บเลือดและน้ำตาลกลูโคส (ฉ และ ช) และกระติกเก็บเลือดส่งวิเคราะห์ (ซ)



(ก)



(ข)



CHULALONGKORN UNIVERSITY

(ค)

ภาพที่ 13 การประชุมนิเทศและอบรมให้ความรู้ 1 ครั้ง (ก) และการทดสอบสุขสมรรถนะ (ข) ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลเตรียมความพร้อมก่อนเริ่มการทดลองจริง 2 สัปดาห์ (ค)



(ก)



จุฬาลงกรณ์ (จ) วิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 14 ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัล สัปดาห์ที่ 1-12 (ก) ติดตามการ
ฝึกออกกำลังกายแบบฟังก์ชันนัลด้วยตนเองที่บ้าน (ข)



ประเภทการออกกำลังกายแต่ไม่เกิน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมที่ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ

ประเภทการออกกำลังกายไม่เกิน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ของกลุ่มควบคุมที่ใช้ชีวิตประจำวันตามปกติ

จากการบันทึกการมีกิจกรรมทางกายของกลุ่มควบคุม พบว่า กลุ่มควบคุม จำนวน 8 คน จาก 9 คน มีการออกกำลังกายในชีวิตประจำวัน แต่ไม่เกิน 2 ครั้ง ต่อสัปดาห์ โดยมีประเภทการออกกำลังกาย ดังนี้

1. เดินออกกำลังกายที่สวนสาธารณะ หรือ
2. เดินออกกำลังกายด้วยลู่วิ่ง หรือ
3. เต้นซุมบ้า (Zumba) หรือ
4. เต้นแอโรบิก หรือ
5. เต้นลีลาศ หรือ
6. ปั่นจักรยานอยู่กับที่ในสถานออกกำลังกาย หรือ
7. ออกกำลังกายแบบแรงต้านในสถานออกกำลังกาย



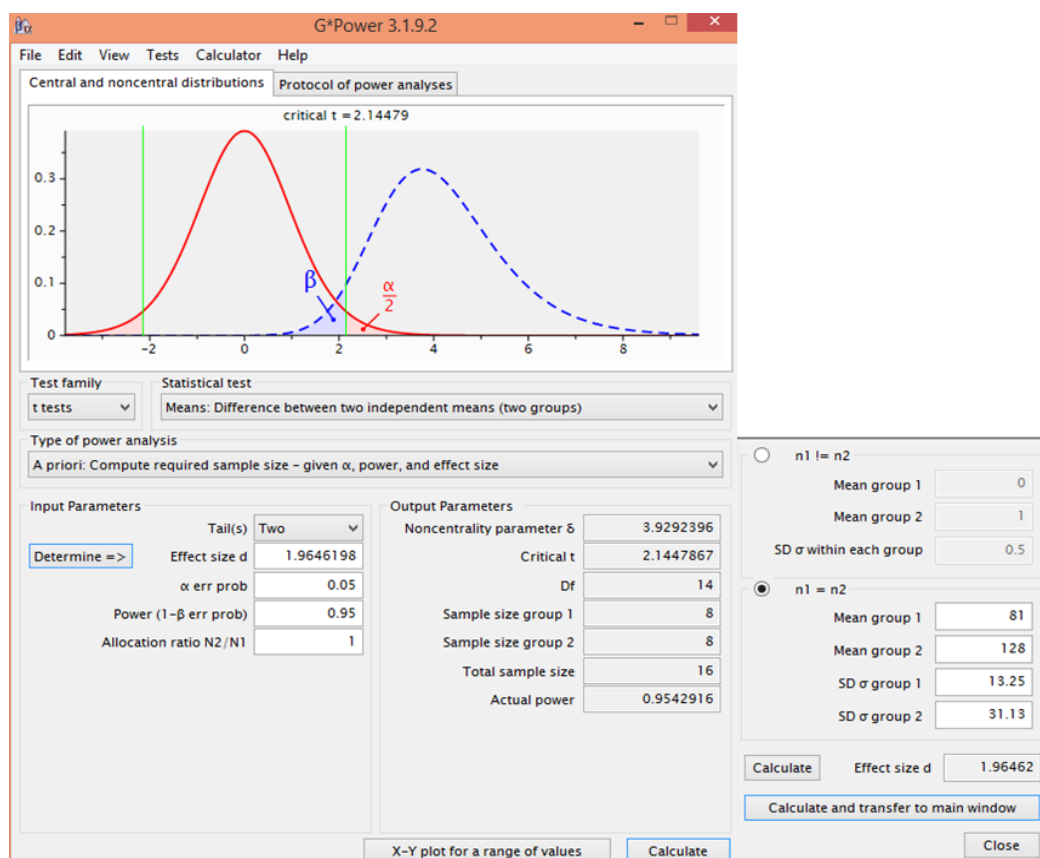


ภาคผนวก ข

การคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมการคำนวณสำเร็จรูปจีเพาเวอร์ (G*Power)

การคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมการคำนวณสำเร็จรูปจีเพาเวอร์ (G*Power)

คำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมการคำนวณสำเร็จรูปจีเพาเวอร์ (G*Power) เวอร์ชัน 3.1.9.2 โดยอ้างอิงจากงานวิจัย (Jones et al., 2009) ใช้ตัวแปรค่าน้ำตาลในเลือดหลังอาหาร 2 ชั่วโมงในช่วงการตรวจความทนของน้ำตาลกลูโคส (OGTT) โดยกำหนดค่าอำนาจการทดสอบ (Power of test) ที่ 0.95 ค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size) ที่ 1.96 และระดับความมีนัยสำคัญที่ 0.05 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 8 คน ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 การคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมการคำนวณสำเร็จรูปจีเพาเวอร์ (G*Power)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาวสิริภาญจน์ สันติเสวี

วัน เดือน ปี เกิด 09 มีนาคม 2521

สถานที่เกิด จังหวัดนครปฐม

วุฒิการศึกษา ปีการศึกษา 2538 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนกำแพงแสนวิทยา

ปีการศึกษา 2543 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต
วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล

ปีการศึกษา 2549 สำเร็จการศึกษาระดับมหาบัณฑิต
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปีการศึกษา 2560 เข้าศึกษาต่อระดับดุษฎีบัณฑิต แขนงวิชาวิทยาการ
ส่งเสริมสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ
ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัย "ทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กองทุน
รัชดาภิเษกสมโภช "The 90th Anniversary of Chulalongkorn
University Fund (Ratchadaphiseksomphot Endowment Fund)"
ทุนมูลนิธิเพื่อพัฒนาการบริหารผู้ป่วยเบาหวาน และทุนวิจัยคณะ
วิทยาศาสตร์การกีฬา ปีงบประมาณ 2563

ที่อยู่ปัจจุบัน 43 หมู่ 2 ตำบลดอนข่อย อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140