ผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยที่มีต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุ

นายธเนศ จินดา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย ไม่สังกัดภาควิชา/เทียบเท่า
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF CLUSTER SET RESISTANCE TRAINING ON MUSCULAR FUNCTION AND BALANCE IN ELDERLY

Mr. Taneat Jinda

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Sports and Exercise Science
Common Course
FACULTY OF SPORTS SCIENCE
Chulalongkorn University
Academic Year 2021

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยที่มีต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุ
โดย	นายธเนศ จินดา
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	อาจารย์ ดร.นภัสกร ชื่นศิริ

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(ผู้ช่วยศาสตร์ตราจารย์ ดร.สิทธา พงษ์พิบูลย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ดรุณวรรณ สุขสม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.นภัสกร ชื่นศิริ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณพร ทองตะโก)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ธเนศ จินดา : ผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยที่มีต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุ. (EFFECTS OF CLUSTER SET RESISTANCE TRAINING ON MUSCULAR FUNCTION ANDBALANCE IN ELDERLY) อ.ที่ปรึกษาหลัก : อ. ดร.นภัสกร ชื่นศิริ

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยและแบบดั้งเดิมที่มีต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุ

วิธีดำเนินการวิจัย กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุที่มีสุขภาพแข็งแรง อายุเฉลี่ย 62.64±2.46 ปี จำนวน 29 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม จำนวน 14 คน (ชาย 2 คน) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย จำนวน 15 คน (ชาย 2 คน) โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างด้วยการสุ่มแบบแบ่งชั้น แบ่งตามอายุ เพศ และการทดสอบ ยืน-นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที ทั้งสองกลุ่มทำการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม ฝึกที่ความหนักร้อยละ 50 ถึง 80 ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวนครั้ง : 10 ถึง 14 ครั้ง จำนวนเซต : 3 เซต และพักระหว่างเซต : 120 วินาที กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย ฝึกที่ความหนักร้อยละ 50 ถึง 80 ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวนครั้ง : 14 (7, 7), 12 (6, 6), 10 (5, 5) ครั้ง จำนวนเซต : 3 เซต พักระหว่างการออกแรง : 20 วินาที และพักระหว่างเซตการฝึก : 100 วินาที ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ทำการทดสอบตัวแปรทางสรีรวิทยา องค์ประกอบของร่างกาย ความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อ ความสามารถในการทรงตัวทั้งขณะอยู่นิ่งและขณะเคลื่อนไหว นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS version 22 และทดสอบการกระจายตัวโดยใช้ The Shapiro-wilk และ Levene’s test ตามลำดับ โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบความแตกต่างภายในกลุ่มด้วย และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยหลังการทดลองระหว่างกลุ่มด้วย กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

ผลการวิจัย หลังการฝึก 12 สัปดาห์ กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมและกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยมีแรงเหยียดขาและงอขา แรงเหยียดแขนและงอแขน แรงเหยียดตัวและงอตัว จำนวนครั้งในการงอแขนยกน้ำหนัก 30 วินาที ยืน- นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที จำนวนครั้งในการงอแขนนอนหงายยกลำตัว 60 วินาที การทรงตัวขณะหยุดนิ่งเพิ่มขึ้นทั้ง 2 กลุ่ม และมีเวลาในการยืนเดินนั่ง ไป-กลับลดลงทั้ง 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย โปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย สามารถพัฒนาความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อ การทรงตัวขณะหยุดนิ่ง และขณะเคลื่อนไหว ในผู้สูงอายุได้ เช่นเดียวกับการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม โดยไม่เกิดการล้าจนเกินไป และลดการบาดเจ็บขณะออกกำลังกายในผู้สูงอายุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย	ลายมือชื่อนิสิต .....
ปีการศึกษา	2564	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6178304539 : MAJOR SPORTS AND EXERCISE SCIENCE
KEYWORD: Elderly, Cluster set resistance training, Muscular function, Balance
Taneat Jinda : EFFECTS OF CLUSTER SET RESISTANCE TRAINING ON MUSCULAR FUNCTION ANDBALANCE IN ELDERLY. Advisor: NAPASAKORN CHUENSIRI, Ph.D.

Purpose To study and compare the effects of cluster set and traditional resistance training on muscular function and balance in elderly

Methods Twenty-nine healthy elderly, aged between 62.64±2.46 years were participated in this study. They were matched by sex, age and sit to stand 30 second test and were divided into traditional set resistance training group (TSRT) (n=14, male=2) and cluster set resistance training group (CSRT) (n=15, male=2). Both groups performaned resistance exercise 2 sessions/week for 12 weeks. The TSRT group using intensity at 50-80% 1RM, 10-14 repetition, 3 set and inter-set rest 120 seconds while the CSRT group using intensity at 50-80% 1RM, 14 (7, 7), 12 (6, 6), 10 (5, 5) repetition, 3 set, intra-set rest 20 seconds and inter-set rest 100 seconds. General characteristic, body composition, muscle strength and endurance, static balance and dynamic balance were measured before and after 12 weeks of the study. Data were analyzed in term of means and standard deviation by using pair t-test and independent t-test. The statistical significance was accepted at $p<0.05$.

Results After 12 weeks, the TSRT group and the CSRT group showed significant improvements on leg extension and flexion, arm extension and flexion, trunk extension and flexion, arms curl 30 seconds, sit up 60 seconds, sit to stand 30 seconds and both groups had significantly decrease time of time up and go test. ($p < .05$).

Conclusion The cluster set resistance training program could be improve muscular strength and endurance and static and dynamic balance in elderly as well as the traditional and It also reduce muscle fatigue and injury during training session in elderly

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study:	Sports and Exercise Science	Student's Signature .....
Academic Year:	2021	Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ ดร.นภัสกร ชื่นศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ซึ่งเป็นผู้ให้ความรู้ความเมตตากรุณา แนวคิดและคำปรึกษาตลอดการวิจัย และคอยให้กำลังใจในการผลักดันให้แก่ผู้วิจัยตั้งแต่เริ่มต้นการศึกษาบัณฑิตศึกษาจนสามารถผ่านอุปสรรคต่างๆ ไปได้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์มา ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ดรุณวรรณ สุขสม ที่ให้เกียรติร่วมเป็นประธานกรรมการในการนำเสนอหัวข้อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณพร ทองตะโก และรองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คนึงสุขเกษม ที่ให้เกียรติร่วมเป็นคณะกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์และคณาจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้พร้อมทั้งให้คำแนะนำในการแก้ไขส่วนที่บกพร่อง เพื่อให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาที่อำนวยความสะดวกต่าง ๆ

ขอกราบขอบพระคุณคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือในการฝึกและการทดสอบของงานวิจัยและสถานที่สำหรับดำเนินการวิจัย ขอขอบพระคุณผู้เข้าร่วมวิจัยทุกท่านที่เสียสละเวลาและให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งตลอดโครงการวิจัย ขอขอบพระคุณผู้ช่วยวิจัย เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา นิสิตวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต นิสิตวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต นิสิตวิทยาศาสตรบัณฑิต ที่คอยให้ความช่วยเหลืออย่างทุ่มเททั้งแรงกายและแรงใจ ให้กำลังใจ และมิตรภาพที่ดีจนการวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ท้ายที่สุด ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ครูอาจารย์ทั้งในอดีตและปัจจุบัน รวมถึงผู้ให้ความสว่างทางปัญญา ผู้มีพระคุณทุกท่าน ครอบครัวที่มีให้ทั้งแรงกาย กำลังใจและกำลังทรัพย์ที่ส่งเสริมเลี้ยงดูจวบจนกระทั่งมีวันนี้และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้โอกาสในการศึกษาและอนาคตที่ดีตลอดมา หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความบกพร่องประการใด ผู้เขียนขอน้อมรับความผิดพลาดไว้แต่เพียงผู้เดียว

ธเนศ จินดา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

คำถามในการวิจัย 5

สมมุติฐานของการวิจัย 5

ขอบเขตของงานวิจัย 5

คำจำกัดความของการวิจัย 7

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 8

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 9

1.ผู้สูงอายุ (Elderly) 10

1.1 คำจำกัดความในผู้สูงอายุ 10

1.2 สถิติผู้สูงอายุ 10

1.3 การเปลี่ยนแปลงของผู้สูงอายุ 10

1.4 ภาวะแทรกซ้อนและปัญหาที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ 11

1.5 การป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุ 12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. การทรงตัวในผู้สูงอายุ (Balance in elderly) 13
2.1 ระบบประสาทรับรู้การทรงตัว 13
2.2 กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องในการควบคุมจุดศูนย์ถ่วงร่างกาย 13
3. สรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ (Basic physiology of skeletal muscle) 15
3.1 องค์ประกอบของกล้ามเนื้อ 15
3.2 ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ 17
3.3 การหดตัวของกล้ามเนื้อ (Type of muscular contraction) 18
3.4 ภาวะมวลกล้ามเนื้อลดลง (Sarcopenia) 19
3.5 สาเหตุของภาวะมวลกล้ามเนื้อลดลง 20
3.6 ระบบพลังงาน (Energy system) 20
4. หลักการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ 23
4.1 การฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance training) 24
4.2 การฝึกด้วยแรงต้านในผู้สูงอายุ (Resistance training in elderly) 27
4.3 การฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (Cluster set resistance training) 28
5. สมรรถภาพทางกาย (Physical fitness) 30
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 32
6.1 งานวิจัยในประเทศ 32
6.2 งานวิจัยในต่างประเทศ 39
กรอบแนวคิดในการวิจัย 45
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 47
ประชากร 47
กลุ่มตัวอย่าง 47
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 48
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 58

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การเก็บรวบรวมข้อมูล 59
การวิเคราะห์ข้อมูล 59
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 60
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 82
สรุปผลการวิจัย 83
อภิปรายผลการวิจัย 85
สรุปผลการวิจัยในภาพรวม 89
ข้อจำกัดของงานวิจัย 89
ข้อเสนอแนะจากการวิจัย 90
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 90
ภาคผนวก 91
ภาคผนวก ก การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมจีพาวเวอร์ (G*Power) 92
ภาคผนวก ข ใบรับรองโครงการวิจัย 93
ภาคผนวก ค แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลสำหรับผู้สูงอายุ 116
ภาคผนวก ง แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย สำหรับบุคคลทั่วไปที่มีอายุระหว่าง 15 – 69 ปี (Physical activity Readiness Questionnaire; PAR-Q) 117
ภาคผนวก จ แบบบันทึกข้อมูล 119
ภาคผนวก ฉ การทดสอบการเดิน 6 นาที (6-Minute walk test; 6-MWT) 121
ภาคผนวก ช การทดสอบหาหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 1 ครั้ง (1 Repetition maximum) 124
ภาคผนวก ซ การประเมินระดับความสามารถในการทรงตัวของผู้สูงอายุ 126
ภาคผนวก ฌ แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายสำหรับผู้สูงอายุ อายุ 60-89 ปี 128
ภาคผนวก ญ ชนิดของเครื่องมือในการวัดความแข็งแรงและองค์ประกอบของร่างกาย 137
ภาคผนวก ฎ แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ 143
ภาคผนวก ฏ โปรแกรมการอบอุ่นร่างกายและคลายอุ่น 146

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฐ ท่าฝึกด้วยแรงต้าน 155
ภาคผนวก ฑ เอกสารประชาสัมพันธ์ 161
บรรณานุกรม 173
ประวัติผู้เขียน 175

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 กระบวนการเสื่อมของกล้ามเนื้อ กระดูก และระบบประสาทของร่างกายที่มีผลกระทบต่อการทรงตัวในผู้สูงอายุ (บูรณสรรพวิทธิ์ et al., 2013) 14

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาของกิจกรรมกับระบบพลังงานที่ใช้ในร่างกาย 21

ตารางที่ 3 รูปแบบพื้นฐานของการออกกำลังกาย 3 อย่างของผู้สูงอายุ (เกียรติ & วรรธนะ, 2016). 24

ตารางที่ 4 ตารางแสดงการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (Traditional set resistance training) 12 สัปดาห์ 56

ตารางที่ 5 ตารางแสดงการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (Cluster set resistance training) 12 สัปดาห์ 57

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (X) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ภายในกลุ่ม (Pair t-test) ของตัวแปรด้านสรีรวิทยา ช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ 61

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (X) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ระหว่างกลุ่ม (Independent t-test) ของตัวแปรด้านสรีรวิทยา หลังการฝึก 12 สัปดาห์ 63

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (X) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ภายในกลุ่ม (Pair t-test) ของตัวแปรด้านการทรงตัว ช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ 68

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (X) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ระหว่างกลุ่ม (Independent t-test) ของตัวแปรด้านการทรงตัว หลังการฝึก 12 สัปดาห์ 69

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (X) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ภายในกลุ่ม (Pair t-test) ของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ 71

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (X) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ระหว่างกลุ่ม (Independent t-test) ของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หลังการฝึก 12 สัปดาห์ 72

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (X) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ภายในกลุ่ม (Pair t-test) ของตัวแปรด้านความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อ ช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ 78

ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (X) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ระหว่างกลุ่ม (Independent t-test) ของตัวแปรด้านความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อ หลังการฝึก 12 สัปดาห์ 79

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1 ลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบภายในของกล้ามเนื้อตามลำดับ ตั้งแต่มัดกล้ามเนื้อ (ก,ข), เซลล์กล้ามเนื้อ (ค), ใยกล้ามเนื้อเล็กหรือไฟบริล (ง), ใยกล้ามเนื้อฝอยหรือฟิลาเมนต์ (จ), โปรตีนของฟิลาเมนต์และการเรียงตัวของฟิลาเมนต์ทำให้เกิดลายของกล้ามเนื้อ (จ) 16

รูปที่ 2 รูปแบบการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย 30

รูปที่ 3 กรอบแนวคิดในการวิจัย 46

รูปที่ 4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 53

รูปที่ 5 รูปแบบการฝึก 55

รูปที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT) 64

รูปที่ 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT) 64

รูปที่ 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันเลือดขณะหัวใจคลายตัวก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT) 65

รูปที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย อัตราการใช้ออกซิเจน ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT) 65

รูปที่ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ทดสอบการเดิน 6 นาที ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT) 66

รูปที่ 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมวลไขมันก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT) 66

รูปที่ 12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นไขมันในร่างกายก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT) 67

รูปที่ 13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย การทดสอบระดับความสามารถในการทรงในผู้สูงอายุ 6 ระดับ (SIDE) ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มรฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT) 70

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 14 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ยืนเดินนั่ง ไป-กลับ (วินาที) ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)..... 70

รูปที่ 15 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย แรงเหยียดขาข้างถนัด ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)..... 73

รูปที่ 16 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย แรงเหยียดขาข้างไม่ถนัด ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSR)..... 73

รูปที่ 17 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย แรงงอขาข้างถนัด ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)..... 74

รูปที่ 18 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย แรงงอขาข้างไม่ถนัด ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)..... 74

รูปที่ 19 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย แรงเหยียดแขนข้างถนัด ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)..... 75

รูปที่ 20 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย แรงเหยียดแขน ข้างไม่ถนัด ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)..... 75

รูปที่ 21 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย แรงงอแขนข้างถนัด ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)..... 76

รูปที่ 22 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย แรงงอแขนข้างไม่ถนัด ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)..... 76

รูปที่ 23 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย แรงเหยียดตัว ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT) 77

รูปที่ 24 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย แรงงอตัว ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT) 77

รูปที่ 25 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย งอแขนยกน้ำหนัก 30 วินาที ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)..... 80

รูปที่ 26 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ยืน - นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)..... 80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 27 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย นอนหงาย ยกลำตัว 60 วินาที) ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)..... 81

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเริ่มเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 เนื่องจากมีจำนวนประชากรผู้สูงอายุมากกว่าร้อยละ 10 ของประชากรทั้งประเทศ โดยผู้สูงอายุจะเริ่มนับตั้งแต่อายุ 60 ปีขึ้นไป (กองนิติการ, 2004; สถิติผู้สูงอายุของประเทศไทย, 1998) แบ่งเป็นผู้สูงอายุตอนต้น อายุ 60 ถึง 69 ปี และผู้สูงอายุตอนปลายตั้งแต่อายุ 70 ปีขึ้นไป และมีการคาดการณ์ว่าสัดส่วนของประชากรผู้สูงอายุจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากร้อยละ 13.2 ในปี 2553 เป็นร้อยละ 20.5 ในปี 2565 และร้อยละ 32.1 ในปี 2583 ซึ่งผู้สูงอายุมีอัตราเพิ่มมากขึ้น แต่ในทางกลับกันอัตราการเกิดของทารกเพิ่มขึ้นและการเสียชีวิตของผู้สูงอายุลดลง เนื่องจากความก้าวหน้าทางการแพทย์และการสาธารณสุขที่ทันสมัยและมีความพร้อมมากขึ้น (ความรู้เกี่ยวกับผู้สูงอายุ, 2006; สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. 2559 = Situation of the Thai elderly 2016, 2017)

วัยสูงอายุมีการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านร่างกาย จิตใจ และสังคม ประสิทธิภาพการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ เสื่อมถอยลง ทำให้มีการเพิ่มจำนวนผู้สูงอายุที่เป็นโรคเรื้อรัง เช่น ความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง หัวใจ เบาหวาน กระดูกพรุน เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบอุบัติเหตุที่คาดเดาไม่ได้จากการล้มและภาวะแทรกซ้อนที่เกิดจากการล้มเพิ่มมากขึ้น ถึงร้อยละ 35 ถึง 40 และยิ่งเพิ่มมากขึ้นเมื่ออายุ 65 ปีขึ้นไป โดยหลังจากอายุ 60 ปี ร่างกายเคลื่อนไหวได้ลำบากจนบางครั้งอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวทำงานไม่สัมพันธ์กัน ทำให้ความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมและความว่องไวลดลง ภาวะมวลกล้ามเนื้อลดลง นำไปสู่การเสี่ยงต่อการล้มในผู้สูงอายุ การสูญเสียความสามารถในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน และเสี่ยงต่อการเสียชีวิต (Cruz-Jentoft et al., 2010; Morrow et al., 2000; Steves et al., 2016; นับถือตรง & บุปผาชาติ, 2019) เนื่องจากผู้สูงอายุมีความสามารถในการเคลื่อนไหวลดลงตามอายุ เมื่อการเคลื่อนไหวลดลงส่งผลกระทบต่อหลายปัจจัย เช่น การลดลงของมวลกล้ามเนื้อ (Muscle mass) โดยเฉพาะกล้ามเนื้อชนิดที่ 2 จะลดลงมากที่กว่ากล้ามเนื้อชนิดที่ 1 ส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle strength) และความทนทานของกล้ามเนื้อ (Muscle endurance) ลดลง นอกจากนี้ยังพบภาวะกระดูกบางและเปราะง่าย ข้อต่อต่าง ๆ เสื่อม น้ำหล่อเลี้ยงข้อต่อลดลง เกิดภาวะข้อติดแข็ง ข้ออักเสบ ประสิทธิภาพการทำงานของสมองและประสาทอัตโนมัติลดลง เกิดความคิดที่เชื่องช้า การควบคุมการทรงตัวลดลงในผู้สูงอายุ ทำให้มีความเสี่ยงในการเกิดภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย (Sarcopenia) ในผู้สูงอายุมวลกล้ามเนื้อจะลดลงอย่างรวดเร็วร้อยละ 3 ต่อปี และมีการลดลงของหน่วยยนต์ (Motor unit) ในกล้ามเนื้อของผู้สูงอายุร้อยละ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

39 ในช่วงอายุ 61 ถึง 69 ปี และลดลงอย่างมากถึงร้อยละ 61 ในช่วงอายุ 80 ถึง 89 ปี เมื่อเปรียบเทียบกับวัยหนุ่มสาวในช่วงอายุ 23 ถึง 32 ปี ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับอายุที่เพิ่มมากขึ้นด้วย (Cruz-Jentoft et al., 2019)

ในผู้สูงอายุมีการทรงตัว (Balance) ลดลง เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของระบบต่าง ๆ ในร่างกายที่ใช้ในการทรงตัว ทำให้มีการทรงตัวที่ไม่มั่นคง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออยู่ในภาวะที่ระบบรับความรู้สึกผิดปกติ หรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทรับความรู้สึก การมองเห็น การได้ยิน เอ็น ข้อต่อ และกล้ามเนื้อ สูญเสียความสัมพันธ์ที่ใช้ในการเคลื่อนไหว ทำให้เกิดการโอนเอนของร่างกายในท่ายืนได้มากกว่าผู้ที่มีอายุน้อย เนื่องจากผู้สูงอายุมีการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันลดลง การออกกำลังกายลดลง ในผู้สูงอายุที่ขาดการออกกำลังกายมีความเสี่ยงต่อการหกล้มเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการออกกำลังกายในผู้สูงอายุสามารถเพิ่มการทำงานของระบบหัวใจ และไหลเวียน ระบบประสาท ระบบต่อมไร้ท่อ ระบบเผาผลาญ ระบบภูมิคุ้มกัน ลดอาการซึมเศร้า ลดอาการวิตกกังวล ลดความเสี่ยงของการเกิดโรค ป้องกันการล้ม และลดอัตราการตายที่เกี่ยวข้องกับอายุที่เพิ่มมากขึ้น การออกกำลังกายในผู้สูงอายุจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น ทั้งนี้ผู้สูงอายุที่มีการออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอสามารถมีความแข็งแรงและทนทานเพิ่มขึ้นพอ ๆ กันกับผู้ใหญ่ทั่วไป (Cheol-Jin et al., 2016; Sun et al., 2013; Weisser et al., 2009)

การออกกำลังกายด้วยแรงต้าน (Resistance training) เป็นการออกกำลังกายที่ช่วยเพิ่มความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุได้ โดยช่วยกระตุ้นการทำงานของหน่วยยนต์ในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle strength) และมวลกล้ามเนื้อ (Muscle mass) การเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของมวลกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุ ซึ่งในผู้สูงอายุจะส่งผลให้การปฏิบัติกิจวัตประจำวันสะดวกขึ้น ช่วยเพิ่มการใช้พลังงาน (Energy expenditure) และส่งเสริมการออกกำลังกายในชีวิตประจำวัน (Physical activity) (Lopez et al., 2018) และส่งผลดีในการลดปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการล้ม ความผิดปกติของโรคหลอดเลือดหัวใจ มะเร็ง เบาหวาน และกระดูกพรุน (Giallauria et al., 2016; Papa et al., 2017) โดยทั่วไปการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ด้วยการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อและหน่วยยนต์ในผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป ฝึกที่ความหนักร้อยละ 60 ถึง 85 ของความแข็งแรงสูงสุด (1 repetition maximum; 1RM) ฝึก 6 ถึง 15 ครั้ง จำนวน 2 ถึง 4 เซต อย่างน้อย 2 ถึง 4 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 ถึง 12 สัปดาห์ (Mayer et al., 2011) การฝึกด้วยแรงต้านที่ระยะเวลา 12 ถึง 24 สัปดาห์ สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออย่างน้อยร้อยละ 25 ในผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิงที่มีอายุ 50 ปีขึ้นไป โดยในปี ค.ศ. 2020 ดอส และคณะ ได้การศึกษาการฝึกด้วยแรงต้านในผู้หญิงสูงอายุ อายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 55 คน ทำการฝึกด้วยแรงต้านแบบพีรมิต กลุ่มที่ 1 ฝึก 12, 10 และ 8 ครั้ง กลุ่มที่ 2 จำนวน 15, 10 และ 5 ครั้ง จำนวน 3 เซต 3 วันต่อสัปดาห์ ส่งผลให้มวลกล้ามเนื้อและไขมันชนิดดีเพิ่มขึ้น

และกลูโคส คอเรสเตอรอลรวม ไตรกลีเซอไรด์ ไขมันไม่ดีลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Dos Santos et al., 2020) นอกจากนี้ในปี ค.ศ. 2019 กัมบาสซี่ และคณะ ได้ศึกษาการฝึกด้วยแรงต้านในผู้หญิงสูงอายุที่สุขภาพดี อายุ 60 ปีขึ้นไป ฝึกที่ความหนัก 15 ครั้งของความแข็งแรงสูงสุด ใน 2 สัปดาห์แรก จากนั้นอีก 8 สัปดาห์ ฝึกที่ความหนัก 8 ถึง 10 ครั้งของความแข็งแรงสูงสุด 2 ครั้งต่อสัปดาห์ พัก 48 ชั่วโมงระหว่างการฝึก ฝึก 8 ถึง 10 ครั้ง จำนวน 3 เซต เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในท่า Bench press และท่า Leg press เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Gambassi et al., 2019) สอดคล้องกับการรวบรวมผลการศึกษาด้วยแรงต้านในปี ค.ศ. 2016 ของ ยามาโมโต เป็นการศึกษาในผู้ป่วยวัยกลางคนและผู้สูงอายุ ทั้งหมด 22 เรื่อง 1,095 คน ที่ความหนักร้อยละ 40 ถึง 80 ของความแข็งแรงสูงสุด 2 ถึง 5 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 4 ถึง 24 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านมีมวลไขมันลดลง ความสามารถในการออกกำลังกาย ความคล่องแคล่ว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ มวลกล้ามเนื้อ และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดหลังจากการฝึกเพิ่มขึ้นได้ดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Yamamoto et al., 2016) แต่อย่างไรก็ตามผู้สูงอายุมีการพัฒนาของกล้ามเนื้อช้า เนื่องจากในผู้สูงอายุมีการล้าของกล้ามเนื้อง่ายและฟื้นตัวช้ากว่าวัยหนุ่มสาว จากการเสื่อมของเซลล์ประสาท ระบบต่าง ๆ และกล้ามเนื้อ จึงต้องใช้ระยะเวลาในการฝึกนานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการฝึกมากยิ่งขึ้น (Tokmakidis et al., 2009)

เนื่องจากผู้สูงอายุมีความล้าของกล้ามเนื้อจากการฝึกและเกิดการบาดเจ็บได้ง่าย จึงมีการนำการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (Cluster set resistance training) เป็นการฝึกแบบมีการพักระหว่างการออกแรง เพื่อลดอัตราการเกิดกรดแลคเตทด้วยการหยุดพักสั้น ๆ 15 ถึง 30 วินาที จากการศึกษาของ ทูฟาโน่และคณะ ทำการศึกษาการฝึกแบบแบ่งเซตย่อยในผู้ชาย อายุ 23 ปี ด้วยท่า Back squat 8 ครั้ง 5 เซต โดยการยกทีละสองครั้ง พักระหว่างการออกแรง 20 วินาที เมื่อครบ 8 ครั้ง พักระหว่างเซต 120 วินาที ทำให้ผู้เข้าร่วมการฝึกมีระดับการเหนื่อยล้าลดลง มีท่วงท่าที่มั่นคงและสามารถรักษาการเคลื่อนไหว โดยการฝึกแบบแบ่งเซตย่อยมีการฝึกอย่างแพร่หลายในหมู่นักกีฬายกน้ำหนัก เนื่องจากมีการแบ่งช่วงพักสั้น ๆ ทำให้นักยกน้ำหนักสามารถยกที่ความหนักสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต่อมาได้มีการนำรูปแบบการฝึกแบบแบ่งเซตย่อยมาฝึกในผู้สูงอายุ เพราะเป็นรูปแบบที่สามารถเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อได้มากกว่าการฝึกแบบดั้งเดิม (Haff et al., 2008) ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุที่ระดับความเหนื่อยล้าลดลง ส่งผลให้การเคลื่อนไหวในแต่ละครั้งมีประสิทธิภาพมากขึ้น (García Ramos et al., 2017) จากการศึกษาในผู้สูงอายุเพศหญิงตั้งแต่อายุ 61 ถึง 77 ปี จำนวน 15 คน ฝึกด้วยท่าเหยียดขาที่ความหนักร้อยละ 45 ถึง 75 ของความแข็งแรงสูงสุด 8 ถึง 12 ครั้ง พักระหว่างการออกแรง 10 ถึง 30 วินาที พักระหว่างเซต 90 ถึง 120 วินาที 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าไม่มีการบาดเจ็บจากการฝึกและไม่มีอาการปวดเมื่อยของกล้ามเนื้อ แต่ในทางกลับกันการเดินและคุณภาพชีวิตดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

(Ramirez-Campillo et al., 2018) จากการศึกษาในปี 2012 ของ Hardee และคณะ ศึกษาพบว่า การออกแรงอย่างต่อเนื่องส่งผลต่อค่าอัตรารับรู้การเมื่อยล้า ในท่า power clean จำนวน 6 ครั้ง ดังนี้ กลุ่มออกแรงต่อเนื่องมีค่าอัตรารับรู้ความเมื่อยล้าเฉลี่ย 7.43, กลุ่มที่มีการพักย่อยในเซต 40 วินาที มีค่าอัตรารับรู้ความเมื่อยล้า 5.30 วินาที จะเห็นได้ว่าการฝึกด้วยวิธีการฝึกแบบมีการพักระหว่างการออกแรงมีความเมื่อยล้าลดลงเมื่อเทียบกับการฝึกแบบดั้งเดิม (Hardee et al., 2012)
จากการศึกษาในปี 2013 ของ Hardee และคณะ ได้ทำการทดลองในผู้ชายที่มีประสบณ์การยกน้ำหนักโดยวัดจากพลังในการออกแรง, ความแข็งแรงและความเร็วสูงสุด ในการทำท่า Power clean จำนวน 6 ครั้ง โดยมีเวลาพักระหว่างการออกแรงยกในแต่ละครั้ง แตกต่างกันไปในแต่ละกลุ่มโดยแบ่งผู้เข้าร่วมการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1. กลุ่มการฝึกแบบดั้งเดิม (Traditional) 2. กลุ่มพัก 20 วินาที ระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง (Cluster with 20s IRR) 3. กลุ่มพัก 40 วินาที ระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง (Cluster with 40s IRR) พบว่าในกลุ่มการฝึกแบบดั้งเดิมมีค่าพลังในการออกแรงลดลงสูงสุดถึงร้อยละ 14.94 เมื่อเทียบระหว่างการออกแรงครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 6 เมื่อเทียบกับกลุ่มที่มีการพักระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง พบว่าพลังในการออกแรงยกตกลงมาน้อยกว่า คือลดลงมาร้อยละ 5.76 และ ร้อยละ 4.08 ในกลุ่มพัก 20 และ 40 วินาที ตามลำดับ โดยฮาร์ดี้ และคณะ ให้ความเห็นว่ารูปแบบที่มีการพักระหว่างการออกแรงยกในแต่ละครั้งนั้น สามารถสร้างพลังในการออกแรงได้มากกว่า เนื่องจากการสังเคราะห์ฟอสโฟครีเอทีนใหม่ ซึ่งเป็นระบบพลังงานที่ใช้ในการยกน้ำหนัก ส่งผลให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น เมื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องจากงานวิจัยข้างต้นอาจพบว่าเวลาพักสั้น ๆ ประมาณ 15 ถึง 20 วินาที เป็นเวลาที่เพียงพอในการสร้างพลังกล้ามเนื้อเพื่อใช้ในการออกแรงครั้งถัดไป (Hardee et al., 2013)

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าผู้สูงอายุมีความล้าของกล้ามเนื้อจากการฝึกและเกิดการบาดเจ็บได้ง่าย การนำรูปแบบการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย ส่งผลดีต่อการสร้างมวลกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ไม่ทำให้รู้สึกล้าจนเกินไป คงท่วงท่าได้ดีในการยกน้ำหนัก ทำให้ลดการเกิดการบาดเจ็บจากการออกกำลังกาย จึงเป็นที่น่าสนใจที่จะศึกษาผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย ว่าจะส่งผลดีต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุหรือไม่อย่างไร ผู้วิจัยคาดหวังว่าการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยจะส่งผลดีต่อผู้สูงอายุ และสามารถนำความรู้ที่เกิดขึ้นจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ไปเป็นแนวทางในการดูแลส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุ เพื่อลดความเสี่ยงต่อการล้มในผู้สูงอายุ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยและแบบดั้งเดิมที่มีต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุ

2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยกับแบบดั้งเดิมที่มีต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุ

คำถามในการวิจัย

1. การฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยส่งผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุอย่างไร

2. การฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยกับแบบดั้งเดิมมีผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

สมมุติฐานของการวิจัย

1. การฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยกับแบบดั้งเดิมส่งผลดีต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุ

2. การฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยสามารถพัฒนาการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุเทียบเท่ากับการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม

ขอบเขตของงานวิจัย

การศึกษาผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยที่มีต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) โดยมีขอบเขตการวิจัยดังนี้

1. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้สูงอายุ

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้สูงอายุ เพศชายและเพศหญิง ที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ในเขตบางพลัดและรามคำแหง จังหวัดกรุงเทพมหานครฯ จำนวน 32 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 16 คน ได้แก่

กลุ่มฝึกแบบดั้งเดิม : การฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (Traditional set resistance training : TSRT)

กลุ่มฝึกแบบแบ่งเซตย่อย : การฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (Cluster set resistance training : CSRT)

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

ตัวแปรต้น ประกอบด้วย :

กลุ่ม TSRT การฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม ดังนี้

ความหนัก : 50- 80 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุด

จำนวน : 10 - 14 ครั้ง

พักระหว่างเซต : 120 วินาที

สัปดาห์ละ : 2 ครั้ง

ระยะเวลาในการฝึก : 12 สัปดาห์

กลุ่ม CSRT การฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย ดังนี้

ความหนัก : 50- 80 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุด

จำนวน : 14 (7, 7), 12 (6, 6), 10 (5, 5) ครั้ง

พักระหว่างการออกแรง : 20 วินาที

พักระหว่างเซตการฝึก : 100 วินาที

สัปดาห์ละ : 2 ครั้ง

ระยะเวลาในการฝึก : 12 สัปดาห์

ตัวแปรตาม ประกอบด้วย

1. ตัวแปรด้านสรีรวิทยา (Physiological variables) ได้แก่

1.1 อายุ (Age)

1.2 น้ำหนัก (Body weight)

1.3 ส่วนสูง (Height)

1.4 ดัชนีมวลกาย (Body Mass Index; BMI)

1.5 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (Resting Heart rate)

1.6 ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (Systolic blood pressure)

1.7 ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (Diastolic blood pressure)

1.8 มวลปราศจากไขมัน (Lean mass)

1.9 มวลกระดูก (Bone mass)

1.10 ค่า T-score

1.11 มวลไขมัน (Fat mass)

1.12 เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Percent body Fat)

1.13 ความสามารถในการเดิน 6 นาที

1.14 การใช้ออกซิเจนขณะทดสอบเดิน 6 นาที (VO_2)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. ตัวแปรด้านความสามารถในการทรงตัว (Balance variables) ได้แก่

2.1 การทรงตัวขณะหยุดนิ่ง ได้แก่ การทดสอบระดับความสามารถในการทรงใo ผู้สูงอายุ (The Standing test for Imbalance and Disequilibrium : SIDE)

2.2 การทรงตัวขณะเคลื่อนที่ ได้แก่ ยืน - เดิน - นั่ง ไปกลับ (Time up and go)

3. ตัวแปรด้านการทำงานของกล้ามเนื้อ (Muscle function variables) ได้แก่

3.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle strength)

3.1.1 แรงเหยียดขาข้างถนัดและข้างไม่ถนัด (Leg extension)

3.1.2 แรงงอขาข้างถนัดและข้างไม่ถนัด (Leg flexion)

3.1.3 แรงเหยียดแขนข้างถนัดและข้างไม่ถนัด (Arm extension)

3.1.4 แรงงอแขนข้างถนัดและข้างไม่ถนัด (Arm flexion)

3.1.5 แรงบีบมือข้างถนัดและข้างไม่ถนัด (Grip strength)

3.1.6 แรงเหยียดตัว (Trunk extension)

3.1.7 แรงงอตัว (Trunk flexion)

3.2 ความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อ (Muscle strength endurance)

3.2.1 ยืน - นั่งบนเก้าอี้ 30 วินาที (30 Second chair stand)

3.2.2 งอแขนยกน้ำหนัก 30 วินาที (30 Second arm curls)

3.2.3 นอนหงาย ยกลำตัว 60 วินาที (60 Second crunch test)

3. ขอบเขตด้านสถานที่

สถานที่ที่ใช้ในการวิจัยและเก็บข้อมูล ณ อาคารจุฬาพัฒน์ 14 ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และบีบอยบ๊อกซิงยิม บางพลัด และบ้านผู้สูงอายุสำหรับผู้สูงอายุที่ไม่สะดวกเดินทาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล 4 เดือน

คำจำกัดความของการวิจัย

ผู้สูงอายุ (Elderly) หมายถึง ผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป โดยงานวิจัยนี้เป็นผู้สูงอายุ ทั้งเพศชายและเพศหญิง ในเขตบางพลัดและรามคำแหง จังหวัดกรุงเทพมหานครฯ

การฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance training) หมายถึง การฝึกที่ใช้น้ำหนักเป็นแรงต้านในการออกแรงของกล้ามเนื้อ

การฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (Traditional set resistance training) หมายถึง การฝึกด้วยแรงต้านที่ไม่มีการหยุดพักระหว่างการฝึกใน 1 เซต โดยใน

งานวิจัยนีhใช้ความหนักร้อยละ 50 ถึง 80 ของความแข็งแรงสูงสุด ฝึกจำนวน 10 ถึง 14 ครั้ง พักระหว่างเซต 120 วินาที

การฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (Cluster set resistance training) หมายถึง การฝึกด้วยแรงต้านที่มีการหยุดพักสั้น ๆ ระหว่างการออกแรงในแต่ละเซต โดยในงานวิจัยนี้ใช้ความหนักร้อยละ 50 ถึง 80 ของความแข็งแรงสูงสุด ฝึกจำนวน 10 ถึง 14 ครั้ง พักระหว่างการออกแรง 20 วินาที พักระหว่างเซต 100 วินาที

การพักระหว่างเซต (Inter-set rest) หมายถึง ช่วงพักระหว่างเซต ในงานวิจัยนี้ใช้การพักในการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม 120 วินาที และในการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย พัก 100 วินาที

การพักระหว่างการออกแรง (Intra-set rest) หมายถึง ช่วงหยุดพักสั้นๆ ระหว่างการออกแรงใน 1 เซต ในงานวิจัยนี้ใช้การหยุดพัก 1 ครั้งเป็นระยะเวลา 20 วินาที โดยแบ่งจำนวนครั้งในการยกน้ำหนักที่อยู่ในเซตเดียวกันออกเป็น 2 ส่วน แล้วหยุดพักระหว่างการออกแรง

การทำงานของกล้ามเนื้อ (Muscular function) หมายถึง การหดตัวของกล้ามเนื้อทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของร่างกาย เป็นการทำงานร่วมกันของกล้ามเนื้อหลายมัดประสานสัมพันธ์กัน

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle strength) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อหรือกลุ่มกล้ามเนื้อที่ออกแรงด้วยความพยายามหนึ่งครั้งเพื่อต้านกับแรงต้านทาน ในงานวิจัยใช้การทดสอบด้วยเครื่อง ไอโซคิเนติกและเครื่องวัดแรงบีบมือเพื่อวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

ความทนทานของกล้ามเนื้อ (Muscle endurance) หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่รักษาระดับการใช้แรงปานกลางได้เป็นเวลานาน ในงานวิจัยใช้แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายสำหรับผู้สูงอายุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทรงตัว (Balance) หมายถึง ความสามารถของร่างกายในการควบคุม และการรักษาสมดุลในการเคลื่อนไหวหรือหยุดนิ่งของร่างกาย ให้มีความมั่นคงในขณะทำกิจกรรมต่าง ๆ ในงานวิจัยใช้การประเมินระดับความสามารถในการทรงตัวของผู้สูงอายุ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมและการฝึกด้วยแรงต้านแบ่งเซตย่อยที่มีต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุ
2. ได้ฐานข้อมูลสำหรับการศึกษาเรื่องผลการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุเพื่อต่อยอดในการศึกษาเชิงลึกต่อไป
3. ได้พัฒนาความรู้เกี่ยวกับการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยในผู้สูงอายุเพื่อเป็นทางเลือกในการออกกำลังกายและการดูแลสุขภาพในผู้สูงอายุต่อไป

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากหนังสือ วารสาร เอกสาร และวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศโดยนำเสนอตามหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. **ผู้สูงอายุ (Elderly)**
   - 1.1 คำจำกัดความในผู้สูงอายุ
   - 1.2 สถิติผู้สูงอายุ
   - 1.3 การเปลี่ยนแปลงในผู้สูงอายุ
   - 1.4 ภาวะแทรกซ้อนและปัญหาที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ
   - 1.5 การป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุ
2. **สรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ (Basic physiology of skeletal muscle)**
   - 2.1 องค์ประกอบของกล้ามเนื้อ (Muscle composition)
   - 2.2 ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Type of muscle fiber)
   - 2.3 การหดตัวของกล้ามเนื้อ (Type of Muscular Contraction)
   - 2.4 ภาวะมวลกล้ามเนื้อลดลง (Sarcopenia)
   - 2.5 สาเหตุของภาวะมวลกล้ามเนื้อลดลง
   - 2.6 ระบบพลังงาน (Energy system)
3. **สมรรถภาพทางกาย (Physical fitness)**
4. **การทรงตัวในผู้สูงอายุ (Balance in elderly)**
   - 4.1 ระบบประสาทรับรู้การทรงตัว (Vestibular system)
   - 4.2 กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องในการควบคุมจุดศูนย์ถ่วงร่างกาย
5. **หลักการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ**
   - 5.1 การฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance training)
   - 5.2 การฝึกด้วยแรงต้านในผู้สูงอายุ (Resistance training in elderly)
   - 5.3 การฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (Cluster set resistance training)
6. **วิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศ**
   - 6.1 งานวิจัยในประเทศ
   - 6.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.ผู้สูงอายุ (Elderly)

1.1 คำจำกัดความในผู้สูงอายุ

คำจำกัดความหรือข้อตกลงเกี่ยวกับคำว่า “ผู้สูงอายุ” (elderly) นั้น องค์การสหประชาชาติ (United Nations: UN) ไม่ได้มีการกำหนดเกณฑ์อายุเริ่มต้นที่เป็นมาตรฐาน แต่โดยส่วนใหญ่ มักถูกอ้างอิงหรือตกลงไว้ที่เกณฑ์อายุตั้งแต่ 65 ปีขึ้นไป ในขณะที่ประเทศกำลังพัฒนาหลายประเทศ รวมถึงประเทศไทยกำหนดไว้หรือตกลงไว้ที่อายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป สำหรับบางประเทศ เช่น กลุ่มประเทศในภูมิภาคแอฟริกา ถูกเสนอให้ใช้ที่เกณฑ์อายุของบุคคล ตั้งแต่ 50 ปี หรือ 55 ปีขึ้นไป เนื่องจากยังมีอายุไม่ยืนยาวเท่ากับภูมิภาคอื่น ๆ (Koo & Cowgill, 1986; ความสอดคล้องของแผนผู้สูงอายุแห่งชาติ ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2545-2564) กับพระราชบัญญัติผู้สูงอายุ พ.ศ.2546, 2004)

1.2 สถิติผู้สูงอายุ

สำหรับข้อมูลประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2553 พบว่า ผู้สูงอายุที่มีอายุ ตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป มีจำนวน 8.4 ล้านคน และคาดการณ์ว่า ในปี พ.ศ. 2563 และ พ.ศ. 2573 จะเพิ่มขึ้นเป็น 12.2 ล้านคน และ 17.7 ล้านคนตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับประชากร วัยเด็ก (อายุ 0 - 14ปี) และวัยแรงงาน (อายุ 15 - 59 ปี) พบว่าประชากรผู้สูงอายุมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากอัตราการเกิดของทารกมากขึ้นและการเสียชีวิตของผู้สูงอายุลดลงอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว เนื่องจากความก้าวหน้าทางการแพทย์และการสาธารณสุข (Pazan & Wehling, 2021; วิพรรณ ประจวบเหมาะ, 2012; สมศักดิ์, 2012; สรุปผลที่สำคัญการสำรวจประชากรสูงอายุในประเทศไทย พ.ศ. 2554, 2012)

อัตราการหกล้มในผู้สูงอายุ ที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไป พบว่าผู้สูงอายุไทยหกล้มประมาณ 0.3 ถึง 1.6 ครั้งต่อคนต่อปี อัตรานี้จะเพิ่มเป็นสองเท่าในคนที่มีอายุมากกว่า 75 ปีขึ้นไป จำนวนครั้งของการหกล้มในผู้สูงอายุไทย พบร้อยละ 24.1 ในผู้หญิง และร้อยละ 12.1 ในผู้ชาย ขณะเดียวกันเมื่อติดตามการหกล้มในผู้สูงอายุไทยเป็นเวลา 1 ปี พบร้อยละ 10.1 โดยเฉลี่ยแล้วผู้สูงอายุไทยจะหกล้มประมาณร้อยละ 20 (Assantachai et al., 2003; Rubenstein, 2006)

1.3 การเปลี่ยนแปลงของผู้สูงอายุ

การเปลี่ยนแปลงของผู้สูงอายุ มีการศึกษาและอธิบายถึงสภาพการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ และสังคม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเสื่อมโทรมของร่างกาย ปัญหาของผู้สูงอายุที่มีผลจากการเปลี่ยนแปลง มี 3 ประการ (สมนึก, 2006; อ่อนศรี & อุไรเลิศ, 2018)

1. การเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและกายวิภาคของร่างกายนั้นเกินขึ้นอย่างต่อเนื่องจนกระทั้งอายุมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงนี้อาจสังเกตจากภาพที่เรามองเห็นได้ภายนอก แต่ลักษณะบางอย่างต้องอาศัยเครื่องมือทางการแพทย์เพื่อตรวจการเปลี่ยนแปลงของระบบต่าง ๆ ของร่างกาย เมื่อร่างกาย

เกิดการเสื่อมถอยทั้งในทางโครงสร้างและประสิทธิภาพการทำงานของร่างกาย ซึ่งอาจเป็นผลมาจากหลายปัจจัย เช่น โภชนาการ การออกกำลังกาย สิ่งแวดล้อม และโรคต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น การเปลี่ยนแปลงของระบบภายในร่างกาย รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงระดับโมเลกุลของเซลล์ ฉะนั้น เมื่ออายุมากขึ้น คือ ผลรวมของการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิต ที่มีการเสื่อมถอยของระบบโครงร่างและระบบต่าง ๆ ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย มีผิวหนังบาง แห้ง เหี่ยวย่น ต่อมเหงื่อและการขับเหงื่อลดน้องลง ผมและขนร่วงเปลี่ยนเป็นสีขาวหรือหงอก ระบบประสาทสัมผัส สมอง ฮอร์โมน กระดูก กล้ามเนื้อ หัวใจและหลอดเลือดเสื่อมถอยลง

2. การเปลี่ยนแปลงทางด้านจิตใจและอารมณ์ มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงทางร่างกาย เนื่องจากความเสื่อมของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย การสูญเสียบุคคลใกล้ชิด การแยกไปของสมาชิกในครอบครัว และการหยุดจากงานที่ทำอยู่เป็นประจำ เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงทางจิตใจ

3. การเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคม เป็นสิ่งที่ผู้สูงอายุต้องประสบภาระหน้าที่ และบทบาทของผู้สูงอายุจะลดลง มีข้อจำกัดทางร่างกาย ทำให้ความคล่องตัวในการคิด การกระทำ การสื่อสาร สัมพันธภาพทางสังคมมีขอบเขตจำกัด ความห่างเหินจากสังคมมีมากขึ้น ความมีเหตุผลและความคิดเป็นไปในทางลบเพราะสังคมมักจะประเมินว่า ความสามารถในการปฏิบัติลดลงถึงแม้ว่าจะมีผู้สูงอายุบางคนแสดงให้เห็นว่า สูงอายุมิได้เป็นอุปสรรคต่อการดำเนินบทบาทหน้าที่ทางสังคม

สรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของผู้สูงอายุสามารถเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่แรกเกิดจนกระทั่งวัยสูงอายุ เมื่อเข้าสู่วัยสูงอายุจะเกิดการเสื่อมของระบบต่าง ๆ ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งภายในและภายนอกของร่างกาย เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านสังคมและจิตใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 ภาวะแทรกซ้อนและปัญหาที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ

ในผู้สูงอายุมีการล้มและภาวะแทรกซ้อนที่เกิดจากการล้มเพิ่มมากขึ้น ถึงร้อยละ 35 ถึง 40 ตั้งแต่อายุ 60 ปีขึ้นไป และเพิ่มขึ้นมากกว่าเดิม ตั้งแต่อายุ 65 ปีขึ้นไป มีการเพิ่มจำนวนผู้สูงอายุที่เป็นโรคเรื้อรัง เช่น ความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง โรคหัวใจ โรคเบาหวาน โรคกระดูกพรุน อุบัติเหตุที่คาดเดาไม่ได้ และโรคที่เกิดขึ้นอาจรุนแรงขึ้นสำหรับผู้สูงอายุ โดยเฉพาะผู้ที่มีโรคเรื้อรัง (Chen, 2015) วัยผู้สูงอายุจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้าน ร่างกาย จิตใจ และสังคม ประสิทธิภาพการทำงานของ อวัยวะต่าง ๆ เสื่อมถอยลง ทำให้ผู้สูงอายุมีโอกาสประสบปัญหาสุขภาพได้ โดยโรคที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ ได้แก่ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจและโรค หลอดเลือด โรคเก๊าท์ และโรคมะเร็ง ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดโรคเหล่านี้ คือพฤติกรรมการบริโภคอาหาร ความสามารถในการเคลื่อนไหวลดลงตามอายุ มากถึงร้อยละ 40 ระหว่างอายุ 60 ถึง 90 ปี (Aghil et al., 2020; Trisirirat, 2013; บัวงาม & นาถะพินธุ, 2018) เมื่อมีการเคลื่อนไหวลดลง ส่งผลกระทบต่อหลาย

ปัจจัย เช่น การลดลงของมวลกล้ามเนื้อ (muscle mass), ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (muscle strength), พลังกล้ามเนื้อ (muscle power) มีความสามารถในการออกแรงลดลง โดยเฉพาะเมื่ออายุมากขึ้น (Edwén et al., 2014; Le Huec, 2016) การลดลงของพลังกล้ามเนื้อ (muscle power) มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงที่ทำให้เกิดการล้มในผู้สูงอายุ ความบกพร่องในคุณภาพชีวิต และประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหว (Müller et al., 2020; Okamoto & Mizukami, 2018) เนื่องจากขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อลดลง ทำให้กล้ามเนื้อของผู้สูงอายุฝ่อลีบ จึงทำให้กล้ามเนื้อมีกำลังลดลง การทำกิจวัติประจำวันของผู้สูงอายุต้องอาศัยความแข็งแรง และความทนทานของกล้ามเนื้อ เมื่อกล้ามเนื้อมีความแข็งแรงและความทนทานไม่เพียงพอ ทำให้เกิดการเสียสมดุลในผู้สูงอายุ

1.5 การป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุ

การบาดเจ็บเป็นสิ่งที่พบได้บ่อยทั้งในผู้สูงอายุและผู้ที่อยู่ในวัยอื่น ๆ ในต่างประเทศพบ 1 ใน 3 ของผู้สูงอายุเกิดการล้มอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง และผู้สูงอายุกว่าครึ่งมีการล้มซ้ำ ในประเทศไทยพบการล้ม 1 ใน 5 ของผู้สูงอายุ เมื่อสำรวจผู้ที่ได้รับบาดเจ็บจากการล้มจะเพิ่มขึ้นตามช่วงอายุ การบาดเจ็บที่เกิดจากการล้มในผู้สูงอายุ คือ กระดูกหักโดยเฉพาะกระดูกข้อมือ ข้อสะโพก และกระดูกสันหลัง

ผู้สูงอายุล้มมากกว่าคนหนุ่มสาว เนื่องจาก 2 ปัจจัย ได้แก่ ความเสื่อมตามวัย และโรคภัยไข้เจ็บที่เกิดขึ้นในแต่ละคน โดยเฉพาะโรคที่ทำให้กล้ามเนื้ออ่อนแรง เสียการทรงตัว เดินลำบากหรือผิดปกติ อาการบาดเจ็บเล็กน้อยจากการหกล้มที่ดูเหมือนจะไม่สำคัญ แต่เป็นสาเหตุของการสูญเสียความมั่นใจในการเคลื่อนไหวจนทำให้ผู้สูงอายุมีระดับของกิจกรรมทางงกายลดลง ซึ่งจะไปสู่การเพิ่มความเสี่ยงของการหกล้มในอนาคต และอาการบาดเจ็บจะยิ่งทวีความรุนแรงขึ้นหากมีการล้มซ้ำ โดยผลจากการศึกษาพบว่า การเพิ่มระดับของกิจกรรมทางกายนั้นสามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อการล้มในผู้สูงอายุได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ความสมบูรณ์ของกล้ามเนื้อ และความไวในการตอบสนองของระบบประสาทของกล้ามเนื้อเป็นปัจจัยภายในที่มีอิทธิพลต่อความเสี่ยงในการหกล้มอย่างมาก และมีความสัมพันธ์กับระดับการออกกำลังกาย ดังนั้นการป้องกันและลดความเสี่ยงต่อการหกล้มในผู้สูงอายุจึงสามารถทำได้โดยการออกกำลังกาย (มานะ, 2552; สมนึก, 2006)

จากที่กล่าวมาการออกกำลังกายในผู้สูงอายุมีความสำคัญสามารถป้องกันภาวะหกล้มได้โดยเฉพาะผู้สูงอายุที่มีประวัติหกล้มซ้ำซ้อน หรือมีการทรงตัวบกพร่อง การออกกำลังกายที่แนะนำคือการเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อ (Progressive muscle strengthening) การฝึกการทรงตัว (Balancing training) และการฝึกเดิน (Walking plan) โดยพบว่าการออกกำลังกายทั้งสามแบบนี้สามารถลดจำนวนครั้งที่ล้มใน 1 ปีได้ รวมทั้งจำนวนคนที่ล้มและได้รับบาดเจ็บก็ลดลง (Campbell et al., 1997)

2. การทรงตัวในผู้สูงอายุ (Balance in elderly)

การทรงตัว หมายถึง ความสามารถในการรักษาสมดุลของร่างกายทั้งในขณะอยู่นิ่งหรือในขณะที่ร่างกายมีการเคลื่อนไหว เช่น การยืน การเดิน และการควบคุมท่าทางของร่างกายจำเป็นต้องอาศัยการทำงานของร่างกายให้สัมพันธ์กันในทุก ๆ ระบบ โดยเฉพาะเมื่ออายุมากขึ้นกระดูกและกล้ามเนื้อมีการเสื่อมถอยลงอย่างมากจนทำให้ผู้สูงอายุมีรูปร่าง และท่าทางผิดไปจากปกติ ตลอดจนการทำงานของระบบประสาทลดลง (Cuevas-Trisan, 2017; Hewston & Deshpande, 2018)

ในผู้สูงอายุพบว่าความสามารถในการทรงตัวลดลง เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของระบบต่าง ๆ ในร่างกายที่ใช้ในการทรงตัว ทำให้มีการทรงตัวที่ไม่มั่นคง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทรับความรู้สึก การมองเห็น และการได้ยิน ความรู้สึกที่เอ็นข้อต่อกล้ามเนื้อ ทำให้สูญเสียความสัมพันธ์ของอวัยวะในการทำงานของร่างกายที่ใช้ขณะเคลื่อนไหว ทำให้เกิดการโอนเอนของร่างกายในท่ายืนได้มากกว่าผู้ที่มีอายุน้อย การทรงตัวถูกจำกัดในการเคลื่อนไหว จึงทำให้เกิดอุบัติเหตุในผู้สูงอายุและอาจทำให้ผู้สูงอายุสูญเสียการทรงตัวแบบถาวร หรือกระทั่งถึงแก่ความตาย (Tavares et al., 2020; สร้อยแสง et al., 2014) ดังตารางที่ 1

2.1 ระบบประสาทรับรู้การทรงตัว

การทรงตัวต้องอาศัยการทำงานของรีเซพเตอร์รับรู้การทรงตัว ร่วมกับการทำงานของระบบประสาท โดยร่างกายต้องอาศัยรีเซพเตอร์ในการรักษาการทรงตัว เพื่อให้เกิดการประสานงานกันของศีรษะ ร่างกาย และแขนขา

การทำงานของระบบประสาทที่เกี่ยวข้องกับการทรงตัว นอกอำนาจจิตใจต้องอาศัยการทำงานของรีเฟล็กซ์ รีเฟล็กซ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในการทรงตัวของร่างกาย (Vestibular Apparatus) แบ่งได้เป็น 2 อย่าง

ทอนิค เวสติบูลาร์ รีเฟล็กซ์ (Tonic vestibular reflexes) เป็นรีเฟล็กซ์แก้ไขท่าทางเมื่อร่างกายอยู่กับที่ เมื่อตัวเอียงจะคอยแก้ไขให้ตัวตั้งตรง

สเตโตคิเนติค เวสติบูลาร์ รีเฟล็กซ์ (Statokinetic vestibular reflexes) เป็นรีเฟล็กซ์แก้ไขสมดุลและการทรงตัวเมื่อร่างกายมีการเคลื่อนไหว (Ziff & Stark, 2017)

2.2 กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องในการควบคุมจุดศูนย์ถ่วงร่างกาย

การที่ร่างกายสามารถอยู่นิ่งหรือเอื้อมหยิบสิ่งของได้โดยที่ไม่ล้ม เป็นการทำงานประสานกันของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการรักษาท่าทาง (Postural muscles) ทั้งด้านหน้าและด้านหลังของร่างกาย ไม่ว่าจะเป็นการทำงานระหว่างกล้ามเนื้อหลังกับกล้ามเนื้อหน้าท้อง กล้ามเนื้อต้นขาด้านหลังกับกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า และกล้ามเนื้อน่องกับกล้ามเนื้อหน้าแข้ง ซึ่งในขณะเคลื่อนที่ร่างกายมีการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อหลักเหล่านี้ที่จะทำหน้าที่รักษาสมดุลและควบคุมให้จุดศูนย์ถ่วงของร่างกายอยู่ภายในฐานรับน้ำหนักร่างกาย แต่เมื่อมีอายุมากขึ้นกล้ามเนื้อเหล่านี้เกิดการเปลี่ยนแปลง โดย

กล้ามเนื้อบางมัดเกิดการตึงตัว และบางมัดมีแนวโน้มที่จะอ่อนแรง การเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อในลักษณะนี้ จะทำให้ผู้อายุมีการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและเคลื่อนไหวไม่สะดวก ซึ่งสามารถแก้ไขและป้องกันได้โดยการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อ รวมไปถึงการรักษาท่าทางในการทำงานให้อยู่ในท่าทางที่ดีและถูกต้อง (สมนึก, 2006)

ตารางที่ 1 กระบวนการเสื่อมของกล้ามเนื้อ กระดูก และระบบประสาทของร่างกายที่มีผลกระทบต่อการทรงตัวในผู้สูงอายุ (บูรณสรรพวิทธิ์ et al., 2013)

ระบบ	การเปลี่ยนแปลง
กล้ามเนื้อ (Muscle)	- ความสามารถในการสร้างพลังงานทั้งแบบออกซิเจน และไม่ใช้ออกซิเจนลดลง - การลดลงของมวลกล้ามเนื้อ - การสูญเสียเส้นใยกล้ามเนื้อ โดยเฉพาะเส้นใยชนิดหดตัวเร็ว - เกิดการฝ่อลีบของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า - ปริมาณออกซิเจนที่ไปยังกล้ามเนื้อลดลง - ความยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและกล้ามเนื้อลดลง
กระดูกและข้อ (Skeletal)	- ความหนาแน่นของมวลกระดูกลดลง - กระดูกสันหลังระดับอกเกิดการโก่ง งอ (Kyphosis) มากขึ้น - ความโค้งของกระดูกสันหลัง (Posterior pelvic tilt) - เกิดการงอของสะโพกและเข่ามากขึ้น - ข้อเท้ากระดกขึ้น
ประสาท (Neurologic)	- ประสิทธิภาพการทำงานของสารสื่อประสาท (Neurotransmitters) ลดลง - ประสิทธิภาพการเชื่อมต่อระหว่างเซลล์ลดลง - จำนวนเซลล์ประสาทลดลง - ระยะเวลาในการตอบสนอง (Reaction time) ยาวขึ้น - จำนวนหน่วยประสาทยนต์ (Motor unit) ลดลง - ความสามารถในการรับรู้ (Sensory) ลดลง - ระดับความทนทานต่อการตอบสนองการรับรู้เพิ่มขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

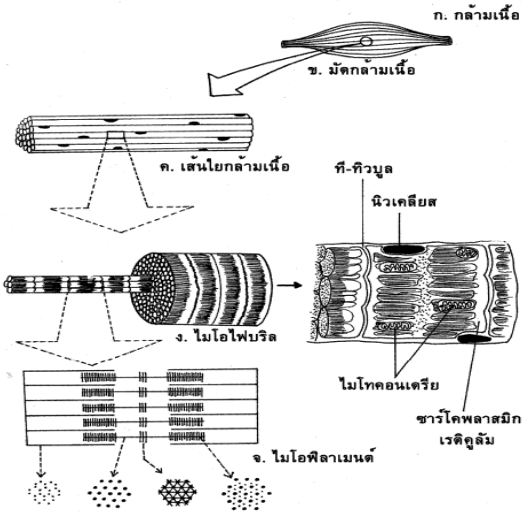
จากข้อมูลข้างต้น ได้กล่าวถึงระบบต่าง ๆ ที่ช่วยในเรื่องการทรงตัวของร่างกาย โดยเฉพาะโปรปริโอเซปชั่น (Proprioception) ซึ่งอยู่ภายในร่างกายส่วนที่ลึก ได้แก่ กล้ามเนื้อ เอ็น ข้อต่อ คือส่วนสำคัญในการเคลื่อนไหวร่างกาย ในการควบคุมจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายถือว่าเป็นสิ่งสำคัญของการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันของทุกคนโดยเฉพาะผู้สูงอายุ ถ้าผู้สูงอายุมีกิจกรรมการออกกำลังกายจะช่วยในเรื่องของการชะลอความเสื่อมของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายได้ ทำให้ผู้สูงอายุมีความมั่นใจในการเคลื่อนไหวได้มากขึ้น

3. สรีรวิทยาของกล้ามเนื้อ (Basic physiology of skeletal muscle)

3.1 องค์ประกอบของกล้ามเนื้อ

กล้ามเนื้อเป็นเนื้อเยื่อที่พบมากที่สุดในร่างกายคือประมาณร้อยละ 45 ถึง 50 ของน้ำหนักตัว เซลล์กล้ามเนื้อเป็นเซลล์ที่ไวต่อสิ่งเร้า (excitable cell) และสามารถส่งสัญญาณไฟฟ้า (action potential) ไปตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวจะทำให้เกิดแรงและการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย กล้ามเนื้อลายประกอบขึ้นด้วยเซลล์ หรือใยกล้ามเนื้อ (muscle cell หรือ muscle fiber) จำนวนมาก เรียงขนานกันและอยู่รวมกันเป็นมัด โดยปลายทั้งสองข้างของมัดกล้ามเนื้อจะยึดติดกับเอ็นซึ่งยึดติดกับกระดูกอีกที่นึง เส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละเส้นยังประกอบขึ้นด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อขนาดเล็กเรียกว่าไมโอไฟบริล (myofibril) จำนวนมาก ในแต่ละไมโอไฟบริลประกอบขึ้นด้วย เส้นใยกล้ามเนื้อฝอยหรือไมโอฟิลาเมนต์ (myofilament) สองชนิดคือ เส้นใยกล้ามเนื้อฝอยแบบหนา (thick filament) และเส้นใยกล้ามเนื้อฝอยแบบบาง (thin filament) หน่วยเล็กที่สุดของกล้ามเนื้อเรียกว่า ซาร์โคเมียร์ (sarcomere) (คณาจารย์ ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2557)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 1 ลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบภายในของกล้ามเนื้อตามลำดับ ตั้งแต่มัดกล้ามเนื้อ (ก,ข), เซลล์กล้ามเนื้อ (ค), ใยกล้ามเนื้อเล็กหรือไฟบริล (ง), ใยกล้ามเนื้อฝอยหรือฟิลาเมนต์ (จ), โปรตีนของฟิลาเมนต์และการเรียงตัวของฟิลาเมนต์ทำให้เกิดลายของกล้ามเนื้อ (จ)

ปกติเส้นใยกล้ามเนื้อ เมื่อถูกกระตุ้นให้ทำงานก็จะหดตัวอย่างเต็มที่ในทางกลับกัน ถ้าไม่ทำงานก็ไม่หดตัวเลย ซึ่งเป็นไปตามกฎของ ออล ออ นัน (All-or-nonlaw) ตัวอย่างเช่นในขณะเดิน ถึงแม้ว่าจะมีเปอร์เซ็นต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อเพียงบางส่วนที่ทำงาน แต่ทุกเส้นใยที่ทำงานจะหดตัวอย่างเต็มที่ โดยในการทำงานนั้น เส้นใยกล้ามเนื้อที่มีขนาดเล็กที่สุดจะถูกกระตุ้นให้มีการหดตัวก่อน ตามทฤษฎีของขนาด (Size principle) ซึ่งโดยปกติเส้นใยชนิดที่ 1 ซึ่งหดตัวช้า จะทำงานก่อน หลังจากนั้นเมื่อความหนักของงานมากขึ้น เส้นใยที่มีขนาดใหญ่ (เส้นใยชนิดที่ 2) ซึ่งหดตัวได้เร็ว ก็จะถูกกระตุ้นให้ทำงานตามลำดับ ซึ่งการส่งสัญญาณประสาทที่มากระตุ้นกล้ามเนื้อจะถูกควบคุมโดยหน่วยยนต์ (Motor units) อีกทีหนึ่ง กล่าวคือถ้าความหนักของงานไม่มาก หน่วยยนต์ที่มีขนาดเล็กซึ่งส่วนใหญ่จะประกอบด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 1 จะถูกกระตุ้นให้ทำงานก่อน จากนั้นเมื่อความหนักของงานมากขึ้น หน่วยยนต์ที่มีขนาดใหญ่ซึ่งส่วนใหญ่จะไปเลี้ยงเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 2 ก็จะถูกกระตุ้นให้ทำงาน ด้วยเหตุนี้จึงเป็นเหตุผลว่าทำไมนักกีฬาที่ต้องการพัฒนากล้ามเนื้อจึงควรฝึกด้วยน้ำหนักที่มีการใช้แรงสูงสุด เพราะถ้าไม่มีการใช้แรงสูงสุดเส้นใยกล้ามเนื้อที่ถูกควบคุมโดยหน่วยยนต์ที่ส่งสัญญาณระดับสูงทำงาน (สนธยา สีละมาด และดุจเดือน สีละมาด, 2551)

เมื่อกล้ามเนื้อลายถูกกระตุ้นด้วยกระแสประสาทผ่านทางนิวโรมัสคูล่าร์จังชั่น (Neuromuscular junction) หรือมอเตอร์เอนเพลท (Motor end plate) ไปยังเซลล์กล้ามเนื้อ จะทำให้เกิดการหลั่งสารแคลเซียมออกมาจากซาร์โคลาสมิกเรติกคิวลัม (Sarcoplasmic reticulum)

และไปจับกับโทรโปนินซี (Troponin C) ทำให้ตำแหน่งที่หัวของมัยโอซินจะไปจับกับแอกตินบนโปรตีนเส้นใยบางเปิดออก จากนั้นจะเกิดการจับกันของหัวมัยโอซินกับแอกตินเกิดครอสบริดส์และเกิดการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีที่หัวของมัยโอซิน ไปเป็นพลังงานกลและพลังงานความร้อนภายในทำให้เกิดการเลื่อนของโปรตีนเส้นใยบางเข้าสู่แกนกลางของซาร์โคเมียร์ (Sarcomere) ซึ่งเป็นส่วนประกอบย่อยของเซลล์กล้ามเนื้อส่งผลทำให้กล้ามเนื้อเกิดการหดตัวในที่สุด (ดรุณวรรณ สุขสม, 2552)

3.2 ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ

เส้นใยกล้ามเนื้อในแต่ละหน่วยยนต์จะหดตัวและคลายตัวพร้อมกัน แต่เส้นใยกล้ามเนื้อทั้งหมดในมัดกล้ามเนื้อจะทำงานไม่พร้อมกัน ทั้งนี้เนื่องจากเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิดมีโครงสร้างและหน้าที่แตกต่างกัน เส้นใยกล้ามเนื้อบางชนิดเหมาะแก่การทำงานในภาวะอนากาศนิยม (Anaerobic) หรือภาวะที่มีการหายใจระดับเซลล์แบบไม่ใช้ออกซิเจน ในขณะที่เส้นใยกล้ามเนื้อบางชนิดเหมาะแก่การทำงานในภาวะอากาศนิยม (Aerobic) หรือภาวะที่มีการหายใจระดับเซลล์แบบใช้ออกซิเจน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1. เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 1 (Type I) จะใช้ออกซิเจนในการสร้างพลังงานที่เรียกว่าอากาศนิยม (Aerobic) มักจะมีสีแดง เนื่องจากมีไมโอโกลบินและเส้นเลือดฝอยจำนวนมาก และหดตัวได้ช้า ด้วยเหตุนี้บางทีเราจึงเรียกเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 1 ว่า เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้จะหดตัวช้า (Slow twitch fiber, ST)

2. เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 2 (Type II) จะไม่ใช้ออกซิเจนในการสร้างพลังงานที่เรียกว่า อนากาศนิยม (Anaerobic) มักจะมีสีขาว และหดตัวได้เร็ว ดังนั้นเราอาจจะเรียกเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 2 ว่า เส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนี้จะหดตัวเร็ว (Fast twitch fiber, FT)

ถึงกระนั้นก็ตามกล้ามเนื้อในร่างกายแต่ละมัดจะประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อทั้งสองชนิดในสัดส่วนที่แตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับหน้าที่การทำงาน ตัวอย่างเช่นกล้ามเนื้อ Gastrocnemius จะมีเส้นใยชนิดที่ 1 และ 2 ประมาณเท่า ๆกัน (ร้อยละ 50) ขณะที่กล้ามเนื้อ Soleus จะมีเส้นใยชนิดที่ 1 (ร้อยละ 80) มากกว่าเส้นใยชนิดที่ 2 (ร้อยละ 20) การฝึกด้วยแรงต้านจะส่งผลให้ขนาดและพื้นที่หน้าตัดของเส้นใยกล้ามเนื้อใหญ่ขึ้น นอกจากนี้ยังมีหลักฐานยืนยันว่าเส้นใยประสาทสั่งการ (Motor neuron) ที่ไปเลี้ยงเส้นใยกล้ามเนื้อจะเป็นตัวบ่งบอกว่า เส้นใยกล้ามเนื้อจะเป็นชนิดหดตัวช้าหรือเร็ว โดยพบว่าหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว จะมีประสาทยนต์ขนาดใหญ่ และมีเส้นใยกล้ามเนื้อตั้งแต่ 300 ถึงมากกว่า 1,000 เส้น ในขณะที่หน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าจะมีประสาทยนต์ขนาดเล็ก และมีเส้นใยกล้ามเนื้อ 10 ถึง 180 เส้น ดังนั้นการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อในหน่วยยนต์ชนิดที่หดตัวเร็ว จะเร็วและแรงกว่าการหดตัวของหน่วยยนต์ของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้า ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ว่านักกีฬาที่ประสบความสำเร็จในการแข่งขันกีฬา

ประเภทที่ต้องใช้ความเร็วและพลังของกล้ามเนื้อจะมีพันธุกรรมกำหนดให้มีสัดส่วนของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วมากกว่า อย่างไรก็ตามจะเกิดการล้าเร็วกว่า ในทางตรงกันข้ามนักกีฬาที่มีสัดส่วนของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้ามากกว่า ก็จะประสบความสำเร็จในการแข่งขันกีฬาประเภทที่ต้องใช้ความอดทนเนื่องจากพวกเขาสามารถที่จะปฏิบัติทักษะที่มีความเข้มข้นต่ำได้เป็นเวลานานกว่า ถึงแม้ว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วมักจะถูกใช้ในกิจกรรมที่สั้นและเร็ว แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าจะได้แรงของกล้ามเนื้อมากเสมอไป การที่กล้ามเนื้อจะหดตัวได้แรงมากหรือน้อยนั้นยังขึ้นอยู่ขนาดและพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อในแต่ละมัด ดังนั้นจึงอธิบายได้ว่าทำไมนักกีฬาประเภทที่ต้องใช้ความเร็ว จึงจำเป็นที่จะต้องฝึกแบบใช้แรงต้านเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วย นอกจากนี้การฝึกเคลื่อนไหวที่ใช้พลังกล้ามเนื้อสูงจะไปกระตุ้นการระดมของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วได้ดีขึ้น จึงทำให้นักกีฬาสามารถที่จะกระทำการเคลื่อนไหวที่เป็นแรงระเบิดและเร็วได้ โดยการจะระดมเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดนั้นขึ้นอยู่กับแรงต้านที่มากระทำ ถ้าแรงต้านปานกลางจนถึงต่ำก็จะมีการระดมเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าเป็นหลัก ถ้ามีการเพิ่มแรงต้านมากขึ้นก็จะมีการระดมของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วมาใช้มากขึ้นตาม ในขณะที่กล้ามเนื้อหดตัว อย่างไรก็ดีเส้นใยกล้ามเนื้อสามารถที่จะเปลี่ยนจากชนิดหนึ่งไปยังอีกชนิดหนึ่งได้ เช่น การฝึกความอดทน (Endurance training) ทำให้สัดส่วนของจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วลดลงและเพิ่มสัดส่วนของเส้นใยชนิดผสมมากขึ้น อย่างไรก็ตามยังไม่มีหลักฐานที่เพียงพอที่จะชี้ชัดได้ว่าเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็วหรือชนิดผสมนั้น สามารถที่จะเปลี่ยนไปเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวช้าได้หรือไม่ เพราะฉะนั้นจึงกล่าวได้ว่านักกีฬาที่แข่งขันในระยะสั้นสามารถที่จะไปแข่งขันในระยะปานกลางได้ และนักกีฬาที่แข่งขันในระยะยาวสามารถที่จะไปแข่งขันในระยะปานกลางได้ แต่นักกีฬาที่แข่งขันในระยะยาวไม่สามารถที่จะเปลี่ยนไปแข่งขันในระยะสั้นได้ แม้ว่าการฝึกความอดทน (Endurance training) จะสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระหว่างเส้นใยกล้ามเนื้อได้ ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วจำนวนของชนิดเส้นใยกล้ามเนื้อจะถูกกำหนดโดยพันธุกรรมเป็นหลัก (Power S.K and Dodd S.L, 2009)

3.3 การหดตัวของกล้ามเนื้อ (Type of muscular contraction)

การหดตัวของกล้ามเนื้อสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิดดังต่อไปนี้

1. การหดตัวแบบไอโซโทนิค (Isotonic contraction) เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อโดยมีการเปลี่ยนแปลงความยาวของกล้ามเนื้อทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของข้อต่อแต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความตึงของกล้ามเนื้อ (Dynamic contraction) การหดตัวของกล้ามเนื้อแบบมีไอโซโทนิค แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1.1 การหดตัวแบบคอนเซ็นทริก (Concentric contraction) เป็นการหดตัวสั้นเข้าของกล้ามเนื้อ เกิดขึ้นเมื่อกล้ามเนื้อสามารถสร้างแรง (Force) ได้มากกว่าแรงต้าน (Load) เช่น การยกน้ำหนักขึ้นของท่านอนดัน (bench press)

1.2 การหดตัวแบบเอกเซ็นทริก (eccentric contraction) เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อที่มีการยืดยาวออก เกิดขึ้นเมื่อมีการผ่อนน้ำหนักลงภายใต้การทำงานของกล้ามเนื้อ เช่น ช่วงผ่อนน้ำหนักลงของการฝึกท่านอนดัน (bench press)

2. การหดตัวแบบไอโซเมทริก (Isometric contraction) เป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อที่มีความตึงเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมุมข้อต่อหรือความยาวของกล้ามเนื้อ หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการหดตัวแบบอยู่กับที่ (Static contraction) การหดตัวลักษณะนี้กล้ามเนื้อมีการพัฒนาแรงขึ้นเท่ากับแรงต้าน เช่น การค้างน้ำหนักไว้ตำแหน่งสูงสุดหรือต่ำสุดของท่านอนดัน (bench press) ในการฝึกด้วยน้ำหนัก การหดตัวของกล้ามเนื้อจะมีทั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบคอนเซ็นทริก เอกเซ็นทริก และไอโซเมทริก ทั้งนี้ทั้งนั้นขึ้นอยู่กับจังหวะการเคลื่อนไหว

3. ไอโซคิเนติค (Isokinetic) ไม่จัดเป็นชนิดการหดตัวของกล้ามเนื้อตามปกติ ไอโซคิเนติคเป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบมีที่มีความเร็วหรืออัตราเร็วในการเคลื่อนไหวคงที่ โดยอาจจะเป็นการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบคอนเซ็นทริกหรือแบบเอกเซ็นทริกก็ได้ การหดตัวแบบนี้จะเกิดขึ้นโดยใช้เครื่องฝึกและทดสอบความแข็งแรงที่เฉพาะ เช่น ไบโอเด็ก (Biodex) ไซเบ็ก (Cybex) คิงคอม (Kingcom) ลิโด (Lido) เป็นต้น ซึ่งจะใช้ฝึกกล้ามเนื้อได้ทั้ง agonist และantagonist ด้วยการฝึกท่าเดียว แต่จะมีการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบคอนเซ็นตริกเพียงอย่างเดียว (สนธยา สีละมาด และดุจเดือน สีละมาด, 2551)

3.4 ภาวะมวลกล้ามเนื้อลดลง (Sarcopenia)

เป็นคำที่เสนอโดย Rosenberg ในปี 1989 โดยหมายถึงการสูญเสียมวลกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับอายุ ซึ่งเป็นผลกระทบที่ทำให้เกิดอันตรายในผู้สูงอายุ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของมวลกล้ามเนื้อโดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้ามเนื้อที่จำเป็นต่อการเคลื่อนไหว เช่น กล้ามเนื้อต้นขา ผู้ชายและผู้หญิงสูญเสียมวลกล้ามเนื้อประมาณร้อยละ 24–27 ความแตกต่างนี้อาจเกิดขึ้นจากการสูญเสียของหน่วยยนต์ (Motor Unit) ในขาจะเกิดการสูญเสียมากกว่าแขน แม้ว่าจะไม่มีข้อมูลที่สมบูรณ์เกี่ยวกับการวัดหน่วยยนต์ (Motor Unit) ในแขนขาบนและล่างที่มีอยู่ แต่เป็นการประมาณทางอ้อมของจำนวนหน่วยยนต์ (Motor Unit) ตามวิธีการทางไฟฟ้าเคมี (Electrophysiological methods) หน่วยยนต์ (Motor Unit) เกือบจะคงที่จนถึงอายุ 60 ปี หลังจากอายุ 60 ปี จะลดลงอย่างรวดเร็วร้อยละ 3 ต่อปี และเมื่ออายุ 80 ปี จะมีการสูญเสียของหน่วยยนต์ (Motor Unit) มากถึงร้อยละ 60 เนื่องจากในผู้สูงอายุการออกกำลังกายลดลงอย่างมีนัยสำคัญแม้ในผู้สูงอายุที่มีอิสระอย่างเต็มที่ (Janssen I et al., 2000) ภาวะมวลกล้ามเนื้อลดลง (Sarcopenia) คือ การสูญเสียมวลกล้ามเนื้ออย่างค่อยเป็นค่อยไป ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับอายุและมีปัจจัยซับซ้อนหลายประการ (Cruz-Jentoft et al., 2019) ภาวะมวลกล้ามเนื้อลดลงนำไปสู่การเสี่ยงต่อการล้ม การสูญเสียความสามารถในการ

ดำเนินกิจกรรมต่างๆในชีวิตประจำวัน และเสี่ยงต่อการเสียชีวิต (Janssen, 2010; Steves et al., 2016)

3.5 สาเหตุของภาวะมวลกล้ามเนื้อลดลง

ไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัดเนื่องจากมีหลายปัจจัยที่ส่งผลให้ภาวะมวลกล้ามเนื้อลดลง แต่มีการศึกษาในคนและสัตว์เพื่อสนับสนุนทฤษฎีต่าง ๆ เช่น การสูญเสียเซลล์ประสาท (Motor neuron), การสูญเสียฮอร์โมนที่ช่วยในการสลายสารชีวโมเลกุล (Catabolic hormone), การลดลงของสารน้ำต่าง ๆ (Cytokine) และการบริโภคโปรตีนไม่เพียงพอ (Lexell, 1995) ในงานวิจัยกล่าวว่า ภาวะมวลกล้ามเนื้อลดลง (Sarcopenia) คือการสูญเสียมวลกล้ามเนื้อโครงร่าง, ความแข็งแรง, และฟังก์ชั่นที่เกิดขึ้นจากการชราภาพ มักจะมาพร้อมกับการไม่ได้ใช้งานทางกายภาพ, การเคลื่อนไหวลดลง, การเดินช้าลง, ความอดทนทานของร่างกายลดลง ระบบทางสรีรวิทยาลดลงรวมไปถึงระบบประสาทและกล้ามเนื้อซึ่งมีการเชื่อมโยงกัน เช่น การลดลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้นเชื่อมโยงกับการลดลงของมวลกล้ามเนื้อโดยรวม ซึ่งการลดลงของมวลกล้ามเนื้อนี้อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการสูญเสียของเส้นใยกล้ามเนื้อ เช่นเดียวกับกล้ามเนื้อลีบและกล้ามเนื้อฝ่อของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 2 (type 2 fast twitch fibers), การเสื่อมสภาพของหน่วยยนต์ (Motor unit) ส่งกระแสประสาทได้ช้า นำไปสู่ความเหนื่อยล้าของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น, การเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน ได้แก่ Growth hormone (GH), insulin-like growth factor (IGF-1) และ Androgens (ความคุมความดันโลหิต) ซึ่งช่วยควบคุมการเจริญเติบโตและการพัฒนาของกล้ามเนื้อโครงร่างลดลงในวัยชรา ระบบ renin – angiotensin อาจมีบทบาทในการปรับการทำงานของกล้ามเนื้อ รวมไปถึงการดื้อต่ออินซูลินและการรับประทานโปรตีนไม่พียงพอ (Nair, 2005; Tardif et al., 2017)

สาเหตุของภาวะมวลกล้ามเนื้อลดลงมีหลายปัจจัย ได้แก่

ปัจจัยหลัก 1. จำนวนของเส้นใยกล้ามเนื้อลดลง (Muscle fiber) 2. หน่วยยนต์ลดลง (Motor Unit) 3. มีกล้ามเนื้อฝ่อลีบเพิ่มมากขึ้น (Muscle fiber atrophy)

ปัจจัยอื่น ๆ 1. โภชนาการณ์ (Nutrition) 2. ฮอร์โมน (Hormones) 3. การเผาผลาญอาหาร (Metabolic) 4. ภูมิคุ้มกัน (Immunological) 5. การควบคุมความดันโลหิตและดุลยภาพของน้ำ (Renin-angiotensin system; RAAS) (Band et al., 2018; Witham et al., 2021)

3.6 ระบบพลังงาน (Energy system)

Baechle and Earle (2000) กล่าวว่า ระบบพลังงานในมนุษย์แบ่งออกเป็น 3 ระบบ ดังนี้

1. ระบบฟอสฟาเจน (Phosphagen system) เป็นระบบพลังงานที่พร้อมสำหรับการถูกนำไปใช้ได้ในทันที (เปรียบเหมือนอาหารจานด่วน) โดยระบบพลังงานนี้จะขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาทางเคมีของฟอสฟาเจนสองชนิด ประกอบด้วย

1.1 สารอะดีโนซีนไตรฟอสเฟตที่เก็บไว้แล้วในกล้ามเนื้อ (Endogenous Adenosine Triphosphates, ATP) โดยเอทีพีจะทำปฏิกิริยาไฮโดรไลลิส (Hydrolysis) ผ่านเอนไซม์ไมโอซินเอทีพีเอส (Myosin ATPase) เพื่อเปลี่ยนรูปเป็นเอดีพี (ADP) และอินออแกนิกฟอสเฟต (Pi) เพื่อให้ได้พลังงานออกมา มีเก็บน้อยเพียง 5 มิลลิโมลต่อกิโลกรัมกล้ามเนื้อ และถูกใช้มากในเวลาสั้น ๆ ไม่เกิน 30 วินาที

1.2 สารครีเอทีนฟอสเฟต (Creatine Phosphate, CP) ซึ่งจะรวมกับเอดีพีที่เกิดจากกระบวนการก่อนหน้าผ่านเอนไซม์ครีเอทีนไคเนส (Creatine kinase) เพื่อสังเคราะห์เอทีพีจากครีเอทีนฟอสเฟส และเอดีพี มีเก็บเฉพาะในกล้ามเนื้อ แต่ในปริมาณน้อย ๒๔ มิลลิโมลต่อกิโลกรัมกล้ามเนื้อ (1 มิลลิโมล = 1 ใน 10,00,000 ส่วนของโมล) และถูกนำไปใช้จนเกือบหมดภายในเวลา ๕ วินาทีแรกของการออกกำลังกายอย่างหนัก

2.ระบบไกลโคไลสิส (Glycolysis) ระบบพลังงานไกลโคไลสิสเกิดจากการสลายของคาร์โบไฮเดรต ไกลโคเจนี่สะสมในกล้ามเนื้อหรือกลูโคส (Glucose) ในกระแสเลือดเพื่อสร้างเอทีพี ที่เกิดจากระบบพลังงานฟอสฟาเจน ดังที่อธิบายก่อนหน้านี้ กระบวนการไกลโคไลสิสใช้เอนไซม์หลายตัวในการสร้างปฏิกิริยาทางเคมี แบ่งได้ 2 ชนิด

2.1 ระบบไกลโคไลสิสแบบเร็ว (Fast glycolysis)

เกิดจากการแปลงกรดแลคติค (Lactic Acid) เพื่อสร้างเอทีพีในอัตราที่เร็วเมื่อเปรียบเทียบกับระบบไกลโคไลสิสแบบช้า (Slow glycolysis) ในขณะที่ไพรูเวท (Pyruvate) ถูกส่งผ่านไมโตรคอนเดรีย (Mitochondria) เพื่อใช้ในระบบพลังงานแบบออกซิเดทีฟ (Oxidative) ระบบพลังงานไกลโคไลสิสแบบเร็วอาจเรียกอีกชื่อได้ว่า ระบบไกลโคไลสิสแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic glycolysis)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2 ระบบไกลโคไลสิสแบบช้า (Slow glycolysis)

ถ้าออกซิเจนสามารถจ่ายให้ไมไตคอนเดรียได้ไรปริมาณเพียงพอ ไพรูเวทจะไม่ถูกแปลงเป็นกรดแลคติค แต่จุถูกส่งผ่านไมโตคอนเดรียและถูกแปลงเป็น อะเซทิล ไคเอ (Acetyl CoA) ซึ่งสามารถเข้าสู่กระบวนการเคร็บ (Krebs cycle) เพื่อสร้างเอทีพี

3. ระบบออกซิเดทีฟ (Oxidative)

ระบบพลังงานออกซิเดทีฟเป็นแหล่งพลังงานพื้นฐานของเอทีพี ในขณะพักและในกิจกรรมความเข้มข้นต่ำ โดยใช้คาร์โบไฮเดรตและไขมันเป็นวัตถุดิบ ยังไม่พบว่ามีการนำโปรตีนมีใช้ในการเผาผลาญ นอกจากการอดอาหาร และการออกกำลังกายที่ใช้เวลานาน (มากกว่า 90 นาที) พลังงานประมาณร้อยละ 70 ของเอทีพีที่ถูกเปลี่ยนมาจากไขมัน และ ร้อยละ 30 มาจากคาร์โบไฮเดรต

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาของกิจกรรมกับระบบพลังงานที่ใช้ในร่างกาย

ระยะเวลา	ความหนักของกิจกรรม	ระบบพลังงาน
0 วินาที ถึง 6 วินาที	หนักที่สุด	ฟอสฟาเจน
6 วินาที ถึง 30 วินาที	หนักมาก	ฟอสฟาเจน และ ไกลโคไลสิสแบบเร็ว
30 วินาที ถึง 120 วินาที	หนัก	ไกลโคไลสิสแบบเร็ว
120 วินาที ถึง 180 วินาที	ปานกลาง	ไกลโคไลสิสแบบช้า และ ออกซิเดทีฟ
180 วินาที	เบา	ออกซิเดทีฟ

จากการทำการทดลองก่อนการทำวิจัย (Pilot study) เมื่อวันที่ 26 ตุลาคม 2562 พบว่ากลุ่มผู้สูงอายุที่ฝึกด้วยแรงต้านแบบเบ่งเซตย่อย ทำการทดลองฝึกทั้ง 8 ท่า ท่าละ 10 ครั้ง โดยการออกแรงครั้งแรก 5 ครั้ง พักระหว่างการออกแรง 20 วินาที ออกแรงครั้งที่สอง 5 ครั้ง ใช้เวลาในการฝึกเฉลี่ยเซตละ 60 วินาที โดยงานวิจัยของ Byrd, Centry and Boatwright (1988) พบว่าการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย มีงานโดยรวมมากกว่าการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบเบ่งเซตย่อยยังมีการพัฒนาของระบบหลอดเลือดหัวใจที่ดีกว่ากลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม ผู้วิจัยสัญนิษฐานว่าจะใช้ระบบไกลโคไลสิสแบบช้าและออกซิเดทีฟ เป็นหลัก

ในการฝึกด้วยระบบพลังงานแบบฟอสฟาเจน สิ่งที่เกิดขึ้นคือการหมดไปของฟอสโฟครีเอทีน (PCr Depletion) ซึ่งเวลาในการหมดไปจะแปรผันตรงกับความหนักของการออกกำลังกาย Kenney et al. (2012) กล่าวถึงการหมดไปของฟอสโฟครีเอทีนว่าเป็นวิธีการรักษาระดับของเอทีพีในกล้ามเนื้อโดยนักกีฬาที่ต้องการชะลอความเมื่อยล้าในการแข่งขันจะควบคุมอัตราการใช้ฟอสโฟครีเอทีน และเอทีพีไม่ให้หมดก่อนกำหนด เช่นนักกีฬาที่ออกวิ่งอย่างรวดเร็วในการแข่งขันมาราธอน ฟอสโฟครีเอทีนและเอทีพีจะลดลงอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้เกิดความเมื่อยล้า และไม่สามรถวิ่งด้วยความเร็วที่ต้องการในช่วงท้าย ๆ ของการแข็งขัน ในทางเดียวกันการฝึกด้วยระบบพลังงานแบบไกลโคไลสิสจะพบการหมดไปของไกลโคเจน (Glycogen depletion) ซึ่งจะเกิดเมื่อเอทีพีลดลง โดยปริมาณไกลโคเจนที่สำรองไว้จะถูกใช้หมดอย่างรวดเร็วเนื่องจากมีปริมาณจำกัด สิ่งที่จะเกิดตามมาคือความเมื่อยล้า โดยเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละชนิด และกลุ่มกล้ามเนื้อแต่ละกลุ่มจะมีอัตราการหมดไปของไกลโคเจนแตกต่างกัน

การใช้สารฟอสฟาเจน (Phosphagen) สามารถสรุป ดังนี้

1. การทำงานของฟอสฟาเจนเกิดในทุกกิจกรรมทางกาย (พอเริ่มขยับตัวก็ถูกนำไปใช้แล้ว)
2. ยิ่งออกแรงมาก ๆในเวลาสั้นๆ จะยิ่งใช้สารฟอสฟาเจนมากขึ้น
3. การสำแดงพลังสูงสุด (Peak) ของฟอสฟาเจนอยู่ที่ 5 ถึง 10 วินาทีแรก
4. สาร ATP ในกล้ามเนื้อถูกนำออกมาใช้ง่ายกว่า (ใช้ก่อน) สารครีเอทีนฟอสเฟต
5. ทั้งครีเอทีนฟอสเฟต และ อะดีโนซีนไตรฟอสเฟต ในกล้ามเนื้อจะไม่ถูกนำไปใช้จนหมด ต้องมีเหลือปริมาณหนึ่งแม้ในกิจกรรมหนัก มากก็ตาม

6. การใช้ฟอสฟาเจน ไม่ต้องใช้ออกซิเจน และไม่มีของเสียคงค้าง อาจเรียกอีกอย่างว่า Anaerobic alactic energy system

7. ในการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง เมื่อฟอสฟาเจนถูกใช้ไป (การพร่องของ Phosphagen) จะมีการกระตุ้นการเกิดขบวนการแอโรบิคให้เกิดตามมา (Maria Pia et al., 2008)

การฟื้นคืนกลับของสารฟอสฟาเจน (Phosphagen)

สิ่งที่ผู้รักการออกกำลังกายต้องคำนึงถึงคือการคืนกลับ (Recovery, Replenishment) ของสาร ทั้งสองตัวนี้จะเป็นไปได้เร็วหรือช้าเพียงใดมีข้อพิจารณาดังนี้ (Gibala, 2002)

1. การคืนกลับเป็นไปตามขบวนการทางชีวเคมีซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะของแต่ละคน (กรรมพันธุ์ มีส่วนอยู่บ้าง)

2. การคืนกลับจะเกิดได้ “ต้องหยุดออกกำลังกาย” เท่านั้น

3. การคืนกลับของสารฟอสฟาเจน ต้องอาศัยออกซิเจน (กระบวนการแอโรบิค) ซึ่งเกิดในภายหลังที่ออกแรงไป

4. การคืนกลับขึ้นกับความหนักของงานที่ทำ เช่น งานที่ไม่หนักมากจะใช้เวลาเฉลี่ย 15 ถึง 30 วินาที ในการคืนกลับได้ประมาณร้อยละ 70

5. ภาวะความเป็นกรด-ด่างของกล้ามเนื้อมีผลต่อการคืนกลับ

4. หลักการออกกำลังกายของผู้สูงอายุ

ผู้สูงอายุสามารถออกกำลังกายได้เหมือนกับคนที่มีอายุน้อย การตอบสนองทางกายต่อการออกกำลังกายในผู้สูงอายุก็เหมือนกับบุคคลทั่วไป หลักการออกกำลังกายในผู้สูงอายุก็สามารถที่จะใช้หลักการเดียวกับบุคคลทั่วไป แพทย์ของประเทศแคนนาดาแนะนำหลักการออกกำลังกายในผู้สูงอายุกล่าวว่า “เริ่มต้นแบบต่ำ และทำช้า ๆ” ซึ่งหลักการออกกำลังกายในผู้สูงอายุ ได้แก่

1. ความบ่อยหรือความถี่ในการออกกำลังกายในผู้สูงอายุ (Frequency) หมายถึงจำนวนวันในการออกกำลังกาย ผู้ไม่เคยออกกำลังกายมาก่อน ควรปฏิบัติสัปดาห์ละ 1 ถึง 2 วัน แล้วค่อย ๆ เพิ่มขึ้นการออกกำลังกายที่จะเกิดผลดีต้องทำอย่างต่อเนื่องอย่างน้อย สัปดาห์ละ 2 ถึง 3 วัน ทำวันเว้นวันเพื่อให้กล้ามเนื้อมีการพักผ่อน

2. ความหนักของการออกกำลังกาย (Intensity) หมายถึง การเพิ่มขึ้นของการปฏิบัติในการออกกำลังกาย ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทและวัตถุประสงค์ของการออกกำลังกาย ในผู้สูงอายุควรออกกำลังกายที่มีความหนักปานกลาง และมีแรงกระแทกต่ำ

3. ระยะเวลาในการออกกำลังกาย (Time) การออกกำลังกายในผู้สูงอายุมีการแบ่งเป็นช่วงอบอุ่นร่างกายรวมถึงการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ช่วงออกกำลังกาย และช่วงคูลดาวน์หรือช่วงฟื้นร่างกายสู่สภาพปกติ เวลาแต่ละช่วงสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสม

4. ชนิดของการออกกำลังกายในผู้สูงอายุ เลือกการออกกำลังกายให้เหมาะสมกับแต่ละบุคคล และมีความสนุกสนาน ไม่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บ ดังเช่นกิจกรรมในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รูปแบบพื้นฐานของการออกกำลังกาย 3 อย่างของผู้สูงอายุ (เกียรติ & วรรธนะ, 2016)

ชนิดของการออกกำลังกาย	ประเภทของกิจกรรม	ประโยชน์
แอโรบิค/ความทนทาน	เดิน ปั่นจักรยาน กิจกรรมทางน้ำ หรือว่ายน้ำ ออกกำลังกายแบบแรงกระแทกต่ำ	ระบบหัวใจหายใจ ลดน้ำหนัก ภาวะทางอารมณ์ หลับได้ขึ้น
การใช้แรงต้าน/ความแข็งแรง	ใช้น้ำหนัก เครื่องออกกำลังกาย ยางยืด ใช้น้ำหนักตัว	ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ มวลกระดูก การทำงานของร่างกายดีขึ้น
การทรงตัวและความอ่อนตัว	ยืดเหยียด โยคะ ไท้จี๋ กระดาน ทรงตัว	การทรงตัว ประสิทธิภาพในการตอบสนองดีขึ้น

4.1 การฝึกด้วยแรงต้าน (Resistance training)

ในปัจจุบันมีความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา ได้เข้ามามีส่วนช่วยในการพัฒนารูปแบบการฝึกของกีฬาประเภทต่าง ๆ อย่างมาก ข้อค้นพบที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า ได้มีการนำมาปรับปรุงและประยุคต์ใช้ในการกีฬาอย่างไม่หยุดยั้ง ไม่ว่าจะเป็นในด้านการฝึกซ้อมหรือการแข่งขันก็ตาม ความเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้เป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายในบรรดากลุ่มประเทศผู้นำทางการกีฬาทั่วโลก ซึ่งส่งผลให้สถิติของกีฬาหลายประเภทได้พัฒนาความก้าวหน้าขึ้นเป็นลำดับ การฝึกด้วยแรงต้านนับเป็นวิธีการอีกรูปแบบหนึ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อการที่จะช่วยพัฒนาและเสริมสร้างสมรรถภาพทางกายให้สมบูรณ์แข็งแรงเร็วยิ่งขึ้น ปัจจุบันวิธีการดังกล่าวนี้เป็นที่ยอมรับและนิยมแพร่หลายในต่างประเทศโดยเฉพาะแถบยุโรปและอเมริกา ซึ่งแต่เดิมผู้ฝึกสอนมีทัศนคติและความเขาใจผิดเกี่ยวกับเรื่องการฝึกด้วยแรงต้าน โดยเชื่อว่าการฝึกด้วยแรงต้านที่ความหนักสูงทำให้ความรวดเร็ว ว่องไวในการเคลื่อนไหวลดลง จนกระทั่งต่อมาได้มีการค้นคว้าวิจัยและทดลองหาข้อเท็จจริงดังกล่าว ผลการวิจัยพบว่าการฝึกด้ายแรงต้านสามารถทำให้สมรรถภาพทางกายเพิ่มสูงขึ้นไม่ว่าจะเป็นด้านกำลังกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงกล้ามเนื้อ ความเร็วหรือแม้แต่ในด้านความอดทนของกล้ามเนื้อก็ตาม (เจริญ, 2002)

ในการฝึกที่ต้องการคุณภาพขั้นสูงสุดให้บังเกิดผลดีต่อกล้ามเนื้อนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องอาศัยการเตรียมร่างกายขั้นพื้นฐานให้ถูกต้องตามขั้นตอนของหลักและวิธีการฝึกซึ่งเริ่มฝึกจากเบาไปหาหนักโดยค่อย ๆ เพิ่มปริมาณหรือความหนักขึ้นทีละน้อย ๆ ตามพื้นฐานของระดับความสามารถที่ค่อย ๆ ได้รับการพัฒนาขึ้นตามลำดับ ซึ่งในการฝึกยกน้ำหนักเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับ

กล้ามเนื้อเช่นเดียวกัน จำเป็นต้องอาศัยพื้นฐานด้วยการกำหนดความหนักที่จะทำการฝึก ให้สัมพันธ์กับจำนวนครั้งและจำนวนเซตที่กำหนดให้ปฏิบัติในการฝึก และเพื่อให้บังเกิดประสิทธิภาพหรือเป็นผลดีต่อกล้ามเนื้อและร่างกายมากที่สุด จึงจำเป็นต้องอาศัยสมรรถภาพความแข็งแรงขั้นพื้นฐานของแต่ละบุคคล ขณะเดียวกันควรคำนึงถึงเป้าหมายการฝึกด้วยว่าต้องการให้กล้ามเนื้อเกิดความสมบูรณ์แข็งแรงแบบใด อาทิเช่น กำลังความแข็งแรงหรือความแข็งแรงแบบทนทาน เป็นต้น ด้วยเหตุนี้การที่จะกำหนดปริมาณความหนักจำนวนครั้งจำนวนเซตที่จะทำการยก จึงควรพิจารณาให้สัมพันธ์กันเพื่อให้เกิดผลที่สมบูรณ์แบบจากการฝึกมากที่สุด ผู้ฝึกสอนจึงสมควรอย่างยิ่งที่จะศึกษาหาความรู้ในรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลหลักและวิธีการฝึกให้เป็นที่เข้าใจอย่างถูกต้องก่อนที่จะลงมือปฏิบัติเพื่อป้องกันความผิดพลาดและอันตราย ที่จะเกิดขึ้นกับอวัยวะภายในร่างกายและกล้ามเนื้อต่าง ๆ

การฝึกด้วยแรงต้านเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะทำให้ความแข็งและพลังของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น โดยสามารถกำหนดความหนัก จำนวนครั้ง จำนวนชุด และจำนวนวันที่ฝึกที่เหมาะสมกับแต่ละบุคคลได้ โดยกำหนดความหนักสูงสุดที่ 1RM ซึ่งเป็นน้ำหนักสูงสุดที่ทำได้เพียง 1 ครั้ง เพื่อวัดความสามารถทางด้านพลังของกล้ามเนื้อ แต่อาจจะมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มความสามารถทางด้านพลังของกล้ามเนื้อ จากการฝึกด้ายน้ำหนัก คือ ความแข็งแรงขของกล้ามเนื้อ โดยอ้างเหตุผลว่าหน่วยยนต์ จะแข็งแรงขึ้นจากการฝึกและหน่วยยนต์จะเพิ่มขึ้นเพื่อรองรับการทำงานที่มากขึ้น การเพิ่มพลังกล้ามเนื้อจากการฝึกด้วยแรงต้านยังมีส่วนช่วยเพิ่มความสามารถทางด้านความอดทนได้อีกด้วย เพราะพลังเป็นปริมาณงาน (แรง x ระยะทาง) ต่อหน่วยเวลา ต่อมาได้มีการพัฒนาการฝึกด้วยแรงต้านมาฝึกร่วมกับการฝึกแบบอื่น เช่น การฝึกด้วยน้ำหนักควบคู่กับการฝึกความอดทน ซึ่งสามารถพัฒนาได้ทั้งความแข็งแรง ขนาดของกล้ามเนื้อ และการใช้ออกซิเจนสูงสุด การฝึกด้วยน้ำหนักที่ความเร็วต่ำควบคู่กับการฝึกแอโรบิคสามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความอดทนได้ เมื่อมีการฝึกของกล้ามเนื้อลดลงก็จะทำให้ความเร็วลดลง ดังนั้น การรักษาสภาพความแข็งแรงไว้ในช่วงการแข่งขันจะทำให้พลังและความอดทนของกล้ามเนื้อคงสภาพอยู่ได้ การฝึกที่ความเร็วสูงควบคู่กับการฝึกแอโรบิคสามารถพัฒนาการใช้ออกซิเจนสูงสุด การฝึกพลัยโอเมตริกคู่กับการฝึกด้วยน้ำหนักสามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการเคลื่อนไหว (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ และคณะ, 2540)

การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากล้ามเนื้อ ทำให้รู้สึกว่าเป็นผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายดี มีความสามารถสูงในการเคลื่อนไหว อีกทั้งยังช่วยเสริมสร้างให้กระดูก เอ็นกล้ามเนื้อ และเอ็นยึดข้อแข็งแรงขึ้น และยังช่วยลดปัญหาทางสุขภาพได้ เช่น การเจ็บป่วย อาการปวดเมื่อยตามร่างกายหรือโรคเกี่ยวกับกระดูกและข้อ เป็นต้น การฝึกความแข็งแรงนอกจากจะเพิ่มการใช้พลังงานในแต่ละวันแล้ว ยังเร่งการเผาผลาญขณะฝึกอีกด้วย ทำให้ร่างกายเผาผลาญแคลอรี่ได้มากขึ้น ส่งผลให้น้ำหนักตัวไม่เพิ่มมากเกินไป ทำให้สัดส่วนของร่างกายดีขึ้น กล้ามเนื้อและข้อต่อมีความยืดหยุ่น เคลื่อนไหวได้ตลอดช่วง (Topp et al., 1996)

การฝึกด้วยแรงต้าน เป็นการฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ อีกทั้งการเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อนั้น เป็นผลมาจากการฝึกความแข็งแรงสูงสุด และความแข็งแรงแบบยืดหยุ่นมากกว่าการฝึกความแข็งแรงแบบอดทน ถ้าไม่ฝึกความแข็งแรงก็จะทำให้ขนาดของกล้ามเนื้อลดลงได้ ความแข็งแรงของกล้ามสูงสุดสามารถพัฒนาให้ได้ผลดีที่สุดได้โดยการฝึกที่น้ำหนักมากใช้จำนวนครั้งน้อย ส่วนความแข็งแรงแบบยืดหยุ่นหรือพลังสามารถพัฒนาได้โดยใช้น้ำหนักปานกลาง โดยใช้จังหวะที่เร็ว ส่วนการฝึกความแข็งแรงแบบอดทนสามารถพัฒนาได้โดยใช้น้ำหนักน้อยแต่จำนวนครั้งมาก (Kraemer et al., 2002) ดังนั้นการฝึกด้วยแรงต้านเป็นการเพิ่มแหล่งพลังงานแอนแอโรบิค (Improved anaerobic capacity and enzymes) และเอนไซม์ การฝึกความแข็งแรงมีผลต่อการตอบสนองทางด้านสรีรวิทยาด้วยการเพิ่มครีเอตินฟอสโฟคิเนสและไมโอคิเนส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ช่วยในการผลิตเอทีพี ในกระบวนการไกลโคไลด้วยการเพิ่มครีเอตินฟอสโฟคิเนสและไมโอคิเนส ซึ่งเป็น

เอนไซม์ที่ช่วยในการผลิตเอทีพี ในกระบวนการไกลโคไลซิส และการเพิ่มขึ้นของแหล่งพลังงานของเอทีพี พีซี และไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ ในขณะที่อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Vo2 max) ไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือมีการเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น การเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อ อาจขึ้นอยู่กับกรรมพันธุ์ บางคนอาจมีเส้นใยกล้ามเนื้อมากขึ้นเนื่องจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรม และความสามารถในการควบคุมปัจจัยที่ทำให้กล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้น คือปริมาณความหนักของการฝึกด้วยแรงต้าน เช่น ปริมาณความหนักสูงทำให้ขนาดของกล้ามเนื้อใหญ่ขึ้น เส้นใยกล้ามเนื้อที่มีการเพิ่มขนาด (Hypertrophy) หลังการฝึกความแข็งแรง คือ Fast Twitch (Type 2) ซึ่งเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อที่มีความสามารถทางด้านแอนแอโรบิคสูงและเป็นการระดมหน่วยยนต์ (Motor unit) ที่ดีที่สุด ที่เกิดจากแรงระเบิด (Explosive) และการออกกำลังกายแบบความหนักสูง (High-intensity exercise) (Fleck and Kraerner, 1988; Fox et al.,1989)

สรุปได้ว่า หลักการด้วยน้ำหนักนั้นเป็นการฝึกที่เพิ่มแรงต้าน สามารถฝึกเพื่อเน้นสมรรถภาพทางกายได้หลากหลาย โดยเฉพราะการฝึกกล้ามเนื้อ จะส่งผลแตกต่างกันไปตามรูปแบบของการฝึก ซึ่งโดยหลักแล้วคือการฝึกความแข็งแรง แต่ความแข็งแรงก็มีหลายประเภท ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ฝึกว่าต้องการเน้นไปในด้านใด

ผลทางสรีรวิทยาของการฝึกด้วยแรงต้าน โดยแบ่งตามปัจจัยต่าง ๆ ได้ดังนี้ (Heyward, 1991)

1. ปัจจัยทางด้านลักษณะรูปร่างของกล้ามเนื้อ
- กล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยมีการเพิ่มเส้นใยโปรตีนในการหดตัว เพิ่มจำนวนและขนาดของไมโอไฟบริลและเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และเพิ่มขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว
- เพิ่มขนาดและความแข็งแรงของเอ็นยึดข้อต่อ และเอ็นยึดกล้ามเนื้อ
- เพิ่มมวลและเพิ่มความหนาแน่นของกระดูก
2. ปัจจัยทางระบบประสาท

- เพิ่มอัตราความถี่ของกระแสสั่งการ การเคลื่อนไหว
- เพิ่มระดมหน่วยยนต์
- ลดการยับยั้งของประสาท

3. ปัจจัยทางชีวะเคมี

- เพิ่ม ซีพีและเอทีพี
- เพิ่มการทำงานของไมโอไคเนส
- ลดความหนาแน่นของประมาณไมโตคอนเดรีย

4. การเปลี่ยนแปลงอื่นๆ

- น้ำหนักตัวเปลี่ยนแปลงเล็นน้อยหรือไม่เปลี่ยนแปลง
- เพิ่มน้ำหนักที่ไม่ใช่ไขมัน
- ลดน้ำหนักที่เป็นไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมัน
- เพิ่มความเร็ว ความอ่อนตัว และพลังกล้ามเนื้อ
- เพิ่มความสามารถ ทักษะการเคลื่อนไหว

4.2 การฝึกด้วยแรงต้านในผู้สูงอายุ (Resistance training in elderly)

การออกกำลังกายด้วยแรงต้านซึ่งจะเพิ่มประสิทธิภาพการทำ กิจกรรมต่าง ๆ ผู้มีอายุ 65-70 ปี กำลังกล้ามเนื้อจะลดลง ร้อยละ 15.5-26.7 ทำให้ความสามารถในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ลดลง วิธีการออกกำลังกาย แบบแรงต้านมีหลายแบบ ตั้งแต่ใช้ดัมเบล ถุงทราย อุปกรณ์ออกกำลังกาย ยางยืด หรือแม้กระทั่งการใช้น้ำหนักของตัวเองเป็นแรงต้าน ซึ่ง American College of Sports Medicine (ACSM) แบ่งวัตถุประสงค์ของการออกกำลังกายแบบแรงต้านออกเป็น 4 ประเภท คือ การฝึกเพื่อ 1. ความแข็งแรง 2. ให้กล้ามเนื้อใหญ่ 3. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และ 4. ความทนทานของกล้ามเนื้อ และค่อยๆ เพิ่มน้ำหนักทีละน้อย (Frontera, & Bigard, 2002) โดยเฉพาะการออกกำลังกายในกล้ามเนื้อมัดใหญ่ เช่น กล้ามเนื้อแขนและขา ควรทำอย่างน้อย 2 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยมีหลักการดังนี้ (เสก อักษรานุเคราะห์, 2553; ปิยะภัทร เดชพระธรรม, 2558) 1. ก่อนและหลังออกกำลังควรมีการอบอุ่นและคลายอุ่นร่างกาย ด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 2. ไม่ออกกำลังกายด้วยแรงต้านในกล้ามเนื้อมัดเดียวกันติดต่อกันหลายวัน 3. การใช้น้ำหนักวัดออกมาเป็นร้อยละของค่า repetition maximum (RM) โดย 1 RM หมายถึงปริมาณน้ำหนักที่ผู้ออกแรงสามารถยกต้านแรงโน้มถ่วงของโลกได้ 1 ครั้ง แล้วหมดแรงพอดีไม่สามารถยกครั้งที่สองได้ โดยเริ่มใช้น้ำหนักร้อยละ 30-40 ของ 1 RM ในการออกกำลังร่างกายส่วนบนใช้น้ำหนัก ร้อยละ 50-60 ของ 1 RM ในการออกกำลังร่างกายส่วนล่างใช้น้ำหนัก ร้อยละ 60-80 ของ 1 RM เป็นความหนักที่เพียงพอในการเพิ่มความแข็งแรงและกำลังของกล้ามเนื้อ การเพิ่มน้ำหนักควรเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.5-5 ของความเข็งแรงสูงสุด ในแต่ละครั้งและเพิ่มได้ ทุกๆ 2-4 สัปดาห์หรืออาจเริ่มต้นฝึกง่าย ๆ โดยในสัปดาห์ แรกใช้น้ำหนักน้อย

ที่สุดที่ 1-2 ปอนด์ แล้วค่อยๆ เพิ่มขึ้น ถ้าใช้น้ำหนักมากไปจะทำให้กล้ามเนื้อบาดเจ็บได้ 4. ผู้สูงอายุยกน้ำหนักให้ได้ 10-15 ครั้ง (การออกกำลัง 1 ชุด) ติดต่อกันได้โดยไม่มีอาการใดๆ ก็เพียงพอ ใช้เวลา 2-3 วินาที ในการยกน้ำหนักให้สูงสุดและค้างไว้ 1 วินาทีและใช้เวลา 4-6 วินาทีในการยกน้ำหนักลง 5. หายใจตามปกติ ห้ามกลั้นหายใจระหว่างยกน้ำหนักเพราะอาจทำให้ความดันโลหิตสูงขึ้น (เสก อักษรานุเคราะห์, 2553) การฝึกด้วยแรงต้านสามารถลดการสูญเสียมวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อ ช่วยลดการเกิดภาวะมวลกล้ามเนื้อลดลง (Evan V Papa., 2017) อีกทั้งการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยการเพิ่มมวลกล้ามเนื้อและมีการระดมหน่วยยนต์เพิ่มขึ้น ทำให้เพิ่มความสามารถในการหดตัวของกล้ามเนื้อได้ดีขึ้น ซึ่งหน่วยยนต์ถือว่าเป็นปัจจัยแรกของความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นจากการฝึกด้วยแรงต้าน (Komi, 1992) มี 2 รูปแบบ ได้แก่ 1. การฝึกในท่าที่ต้องใช้ข้อต่อหลายข้อต่อในการเคลื่อนไหวและออกแรง (Compound exercise) 2. การฝึกในท่าที่ใช้ข้อต่อเพียงข้อต่อเดียวในการเคลื่อนไหวและออกแรง (Isolation exercise) จะฝึกที่ความหนักร้อยละ 60 ถึง 85 ของความแข็งแรงสูงสุด (1 repetition maximum; 1RM) ฝึก 6 ถึง 15 ครั้ง จำนวน 2 ถึง 4 เซต อย่างน้อย 2 ถึง 4 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 ถึง 12 สัปดาห์ ในผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป แต่ผู้สูงอายุมีการพัฒนาของกล้ามเนื้อช้ากว่าวัยหนุ่มสาวเนื่องจากในผู้สูงอายุมีการล้าของกล้ามเนื้อง่าย การฟื้นตัวช้า จากการเสื่อมของเซลล์ประสาท ระบบต่าง ๆ และกล้ามเนื้อ โดยระยะเวลาการฝึกฝนที่ยาวนานจะเพิ่มประสิทธิภาพในการฝึกมากยิ่งขึ้น (Fields, 2016) การฝึกด้วยแรงต้านที่ความเข้มข้นสูงร้อยละ 60 ของความแข็งแรงสูงสุด แสดงให้เห็นว่าทำให้ผู้สูงอายุมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น หลอดเลือดมีการขยายได้ดี ทำให้การไหลเวียนเลือดดีขึ้น การสูบฉีดเลือดออกจากหัวใจแต่ละครั้งเพิ่มขึ้น (SV) และเกิดความแตกต่างระหว่างปริมาณออกซิเจนในเลือดแดงกับเลือดดำ (a-vO2diff) ออกซิเจนจึงถูกขนส่งไปส่วนต่างๆ ของร่างกายได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การฝึกด้วยแรงต้านส่งผลให้ขนาดของกล้ามเพิ่มขึ้นในผู้ชายและผู้หญิงสูงอายุ การเพิ่มการใช้พลังงานและการตอบสนองต่ออินซูลินดีขึ้นในผู้สูงอายุ หลังการออกกำลังกายก็ยังมีการใช้พลังงานในรูปแบบการฟื้นฟู จึงทำให้เกิดการเผาผลาญไขมันอย่างต่อเนื่อง ประมาณ 24-48 ชั่วโมง ในกระบวนการ Excess post-exercise oxygen consumption (EPOC) (Niemann et al., 2020; Paldus et al., 2022)

4.3 การฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (Cluster set resistance training)

เนื่องจากในผู้สูงอายุมีการล้าของกล้ามเนื้อง่าย การฝึกแบบมีการหยุกพักสั้น ๆ ในแต่ละชุดจึงมีความสำคัญมาก หรือเรียกอีกอย่างว่าการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (Cluster set resistance training) ช่วยให้ประสิทธิภาพการทำงานของกล้ามเนื้อที่ระดับความเหนื่อยล้าลดลงและลดความเสี่ยงต่อการเกิดอาการบาดเจ็บจากการออกกำลังกายได้ เนื่องจากการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยทำให้ความสามารถในการควบคุมท่าทางในการเคลื่อนไหวได้ดีขึ้น โดยฮาร์ดี้ และคณะ ให้ความเห็นว่ารูปแบบที่มีการพักระหว่างการออกแรงยกในแต่ละครั้ง นั้นสามารถสร้างพลังขา

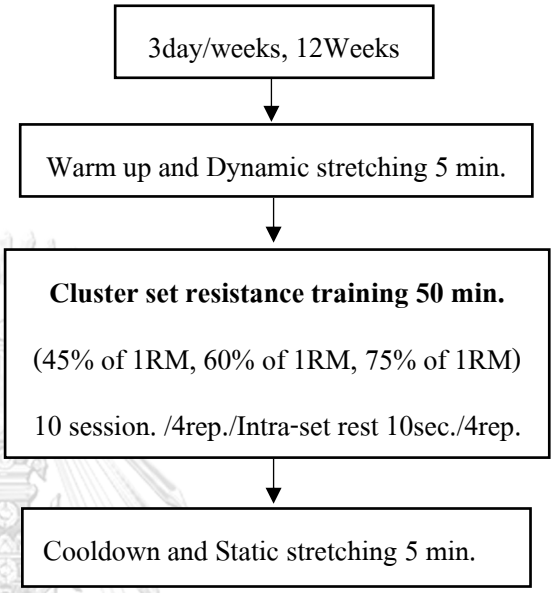
ออกได้มากกว่าเนื่องจากการสังเคราะห์ฟอสโฟครีเอทีนใหม่ ซึ่งฟอสโฟครีเอทีนนี้เองเป็นระบบพลังงานที่ใช้ในการออกแรงยกน้ำหนัก ส่งผลให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Hardee, 2013) เมื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องจากงานวิจัยข้างต้นอาจพบว่าการออกกำลังกายด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยเป็นการออกกำลังกายที่ใช้ระยะเวลาในการออกแรงน้อย จึงใช้พลังงานในรูปแบบฟอสฟาเจน ซึ่งเป็นรูปแบบพลังงานที่ต้องออกแรงในระยะเวลาประมาณ 10 ถึง 15 วินาที และการพักระหว่างการออกแรง 15 ถึง 30 วินาที สามารถฟื้นคืนกลับของสาร ฟอสฟาเจน (Phosphagen) ได้มากถึง 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลาที่เพียงพอในการสร้างพลังกล้ามเนื้อเพื่อใช้ในการออกแรงครั้งถัดไป (Gibala, 2002) การศึกษาก่อนหน้านี้มีการทดลองฝึกในกลุ่มนักยกน้ำหนักที่มีประสบการณ์ มีสถิติในท่าคลีนเฉลี่ย 1.39 เท่าของน้ำหนักตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1. กลุ่มการฝึกแบบดั้งเดิม 2. กลุ่มฝึกแบบแบ่งเซตย่อย พักระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง 20 วินาที 3. กลุ่มฝึกแบบแบ่งเซตย่อยพักระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง 40 วินาที ในท่าพาวเวอร์คลีน ด้วยความหนักร้อยละ 80 ของความแข็งแรงสูงสุด ฝึกจำนวน 6 ครั้ง 3 เซต จากนั้นทำการเปรียบเทียบการฝึกในครั้งที่ 1 กับ 6 พบว่าการฝึกแบบดั้งเดิมมีพลังสูงสุดลดลงร้อยละ 14.94 พลังในการออกแรงสูงสุดลดลงร้อยละ 7.15 และความเร็วบาร์เบลสูงสุดลดลงร้อยละ 9.07 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการฝึกแบบแบ่งเซตย่อย พักระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง 20 วินาที พบว่ามีพลังสูงสุดลดลงร้อยละ 5.76 พลังในการออกแรงสูงสุดลดลงร้อยละ 2.88 และความเร็วบาร์เบลสูงสุดลดลงร้อยละ 3.86 ตามลำดับ และในกลุ่มฝึกแบบแบ่งเซตย่อย พักระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง 40 วินาทีพบว่ามี พลังสูงสุดลดลงร้อยละ 3.3 พลังในการออกแรงสูงสุดเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.4 และความเร็วบาร์เบลสูงสุดลดลงร้อยละ 1.7 จะเห็นได้ว่าระยะเวลาพักระหว่างออกแรงในแต่ละครั้ง 20 วินาที มีจุดเด่นด้านการรักษาระดับพลัง กับความเร็วของบาร์เบลสูงสุดในการฝึกครั้งท้ายๆ และเมื่อเพิ่มเวลาพักระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้งนานขึ้นเป็น 40 วินาที ก็จะส่งผลให้สามารถฝึกได้หนักเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่า การฝึกแบบแบ่งเซตย่อยควรใช้เวลาพักระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง ประมาณ 15-20 วินาที และการพักระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง ที่นานขึ้นถึง 40 วินาที ก็ให้ผลการฟื้นฟูพลังที่ดีขึ้นเช่นกัน (Hardee, 2012) ดังนั้นการฝึกแบบหยุดพักสั้น ๆ หรือการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (Cluster set resistance training) สามารถเพิ่มพลังของกล้ามเนื้อได้ดีกว่าการฝึกแบบดั้งเดิมในผู้สูงอายุ (Morales-Artacho et al., 2018)

จากการศึกษาการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (Cluster set resistance training) ในผู้สูงอายุผู้หญิง ตั้งแต่อายุ 60 ถึง 90 ปี ที่ความหนักร้อยละ 45 ถึง 75 ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 8 ครั้ง พักระหว่างการออกแรง 10 วินาที พักระหว่างเซต 120 วินาที 3 เซต 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า ผู้สูงอายุสามารถเดินเร็วระยะทาง 10 เมตร (10 m. Walking speed test), ลุกและเดิน 8 ฟุต (The 8 foot up and go test) ทำเวลาได้ดีขึ้น, ยืนและนั่งบนเก้าอี้

(Sit to stand test) ได้จำนวนครั้งได้มากขึ้น อีกทั้งมีคุณภาพชีวิต (Quality of lift) ที่ดีขึ้น (ดังรูปที่ 2)

รูปแบบการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยสำหรับผู้สูงอายุ จากการศึกษาของ รามิเรซ และคณะ, 2018

Leg press
Leg extension
Prone Leg curl
Bench press
Standing doable row
Bicep curl
Abdominal crunch
medicine ball throwing
prone superman exercises
CMJs (Counter-movement jumps)
ท่าที่ใช้ในการฝึกทั้งหมด 10 ท่า
*เพิ่มน้ำหนักทุก ๆ 4 สัปดาห์



รูปที่ 2 รูปแบบการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย
ที่มา : (Ramirez-Campillo et al., 2018)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. สมรรถภาพทางกาย (Physical fitness)

สมรรถภาพทางกาย (physical fitness) หมายถึง สภาวะของร่างกายที่อยู่ในสภาพที่ดี เพื่อที่จะช่วยให้บุคคลสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดอัตราความเสี่ยงของปัญหาทางสุขภาพที่เป็นสาเหตุมาจากขาดการออกกำลังกาย สร้างความสมบูรณ์และแข็งแรงของร่างกายในการที่จะเข้าร่วมกิจกรรมการออกกำลังกายได้อย่างหลากหลาย บุคคลที่มีสมรรถภาพทางกายดีก็จะสามารถปฏิบัติภารกิจต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน การออกกำลังกาย การเล่นกีฬา และการแก้ไขสถานการณ์ต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี สมรรถภาพทางกายแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (health–related physical fitness) และสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับทักษะ (skill–related physical fitness) (Medicine, 2013)

1. สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ (health–related physical fitness) สมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ หมายถึง สมรรถภาพทางกายที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสุขภาพและเพิ่มความสามารถในการทำงานของร่างกาย ซึ่งจะมีส่วนช่วยในการลดปัจจัยเสี่ยงในการ

เกิดโรคต่าง ๆ ได้ เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน โรคความดันโลหิตสูง โรคปวดหลัง ตลอดจนปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดจากการขาดการออกกำลังกาย ซึ่งประกอบด้วย

1.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle strength) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อหรือกลุ่ม กล้ามเนื้อที่ออกแรงด้วยความพยายามในครั้งหนึ่ง เพื่อต้านกับแรงต้านทาน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะทำให้เกิดความตึงตัวเพื่อใช้แรงในการยกหรือดึงสิ่งของต่าง ๆ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะช่วยทำให้ร่างกายทรงตัวเป็นรูปร่างขึ้นมาได้หรือที่เรียกว่า ความแข็งแรงเพื่อรักษาทรวดทรง ซึ่งจะเป็นความสามารถ ของกล้ามเนื้อที่ช่วยให้ร่างกายทรงตัวต้านกับแรงโน้มถ่วงของโลกให้อยู่ได้โดยไม่ล้ม เป็นความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวขั้นพื้นฐาน เช่น การวิ่ง การกระโดด การเขย่ง การกระโจน การกระโดดขาเดียว การกระโดดสลับเท้า เป็นต้น ความแข็งแรงอีกชนิดหนึ่งของกล้ามเนื้อ เรียกว่า ความแข็งแรงเพื่อเคลื่อนไหวในมุมต่าง ๆ ได้แก่ การเคลื่อนไหวแขนและขาในมุมต่าง ๆ เพื่อเล่นเกมกีฬา การออกกำลังกายหรือการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวัน เป็นต้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการเกร็ง เป็นความสามารถของร่างกายหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายในการต้านทานแรงที่มากระทำจากภายนอก โดยไม่ล้มหรือสูญเสียการทรงตัว

1.2 ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscle endurance) เป็นความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะรักษา ระดับการใช้แรงปานกลางได้เป็นเวลานาน โดยเป็นการออกแรงซ้ำ ๆ ที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ หรือหลายครั้งติดต่อกัน ความอดทนของกล้ามเนื้อสามารถเพิ่มได้มากขึ้นโดยการเพิ่มจำนวนครั้งในการปฏิบัติกิจกรรม ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อายุ เพศ ระดับสมรรถภาพทางกายและชนิดของการออกกำลังกาย

1.3 ความอ่อนตัว (Flexibility) เป็นความสามารถของข้อต่อต่าง ๆ ของร่างกายที่เคลื่อนไหวได้เต็มช่วงของการเคลื่อนไหว การพัฒนาทางด้านความอ่อนตัวทำได้โดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อและเอ็นหรือการใช้แรงต้านทานในกล้ามเนื้อและเอ็นต้องทำงานมากขึ้น การยืดเหยียดของกล้ามเนื้อทำได้ทั้งแบบอยู่กับที่หรือมีการเคลื่อนที่เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดควรใช้การเหยียดของกล้ามเนื้อในลักษณะอยู่กับที่ นั่นก็คืออวัยวะส่วนแขนและขาหรือลำตัวจะต้องเหยียดจนกว่ากล้ามเนื้อจะรู้สึกตึงและจะต้องอยู่ในท่าเหยียดกล้ามเนื้อในลักษณะนี้ ประมาณ 10-15 วินาที

1.4 ความอดทนของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด (Cardiovascular endurance) เป็นความสามารถของหัวใจและหลอดเลือดที่จะลำเลียงออกซิเจนและสารอาหารไปยังกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกแรงไปยังกล้ามเนื้อขณะทำงานให้ทำงานได้เป็นระยะเวลานานและขณะเดียวกันก็นำสารที่ไม่ต้องการซึ่งเกิดขึ้นภายหลังการทำงานของกล้ามเนื้อออกจากกล้ามเนื้อที่ใช้ในการออกแรงในการพัฒนาหรือเสริมสร้างนั้นจะต้องมีการเคลื่อนไหวร่างกายโดยใช้ระยะเวลาติดต่อกันประมาณ 10-15 นาที ขึ้นไป

1.5 องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) หมายถึง ส่วนต่าง ๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นน้ำหนักตัวของร่างกาย โดยจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นไขมัน (Fat mass) และส่วนที่ปราศจาก ไขมัน (Fat free mass) เช่น กระดูก กล้ามเนื้อ และแร่ธาตุต่าง ๆ ในร่างกาย โดยทั่วไปองค์ประกอบของร่างกายจะเป็นดัชนีประมาณค่าที่ทeให้ทราบถึงเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่เป็นส่วนของไขมันที่มีอยู่ในร่างกาย ซึ่งอาจจะหาคำตอบที่เป็นสัดส่วนกันได้ระหว่างไขมันในร่างกายกับน้ำหนักของส่วนอื่น ๆ ที่เป็นองค์ประกอบ เช่น ส่วนของกระดูก กล้ามเนื้อและอวัยวะต่าง ๆ การรักษาองค์ประกอบในร่างกายให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมจะช่วยทำให้ลดโอกาสเสี่ยงในการเกิดโรคอ้วน ซึ่งโรคอ้วนจะเป็นจุดเริ่มต้นของการเป็นโรคที่เสี่ยงต่ออันตรายอีกมาก เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ หัวใจวาย และโรคเบาหวาน เป็นต้น

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยในประเทศ

กฤตมุข หล่าบรรเทา. (2554). ได้ทำการศึกษาผลการฝึกด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบฟรีเวทที่ใช้แรงต้านจากแรงอัดอากาศผสมกับแรงต้านด้วยน้ำหนักในสัดส่วนที่แตกต่างกันต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นอาสาสมัครนิสิตชายคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจำนวน 51 คน ทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ครั้ง กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกายและพลังกล้ามเนื้อส่วนบนร่างกาย ก่อนการแบ่งเข้ากลุ่มทดลอง ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) ออกเป็น 3 กลุ่ม ทั้งสามกลุ่มฝึกที่ความหนัก 85% ของ 1 อาร์เอ็ม กลุ่มทดลองที่ 1 ใช้แรงต้านจากแรงอัดอากาศ 60% แรงต้านด้วยน้ำหนัก 40% กลุ่มทดลองที่ 2 ใช้แรงต้านจากแรงอัดอากาศ 70% แรงต้านด้วยน้ำหนัก 30% และกลุ่มทดลองที่ 3 ใช้แรงต้านจากแรงอัดอากาศ 80% แรงต้านด้วยน้ำหนัก 20% ทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกายต่อน้ำหนักตัวและพลังกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกายต่อน้ำหนักตัว ก่อนการทดลอง หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างภายใน กลุ่มโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ (One-way analysis of variance with repeated measures) และเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ตามวิธีการของแอลเอสดี ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4 และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกายต่อน้ำหนักตัวและพลังกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกายต่อน้ำหนักตัวระหว่าง กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 3 ไม่แตกต่างกัน แต่พบความแตกต่างภายในกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 3 หลังการทดลองสัปดาห์ที่ 4

และสัปดาห์ที่ 8 สรุปผลการวิจัย การฝึกด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบฟรีเวทที่ใช้แรงต้านจากแรงอัดอากาศผสมกับแรงต้านด้วยน้ำหนักในสัดส่วนที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบนี้สามารถพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกายต่อน้ำหนักตัวตลอดจนพลังกล้ามเนื้อส่วนบนของร่างกายได้ไม่แตกต่างกัน

จารุวรรณ คันธวงศ์. (2547). ได้ศึกษาผลของการยกน้ำหนักด้วยโปรแกรมการฝึกของสโมสรกีฬายกน้ำหนัก กรุงเทพมหานคร ฯ ที่มีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหัวไหล่ กล้ามเนื้อหลัง กล้ามเนื้อขา ของนักยกน้ำหนัก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬายกระดับเยาวชนของสโมสรกีฬายกน้ำหนัก จำนวน 10 คน สุ่มแบบเจาะจง และทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหัวไหล่ กล้ามเนื้อหลัง กล้ามเนื้อขา ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 ใช้เครื่องมือวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างโดยใช้สถิติที่ระดับ .05 ผลการศึกษาพบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหัวไหล่ กล้ามเนื้อหลัง และกล้ามเนื้อขา หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ดีกว่าหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และดีกว่าก่อนเข้ารับการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชฎิล สมรภูมิ. (2543). ศึกษาผลการฝึกออกกำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้วยวิธีการอย่างง่าย ในผู้ป่วยข้อเข่าเสื่อมแบบปฐมภูมิในระดับเล็กน้อยถึงปานกลาง ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยจำนวน 42 ราย อายุเฉลี่ย 61 ปี สุ่มตัวอย่างแบบง่ายโดยใช้วิธีตารางเลขสุ่มแบ่งกลุ่มผู้ป่วยเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกได้รับการฝึกออกกำลังกล้ามเนื้อต้นขาด้วยวิธีการอย่างง่าย โดยการค่อยๆ เพิ่มแรงต้านของน้ำหนักที่ยกตามความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อต้นขาที่เพิ่มขึ้น ในช่วงองศาการเคลื่อนไหว 30-0 องศาของการเหยียดข้อเข่า ฝึกที่ฝ่ายเวชศาสตร์ฟื้นฟู โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ และฝึกต่อที่บ้านอีก 2 สัปดาห์ กลุ่มที่ 2 ได้รับการแนะนำการออกกำลังกล้ามเนื้อต้นขาที่บ้าน โดยไม่ใช้แรงต้านในช่วงองศาการเคลื่อนไหว 90-0 องศาของการเหยียดข้อเข่า เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งทั้งสองกลุ่มได้รับการรักษาทางกายภาพบำบัดเหมือนกันเป็นเวลา 2 สัปดาห์ วัดค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้วย Isokinetic dynamometer (Cybex II dynamometer 6000) อาการปวดข้อเข่าและประสิทธิภาพในการทำกิจวัตรประจำวัน วัดด้วยแบบสอบถาม Modified WOMAC scale ก่อนการวิจัย ระหว่างการวิจัยทุกสัปดาห์และเมื่อสิ้นสุดการวิจัยที่ 4 สัปดาห์ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า เมื่อสิ้นสุดการวิจัยที่ 4 สัปดาห์ กลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการฝึกออกกำลังกล้ามเนื้อต้นขา ด้วยวิธีการอย่างง่าย (กลุ่มทดลอง) และกลุ่มที่ได้รับการแนะนำ การฝึกออกกำลังกล้ามเนื้อต้นขาที่บ้าน (กลุ่มควบคุม) ไม่มีความแตกต่างกันของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาข้างขวา และข้างซ้าย อาการปวดข้อเข่าขวาและข้อเข่าซ้าย และประสิทธิภาพในการทำกิจวัตรประจำวันขาข้างขวา และขาข้างซ้าย เมื่อเปรียบเทียบผลทุกๆ สัปดาห์ของการฝึก พบว่าเมื่อสิ้นสุดสัปดาห์ที่สองของการฝึก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา เมื่อเทียบกับก่อนฝึกมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชุลีกร ด่านยุทธศิลป์. (2061). ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านต่อความสามารถในการทรงตัวของผู้สูงอายุ โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้สูงอายุสมาชิกชมรมกลุ่มรักษ์ผู้สูงอายุจังหวัดนครราชสีมา มีคะแนนประเมินการทรงตัว Berg Balance Scale น้อยกว่า 45 คะแนน จำนวน 30 คน ได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านที่ประยุกต์จากแบบแผนความเชื่อสุขภาพของเบคเกอร์ เป็นเวลา 40 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 12 สัปดาห์ โปรแกรมการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน ประกอบด้วยการรับรู้ของผู้เข้าร่วมในกิจกรรมต่อไปนี้ 1. ความเสี่ยงของการหกล้ม 2. ความรุนแรงของการทรงตัวไม่ดี 3.ประโยชน์ของการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน 4. อุปสรรคต่อการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน และ 5. สิ่งกระตุ้นการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบการทรง วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ ผลการศึกษาพบว่า หลังการทดลองกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ย Berg Balance Scale มากกว่าก่อนการทดลอง และระหว่างการทดลองในสัปดาห์ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการทดสอบ Timed Up and Go Test ในสัปดาห์ที่ 6 และสัปดาห์ที่ 13 ใช้เวลาน้อยกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บุญร่วม แท่นสูงนิน. (2556). ได้ทำการศึกษาการฝึกด้วยแรงต้านโดยน้ำหนักตัวเป็นแรงต้านที่มีต่อความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบุรารักษ์ จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็น กลุ่มที่ฝึกด้วยวิธีใช้ร่างกายเป็นแรงต้าน จำนวน 30 คน และกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึก จำนวน 30 คน ทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 45 นาที วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบค่าที ผลที่ได้รับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2, 4, 6 และ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 ไม่แตกต่างกัน แต่หลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ความแข็งแรงและอดทนของกล้ามเนื้อท้อง หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2, 4, 6 และ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขน หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2, 4, 6 และ 8 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

นิธิพงศ์ กิมาวหา. (2548). ได้ศึกษาผลของการฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านที่มีต่อการพัฒนาพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา กลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตชายของสำนักวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา อาสาสมัครเข้ารับการทดลองจำนวน 40 คน ที่มีความแข็งแรงพื้นฐาน ในระดับที่สามารถออกแรงจากเครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 ในท่าเลคเพรส (Leg press) ได้ระหว่าง 1.5-2 เท่าของน้ำหนักตัว แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วย

น้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 กลุ่มทดลองที่ 4 ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทำการทดสอบพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขา ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ตามวิธีทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำและทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีการของตูกี เอ Tukey (a) หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่า 1. กลุ่มทดลองที่ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 กลุ่มทดลองที่ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 กลุ่มทดลองที่ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 และกลุ่มทดลองที่ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. กลุ่มทดลองที่ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 3 มีพลังระเบิดของกล้ามเนื้อขามากกว่ากลุ่มทดลองที่ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 1 กลุ่มทดลองที่ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านระดับที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ฝึกโดยใช้เครื่องฝึกด้วยน้ำหนักแบบปรับแรงต้านทั้ง 3 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พีรวิชญ์ คล้ายพรหม. (2560). ได้ศึกษาผลการใช้โปรแกรมสุขภาพควบคู่กับการฝึกด้วยแรงต้านโดยใช้น้ำหนักตัวที่ส่งผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีภาวะน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ 1. เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยใช้โปรแกรมสุขภาพควบคู่กับการฝึกด้วยแรงต้านโดยใช้น้ำหนักตัวก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง 2. เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยใช้โปรแกรมสุขภาพควบคู่กับการฝึกด้วยแรงต้านโดยใช้น้ำหนักตัวหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนในเขตพื้นที่การศึกษาขั้นพื้นฐานจังหวัดกรุงเทพมหานครที่มีภาวะน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ จำนวน 40 คน โดยแบ่งออกเป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 20 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุม จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ โปรแกรมสุขภาพควบคู่กับการฝึกด้วยแรงต้านโดยใช้น้ำหนักตัว ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 แบบวัดความรู้ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.97 ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.82 ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.27-0.57 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.27-0.67 แบบวัดเจตคติ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.97 ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.90 แบบวัดพฤติกรรมตนเอง ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.80 และแบบวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของคะแนนด้วยค่า “ที” ผลการวิจัยพบว่า 1. ค่าเฉลี่ยของ

คะแนนความรู้ เจตคติ พฤติกรรมตนเอง หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. ค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุทิศา ไกรสินธุ์. (2542). ได้ทำการศึกษาผลของการยกน้ำหนักแบบสถานีรูปแบบเซตเดียวและรูปแบบสองเซตต่อเนื่องที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ได้รับการสุ่มตัวอย่างง่าย จากนักศึกษาชาย อายุระหว่าง 19 – 20 ปี แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมร่วมกิจกรรมตามปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ยกน้ำหนักแบบสถานีรูปแบบเซตเดียว กลุ่มทดลองที่ 2 ยกน้ำหนักแบบสองเซตต่อเนื่อง โดยทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ คือ วันจันทร์ วันพุธ วันศุกร์ตั้งแต่เวลา 16.30 – 18.30 น. และทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดก่อนการฝึกและหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 4 และ 8 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ผลการวิจัยพบว่า หลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 กลุ่มควบคุมมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไม่แตกต่างจากก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกยกน้ำหนักแบบสถานีรูปแบบเซตเดียว และกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกยกน้ำหนักแบบสถานีแบบสองเซตต่อเนื่องหลังสัปดาห์ที่ 4 และ 8 มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมากกว่าก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 กลุ่มทดลองที่ 1 และ 2 มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เสกข์ศักย์ ธิติศักดิ์. (2563). ได้ทำการศึกษาการฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย เพื่อพัฒนาความสามารถด้านความแข็งแรงและพลังในนักกีฬายกน้ำหนักยุวชน งานวิจัยนี้ประกอบด้วยการศึกษา 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬายกน้ำหนักหญิง อายุ 13-17 ปี จำนวน 9 คน ทดสอบท่าคลีนพูลด้วยแรงต้านผสมผสานยางยืดร้อยละ 90 ของความแข็งแรงสูงสุด : ยางยืดร้อยละ 10 ความหนักร้อยละ 85 ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 6 ครั้ง ด้วยเวลาพัก 20, 30 และ 40 วินาที เปรียบเทียบพลังสูงสุดเฉลี่ยเพื่อนำไปใช้ทดลองขั้นตอนถัดไป ขั้นตอนที่ 2 ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬายกน้ำหนักชายและหญิง อายุ 13-17 ปี จำนวน 16 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม 1. กลุ่มทดลองฝึกด้วยแรงต้านผสมผสานยางยืดโดยใช้เวลาพัก 40 วินาที 2. กลุ่มควบคุมฝึกท่าคลีนพูลด้วยการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมที่ความหนักร้อยละ 80-95 ของความแข็งแรงสูงสุด ทดสอบก่อนการฝึก ระหว่างการฝึก และหลังการฝึก ผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 1 พบว่าระยะเวลาพัก 40 วินาที นักกีฬาจะมีพลังสูงสุด แรงสูงสุด ความเร็วสูงสุด และมีการเปลี่ยนแปลงของความเร็วสูงสุดจากครั้งแรกต่อเซตมากกว่าการฝึกด้วยระยะเวลาพัก 20 และ 30 วินาที ขั้นตอนที่ 2 ไม่พบความแตกต่างหลังการฝึกระหว่างทั้งสองกลุ่มในทุกตัวแปร แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างของตัวแปรภายในกลุ่มพบว่ากลุ่มทดลองสามารถเพิ่มพลังสูงสุด อัตราการพัฒนาแรงสูงสุด และความแข็งแรงท่าคลีนพูลสูงสุด ส่วนกลุ่มควบคุมสามารถเพิ่มอัตราการพัฒนา

แรงสูงสุด และความแข็งแรงสูงสุด แต่ความเร็วสูงสุดในช่วงท้ายของการฝึกลดลง จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า การฝึกด้วยแรงต้านแบบผสมผสานยางยืดร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยเหมาะในการฝึกเพื่อเพิ่มพลังสูงสุด และรักษาระดับความเร็วสูงสุด

เสกข์ศักย์ ธิติศักดิ์. (2556). ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบมีการพักระหว่างการออกแรงกับแบบดั้งเดิมที่มีต่อการพัฒนาพลังของกล้ามเนื้อขา โดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 25 คน โดยกลุ่มทดลองที่ 1 ทำการฝึกด้วยน้ำหนักร้อยละ 85 ของน้ำหนักที่ทำได้สูงที่สุด 1 ครั้ง โดยออกแรงติดต่อกันจำนวน 5 ครั้ง กลุ่มที่ 2 ทำการฝึกด้วยน้ำหนักร้อยละ 85 ของน้ำหนักที่หนักที่สุด 1 ครั้ง พักระหว่างการออกแรง 20 วินาที จำนวน 5 ครั้ง ฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบผลก่อน และหลังการฝึกด้วยการทดสอบกระโดดแบบมีการพักระหว่างการกระโดด 20 วินาทีและกระโดดต่อเนื่อง นำค่าการส่งออกพลังสูงสุดต่อน้ำหนักตัวแรงกระทำต่อพื้นในแนวดิ่งสูงสุดต่อน้ำหนักตัวพบว่าผลการเปรียบเทียบค่าองค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อขาก่อนและหลังการฝึกภายในทั้งสองกลุ่มมีการพัฒนาอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 แต่ผลการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มไม่แตกต่างกันจึงสรุปได้ว่าการฝึกด้วยแรงต้านมีแนวโน้มในการพัฒนาองค์ประกอบของพลังกล้ามเนื้อขาได้หลากหลายรูปแบบมากกว่า

สาธิก ธนะทักษ์. (2550). ได้ศึกษาผลของการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนักตัวแบบวงจรที่มีต่อสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพของนักศึกษาชายระดับปริญญาบัณฑิตกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็น นิสิตจุฬาระดับปริญญาตรีที่ลงเรียนในรายวิชากิจกรรมกีฬา-หลักการสร้างสมรรถภาพทางกาย อายุ 18 -22 ปี จำนวน 60 คน เป็นเพศชาย โดยการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คนโดยจัดกลุ่มให้มีความสมรรถภาพใกล้เคียงกัน กลุ่มที่แรกคือ กลุ่มควบคุมที่ออกกำลังกายตามปกติ กลุ่มที่สองคือ กลุ่มทดลองที่ออกกำลังกายด้วยโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนักตัวแบบวงจร กลุ่มที่สองฝึก วันละ 45 นาที สัปดาห์ละ 3 วัน 8 ทำการทดสอบสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ทั้งสองกลุ่ม แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ตามวิธีทางสถิติ โดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่า “ที” วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวชนิดวัดซ้ำ ถ้าพบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยวิธีการของแอลเอสดี (LSD) โดยทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยพบว่า 1. หลังการทดลอง 4 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่ออกกำลังกายด้วยโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนักตัวแบบ วงจรมีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ ในเรื่อง เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ความอ่อนตัว ความอดทนของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิต ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแรงเหยียดแขน แรงเหยียดขา ความอดทนของกล้ามเนื้อ วิดพื้น และงอตัว มากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่ออกกำลังกายด้วยโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนักตัวแบบ วงจรมีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับ

สุขภาพ ในเรื่อง เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ความอ่อนตัว ความอดทนของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิต ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ แรงเหยียดแขน แรงเหยียดขา ความอดทนของกล้ามเนื้อ วิดพื้น และงอตัว มากกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. หลังการทดลอง 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่ออกกำลังกายด้วยโปรแกรมการฝึกแรงต้านด้วยน้ำหนักตัวแบบ วงจรมีการพัฒนาสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับสุขภาพ มากกว่ากลุ่มควบคุมที่ออกกำลังกายตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมจินต์ โฉมวัฒนะชัย. (2562). ได้ศึกษาประสิทธิผลการออกกำลังกายแบบแรงต้านในผู้สูงอายุภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อย ซึ่งผู้สูงอายุที่มีภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยจะเกิดข้อจำกัดทางกายภาพ นำไปสู่ภาวะเปราะบาง ความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวันจำกัด เพิ่มความเสี่ยงต่อภาวะหกล้ม การเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด คุณภาพชีวิตลดลง และเพิ่มอัตรา การเสียชีวิต การออกกำลังกายชนิดที่เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (resistance exercise) จะทำให้ความแข็งแรง และมวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น โดยการออกกำลังกายชนิดนี้จะได้ผลดีแม้กระทั่งผู้ที่มีอายุมากซึ่งอาจจะใช้ระยะเวลานาน กว่าผู้ที่มีอายุน้อยซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 6 สัปดาห์ และควรทำอย่างน้อยสัปดาห์ละ 2-3 ครั้ง การศึกษานี้เป็นการทบทวนอย่างเป็นระบบเพื่อศึกษาประสิทธิผลของการออกกำลังกายแบบแรงต้านในผู้สูงอายุภาวะมวลกล้ามเนื้อ น้อยเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ออกกำลังกายแบบแรงต้าน หรือวิธีอื่นๆ โดยสืบค้นข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์จาก ฐานข้อมูล MEDLINE ผ่าน PubMed และฐานข้อมูล CENTRAL ผ่าน Cochane มีการศึกษาที่ตรงตามเกณฑ์ กำหนดจำแนกประเภทการศึกษาเป็น Randomized controlled trials (RCTs) 2 การศึกษาและ Quasi– experimental 1 การศึกษา ผลการทบทวนอย่างเป็นระบบพบว่าการออกกำลังกายแบบแรงต้านของผู้สูงอายุที่มี ภาวะมวลกล้ามเนื้อน้อยมีค่ามวลกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไม่แตกต่างจากการไม่ออกกำลังกายแบบแรงต้าน หรือวิธีอื่นๆ เนื่องจากการศึกษาที่นำมาวิเคราะห์มีจำนวนน้อยและชนิดของการออกกำลังกายแบบแรงต้าน มีความแตกต่างกัน เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจนควรมีการศึกษาวิจัยเชิงทดลองที่มีคุณภาพในประเด็นนี้เพิ่มขึ้น

สนธยา สีละมาด. (2551). ได้ทำการศึกษาระหว่างกลุ่มที่ได้รับการฝึกโปรแกรมเสริมสร้างความแข็งงแรงของกล้ามเนื้อแกนลางลำตัว และกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกจะมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกล้างลำตัวแตกต่างกัน พบว่าภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ผู้สูงอายุในกลุ่มทดลองมีค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแตกต่างจากกลุ่มควบคุม และจากการเปรียบเทียบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่าภายในกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ส่วนภายในกลุ่มทดลองพบว่า ก่อนการฝึก แตกต่างจากหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 โดยหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 แตกต่างจากหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ทั้งนี้เพราะกลุ่มทดลองได้รับการฝากโปรแกรมเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลาง

ลำตัวเพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุซึ่งเป็นไปตามกฎของความเฉพาะเจาะจงที่มีผลตามชนิดของกิจกรรมกล่าวคือ การฝึกความแข็งแรงจะมีผลทางด้านการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

อดิศักดิ์ สาบวช. (2562). ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยแรงต้านความหนักต่ำร่วมกับความหนักสูงที่มีต่อความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขา อาสาสมัครเป็นเพศชาย จำนวน 29 คน อายุระหว่าง 19-22ปี ถูกสุ่มอย่างง่ายออกเป็น 3กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1ได้รับการฝึกด้วยแรงต้านความหนัก 60% 1RM จำนวน 3 เซต เซตละ 15 ครั้ง โดยให้อาสาสมัครเคลื่อนไหวด้วยความเร็วสูงสุดเท่าที่สามารถทำได้ พักระหว่างเซต 30 วินาที จำนวน 10 คน กลุ่มที่ 2 ได้รับการฝึกด้วยแรงต้านความหนัก 80% 1RM จำนวน 7 เซต เซตละ 5 ครั้ง พักระหว่างเซต 2 นาที จำนวน 10 คน และกลุ่มที่ 3 ได้รับการฝึกด้วยแรงต้านความหนัก 60% 1RM ร่วมกับ 80% 1RM จำนวน 2 เซต เริ่มต้นฝึกที่ความหนัก 60% 1RM จำนวน 15 ครั้ง โดยให้อาสาสมัครเคลื่อนไหวด้วยความเร็วสูงสุดเท่าที่สามารถทำได้ หลังจากนั้นเพิ่มน้ำหนักเป็น 80% 1RM แล้วปฏิบัติต่ออีก 5 ครั้ง พักระหว่างเซต 3 นาที จำนวน 9 คน โดยใช้เวลาการฝึก 8 สัปดาห์ ทำการทดสอบพลังงานกล้ามเนื้อขาจากความสูงของการกระโดดในแนวดิ่ง และความแข็งแรงสูงสุดของกล้ามเนื้อขาก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ผลการวิจัย พบว่ากลุ่มที่ 1 มีพลังกล้ามเนื้อขาจากการทดสอบความสูงของการกระโดดในแนวดิ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของพลังกล้ามเนื้อขาในกลุ่มที่ 2 และ 3 เมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 นอกจากนี้ยังไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของพลังกล้ามเนื้อเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อขาในท่าสควอททั้ง 3 กลุ่ม เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เมื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของความแข็งแรงสูงสุดกล้ามเนื้อขาเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม จากผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมการฝึกทั้ง 3 โปรแกรมสามารถพัฒนาความแข็งแรงและพลังกล้ามเนื้อขาได้ไม่แตกต่างกัน

6.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

เบมเบน และคณะ (Bemcen et al., 2010) ได้ทำการศึกษาผลการออกกำลังกายผสมผสานระหว่างการออกกำลังกายแบบใช้แรงสั่นและการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและสารชีวเคมีในสตรีวัยหมดประจำเดือน ผลการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายแบบใช้แรงสั่นผสมผสานกับการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และรักษาสมดุลของสารชีวเคมีในสตรีวัยหมดประจำเดือนได้

Brown และคณะ (Brown et al., 1990) ได้ศึกษาการฝึกด้วยแรงต้านในผู้สูงอายุผู้ชาย 14 คน ตั้งแต่อายุ 60 ถึง 70 ปี ฝึกที่ความหนักร้อยละ 50 ถึง 90 ของความแข็งแรงสูงสุด ด้วยท่านอนยัน

เข่าและงอเข่า จำนวน 10 ครั้ง 2 ถึง 4 เซต 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลที่ได้คือขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้ามีขนาดใหญ่ขึ้นในเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 1 และเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 2 และมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

เดง (Deng, 2013) ได้ทำการศึกษาผลการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่มีต่อการชะลอการสลายของมวลกระดูกในสตรีวัยหมดประจำเดือนตอนต้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่มีต่อความหนาแน่นของมวลกระดูกสตรีวัยหมดประจำเดือน ผลการศึกษาพบว่า การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พร้อมทั้งส่งผลต่อการชะลอการสลายมวลกระดูกในสตรีได้

ฟิลดิ้ง และคณะ (Fielding et al., 2002) ได้ทำการศึกษาเรื่องการฝึกแรงต้านที่ระดับความเร็วสูงสุดเพื่อเพิ่มพลังกล้ามเนื้อในผู้สูงอายุ เป็นเวลา 16 สัปดาห์ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุผู้หญิง 30 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นสองกลุ่ม กลุ่มที่ 1 ฝึกแรงต้านที่ระดับความเร็วสูง กลุ่มที่ 2 ฝึกแรงต้านที่ระดับความเร็วต่ำ โดยทั้งสองกลุ่มทำการฝึกในท่ายันเท้าและท่างอเข่าเหมือนกัน ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มที่ 1 ฝึกแรงต้านที่ระดับความเร็วสูง จะมีพลังกล้ามเนื้อสูงสุดดีกว่ากลุ่มที่2 ที่ฝึกแรงต้านที่ระดับความเร็วต่ำ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ฮาฟฟ์ และคณะ (Haff et al., 2015) ได้ทำการศึกษาผลของความแตกต่างของเวลาพักระหว่างครั้งที่มีผลต่อการลดลงของความเร็วของบาร์เบลในขณะฝึกแบบบอลลิสติกในท่านอนดันโดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ชายที่มีสุขภาพดีระดับมหาวิทยาลัยจำนวน 34 คน โดยได้ทำการทดสอบหาค่า 1RM หลังจากนั้น 1 สัปดาห์ ทำการทดสอบด้วยความหนัก 30%1RM, 40%1RM และ50%1RM แต่ละน้ำหนักทดสอบ 15 ครั้ง จำนวน 1 เซต ทั้ง 3 รูปแบบคือ รูปแบบที่1 ฝึกแบบต่อเนื่องไม่มีเวลาพัก (CR) รูปแบบที่2 ฝึกแบบมีเวลาพักระหว่างครั้ง 6 วินาที่ (IRR6) และรูปแบบที่3 ฝึกแบบมีเวลาพักระหว่างครั้ง 12 วินาที่ (IRR12) ผลการทดสอบพบว่ารูปแบบที่3 ฝึกแบบมีเวลาพักระหว่างครั้ง 12 วินาที่ (IRR12) มีความเร็วสูงสุดลดลงน้อยกว่า อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ฮาคคิเนน และคณะ (Häkkinen et al., 2001) ได้ศึกษาการฝึกด้วยแรงต้านในผู้สูงอายุผู้หญิง 10 คน ตั้งแต่อายุ 64 ถึง 70 ปี ฝึกที่ความหนักร้อยละ 50 ถึง 80 ของความแข็งแรงสูงสุด ด้วยท่านอนยันเข่าและงอเข่า จำนวน 12 ถึง 15 ครั้ง 3 ถึง 6 เซต 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 26 สัปดาห์ ผลที่ได้คือขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามีขนาดใหญ่ขึ้นในเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 1 และเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 2 และมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ฮามิด และคณะ (Hamid et al., 2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มของจำนวนครั้ง (Repetition) โดยรวมใน 4 เซตการฝึก ในการฝึกแบบดั้งเดิม และการฝึกแบบมีการพักระหว่างการออกแรง 2 วินาที และ 4 วินาที ตามลำดับในท่าเบนช์เพลส (Bench press) แลท่าเลกเพลส (Leg press) ด้วยความหนักร้อยละ 75 ของความแข็งแรงสูงสุด โดยให้ฝึกจนเกิดความเมื่อยล้ามาก จนไม่

สามารถทำการฝึกได้ต่อ พบว่ากลุ่มที่ฝึกต่อเนื่องกันสามารถสร้างจำนวนครั้งได้มากกว่ากลุ่มที่มีการพักระหว่างการออกแรงทั้งสองกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หรือการฝึกแบบดั้งเดิม มีอัตราความเมื่อยล้าเกิดขึ้นช้ากว่าการฝึกแบบมีการพักระหว่างการออกแรง

ฮาร์ดี และคณะ (Hardee et al., 2012) ได้ทดลองฝึกในกลุ่มนักยกน้ำหนักที่มีประสบการณ์ฝึกซ้อมยกน้ำหนักอย่างน้อย 4 ปี มีสถิติในท่าคลีนเฉลี่ย 1.39 เท่าของน้ำหนักตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1. กลุ่มประเพณีนิยม 2. กลุ่มคลัสเตอร์เซตพักระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง 20 วินาที 3. กลุ่มคลัสเตอร์เซตพักระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง 40 วินาที ในท่าพาวเวอร์คลีน ด้วยความหนักร้อยละ 80 ของความแข็งแรงสูงสุด ฝึกจำนวน 6 ครั้ง 3 เซต จากนั้นทำการเปรียบเทียบการฝึกในครั้งที่ 1 กับ 6 พบว่าการฝึกประเพณีนิยมมีพลังสูงสุดลดลงร้อยละ 14.94 พลังในการออกแรงสูงสุดลดลงร้อยละ 7.15 และความเร็วบาร์เบลสูงสุดลดลงร้อยละ 9.07 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการฝึกคลัสเตอร์เซตพักระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง 20 วินาที พบว่ามีพลังสูงสุดลดลงร้อยละ 5.76 พลังในการออกแรงสูงสุดลดลงร้อยละ 2.88 และความเร็วบาร์เบลสูงสุดลดลงร้อยละ 3.86 ตามลำดับ และในกลุ่มฝึกคลัสเตอร์เซตพักระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง 40 วินาทีพบว่ามี พลังสูงสุดลดลงร้อยละ 3.3 พลังในการออกแรงสูงสุดเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.4 และความเร็วบาร์เบลสูงสุดลดลงร้อยละ 1.7 จะเห็นได้ว่าระยะเวลาพักระหว่างออกแรงในแต่ละครั้ง 20 วินาที มีจุดเด่นด้านการรักษาระดับพลัง กับความเร็วของบาร์เบลสูงสุดในการฝึกครั้งท้ายๆ และเมื่อเพิ่มเวลาพักระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้งนานขึ้นเป็น 40 วินาที ก็จะส่งผลให้สามารถฝึกได้หนักเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่า การฝึกคลัสเตอร์เซตควรใช้เวลาพักระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง ประมาณ 15-20 วินาที และการพักระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง ที่นานขึ้นถึง 40 วินาที ก็ให้ผลการฟื้นฟูพลังที่ดีขึ้นเล็กน้อยด้วยเช่นกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ฮิกบี้ และคณะ (Higbie et al., 1996) ได้ศึกษาผลการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อโดยใช้แบบฝึกไอโซคิเนติก (Isokinetic) ในการฝึกจะใช้น้ำหนักมากเป็นแรงต้านทาน เพื่อฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้า กลุ่มกล้ามเนื้อตรงกันข้าม และการกระตุ้นประสาทในผู้หญิงที่มีอายุ 18 – 35 ปี แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ฝึกการหกตัวแบบคอนเซนตริก (Concentric training) 16 คน กลุ่มที่ 2 ฝึกการคลายตัวแบบเอกเซนตริก (Eccentric training) 19 คน และกลุ่มที่ 3 กลุ่มควบคุม 19 คน ระยะเวลา 10 สัปดาห์ โดยใช้เครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ “ไดนาโมมิเตอร์” (Dynamometer) การฝึกกล้ามเนื้อกลุ่มตรงกันข้ามมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.7 ผลการศึกษาพบว่าการฝึกการหดตัวและคลายตัวแบบไอโซคิเนติกเป็นการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมากที่สุด การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า สามารถฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเฉพาะที่ ทำให้กล้ามเนื้อใหญ่ขึ้นและมีการปรับตัวของระบบประสาทเพื่อเพิ่มความแข็งแรงในการฝึกการหดตัวและคลายตัว

แฮนเซน และคณะ (Hansen et al., 2011) ได้ทำการทดลองในนักกีฬารักบี้ระดับสูง ได้ทำการฝึกด้วย โปรแกรมคลัสเตอร์เซตที่มีระยะเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้งตั้งแต่ 10-30 วินาที ด้วย ท่าฝึกฟร้อนท์สควอท (Front squat), คลีนพูล, แบ็กสควอท, บ็อกซ์สควอท (Box squat), พาวเวอร์คลีน และ จัมป์สควอท (Jump squat) เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ จากนั้นทำการทดสอบด้วยการ กระโดดในท่าสควอทตัวเปล่า และแบกน้ำหนัก 20, 40, และ 60 กิโลกรัม ผลการทดสอบความ แตกต่างก่อน และหลังการฝึกพบว่ากลุ่มฝึกด้วยวิธีคลัสเตอร์เซตมีพลังกล้ามเนื้อกระโดดตัวเปล่า เพิ่มขึ้น 7.5 เปอร์เซ็นต์และกลุ่มฝึกด้วยประเพณีนิยม 1.0 เปอร์เซ็นต์ในส่วนของความเร็วกล้ามเนื้อ เมื่อแบกน้ำหนัก 40 กิโลกรัมกระโดด กลุ่มฝึกด้วยวิธีคลัสเตอร์เซตมีความเร็วเพิ่มขึ้น 4 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มฝึกด้วยประเพณีนิยมเพิ่มขึ้น 0 เปอร์เซ็นต์โดยการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด ยังไม่มากพอที่จะเกิด นัยสำคัญทางสถิติ งานวิจัยชิ้นนี้ได้แสดงให้เห็นว่าการนำการฝึกด้วยวิธีคลัสเตอร์เซตมาใช้ในนักกีฬา ระดับสูงเพียงวิธีเดียวยังไม่เพียงพอต่อการกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาพลังกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ฮัมฟรีย์ เฟนนิ่ง และแมคเรย์ (Humphries, Fenning, & Macrae, 2009) ได้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบผลการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน และการออกกำลังกายแบบไม่ใช้แรงต้าน ที่มีต่อความหนาแน่นของมวลกระดูก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบรูปแบบของการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน และการออกกำลังกายแบบไม่ใช้แรงต้านที่มีผลต่อความหนาแน่นของกระดูก ผลการศึกษาพบว่า การฝึกออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านสามารถเพิ่มความหนาแน่นของมวลกระดูก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ได้ดีกว่ากลุ่มออกกำลังกายที่ไม่ใช้แรงต้านในรูปแบบการเดิน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คาราบูลัท (Karabulut, 2011) ได้ทำการศึกษาผลการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน ที่มีความหนักสูงและการออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่มีความหนักเบาที่มีต่อหลอดเลือด และสารชีวเคมีของกระดูก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหนักของรูปแบบการออกกำลังกายแบบด้วยต้านที่มีผลต่อหลอดเลือด และสารชีวเคมีของกระดูก ผลการศึกษาพบว่า การฝึกออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านที่มีความหนักที่สูงสามารถเพิ่มสารชีวเคมีในการสร้างกระดูกได้ ส่วนการออกกำลังกายแบบใช้แรงต้านที่มีความหนักเบาส่งผลดีต่อหลอดเลือดได้เช่นกัน

มาร์เกซ วันดาเร่ย์ ซูซ่าและคาวัลโญ่ (Marques et al., 2011) ได้ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการออกกำลังกายด้วยต้านที่มีผลต่อความหนาแน่นของมวลกระดูกและสารชีวเคมีของกระดูก ในสตรีสูงวัย โดยได้แบ่งการทดลองเป็น 3 กลุ่ม คือ 1. การออกกำลังกายแบบแอโรบิก 2. การออกกำลังกายด้วยแรงต้าน 3. กลุ่มควบคุม ทำการออกกำลังกาย 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ใช้เวลาในการทดลอง 8 เดือน ผลการศึกษาพบว่าในกลุ่มการออกกำลังกายด้วยแรงต้าน มี

การเพิ่มความหนาแน่นของกระดูก และค่าองค์ประกอบของร่างกายได้ดีกว่ากลุ่มออกกำลังกายแบบแอโรบิก โดยการออกกำลังกายทั้ง 2 รูปแบ สามารถเพิ่มความสามารถในการทรงตัวได้ดีเหมือนกัน

มาร์เกซ โมท่าและคาวัลโญ่ (Marques, Mota, Carvalho, 2013) ได้ทำการศึกษาการออกกำลังกายแบบผสมผสานระหว่างการออกกำลังกายแบบลงน้ำหนักในผู้สูงอายุ ที่มีต่อการทรงตัว สารชีวเคมีของกระดูกและความหนาแน่นของมวลกระดูก โดยอายุเฉลี่ยของผู้เข้าร่วมวิจัย คือ 68.2 ปี แบ่งเป็นเพศชาย 23 คน เพศหญิง 24 คน โดยออกกำลังกายแบบใช้แรงต้าน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ และออกกำลังกายแบบใช้แรงกระทำจากพื้นโดยลงน้ำหนักตัว 1 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยใช้เวลาทดลอง 32 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายแบบผสมผสานระหว่างการใช้แรงต้านและการออกกำลังกายแบบใช้แรงกระทำจากพื้นโดยการลงน้ำหนักตัว สามารถเพิ่มมวลกระดูก ความสามารถในการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างได้ดี

ฟิกา และคณะ (Pyka et al., 1994) ได้ศึกษาการฝึกด้วยแรงต้านในผู้สูงอายุหญิง 4 คน ชาย 4 คน ตั้งแต่อายุ 61 ถึง 78 ปี ฝึกที่ความหนักร้อยละ 65 ถึง 70 ของความแข็งแรงสูงสุด ด้วยท่านอน ยันเข่าและงอเข่า จำนวน 8 ครั้ง 6 เซต 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 30 สัปดาห์ ผลที่ได้คือขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้ามีขนาดใหญ่ขึ้นในเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 1 และเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ 2 และมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

วัลท์แมน (Waltman, 2010) ได้ศึกษาเรื่องผลของการฝึกแบบใช้แรงต้านที่มีผลต่อโบนมาร์กเกอร์และความแข็งแรงในการเคลื่อนไหวในสตรีวัยหมดประเดือน โดยผู้เข้าร่วมการทดลองเป็นสตรีวัยหมดประจำเดือนอย่างน้อย 1 ปี ซึ่งกลุ่มออกกำลังกายจะได้รับการออกกำลังกายหลายรูปแบบ คือ การเดิน การฝึกความแข็งแรงกล้ามเนื้อกลุ่มกล้ามเนื้อขา, หน้าท้อง และหลัง และฝึกการทรงตัว โดยค่าโบนเทิร์นโอเวอร์ที่ทำการวัด คือ ซีรั่มออสทีโอแคลซิน (OC) และ เอ็นทีเอกซ์ (NTx) พร้อมกับวัดความแข็งแรงของเข่าและข้อเท้าที่มุม 60° และ 180° โดยใช้เครื่องไอโซคิเนติก ไดนาโมมิเตอร์ ผลการศึกษาพบว่า ค่าเอ็นทีเอกซ์ลดลง 14.5% ในกลุ่มที่มีการออกกำลังกาย ส่วนค่าออสที โอแคลซินไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ และในกลุ่มที่มีการออกกำลังกายมีการพัฒนาความแข็งแรงของการงอปลายเท้าที่มุม 60° เพิ่มขึ้น 40% โดยปริมาณไขมันในร่างกายมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และมวลกล้ามเนื้อนั้นเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่มีการออกกำลังกาย งานวิจัยนี้เป็นการพิสูจน์ว่าการเพิ่มความหนักของแรงต้านในขณะออกกำลังกายในสตรีวัยหมดประจำเดือนนั้นช่วยเพิ่มความแข็งแรงและมีผลต่อการโบนเทิร์นโอเวอร์

โอลิเวอร์ และคณะ (Oliver et al., 2015) ทำการวิจัยทั้งในกลุ่มผู้มีประสบการฝึกด้วยน้ำหนัก และกลุ่มไม่มี ประสบการณ์ฝึกด้วยน้ำหนักในท่า Back squat ด้วยความหนัก 70 เปอร์เซ็นต์ของความหนักสูงสุด กลุ่มฝึกด้วยวิธีประเพณีนิยม ฝึก 10 ครั้งติดต่อกันต่อ 1 เซต กลุ่มฝึกด้วยวิธีวิธีคลัสเตอร์เซต ฝึก 2 ครั้ง ติดต่อกัน คั่นด้วยเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักในแต่ละครั้ง 30 วินาที

จำนวน 5 รอบ ต่อ 1 เซต ผล พบว่าการฝึกด้วยวิธีคลัสเตอร์เซตสามารถเพิ่ม พลัง ความเร็ว และแรงสูงสุดโดยรวมได้มากกว่าการฝึก แบบประเพณีนิยมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในกลุ่มฝึกด้วยวิธีประเพณีนิยมพบว่ามีเวลาที่อยู่กับ แรงต้าน (Time under tension) ที่มากกว่ากลุ่มคลัสเตอร์เซต งานวิจัยชิ้นนี้ได้แสดงถึงกลไกของการ ฝึกคลัสเตอร์เซตที่กระตุ้นการทำงานของร่างกายทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanics stimuli) และ การทำงานของการฝึกแบบประเพณีนิยมที่กระตุ้นการทำงานของร่างกายทางระบบเผาผลาญ (Metabolic stimuli)

บูลโลซ่า และคณะ (Boullosa et al., 2013) ได้ทำการศึกษาการฝึกฮาล์ฟสควอท (Half squat) ในกลุ่มชายที่มีประสบการณ์ฝึกด้วยแรงต้านความหนัก 5 RM จำนวน 5 ครั้ง โดยแบ่งเป็นรูปแบบที่ 1 ฝึกแบบประเพณีนิยม และรูปแบบที่ 2 ฝึกแบบคลัสเตอร์เซตด้วยเวลาพักระหว่างการยกน้ำหนักใน แต่ละครั้ง 30 วินาที จากนั้นหลังการฝึกให้ทำการกระโดดต้านการเคลื่อนไหว (Countermovement jump) โดยเว้นระยะเวลา 1, 3, 6, 9 และ 12 นาทีตามลำดับ พบว่าในกลุ่มฝึกกระตุ้นด้วยวิธีคลัสเตอร์เซต เมื่อเว้นช่วง 1 นาทีขึ้นไปมีพลังการกระโดดเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มประเพณีนิยม อย่างไรก็ตาม หลังจากนาทีที่ 9 ไม่พบความแตกต่างในการเพิ่มพลังกระโดด ผู้วิจัยให้ความเห็นว่าการกระตุ้นการ เพิ่มขึ้นของพลังเกิดจากกลไกเพิ่มสมรรถภาพหลังการกระตุ้น โดยการฝึกคลัสเตอร์เซตมีความเมื่อยล้า ที่ต่ำกว่าการฝึกแบบประเพณีนิยม ส่งผลให้เกิดของเสียจากระบบการเผาผลาญที่น้อยกว่า และเกิด การยับยั้งกลไกเพิ่มสมรรถภาพหลังการกระตุ้น ที่ต่ำกว่าการฝึกแบบประเพณีนิยม งานวิจัยชิ้นนี้ได้แสดงให้เห็นว่ากลไกของวิธีการฝึกคลัสเตอร์เซตด้านการกระตุ้นการทำงานทางระบบประสาทที่ช่วย ให้เกิดการเพิ่มของพลังที่มากกว่าการฝึกแบบประเพณีนิยม

ฮาร์ดี และคณะ (Hardee et al., 2013) ได้ทำการลดลองในผู้ชายที่มีประสบณ์การยกน้ำหนักนันทนาการโดยตรวจวัดพลังสูงสุด, แรงสูงสุดและความเร็วสูงสุด ในการทำพาวเวอร์คลีน (Power clean) จำนวน 6 ครั้งโดยมีเวลาพักระหว่างการออกแรงยกในแต่ละครั้ง แตกต่างกันไปในแต่ละกลุ่มโดยแบ่งผู้รับการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม คือ 1. กลุ่มการฝึกแบบดั้งเดิม 2. กลุ่มพัก 20 วินาที ระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง (Cluster with 20s IRR) 3. กลุ่มพัก 40 วินาที ระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง (Cluster with 4.s IRR) พบว่าในกลุ่มการฝึกแบบดั้งเดิมมีค่าลดลงสูงสุดถึงร้อยละ 14.94 เมื่อเทียบระหว่างการออกแรงครั้งที่ 1 กับครั้งที่ 6 เมื่อเทียบกับกุ่มที่มีการพักระหว่างการออกแรงในแต่ละครั้ง พบว่าพลังในการออกแรงยกตกลงมาน้อยกว่า คือลดลงมาร้อยละ 5.76 และ ร้อยละ 4.08 ในกลุ่มพัก 20 และ 40 วินาที ตามลำดับ โดยฮาร์ดี้ และคณะ ให้ความเห็นว่ารูปแบบที่มีการพักระหว่างการออกแรงยกในแต่ละครั้ง นั้นสามารถสร้างพลังขาออกได้มากกว่าเนื่องจากการสังเคราะห์ฟอสโฟครีเอทีนใหม่ ซึ่งฟอสโฟครีเอทีนนี้เองเป็นระบบพลังงานที่ใช้ในการออกแรงยกน้ำหนัก ส่งผลให้พลังกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น เมื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องจากงานวิจัยข้างต้นอาจพบว่าเวลาประมาณ 15 ถึง 20 วินาที เป็นเวลาที่เพียงพอในการสร้างพลังกล้ามเนื้อเพื่อใช้ในการออกแรงครั้งถัดไป

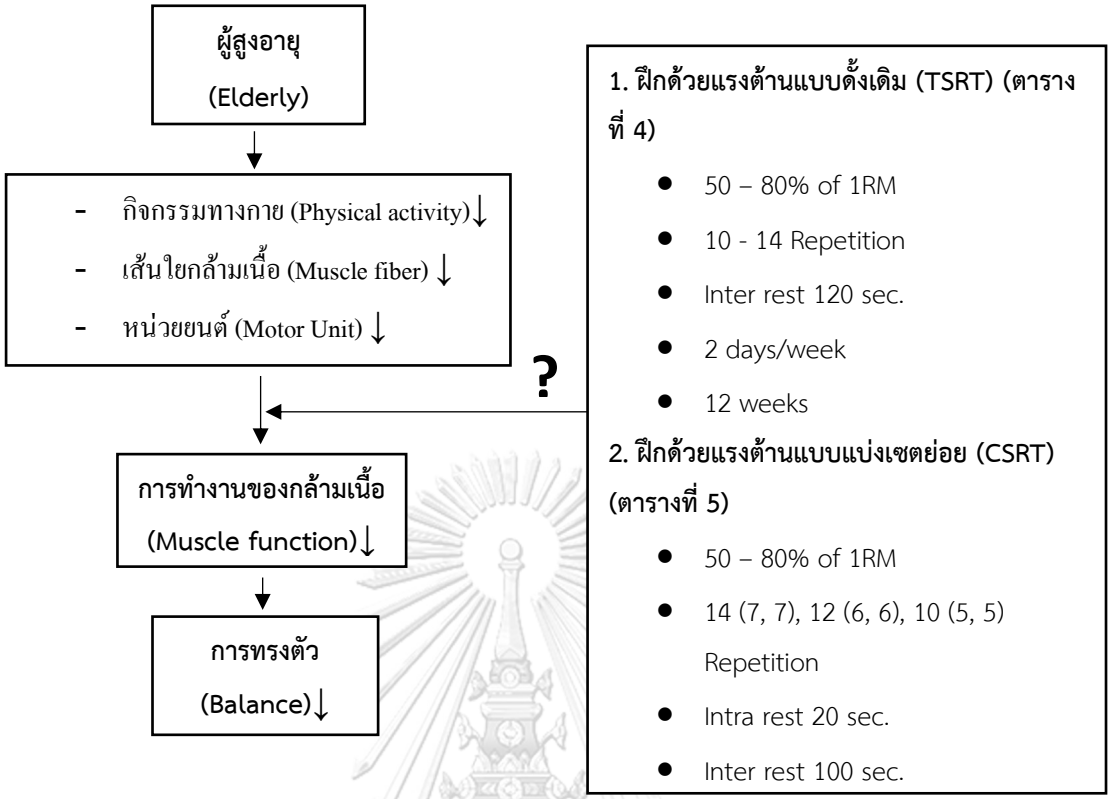
ลอวตัน และคณะ (Lawton et al., 2004) ได้ทำการทดลองในนักกีฬาบาสเก็ตบอลและฟุตบอลจำนวน 26 คน ในท่าเบนซ์เพรส (Bench press) ด้วยน้ำหนักที่ออกแรงยกได้ 6 ครั้ง (6RM) ความถี่ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยทำการแบ่งผู้ทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม 1. กลุ่มพักระหว่างการออกแรง 1 ครั้ง 20 วินาที (6x1 : 20s) 2. กลุ่มพักระหว่างการออกแรง 2 ครั้ง 50 วินาที (3x2 :50s) 3. กลุ่มพักระหว่างการออกแรง 3 ครั้ง 100 วินาที (2x3 :100s) พบว่าทั้งสามกลุ่มมีการพัฒนาพลังที่ดีขึ้น แต่ไม่พบความแตกต่างภายในกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

รามิเรซ และคณะ (Ramirez-Campillo et al., 2018) ได้ทำการศึกษารูปแบบการฝึกแบบแบ่งเซตย่อย ในผู้สูงอายุเพศหญิง จำนวน 15 คน โดยทำการฝึกด้วยแรงต้าน ทั้งหมด 10 ท่า ที่ระดับความหนักร้อยละ 45 ถึง 75 ของความแข็งแรงสูงสุด 3 เซต 8 ครั้ง 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลที่ได้ผู้สูงอายุไม่เกิดการบาดเจ็บได้ๆระหว่างการฝึกและหลังการฝึก มีทนทานของกล้ามเนื้อและคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ด้วยผู้สูงอายุมีความสามารถในการเคลื่อนไหวลดลงตามอายุ ส่งผลให้มวลกล้ามเนื้อ (Muscle mass) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle strength) และความทนทานของกล้ามเนื้อ (Muscle endurance) ลดลง มีอาการล้าของกล้ามเนื้อง่าย รวมไปถึงสูญเสียการควบคุมการทรงตัว ทำให้ความสามารถในการปฏิบัติกิจกรรมและความคล่องแคล่วว่องไวยิ่งลดน้อยลง เคลื่อนไหวร่างกายได้ลำบากจนบางครั้งอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวทำงานไม่สัมพันธ์กัน จึงมีความเสี่ยงที่ทำให้เกิดการล้มในผู้สูงอายุ รวมทั้งมีความบกพร่องในคุณภาพชีวิต งานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะทำการศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (Cluster set resistance training) และแบบดั้งเดิม (Traditional set resistance training) ที่มีต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุ (ดังรูปที่ 3)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากร

ผู้สูงอายุ ที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้สูงอายุ เพศชายและเพศหญิงตั้งแต่อายุ 60 ปีขึ้นไป ในเขตบางพลัดและรามคำแหง กรุงเทพมหานครฯ คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมจีพาวเวอร์ (G*Power) โดยกำหนดค่าอำนาจการทดสอบ (Power of test; β) ที่ 0.8 ค่าความคาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Portable error; α) ที่ 0.05 และใช้ข้อมูลของ รามิเรส และคณะ (Ramirez-Campillo et al., 2018) ได้ค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size; **d**) ที่ 0.43 คำนวณได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 28 คน กลุ่มละ 14 คน เพื่อป้องกันการสูญหาย (Drop out) ของกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยจึงเพิ่มกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเป็นกลุ่มละ 16 คน รวมทั้งสิ้น 32 คน

การสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม

ผู้วิจัยทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) โดยใช้เกณฑ์การทดสอบความแข็งแรง ความทนทานของกล้ามเนื้อสำหรับผู้สูงอายุ จากนั้นใช้การสุ่มอย่างง่าย โดยวิธีจับฉลาก (Simple random sampling) เพื่อเลือกเข้ากลุ่ม ให้มีความเท่าเทียมกันของทั้งสองกลุ่ม รายละเอียดการสุ่มมีดังนี้

การแบ่งกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มแบบแบ่งชั้นคัดเลือกโดยตัวบ่งชี้ 2 ตัว คือ

1. เพศ : แบ่งเป็นเพศชายและเพศหญิง

2. ความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อ โดยวิธี ยืน - นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีระดับต่ำถึงต่ำมาก และกลุ่มที่มีระดับปานกลางถึงดีมาก ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบสมรรถภาพทางกายสำหรับผู้สูงอายุ 60 ถึง 89 ปี (กุล และคณะ 2564)

การแบ่งชั้นตามตัวบ่งชี้ที่กำหนดจะได้ 4 ลำดับขั้น ดังข้อมูลต่อไปนี้

1. A = เพศชาย อายุ 60 ปีขึ้นไป มีเกณฑ์ ยืน - นั่ง ที่ระดับต่ำถึงต่ำมาก (24 ครั้งลงมา)
2. B = เพศชาย อายุ 60 ปีขึ้นไป มีเกณฑ์ ยืน - นั่ง ที่ระดับปานกลางถึงดีมาก (25 ครั้งขึ้นไป)
3. C = เพศหญิง อายุ 60 ปีขึ้นไป มีเกณฑ์ ยืน - นั่ง ที่ระดับต่ำถึงต่ำมาก (20 ครั้งลงมา)
4. D = เพศหญิง อายุ 60 ปีขึ้นไป มีเกณฑ์ ยืน - นั่ง ที่ระดับปานกลางถึงดีมาก (21 ครั้งขึ้นไป)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากนั้น เมื่อกลุ่มตัวอย่างผ่านการคัดเลือกเข้ามาในกลุ่มชั้นแต่ละชั้นแล้ว จะต้องจับฉลากเลือกเข้ากลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมหรือกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย โดยมีจำนวนเพศชายและเพศหญิงเท่ากัน กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 16 คน แบ่งออกเป็น

กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม

กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย

<u>เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง (Inclusion criteria)</u>

1. เป็นผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิง อายุ 60 ปีขึ้นไป
2. สามารถเคลื่อนไหวได้ด้วยตนเองโดยไม่ใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน
3. ไม่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ ลมชัก และกล้ามเนื้ออ่อนแรง ภาวะสมองเสื่อม (Dementia) หรือความบกพร่องในด้านของการรู้คิด (Cognitive) เป็นต้น
4. ออกกำลังกายน้อยกว่า 2 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยไม่ได้ออกกำลังกายด้วยแรงต้าน อย่างน้อยในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา
5. ไม่มีประวัติการบาดเจ็บของกระดูกและกล้ามเนื้อจากอุบัติเหตุและการเล่นกีฬาอย่างรุนแรงจนต้องเข้ารับการรักษาทางการแพทย์ก่อนเข้าร่วมงานวิจัยอย่างน้อย 6 เดือน
6. มีความสมัครใจในการเข้าร่วมในการวิจัย และ ยินดีลงนามในใบเข้าร่วมการวิจัย
7. มีค่าความหนาแน่นของมวลกระดูก (Bone mineral density) โดยประเมินจากเครื่อง Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DEXA) ค่า T-Score ไม่ต่ำกว่า -2.5

<u>เกณฑ์การคัดเลือกผู้เข้าร่วมงานวิจัยออกจากการวิจัย</u>

1. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุหรืออาการเจ็บป่วย เป็นต้น
2. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเข้าร่วมการฝึกไม่ถึง 80% ของระยะเวลาการฝึกหรือ “จำนวน น้อยกว่า 19 ครั้ง” จากทั้งหมด 24 ครั้ง
3. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยไม่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัยต่อ

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย (ดังรูปที่ 4)

1. ทบทวนวรรณกรรมและศึกษาค้นคว้าเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. สร้างโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (Cluster set resistance training)

3. นำโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยในผู้สูงอายุ ไปพิจารณาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) เพื่อหาความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ (Item Objective Congruence; IOC) และปรับปรุงโปรแกรมการฝึกให้มีความเหมาะสม โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยจำนวน 5 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์การกีฬา จำนวน 5 ท่าน ซึ่ง

ผู้เชี่ยวชาญทำการพิจารณาถึงความเหมาะสมด้านองค์ประกอบของเนื้อหามีคะแนนรวมเท่ากับ 0.80 (ภาคผนวก ฎ)

4. ดำเนินการติดต่อขอสือจริยธรรม เลขที่โครงการวิจัย 179.1/63 จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน (ภาคผนวก ข)

5. ดำเนินการติดต่อทำหนังสือจากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬาสำหรับขอยืมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

6. ดำเนินการจัดเตรียมอุปกรณ์การฝึก ณ อาคารจุฬาพัฒน์ 14 ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและบีบอยบ๊อกซิงยิมบางพลัด

7. ดำเนินการหากลุ่มตัวอย่างโดยการประชาสัมพันธ์ เพื่อรับอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัย ผ่านทางฝ่ายประชาสัมพันธ์ทางโซเชียลมีเดีย เฟสบุ๊ค ไลน์ หรือศูนย์เยาวชนบางพลัดและชมรมผู้สูงอายุรามคำแหงด้วยตนเอง โดยผู้ที่สนใจสามารถติดต่อเข้าร่วมการวิจัยได้ตามที่อยู่และเบอร์โทรศัพท์ของผู้วิจัยที่ระบุในเอกสารประชาสัมพันธ์

8. ดำเนินการชี้แจงรายละเอียดการดำเนินงานวิจัยแก่ผู้เข้าร่วมวิจัย

9. ดำเนินการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง แจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบถึงรายละเอียดวิธีการปฏิบัติตัวในการทดสอบและการเก็บข้อมูล การพิทักษ์สิทธิ์กลุ่มตัวอย่างและลงนามหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย โดยผู้วิจัยจะทำการชี้แจงข้อมูลตลอดจนตอบข้อสงสัยของผู้เข้าร่วมการวิจัยให้เกิดความเข้าใจและให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยตัดสินใจเข้าร่วมโดยอิสระก่อนลงนามในหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

10. ดำเนินคัดกรองผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยกรอกข้อมูลดังต่อไปนี้ ซึ่งใช้ระยะเวลารวมประมาณ 15 นาที

10.1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลและประวัติสำหรับผู้สูงอายุ (ภาคผนวก ค)

10.2 แบบประเมินความพร้อมก่อนออกกำลังกายสำหรับบุคคลทั่วไป (อายุ 15-69 ปี) โดยผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องตอบ ไม่ ในทุกข้อจึงผ่านเกณฑ์การประเมิน (ภาคผนวก ง)

11. การดำเนินการทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test) ณ ห้องปฏิบัติการแขนงวิชาสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มีอุปกรณ์ช่วยชีวิตเป็นเครื่องกระตุกหัวใจไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ ซึ่งมีผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย 2 คน ประกอบด้วยนิสิตระดับปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จำนวน 1 คน และเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ 1 คน รวมจำนวนทั้งสิ้น 3 คน เป็นผู้ดูแลการทดสอบทุกครั้ง โดยผู้วิจัยจะทำการวัดตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

(การทดสอบวันที่ 1) ซึ่งใช้ระยะเวลารวมประมาณ 1 ชั่วโมง

ทดสอบช่วงเช้า ณ อาคารจุฬาพัฒน์ 14 ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเตรียมตัวสำหรับผู้เข้าร่วมการทดสอบ

- ผู้เข้าร่วมการวิจัยควรพักผ่อนโดยการนอนหลับเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 8 ชั่วโมง
- รับประทานอาหารก่อนการทดสอบอย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- แต่งชุดออกกำลังกาย
- ไม่ใส่เครื่องประดับหรือโลหะ

บันทึกข้อมูลด้านสรีรวิทยา (Physiology Data)

1. อัตราการเต้นหัวใจในขณะพัก (Heart rate at resting) และความดันโลหิต (Blood pressure) โดยให้กลุ่มตัวอย่างนั่งพักเป็นเวลา 5 นาที ก่อนการทดสอบ แล้วจึงวัดท่านั่งด้วยเครื่องวัดความดันโลหิต (Digital blood pressure) ยี่ห้อจี อีเฮลแคร์ รุ่น Carescape V100 Dinamap ประเทศสหรัฐอเมริการ (GE Healthcare, USA) โดยอัตราการเต้นของหัวใจใช้หน่วยเป็นครั้ง/นาที (Beat/min; bpm) และความดันโลหิตใช้หน่วยเป็นมิลลิเมตรปรอท (Millimeter of mercury; mmHg)

2. ส่วนสูง (Height) ด้วยเครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกายยี่ห้อ จาวอน รุ่น ไอโอไอ 353 (Jawon medical, IOI 353, Korea) โดยให้กลุ่มตัวอย่างถอดรองเท้าและถุงเท้า ยืนลำตัวตรงชิดผนัง แขนแนบลำตัว และหน้ามองตรง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (Centimeter; cm.) ใช้ระยะเวลาประมาณ 5 นาที

3. ตัวแปรด้านองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) โดยให้กลุ่มตัวอย่างนอนบนเครื่อง (Dual-energy X-ray absorptiometry; DEXA, GE healthcare, USA) (ภาคผนวก ญ) ใช้ระยะเวลาประมาณ 20 นาที วัดตัวแปร มวลปราศจากไขมัน (Lean mass) มวลกระดูก (Bone mass) มวลไขมัน (Fat mass) เปอร์เซ็นต์ไขมัน (%Fat) น้ำหนักตัว (Body weight) และ ค่า T-score

CHULALONGKORN UNIVERSITY

บันทึกข้อมูลด้านการทำงานของกล้ามเนื้อ (Muscle function)

1. การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ใช้ระยะเวลาประมาณ 30 นาที ก่อนเริ่มการทดสอบให้ผู้เข้าร่วมวิจัยยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 10 นาที เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการทดสอบ เมื่อยืดเหยียดกล้ามเนื้อเสร็จแล้ว ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งบนเครื่องไอโซคิเนติก (Isokinetic dynamometer) รุ่น Biodex, USA ทดสอบโดยจะมีเจ้าหน้าที่ดูแลและติดตั้งอุปกรณ์ โดยก่อนการทดสอบจริงให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทดลองทำเพื่อสร้างความคุ้นเคยกับเครื่องมือและโปรแกรม โดยทดสอบดังนี้

1.1 กล้ามเนื้อต้นขาในท่าเหยียดขาและงอขา เพื่อวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยท่าเหยียดขา (Quadriceps) งอขา (Hamstring) ให้กลุ่มตัวอย่างนั่งบนเครื่องไอโซคิเนติก ทำการเหยียดขาและงอขา 3 ครั้ง แล้วพัก 30 วินาที จากนั้นเริ่มการทดสอบด้วยการออกแรงเตะขาขึ้นและ

งอขาลงให้แรงที่สุดจำนวน 3 ครั้ง ด้วยความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพัก 5 นาที เพื่อรอทำการทดสอบต่อไป

1.2 กล้ามเนื้อต้นแขนในท่าเหยียดแขนและงอแขน เพื่อวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยท่า เหยียดแขน (Triceps) งอแขน (Biceps) ให้กลุ่มตัวอย่างนั่งบนเครื่องไอโซคิเนติก ทำการเหยียดแขนและงอแขน 3 ครั้ง แล้วพัก 30 วินาที จากนั้นเริ่มการทดสอบด้วยการออกแรงงอแขนและเหยียดแขนให้แรงที่สุดจำนวน 3 ครั้ง ด้วยความเร็วเชิงมุม 60 องศาต่อวินาที เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพัก 5 นาที เพื่อรอทำการทดสอบต่อไป

1.3 ทดลองแรงเหยียดลำตัวและงอลำตัว (Trunk flexor) เพื่อวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางด้วยท่าเหยียดลำตัวและงอลำตัว ให้กลุ่มตัวอย่างนั่งบนเครื่องไอโซคิเนติก ทำการเหยียดตัวและงอตัว 1 ครั้ง พัก 30 วินาที จากนั้นเริ่มการทดสอบด้วยการออกแรงลำเหยียดตัวและงอลำตัวให้แรงที่สุดจำนวน 1 ครั้ง ที่มุม 0 องศา ค่าแรงสูงสุดที่กระทำในเชิงมุมขณะกล้ามเนื้อหดตัวด้วยความเร็วคงที่ ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว (Peak isometric torque) เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพัก 5 นาที เพื่อรอทำการทดสอบต่อไป

1.4 ทดสอบแรงบีบมือ เพื่อวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อปลายแขน โดยเครื่องวัดแรงบีบมือ (Grip strength) ยี่ห้อ Grip-D รุ่น T.K.K.5401 ให้กลุ่มตัวอย่างยืนตัวตรง เหยียดแขนตรงชิดลำตัว และบีบให้แรงที่สุดข้างละ 2 ครั้ง ใช้ค่าที่ได้มากที่สุด ทำทั้ง 2 ข้าง (ภาคผนวก ญ)

(การทดสอบวันที่ 2) ซึ่งใช้ระยะเวลารวมประมาณ 1 ชั่วโมง

ทดสอบช่วงเช้า ณ อาคารจุฬาพัฒน์ 14 ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเตรียมตัวสำหรับผู้เข้าร่วมการทดสอบ

- ผู้เข้าร่วมการวิจัยควรพักผ่อนโดยการนอนหลับเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 8 ชั่วโมง
- รับประทานอาหารก่อนการทดสอบอย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- แต่งชุดพร้อมออกกำลังกาย

บันทึกข้อมูลด้านการทรงตัว (Balance)

1. ความสามารถในการทรงตัว (Balance) ใช้ระยะเวลารวมประมาณ 20 นาที

1.1 การทดสอบระดับความสามารถในการทรงในผู้สูงอายุ (SIDE: The Standing test for Imbalance and Disequilibrium) ให้กลุ่มตัวอย่างทำท่ายืนต่อส้น 2 ครั้ง โดยในท่ายืนต่อส้น ให้เท้าขวาอยู่ด้านหน้าหนึ่งครั้ง และเท้าซ้ายยอยุ่ด้านหน้าอีกหนึ่งครั้ง ส่วนการยืนขาเดียว ให้ยืนโดยใช้ขาข้างถนัดตามแต่สะดวก โดยมีการพักระหว่างการ ทดสอบ 1 นาที (ภาคผนวก ช)

1.2 ยืน เดิน นั่ง ไป-กลับ (Time up and go test) ให้กลุ่มตัวอย่างลุกขึ้นยืนจากเก้าอี้แล้วเดินไปข้างหน้า 3 เมตร วนรอบกรวยแล้ว เดินกลับ 3 เมตร มานั่งเก้าอี้ ด้วยความเร็ว เร็วที่สุด แต่ไม่วิ่ง

2. บันทึกขอมูลด้านความสามารถในการเดินและการใช้ออกซิเจนขณะเดิน 6 นาที การทดสอบการเดินในเวลา 6 นาที (6 Minute walk test; 6MWT) ก่อนการทดสอบผู้วิจัยทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต จากนั้นนำกลุ่มตัวอย่างประจำตำแหน่งเริ่มต้น เมื่อให้สัญญาณให้กลุ่มตัวอย่างเดินด้วยความเร็วสูงสุดที่สามารถทำได้โดยไม่ใช่การวิ่ง ต่อเนื่องเป็นเวลา 6 นาที ผู้วิจัยเป็นผู้จับเวลาและจดบันทึกระยะทางที่กลุ่มตัวอย่างทำได้ และเมื่อสิ้นสุดการทดสอบผู้วิจัยจะใช้วิธีประเมินความหนักของการออกกำลังกาย (Borg Rating of Perceived Exertion; RPE) ให้กลุ่มตัวอย่างเลือกถึงระดับความหอบเหนื่อยที่เกิดขึ้นหลังการทดสอบ จากนั้นทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิตหลังการทดสอบ ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลประมาณ 10 นาที (ภาคผนวก ฉ)

บันทึกข้อมูลด้านการทำงานของกล้ามเนื้อ (Muscle function)

1. ความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อ (Muscle strength endurance) (ภาคผนวก ฌ) ใช้ระยะเวลารวมประมาณ 30 นาที

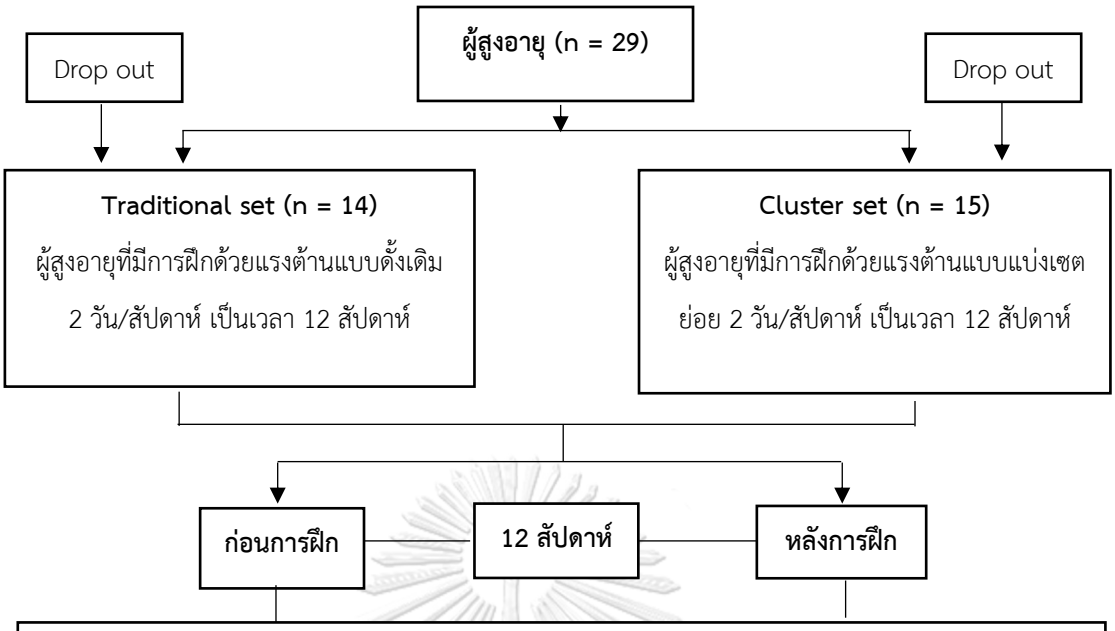
1.1 งอแขนยกน้ำหนัก 30 วินาที (30 second arm curls) ให้กลุ่มตัวอย่างยืนชิดกำแพง มือสองข้างถือน้ำหนักที่เตรียมไว้ โดยผู้ชายใช้น้ำหนัก 8 กิโลกรัม ผู้หญิงใช้น้ำหนัก 6 กิโลกรัม และงอแขน ขึ้นลงให้มากที่สุดในเวลา 30 วินาที

1.2 ยืน-นั่งบนเก้าอี้ 30 วินาที (30 second chair stand) ให้กลุ่มตัวอย่างยืนเพื่อเตรียมนั่งลงบนเก้าอี้ที่เตรียมไว้ ขาทั้งสองข้างกว้างระดับไหล่ และนั่งสลับยืน ขึ้นลงให้มากที่สุดในเวลา 30 วินาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.3 นอนหงาย ยกลำตัว 60 วินาที (60 second crunch test) ให้กลุ่มตัวอย่างนอนชันเข่าบนเบาะที่เตรียมไว้ ยกลำตัวไปแตะจุดมาร์คที่ 2 บนเบาะ ขึ้นลงให้มากที่สุดในเวลา 60 วินาที

12. ขั้นตอนในการฝึก 12 สัปดาห์ แบ่งเป็นรูปแบบการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมและการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย โดย 2 สัปดาห์ก่อนการฝึกจะ เป็นการฝึกรูปแบบการเคลื่อนไหวและเรียนรู้ท่าทางให้ถูกต้องจและไม่รวมในการฝึก 12 สัปดาห์ (ตารางที่ 4 และ 5) ครั้งละ 1 ชั่วโมง จำนวน 2 วันต่อสัปดาห์ (ตามวันเวลาที่ผู้เข้าร่วมวิจัยสะดวกแต่ต้องเว้นระยะห่างในการพัก 48 ชั่วโมง) ณ อาคารจุฬาพัฒน์ 14 ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บีบอยบ๊อกซิ่งยิม บางพลัด และตามบ้านผู้สูงอายุสำหรับผู้สูงอายุที่ไม่สะดวกเดินทา



การทดสอบวันที่ 1

➢ **ตัวแปรด้านสรีรวิทยา**

- ส่วนสูง (Height)
- น้ำหนัก (Body weight)
- อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (RHR)
- ดัชนีมวลกาย (BMI)
- ความดันโลหิต (BP)
- มวลปราศจากไขมัน (Lean mass)
- มวลไขมัน (Fat mass)
- เปอร์เซ็นต์ไขมัน (%Fat)
- มวลกระดูก (Bone mass)
- อัตราการใช้ออกซิเจนขณะทดสอบการเดิน 6 นาที (VO_2)
- ความสามารถในการเดิน 6 นาที (6 minute walk test)
- ค่า T-score

การทดสอบวันที่ 2

➢ **ตัวแปรด้านการทรงตัว (Balance)**

- ยืน เดิน นั่ง ไป-กลับ (Time up and go test)
- การทดสอบระดับความสามารถในการทรงในผู้สูงอายุ (The Standing test for Imbalance and Disequilibrium : SIDE)

➢ **ตัวแปรด้านการทำงานของกล้ามเนื้อ (Muscle functional)**

- ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นขา (Legs strength)
- ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน (Forearm strength)
- ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัว (Core strength)
- ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อต้นแขน (Upper arm strength)
- งอแขนยกน้ำหนัก 30 วินาที (30 second arm curls)
- ยืน-นั่งบนเก้าอี้ 30 วินาที (30 second chair stand)
- นอนหงาย ยกลำตัว 60 วินาที (60 second crunch test)

รูปที่ 4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในการฝึกมีการอบอุ่นร่างกายก่อนการฝึกและคลายอุ่นร่างกายหลังการฝึก 10 นาที ดังรูปที่ 4

กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมฝึกตามโปรแกรม ดังนี้ (ดังรูปที่ 5)

1. สัปดาห์ที่ 1 - 2 เป็นการฝึกรูปแบบการเคลื่อนไหวและเรียนรู้ท่าทางให้ถูกต้อง ฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม เพื่อให้ผู้เข้าร่วมวิจัยสร้างความคุ้นชินและลดความเสี่ยงในการเกิดอาการบาดเจ็บ โดยใช้ความหนักในการฝึกที่ 45 – 50 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 14 ครั้ง พักระหว่างเซตการฝึก 120 วินาที จำนวน 3 เซต

2. สัปดาห์ที่ 3 - 6 ฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม โดยใช้ความหนักในการฝึกที่ 50 – 60 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 14 ครั้ง พักระหว่างเซตการฝึก 120 วินาที จำนวน 3 เซต

3. สัปดาห์ที่ 7 - 10 ฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม โดยใช้ความหนักในการฝึกที่ 60-70 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 12 ครั้ง พักระหว่างเซตการฝึก 120 วินาที จำนวน 3 เซต

4. สัปดาห์ที่ 11 – 14 ฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมบ โดยใช้ความหนักในการฝึกที่ 70-80 เปอร์เซ็นต์ของความแข็แรงสูงสุด จำนวน 10 ครั้ง พักระหว่างเซตการฝึก 120 วินาที จำนวน 3 เซต

กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยฝึกตามโปรแกรม ดังนี้ (ดังรูปที่ 5)

1. สัปดาห์ที่ 1 - 2 เป็นการฝึกรูปแบบการเคลื่อนไหวและเรียนรู้ท่าทางให้ถูกต้อง ฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย เพื่อให้ผู้เข้าร่วมวิจัยสร้างความคุ้นชินและลดความเสี่ยงในการเกิดอาการบาดเจ็บ โดยใช้ความหนักในการฝึกที่ 45 – 50 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 14 ครั้ง แบ่งเป็นเซตย่อยสองเซตการฝึก 7, 7 ครั้ง พักระหว่างการออกแรง 20 วินาที และพักระหว่างเซตการฝึก 100 วินาที จำนวน 3 เซต

2.สัปดาห์ที่ 3 - 6 ฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย โดยใช้ความหนักในการฝึกที่ 50 – 60 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 14 ครั้ง แบ่งเป็นเซตย่อยสองเซตการฝึก 7, 7 ครั้ง พักระหว่างการออกแรง 20 วินาที และพักระหว่างเซตการฝึก 100 วินาที จำนวน 3 เซต

3. สัปดาห์ที่ 7 - 10 ฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย โดยใช้ความหนักที่ 60 – 70 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 12 ครั้ง แบ่งเป็นเซตย่อยสองเซตการฝึก 6, 6 ครั้ง พักระหว่างการออกแรง 20 วินาที และพักระหว่างเซตการฝึก 100 วินาที จำนวน 3 เซต

4. สัปดาห์ที่ 11 - 14 ฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย โดยใช้ความหนักที่ 70 – 80 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 10 ครั้ง แบ่งเป็นเซตย่อยสองเซตการฝึก 5, 5 ครั้ง พักระหว่างการออกแรง 20 วินาที และพักระหว่างเซตการฝึก 100 วินาที จำนวน 3 เซต

13. หลังจากฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมและฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย 12 สัปดาห์ ทำการนัดกลุ่มตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบหลังการทดลอง (Post-test) โดยกลุ่มตัวอย่างจะได้รับการทดสอบค่าตัวแปรต่าง ๆ ตามขั้นตอน

รูปแบบการฝึกทั้ง 2 แบบ ในการทำวิจัยครั้งนี้ (ภาคผนวก ฐ)

Dumbbell goblet squat

Dumbbell standing double arms row

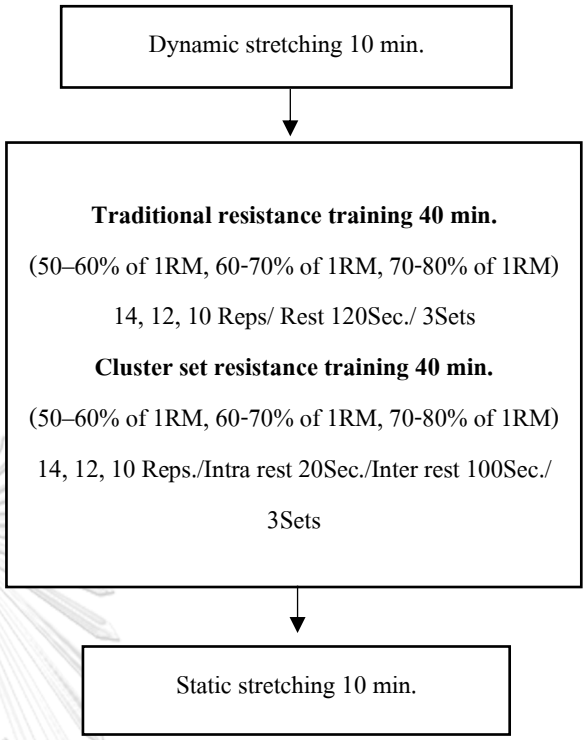
Dumbbell romanian deadlift

Dumbbell bench press

Dumbbell farmer steps

Dumbbell standing calf raises

***มีการฝึกท่าและการเคลื่อนไหวก่อนเข้ารับการฝึกในสัปดาห์ที่ 1-2 ที่ความหนัก 45-50 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุด**



รูปที่ 5 รูปแบบการฝึก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4 ตารางแสดงการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (Traditional set resistance training) 12 สัปดาห์

2 สัปดาห์ก่อนการฝึกจะเป็นการฝึกท่าทางการเคลื่อนไหวให้ถูกต้อง จำนวน 14 ครั้ง 3 เซต ที่ความหนัก 45-50% ของความแข็งแรงสูงสุด พักระหว่างเซต 120 วินาที (จึงไม่นับในการฝึก)

ท่า (Sessions)	ความหนัก/ความแข็งแรงสูงสุด (1RM)	จำนวนเซต/ครั้ง(Set/reps)	พักระหว่างเซต (Inter-set rest)
สัปดาห์ที่ 3-6			
DB goblet squat	50-60%	3 เซต /14 ครั้ง	120 วินาที
DB standing doable arms row	50-60%	3 เซต /14 ครั้ง	120 วินาที
DB romanian deadlift	50-60%	3 เซต /14 ครั้ง	120 วินาที
DB bench press	50-60%	3 เซต /14 ครั้ง	120 วินาที
DB farmer steps	50-60%	3 เซต /14 ครั้ง	120 วินาที
DB standing calf raises	50-60%	3 เซต /14 ครั้ง	120 วินาที
สัปดาห์ที่ 7-10			
DB goblet squat	60-70%	3 เซต /12 ครั้ง	120 วินาที
DB standing doable arms row	60-70%	3 เซต /12 ครั้ง	120 วินาที
DB romanian deadlift	60-70%	3 เซต /12 ครั้ง	120 วินาที
DB bench press	60-70%	3 เซต /12 ครั้ง	120 วินาที
DB farmer steps	60-70%	3 เซต /12 ครั้ง	120 วินาที
DB standing calf raises	60-70%	3 เซต /12 ครั้ง	120 วินาที
สัปดาห์ที่ 11-14			
DB goblet squat	70-80%	3 เซต /10 ครั้ง	120 วินาที
DB standing doable arms row	70-80%	3 เซต /10 ครั้ง	120 วินาที
DB romanian deadlift	70-80%	3 เซต /10 ครั้ง	120 วินาที
DB bench press	70-80%	3 เซต /10 ครั้ง	120 วินาที
DB farmer steps	70-80%	3 เซต /10 ครั้ง	120 วินาที
DB standing calf raises	70-80%	3 เซต /10 ครั้ง	120 วินาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5 ตารางแสดงการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (Cluster set resistance training) 12 สัปดาห์

2 สัปดาห์ก่อนการฝึกจะเป็นการฝึกท่าทางการเคลื่อนไหวให้ถูกต้อง จำนวน 7, 7 ครั้ง พักระหว่างการออกแรง 20 วินาที 3 เซต ที่ความหนัก 45-50% ของความแข็งแรงสูงสุด พักระหว่างเซต 100 วินาที (จึงไม่นับในการฝึก)

ท่า (Sessions)	ความหนัก/ความแข็งแรงสูงสุด (1RM)	จำนวนเซต/ครั้ง (Set/reps)	เซตย่อย 1 (Mini set1)	พักระหว่างการออกแรง (Intra-set rest)	เซตย่อย 2 (Mini set2)	พักระหว่างเซต (Inter-set rest)
สัปดาห์ที่ 3-6						
DB goblet squat	50-60%	3 เซต /14 ครั้ง	7 ครั้ง	20 วินาที	7 ครั้ง	100 วินาที
DB standing doable arms row	50-60%	3 เซต /14 ครั้ง	7 ครั้ง	20 วินาที	7 ครั้ง	100 วินาที
DB romanian deadlift	50-60%	3 เซต /14 ครั้ง	7 ครั้ง	20 วินาที	7 ครั้ง	100 วินาที
DB bench press	50-60%	3 เซต /14 ครั้ง	7 ครั้ง	20 วินาที	7 ครั้ง	100 วินาที
DB farmer steps	50-60%	3 เซต /14 ครั้ง	7 ครั้ง	20 วินาที	7 ครั้ง	100 วินาที
DB standing calf raises	50-60%	3 เซต /14 ครั้ง	7 ครั้ง	20 วินาที	7 ครั้ง	100 วินาที
สัปดาห์ที่ 7-10						
DB goblet squat	60-70%	3 เซต /12 ครั้ง	6 ครั้ง	20 วินาที	6 ครั้ง	100 วินาที
DB standing doable arms row	60-70%	3 เซต /12 ครั้ง	6 ครั้ง	20 วินาที	6 ครั้ง	100 วินาที
DB romanian deadlift	60-70%	3 เซต /12 ครั้ง	6 ครั้ง	20 วินาที	6 ครั้ง	100 วินาที
DB bench press	60-70%	3 เซต /12 ครั้ง	6 ครั้ง	20 วินาที	6 ครั้ง	100 วินาที
DB farmer steps	60-70%	3 เซต /12 ครั้ง	6 ครั้ง	20 วินาที	6 ครั้ง	100 วินาที
DB standing calf raises	60-70%	3 เซต /12 ครั้ง	6 ครั้ง	20 วินาที	6 ครั้ง	100 วินาที
สัปดาห์ที่ 11-14						
DB goblet squat	70-80%	3 เซต /10 ครั้ง	5 ครั้ง	20 วินาที	5 ครั้ง	100 วินาที
DB standing doable arms row	70-80%	3 เซต /10 ครั้ง	5 ครั้ง	20 วินาที	5 ครั้ง	100 วินาที
DB romanian deadlift	70-80%	3 เซต /10 ครั้ง	5 ครั้ง	20 วินาที	5 ครั้ง	100 วินาที
DB bench press	70-80%	3 เซต /10 ครั้ง	5 ครั้ง	20 วินาที	5 ครั้ง	100 วินาที
DB farmer steps	70-80%	3 เซต /10 ครั้ง	5 ครั้ง	20 วินาที	5 ครั้ง	100 วินาที
DB standing calf raises	70-80%	3 เซต /10 ครั้ง	5 ครั้ง	20 วินาที	5 ครั้ง	100 วินาที

14. เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ SPSS version 22 และทดสอบการกระจายตัวโดยใช้ The Shapiro-wilk และ Levene's test ตามลำดับ แสดงค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X}$±SD) วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรระหว่างกลุ่ม และภายในกลุ่มโดยใช้ Independent t-test และ paired t-test ตามลำดับ และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางประกอบความเรียงและแผนภูมิ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

<u>เครื่องมือสำหรับวัดข้อมูลทั่วไป</u>

1. แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลสำหรับผู้สูงอายุ (ภาคผนวก ค)

2. แบบประเมินความพร้อมก่อนออกกำลังกาย สำหรับบุคคลทั่วไปที่มีอายุระหว่าง 15 – 69 ปี (PAR-Q ภาคผนวก ง)

3. เครื่องวัดความดันโลหิต (Digital blood pressure) และอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor) ยี่ห้อ G-EL CAERE รุ่น Carescape V100 Dinamap ประเทศสหรัฐอเมริการ (GE Healthcare, USA) (ภาคผนวก ญ)

<u>เครื่องมือสำหรับวัดองค์ประกอบของร่างกาย</u>

1. เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) โดยเครื่อง dual-energy X-ray absorptiometry ยี่ห้อจีอี เฮลแคร์ ประเทศสหรัฐอเมริกา (GE healthcare, USA) (ภาคผนวก ญ)

<u>เครื่องมือสำหรับวัดตัวแปรด้านการทำงานของกล้ามเนื้อ</u>

1. เครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยเครื่อง Isokinetic dynamometers System 4 pro™ ยี่ห้อ Biodex ประเทศสหรัฐอเมริกา (Biodex, USA) (ภาคผนวก ญ)

2. เครื่องวัดแรงบีบมือ โดยเครื่อง Grip strength ยี่ห้อ Grip-D รุ่น T.K.K.5401 (ภาคผนวก ญ)

<u>เครื่องมือสำหรับวัดตัวแปรด้านสมรรถภาพทางกาย</u>

1. กรวยสำหรับฝึกซ้อมกีฬา ความสูง 7 นิ้ว หรือ เสาหลักสูง 120 เซนติเมตร จำนวน 2 อัน

2. บาร์เบลล์และตุ้มน้ำหนัก มีน้ำหนักรวม 8 กิโลกรัม และ 6 กิโลกรัม

3. นาฬิกาจับเวลา 1/100 วินาที

4. เก้าอี้มีพนักพิง สูง 17 นิ้ว (43.18 เซนติเมตร) จำนวน 1 ตัว

5. กล่องเครื่องมือวัดความอ่อนตัว ขนาดสูง 30 เซนติเมตร มีสเกลของระยะทางตั้งแต่ค่าลบถึงบวกเป็นเซนติเมตร

6. ไม้บรรทัดวัด ที่แบ่งระยะเป็นเซนติเมตร

7. ตลับเมตรวัดระยะทาง มีหน่วยเป็นฟุต

8. เทป ทำมาร์คเกอร์

9. เบาะโยคะ 4 แผ่น

KORN UNIVERSITY

<u>อุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกอบรม</u>

1. ดรัมเบลล์และตุ้มน้ำหนัก 4 คู่
2. เบาะนั่งสำหรับฝึกออกกำลังกาย 4 ตัว
3. Step aerobic box 4 ตัว

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยเป็นผู้เก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จำนวน 2 คน ทำหน้าที่ช่วยจับเวลา และบันทึกข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยจะอธิบายรูปแบบการทดสอบค่าตัวแปรต่าง ๆ รวมถึงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยให้ผู้ช่วยวิจัยอย่างชัดเจน
2. ในการเก็บข้อมูลทุกครั้ง ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องตรวจ ATK ทุกครั้งก่อนเข้ารับการทดสอบและล้างมือด้วยเจลล้างมือที่ทางผู้วิจัยได้จัดเตรียมไว้ให้ ยืนเว้นระยะห่างกัน 2 เมตร หลังผู้เข้าร่วมวิจัยทำการฝึกเสร็จเรียบร้อย ผู้วิจัยทำความสะอาดอุปกรณ์ออกกำลังกายทุกครั้ง
3. สถานที่ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อหาค่าสถิติดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม SPSS version 22 และทดสอบการกระจายตัวของ ข้อมูลโดยใช้ The Shapiro-Wilk และ Levene's test ตามลำดับ
2. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง แสดงค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X}$**±SD**) และภายในกลุ่มโดยใช้ Paired t-test และวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรระหว่างกลุ่ม Independent t-test ตามลำดับ
3. กำหนดระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย กับการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมที่มีต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุ โดยผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่าง ๆ ระหว่างกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย โดยคำนวณกลุ่มตัวอย่างได้กลุ่มละ 16 คน มีผู้เข้าร่วมวิจัย Drop out 3 คน เนื่องจากผู้เข้าร่วมวิจัยติดเชื้อไวรัสโควิด-19 จำนวน 2 คน ไม่สบาย 1 คน จึงเหลือกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม จำนวน 14 คน และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย จำนวน 15 คน ฝึกครั้งละ 60 นาที 2 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยต้องเว้นระยะห่างในการฝึกอย่างน้อย 48 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ผู้เข้าร่วมวิจัยต้องมีคุณสมบัติผ่านเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria) ผู้สูงอายุต้องไม่ได้รับการฝึกด้วยแรงต้านมาอย่างน้อย 3 เดือน ก่อนเข้าร่วมงานวิจัย ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติระหว่างก่อนและหลังการฝึกของแต่ละกลุ่มและระหว่างกลุ่ม โดยใช้การวิเคราะห์ เปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรระหว่างกลุ่ม และภายในกลุ่มโดยใช้ Independent t-test และ Paired t-test ตามลำดับ และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบตารางประกอบความเรียงและแผนภูมิ โดยแบ่งการนำเสนอดังนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านสรีรวิทยา ช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านการทรงตัว ช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านการทำงานของกล้ามเนื้อ ช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านสรีรวิทยา ช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ภายในกลุ่ม (Pair t-test) ของตัวแปรด้านสรีรวิทยา ช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 12 สัปดาห์

ตัวแปรด้านสรีรวิทยา	TSRT (n=14)		Pair t-test	CSRT (n=15)		Pair t-test
	ก่อนการฝึก $\bar{X}$±SD	หลังการฝึก $\bar{X}$±SD		ก่อนการฝึก $\bar{X}$±SD	หลังการฝึก $\bar{X}$±SD	
อายุ (ปี)	62.64±2.46		0.500	62.20±2.70		0.500
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	61.78±11.31	61.28±11.11	0.453	59.66±10.22	59.76±10.33	0.490
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	157.21±7.47		0.500	156.40±6.86		0.500
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร^2)	24.88±3.94	24.69±3.83	0.448	24.96±3.82	24.57±3.80	0.390
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	77±5	73±5*	0.020	78.42±6	74.77±5*	0.048
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มม.ปรอท)	129±21	126±7*	0.020	129.66±13	116.6±13*	0.009
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มม.ปรอท)	70±12	66±5	0.280	77±12	74±13*	0.004
มวลปราศจากไขมัน (กิโลกรัม)	38.43±6.90	38.64±6.82	0.152	35.66±7.13	36.16±7.05	0.278
มวลกระดูก (กิโลกรัม)	1.83±0.33	1.82±0.29	0.154	1.93±0.45	1.92±0.44	0.278
ค่า T-score	-0.33±1.09	-0.45±1.17	0.396	-0.33±1.14	-0.50±1.13	0.340
มวลไขมัน (กิโลกรัม)	21.40±6.74	20.73±6.72*	0.036	23.03±7.14	21.95±6.83*	0.021
เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (เปอร์เซ็นต์)	34.78±6.70	33.55±6.83*	0.036	38.09±8.49	36.81±8.67*	0.021
ความสามารถในการเดิน 6 นาที (เมตร)	553.64±108.25	639.21±82.47*	0.013	464.8±109.41	565.8±87*	0.005
อัตราการใช้ออกซิเจน ขณะทดสอบการเดิน 6 นาที (มล./กก./นาที)	14.09±2	15.45±1.67*	0.045	13.04±2.49	14.87±2.18*	0.005

* $p < .05$ แตกต่างกันระหว่างก่อนการฝึก

จากตารางที่ 6 และรูปที่ 6 – 12 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการฝึกและหลังการฝึก กลุ่มฝึกแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT) มีค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสรีรวิทยา ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย มวลปราศจากไขมัน มวลกระดูก ค่า T-score ไม่แตกต่างกันระหว่างก่อนการฝึกทั้ง 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว มวลไขมัน เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ความสามารถในการเดิน 6 นาที อัตราการใช้ออกซิเจนขณะเดิน 6 นาที แตกต่างกันระหว่างก่อนการฝึกทั้ง 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม ไม่แตกต่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ระหว่างก่อนการฝึก กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย แตกต่างกันระหว่างก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

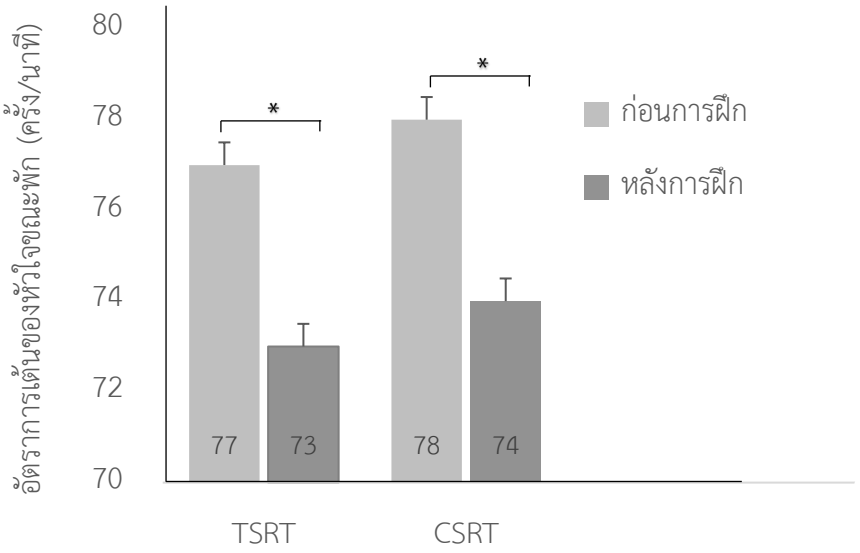
ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ระหว่างกลุ่ม (Independent t-test) ของตัวแปรด้านสรีรวิทยา หลังการฝึก 12 สัปดาห์

ตัวแปรด้านสรีรวิทยา	TSRT (n=14)	CSRT (n=15)	Independent t-test
	หลังการฝึก $\bar{X}$±SD	หลังการฝึก $\bar{X}$±SD	
อายุ (ปี)	62.64±2.46	62.20±2.70	0.325
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	61.28±11.11	59.76±10.33	0.353
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	157.21±7.47	157.21±7.47	0.381
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร²)	24.69±3.83	24.57±3.80	0.466
อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	73±5	74.77±5	0.199
ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มม.ปรอท)	126±7	116.6±13†	0.015
ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มม.ปรอท)	66±5	74±13†	0.019
มวลปราศจากไขมัน (กิโลกรัม)	38.64±6.82	36.16±7.05	0.173
มวลกระดูก (กิโลกรัม)	1.82±0.29	1.92±0.44	0.236
ค่า T-score	-0.45±1.17	-0.50±1.13	0.448
มวลไขมัน (กิโลกรัม)	20.73±6.72	21.95±6.83	0.316
เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (เปอร์เซ็นต์)	33.55±6.83	36.81±8.67	0.137
ความสามารถในการเดิน 6 นาที (เมตร)	639.21±82.47	565.8±87†	0.014
อัตราการใช้ออกซิเจนขณะทดสอบการเดิน 6 นาที (มล./กก./นาที)	15.45±1.67	14.87±2.18	0.235

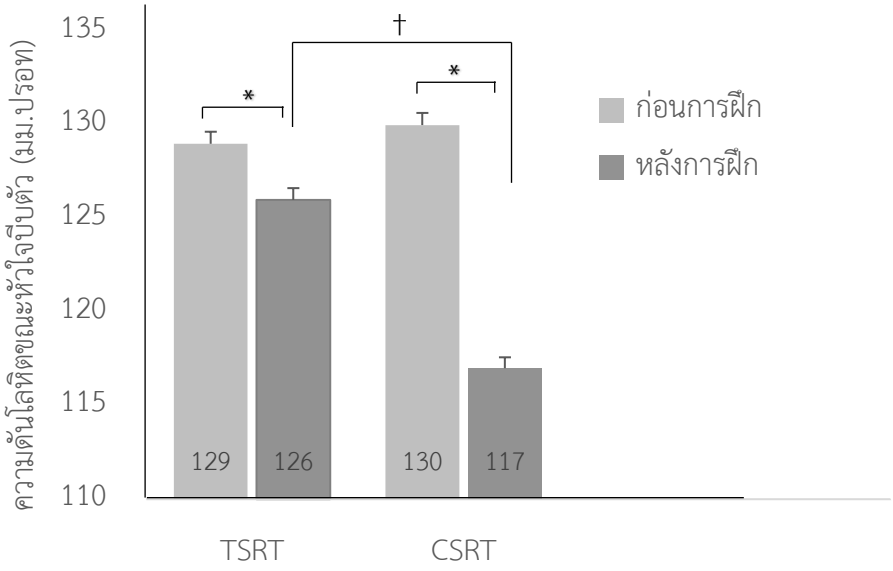
† $p < .05$ แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

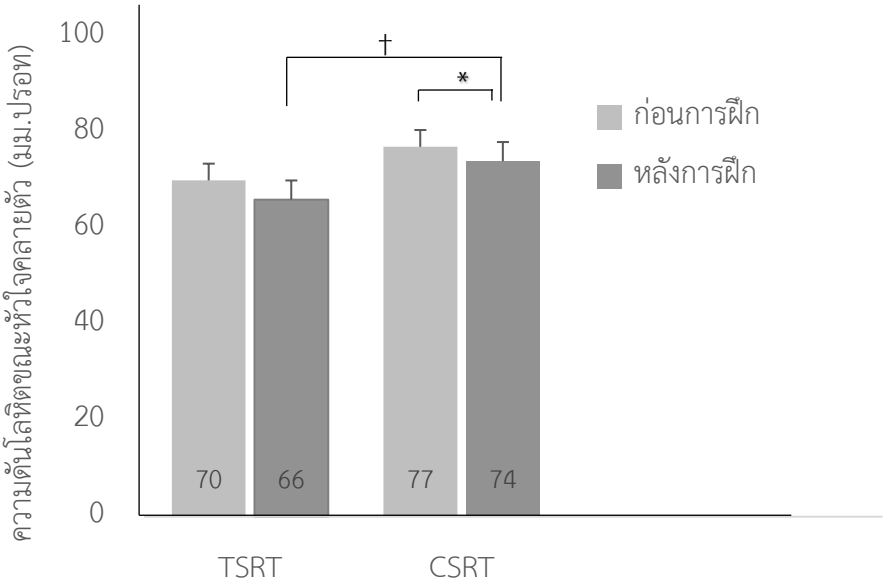
จากตารางที่ 7 และรูปที่ 6 – 12 แสดงให้เห็นว่า หลังการฝึกกลุ่มฝึกแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT) มีค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านสรีรวิทยา ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก มวลปราศจาคไขมัน มวลกระดูก ค่า T-score มวลไขมัน เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย อัตราการใช้ออกซิเจนขณะทดสอบการเดิน 6 นาที ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมมีค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวสูงกว่ากลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมมีค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวต่ำกว่า กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กลุ่มฝึกด้วยรงต้านแบบดั้งเดิมมีค่าเฉลี่ยความสามารถในการเดิน 6 นาทีมากกว่า กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



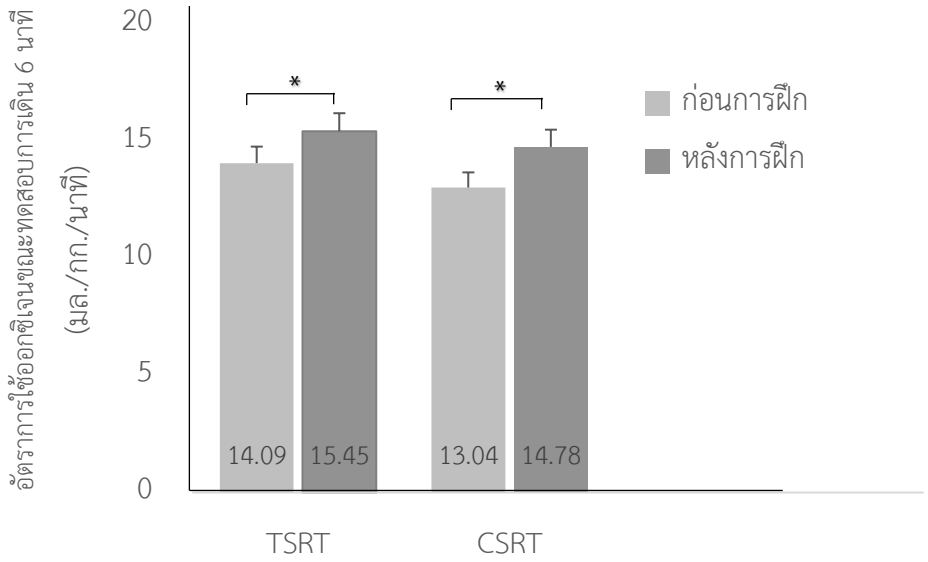
รูปที่ 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการเต้นของหัวใจขณะพักก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)



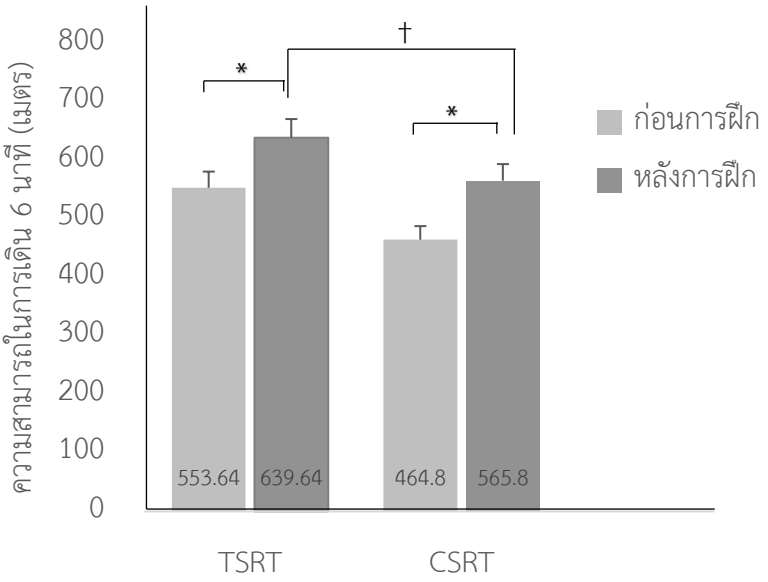
รูปที่ 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)



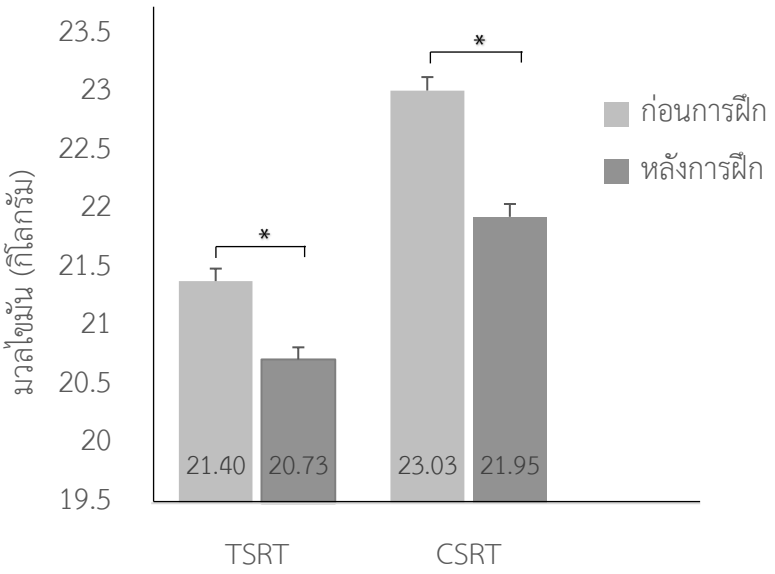
รูปที่ 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความดันเลือดขณะหัวใจคลายตัวก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)



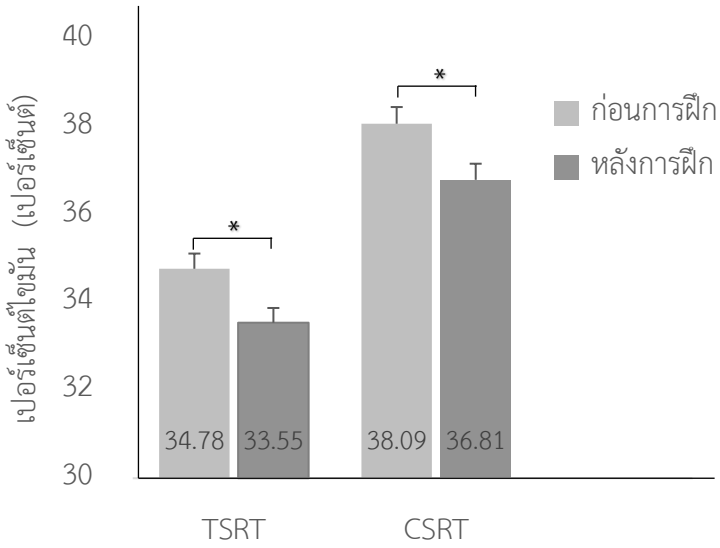
รูปที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย อัตราการใช้ออกซิเจน ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)



รูปที่ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ทดสอบการเดิน 6 นาที ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)



รูปที่ 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยมวลไขมันก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)



รูปที่ 12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นไขมันในร่างกายก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านการทรงตัว ช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ภายในกลุ่ม (Pair t-test) ของตัวแปรด้านการทรงตัว ช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 12 สัปดาห์

ตัวแปรด้านการทรงตัว	**TSRT (n=14)**		**Pair t-test**	**CSRT (n=15)**		**Pair t-test**
	ก่อนการฝึก $\bar{X}$**±SD**	**หลังการฝึก** $\bar{X}$**±SD**		**ก่อนการฝึก** $\bar{X}$**±SD**	**หลังการฝึก** $\bar{X}$**±SD**	
การทรงตัวแบบหยุดนิ่ง						
การทดสอบระดับความสามารถในการทรงในผู้สูงอายุ 6 ระดับ (SIDE)	3.07±0.46	3.92±0.27*	<0.001	3.27±0.57	4.06±0.26*	<0.001
การทรงตัวแบบเคลื่อนที่						
ยืนเดินนั่ง ไป-กลับ (วินาที)	5.52±0.67	4.86±0.50*	0.005	6.76±2.07	5.4±0.77*	0.012

* $p < .05$ แตกต่างกันระหว่างก่อนการฝึก

จากตารางที่ 12 และรูปที่ 13 - 14 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการฝึกและหลังการฝึก กลุ่มฝึกแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT) มีค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านการทรงตัว ได้แก่ การทดสอบระดับความสามารถในการทรงในผู้สูงอายุ 6 ระดับ (SIDE) ยืนเดินนั่ง ไป-กลับ (วินาที) แตกต่างกันระหว่างก่อนการฝึกทั้ง 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

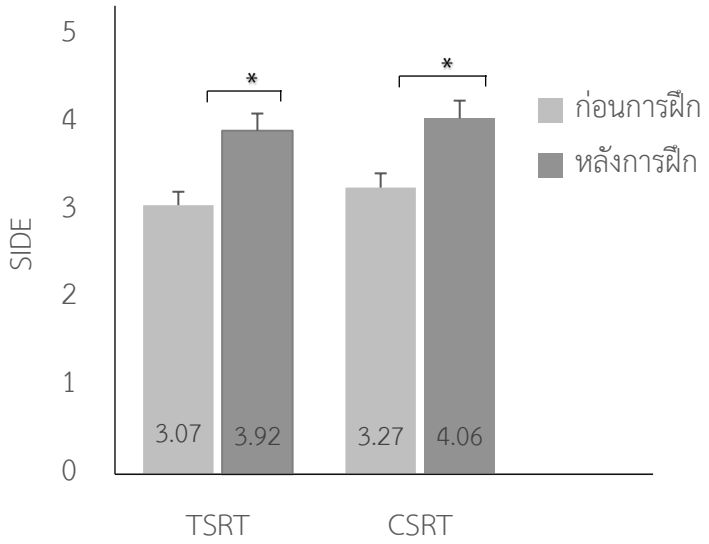
ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ระหว่างกลุ่ม (Independent t-test) ของตัวแปรด้านการทรงตัว หลังการฝึก 12 สัปดาห์

ตัวแปรด้านการทรงตัว	TSRT (n=14)	CSRT (n=15)	Independent t-test
	หลังการฝึก $\bar{X}$±SD	หลังการฝึก $\bar{X}$±SD	
การทรงตัวแบบหยุดนิ่ง			
การทดสอบระดับความสามารถในการทรงในผู้สูงอายุ 6 ระดับ (SIDE)	3.92±0.27	4.06±0.26	0.084
การทรงตัวแบบเคลื่อนที่			
ยืนเดินนั่ง ไป-กลับ (วินาที)	4.86±0.50	5.4±0.77†	0.020

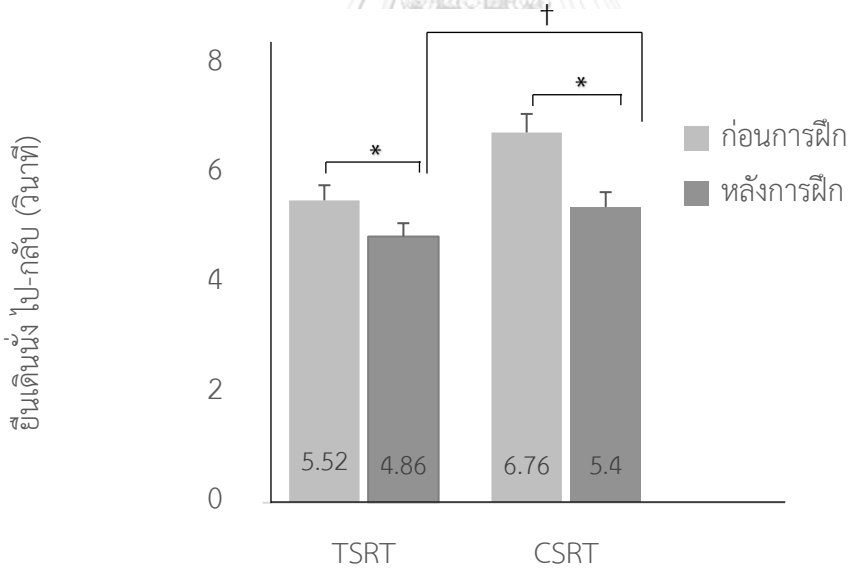
† $p < .05$ แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม

จากตารางที่ 13 และรูปที่ 13 - 14 แสดงให้เห็นว่า หลังการฝึกกลุ่มฝึกแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT) มีค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านการทรงตัว ได้แก่ การทดสอบระดับความสามารถในการทรงในผู้สูงอายุ 6 ระดับ ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมมีค่าเฉลี่ยยืนเดินนั่ง ไป-กลับต่ำกว่า กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย การทดสอบระดับความสามารถในการทรงในผู้สูงอายุ 6 ระดับ (SIDE) ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มรฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)



รูปที่ 14 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ยืนเดินนั่ง ไป-กลับ (วินาที) ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรด้านการทำงานของกล้ามเนื้อ ช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ภายในกลุ่ม (Pair t-test) ของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 12 สัปดาห์

ตัวแปรด้านความแข็งแรง	TSRT (n=14)		Pair t-test	CSRT (n=15)		Pair t-test
	ก่อนการฝึก $\bar{X}$±SD	หลังการฝึก $\bar{X}$±SD		ก่อนการฝึก $\bar{X}$±SD	หลังการฝึก $\bar{X}$±SD	
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ						
แรงเหยียดขาข้างถนัด (นิวตันเมตร)	74.38±18.57	87.28±20.50*	0.050	69.5±13.01	83.88±12.83*	0.004
แรงเหยียดขาข้างไม่ถนัด (นิวตันเมตร)	79.28±15.03	98.18±28.30*	0.025	86.8±12	97.88±17.22*	0.032
แรงงอขาข้างถนัด (นิวตันเมตร)	33.40±11.27	43.27±11.92*	0.017	30.63±6.48	43.03±10.27*	<0.001
แรงงอขาข้างไม่ถนัด (นิวตันเมตร)	39.32±10.68	52.90±14.01*	0.005	40.03±11	48.61±6.30*	0.010
แรงเหยียดแขนข้างถนัด (นิวตันเมตร)	20.26±5.04	24.82±5.37*	0.021	22.74±5.39	26.19±5.32*	0.044
แรงเหยียดแขน ข้างไม่ถนัด (นิวตันเมตร)	23.82±4.67	28.96±5.03*	0.005	26.52±5.28	30.93±5.32*	0.015
แรงงอแขนข้างถนัด (นิวตันเมตร)	24.62±7.53	30.70±6.70*	0.016	22.86±5.22	27.33±5.71*	0.017
แรงงอแขนข้างไม่ถนัด (นิวตันเมตร)	26.29±8.48	37.22±8.55*	0.001	26.02±6.09	32.46±6.38*	0.004
แรงเหยียดตัว (นิวตันเมตร)	104.30±20	117.18±19.17*	0.047	105.24±20	119.47±18.04*	0.024
แรงงอตัว (นิวตันเมตร)	59.30±11.47	66.06±6.63*	0.044	51.9±18.02	65.6±17.67*	0.022
แรงบีบมือข้างถนัด (กิโลกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม)	25.07±7.74	26.85±5.82	0.248	24.2±6	28±6.42	0.052
แรงบีบมือข้างไม่ถนัด (กิโลกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม)	27.85±6.10	30.29±6.43	0.157	27.2±5.45	30.26±6.64	0.089

* $p < .05$ แตกต่างกันระหว่างก่อนการฝึก

จากตารางที่ 8 และรูปที่ 15 - 24 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการฝึกและหลังการฝึก กลุ่มฝึกแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT) มีค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้าม ได้แก่ แรงเหยียดขาข้างถนัด แรงเหยียดขาข้างไม่ถนัด แรงงอขาข้างถนัด แรงงอขาข้างไม่ถนัด แรงเหยียดแขนข้างถนัด แรงเหยียดแขนข้างไม่ถนัด แรงงอแขนข้างถนัด แรงงอแขนข้างไม่ถนัด แรงเหยียดตัว แรงงอตัว แตกต่างกันระหว่างก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แรงบีบมือข้างถนัด แรงบีบมือข้างไม่ถนัด ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

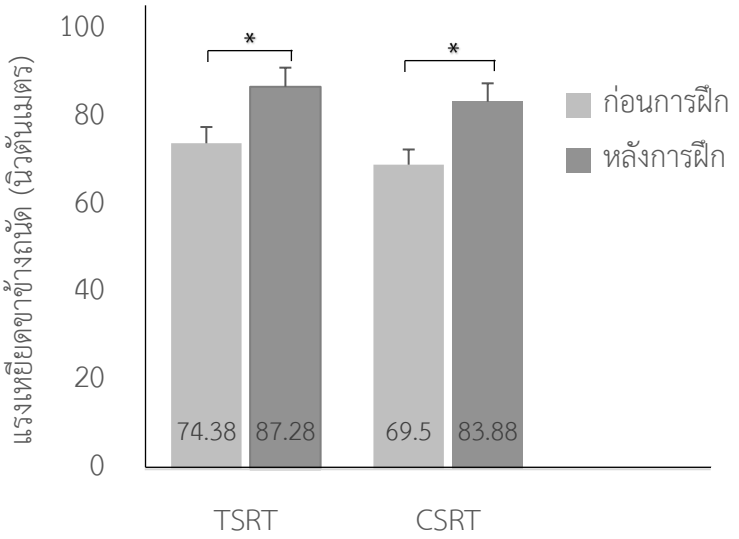
ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ระหว่างกลุ่ม (Independent t-test) ของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ หลังการฝึก 12 สัปดาห์

ตัวแปรด้านความแข็งแรง	TSRT (n=14)	CSRT (n=15)	Independent t-test
	หลังการฝึก $\bar{X}$±SD	หลังการฝึก $\bar{X}$±SD	
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ			
แรงเหยียดขาข้างถนัด (นิวตันเมตร)	87.28±20.50	83.88±12.83	0.302
แรงเหยียดขาข้างไม่ถนัด (นิวตันเมตร)	98.18±28.30	97.88±17.22	0.487
แรงงอขาข้างถนัด (นิวตันเมตร)	43.27±11.92	43.03±10.27	0.478
แรงงอขาข้างไม่ถนัด (นิวตันเมตร)	52.90±14.01	48.61±6.30	0.161
แรงเหยียดแขนข้างถนัด (นิวตันเมตร)	24.82±5.37	26.19±5.32	0.248
แรงเหยียดแขน ข้างไม่ถนัด (นิวตันเมตร)	28.96±5.03	30.93±5.32	0.157
แรงงอแขนข้างถนัด (นิวตันเมตร)	30.70±6.70	27.33±5.71	0.078
แรงงอแขนข้างไม่ถนัด (นิวตันเมตร)	37.22±8.55	32.46±6.38	0.050
แรงเหยียดตัว (นิวตันเมตร)	117.18±19.17	119.47±18.04	0.371
แรงงอตัว (นิวตันเมตร)	66.06±6.63	65.6±17.67	0.466
แรงบีบมือข้างถนัด (กิโลกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม)	26.85±5.82	28±6.42	0.310
แรงบีบมือข้างไม่ถนัด (กิโลกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม)	30.29±6.43	30.26±6.64	0.497

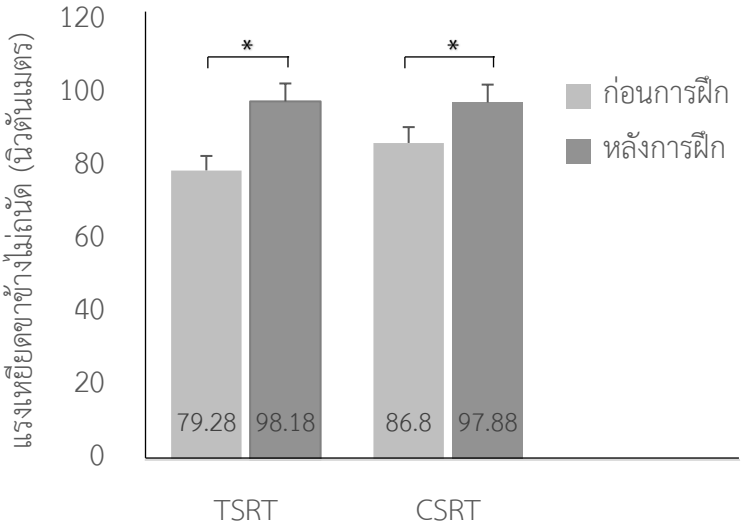
† $p < .05$ แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

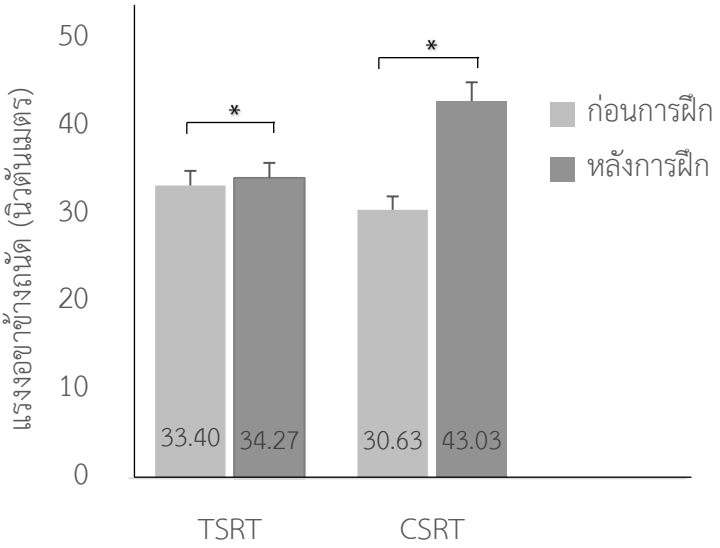
จากตารางที่ 9 และรูปที่ 15 – 24 แสดงให้เห็นว่า หลังการฝึกกลุ่มฝึกแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT) มีค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้าม ได้แก่ แรงเหยียดขาข้างถนัด แรงเหยียดขาข้างไม่ถนัด แรงงอขาข้างถนัด แรงงอขาข้างไม่ถนัด แรงเหยียดแขนข้างถนัด แรงเหยียดแขนข้างไม่ถนัด แรงงอแขนข้างถนัด แรงงอแขนข้างไม่ถนัด แรงเหยียดตัว แรงงอตัว แรงบีบมือข้างที่ถนัด และแรงบีบมือข้างไม่ถนัด ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



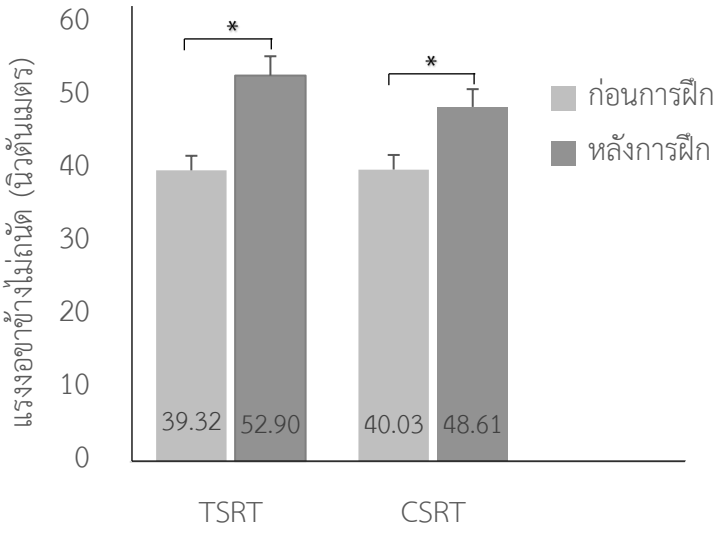
รูปที่ 15 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย แรงเหยียดขาข้างถนัด ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)



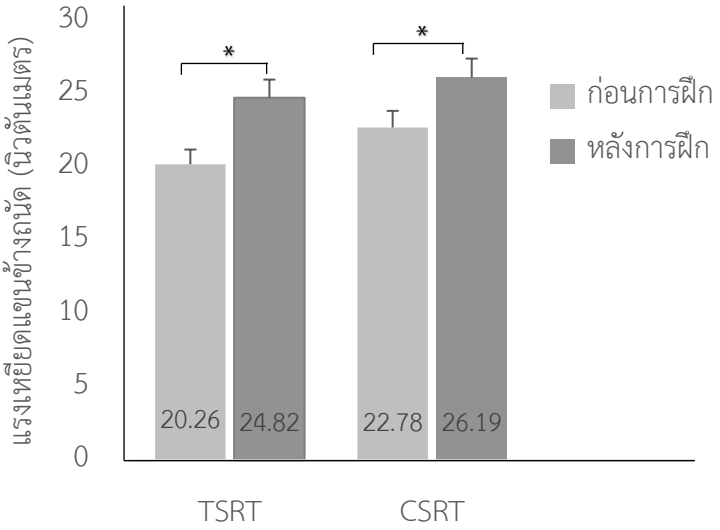
รูปที่ 16 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย แรงเหยียดขาข้างไม่ถนัด ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSR)



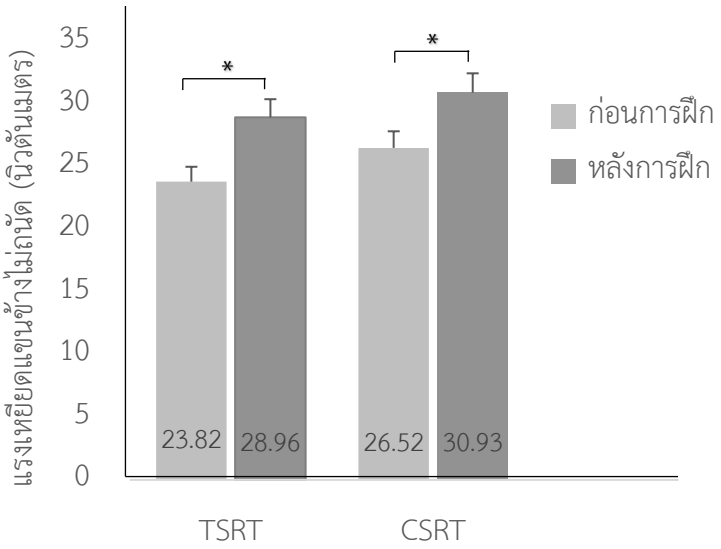
รูปที่ 17 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย แรงงอขาข้างถนัด ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)



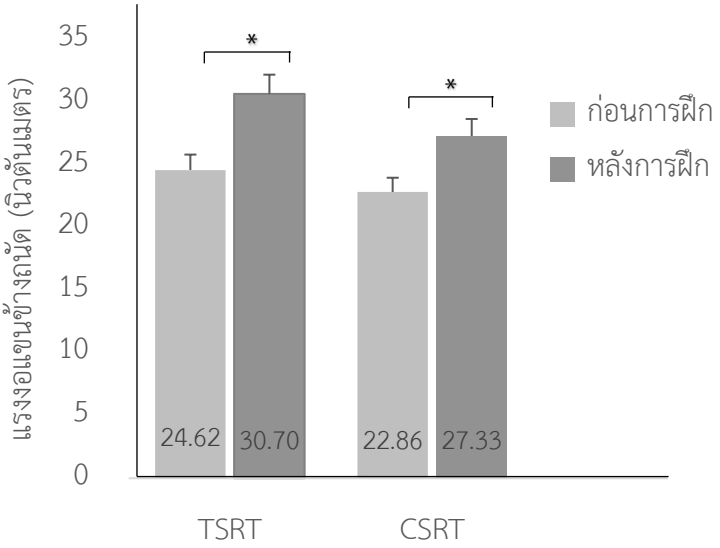
รูปที่ 18 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย แรงงอขาข้างไม่ถนัด ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)



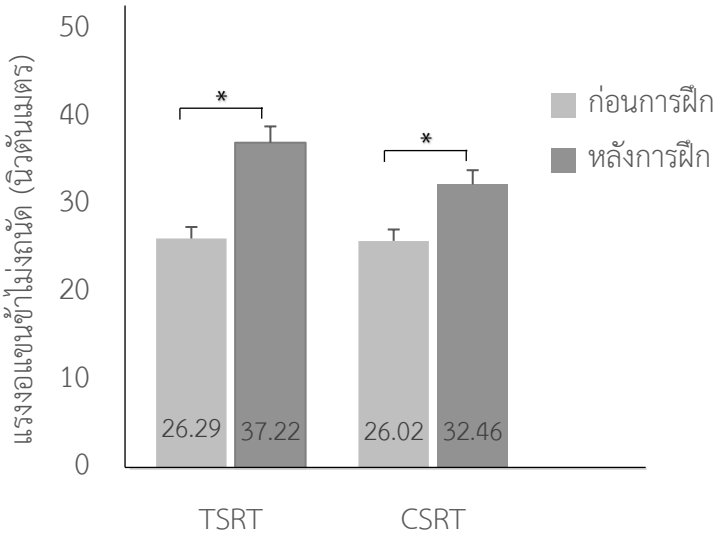
รูปที่ 19 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย แรงเหยียดแขนข้างถนัด ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)



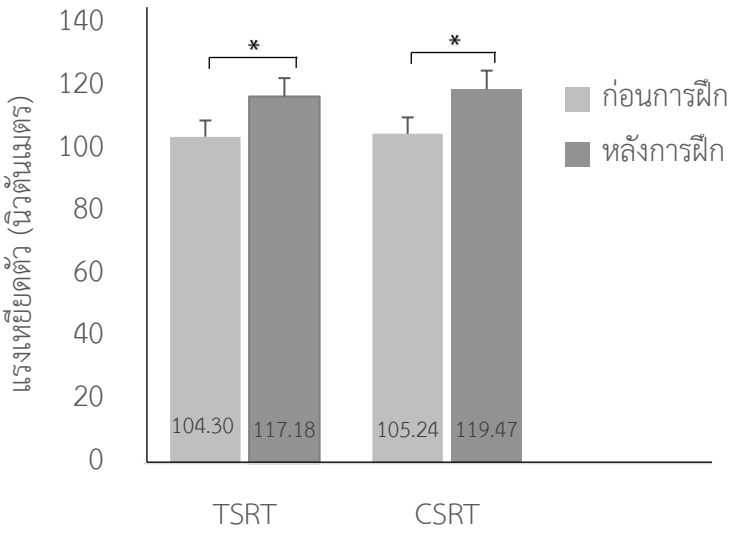
รูปที่ 20 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย แรงเหยียดแขน ข้างไม่ถนัด ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)



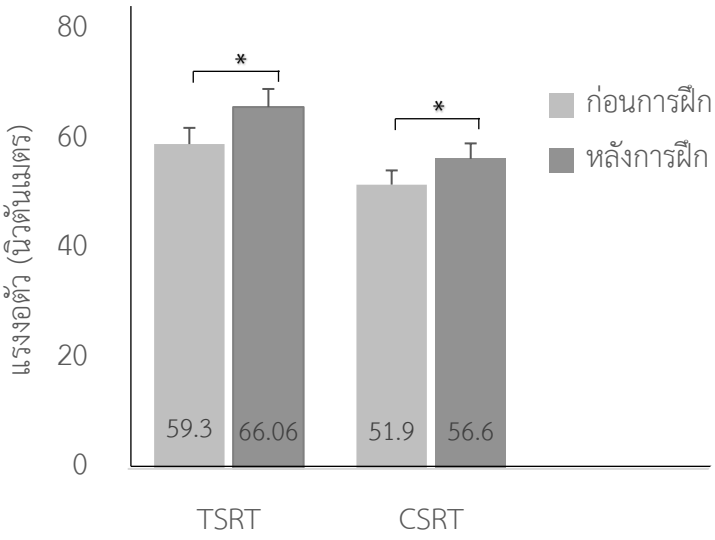
รูปที่ 21 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย แรงงอแขนข้างถนัด ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)



รูปที่ 22 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย แรงงอแขนข้างไม่ถนัด ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)



รูปที่ 23 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย แรงเหยียดตัว ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)



รูปที่ 24 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย แรงงอตัว ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ภายในกลุ่ม (Pair t-test) ของตัวแปรด้านความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อ ช่วงก่อนการฝึกและหลังการฝึก 12 สัปดาห์

ตัวแปรด้านความแข็งแรงทนทาน	TSRT (n=14)		Pair t-test	CSRT (n=15)		Pair t-test
	ก่อนการฝึก $\bar{X}$±SD	หลังการฝึก $\bar{X}$±SD		ก่อนการฝึก $\bar{X}$±SD	หลังการฝึก $\bar{X}$±SD	
ความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อ						
งอแขนยกน้ำหนัก 30 วินาที (ครั้ง)	18.71±3.99	22.35±4.11*	0.012	16.53±5.33	21.33±4.89*	0.008
ยืน - นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที (ครั้ง)	18.14±5.58	22.14±5.55*	0.034	14.86±5.29	20.46±5.75*	0.005
นอนหงาย ยกลำตัว 60 วินาที (ครั้ง)	33±6.57	39.15±8.03*	0.021	34.46±13.78	44.±12.95*	0.030

* $p < .05$ แตกต่างกันระหว่างก่อนการฝึก

จากตารางที่ 10 และรูปที่ 25 - 27 แสดงให้เห็นว่า ก่อนการฝึกและหลังการฝึก กลุ่มฝึกแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT) มีค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อ ได้แก่ งอแขนยกน้ำหนัก 30 วินาที ยืน - นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที นอนหงาย ยกลำตัว 60 วินาที แตกต่างกันระหว่างก่อนการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

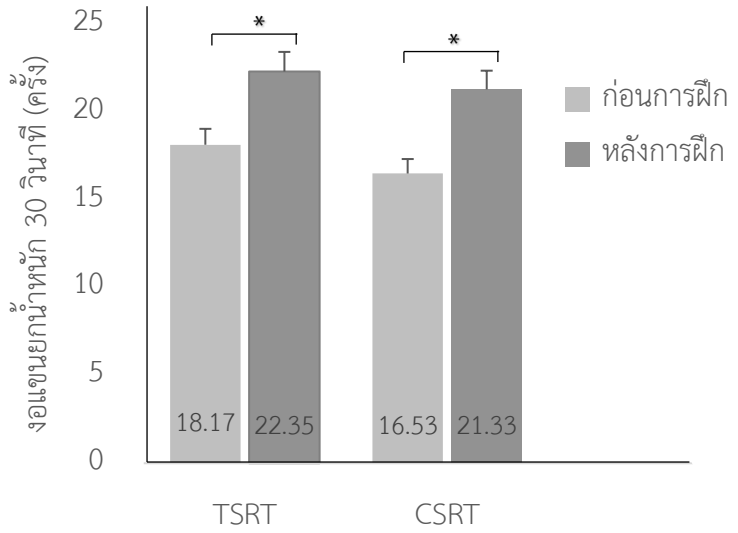
ตารางที่ 13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ระหว่างกลุ่ม (Independent t-test) ของตัวแปรด้านความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อ หลังการฝึก 12 สัปดาห์

ตัวแปรด้านความแข็งแรงทนทาน	TSRT (n=14)	CSRT (n=15)	Independent t-test
	หลังการฝึก $\bar{X}$±SD	หลังการฝึก $\bar{X}$±SD	
ความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อ			
งอแขนยกน้ำหนัก 30 วินาที (ครั้ง)	22.35±4.11	21.33±4.89	0.274
ยืน - นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที (ครั้ง)	22.14±5.55	20.46±5.75	0.216
นอนหงาย ยกลำตัว 60 วินาที (ครั้ง)	39.15±8.03	44.06±12.95	0.124

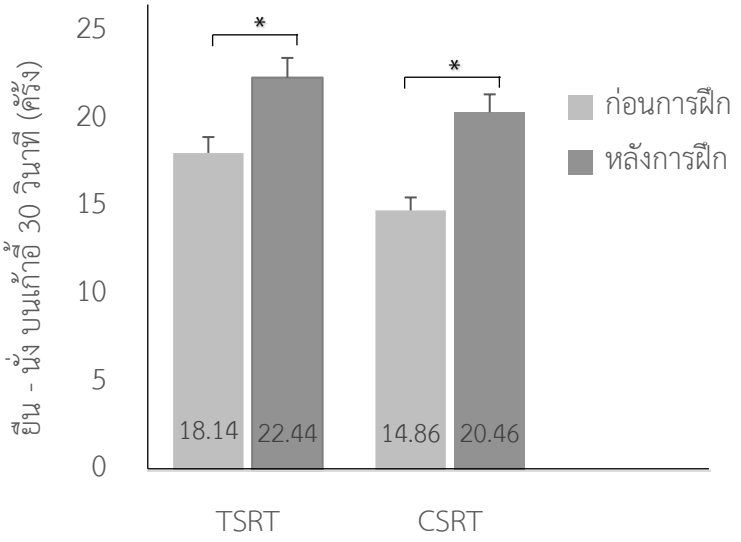
† $p < .05$ แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม

จากตารางที่ 10 และรูปที่ 25 - 27 แสดงให้เห็นว่า หลังการฝึกกลุ่มฝึกแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT) มีค่าเฉลี่ยตัวแปรด้านความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อ ได้แก่ งอแขนยกน้ำหนัก 30 วินาที ยืน - นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที นอนหงาย ยกลำตัว 60 วินาที ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

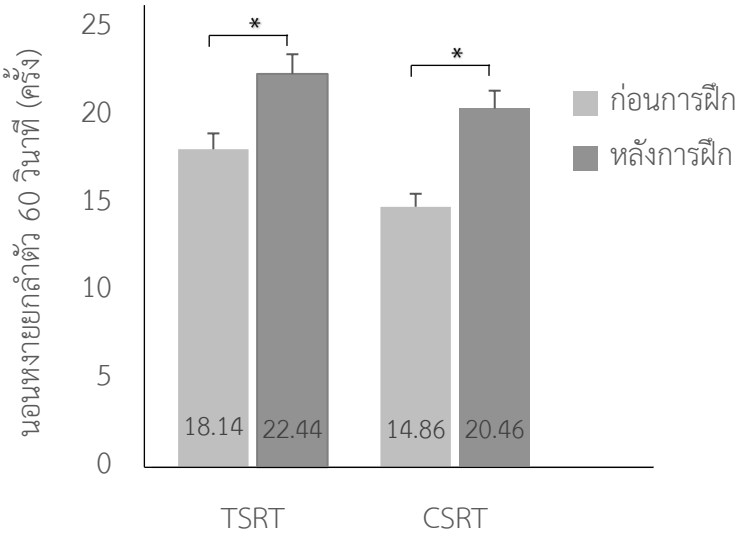
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 25 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย งอแขนยกน้ำหนัก 30 วินาที ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)



รูปที่ 26 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ยืน - นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)



รูปที่ 27 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย นอนหงาย ยกลำตัว 60 วินาที) ก่อนและหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (TSRT) และกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (CSRT)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบ ผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยและการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุทั้งชายและหญิง อายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ในเขตบางพลัดและรามคำแหง จังหวัดกรุงเทพมหานครฯ จำนวน 29 คน โดยกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มการฝึกด้วยแรงแบบดั้งเดิม จำนวน 14 คน และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย จำนวน 15 คน ฝึกครั้งละ 60 นาที 2 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยต้องเว้นระยะห่างในการฝึกอย่างน้อย 48 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ผู้เข้าร่วมวิจัยต้องมีคุณสมบัติผ่านเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion criteria) ผู้สูงอายุต้องไม่ได้รับการฝึกด้วยแรงต้านมาอย่างน้อย 3 เดือน ก่อนเข้าร่วมงานวิจัย ไม่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ ลมชัก และกล้ามเนื้ออ่อนแรง ภาวะสมองเสื่อม (Dementia) หรือความพกพร่องในด้านของการรู้คิด (Cognitive) เป็นต้น และไม่มีประวัติการบาดเจ็บของกระดูกและกล้ามเนื้อจากอุบัติเหตุและการออก กำลังกายอย่างรุนแรงจนต้องเข้ารับการรักษาทางการแพทย์ก่อนเข้าร่วมงานวิจัยอย่างน้อย 6 เดือน จึงทำการทดสอบตัวแปรต่างๆ ได้แก่ 1. ตัวแปรด้านสรีรวิทยา 2. ตัวแปรด้านการทำงานของกล้ามเนื้อ 3. ตัวแปรด้านการทรงตัว แล้วนำผลไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อนำมาเปรียบเทียบก่อนและหลังการทดลอง วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรระหว่างก่อนการทดลองและหลังการทดลองของแต่ละกลุ่ม โดยการทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Pair-T test) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรระหว่างกลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมและกลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยโดยการทดสอบค่าทีแบบอิสระ (Independent -T test) ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สรุปผลการวิจัย

1. หลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของตัวแปรด้านสรีรวิทยา กลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม พบว่า อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว มวลไขมัน เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายลดลง ความสามารถในการเดิน 6 นาที อัตราการใช้ออกซิเจนขณะเดิน 6 นาทีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. หลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของตัวแปรด้านสรีรวิทยา กลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย พบว่า ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว มวลไขมัน เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายลดลง ความสามารถในการเดิน 6 นาที อัตราการใช้ออกซิเจนขณะเดิน 6 นาทีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. เปรียบเทียบหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของตัวแปรด้านสรีรวิทยา กลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมกับกลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย พบว่า กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมมีค่าเฉลี่ยความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวสูงกว่า ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวต่ำกว่า และความสามารถในการเดิน 6 นาทีมากกว่า กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. หลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของตัวแปรด้านการทรงตัว กลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม พบว่า การทดสอบระดับความสามารถในการทรงในผู้สูงอายุ 6 ระดับคะแบบเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยืน เดินนั่งไป-กลับเวลาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. หลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของตัวแปรด้านการทรงตัว กลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย พบว่า การทดสอบระดับความสามารถในการทรงในผู้สูงอายุ 6 ระดับคะแบบเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยืน เดินนั่งไป-กลับเวลาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. เปรียบเทียบหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของตัวแปรด้านการทรงตัว กลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมกับกลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย พบว่า การทดสอบระดับความสามารถในการทรงในผู้สูงอายุ 6 ระดับ ไม่แตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมมีค่าเฉลี่ยยืนเดินนั่งไป-กลับต่ำกว่า กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7. หลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ กลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม พบว่า แรงเหยียดขาข้างถนัด แรงเหยียดขาข้างไม่ถนัด แรงงอขาข้างถนัด แรงงอขาข้างไม่ถนัด แรงเหยียดแขนข้างถนัด แรงเหยียดแขนข้างไม่ถนัด แรงงอแขนข้างถนัด แรงงอแขนข้างไม่ถนัด แรงเหยียดตัว และแรงงอตัวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

8. หลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ กลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย พบว่า แรงเหยียดขาข้างถนัด แรงเหยียดขาข้างไม่ถนัด แรงงอขาข้างถนัด แรง

งอขาข้างไม่ถนัด แรงเหยียดแขนข้างถนัด แรงเหยียดแขนข้างไม่ถนัด แรงงอแขนข้างถนัด แรงงอแขนข้างไม่ถนัด แรงเหยียดตัวและแรงงอตัวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

9. เปรียบเทียบหลังการฝึก 12 สัปดาห์ ของตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ กลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมกับกลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย พบว่า แรงเหยียดขาข้างถนัดและไม่ถนัด แรงงอขาข้างถนัดและไม่ถนัด แรงเหยียดแขนข้างถนัดและไม่ถนัด แรงงอแขนข้างถนัดและไม่ถนัด แรงเหยียดตัวและงอตัว แรงบีบมือข้างถนัดและไม่ถนัด ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

10. หลังฝึก 12 สัปดาห์ ของตัวแปรด้านความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อ กลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม พบว่า จำนวนครั้งในการงอแขนยกน้ำหนัก 30 วินาที จำนวนครั้งในการงอแขนยืน - นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที จำนวนครั้งในการงอแขนนอนหงายยกลำตัว 60 วินาทีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

11. หลังฝึก 12 สัปดาห์ ของตัวแปรด้านความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อ กลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย พบว่า จำนวนครั้งในการงอแขนยกน้ำหนัก 30 วินาที จำนวนครั้งในการงอแขนยืน - นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที จำนวนครั้งในการงอแขนนอนหงายยกลำตัว 60 วินาทีเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

12. เปรียบเทียบหลังฝึก 12 สัปดาห์ ของตัวแปรด้านความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อ กลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย พบว่า จำนวนครั้งในการงอแขนยกน้ำหนัก 30 วินาที จำนวนครั้งในการงอแขนยืน - นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที จำนวนครั้งในการงอแขนนอนหงายยกลำตัว 60 วินาที ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อภิปรายผลการวิจัย

จากสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ว่าการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมและการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยส่งผลดีต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุ ซึ่งผลการวิจัยสามารถนำมาอภิปรายได้ดังนี้

ตัวแปรด้านสรีรวิทยาทั่วไป

จากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า หลังการฝึก 12 สัปดาห์ ทั้งสองกลุ่มมีอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก และความดันโลหิตลดลงเมื่อเทียบกับก่อนฝึกออกกำลังกายอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 อาจเป็นเพราะการออกกำลังกายด้วยแรงต้านต้องใช้พลังงานสูงเพื่อออกแรงต้านกับน้ำหนัก ทำให้หัวใจต้องสูบฉีดเลือดไปยังกล้ามเนื้อมากขึ้น ทำให้เกิดแรงดันต่อหลอดเลือดมากขึ้น (Blood shear stress) ส่งผลให้หลอดเลือดมีความยืดหยุ่นมากขึ้น นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของปริมาณเลือดที่ถูกสูบฉีดออกจากหัวใจในแต่ละครั้งเพิ่มมากขึ้นจากการฝึกด้วยแรงต้าน ยังส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักลดลง ซึ่งเป็นผลจากการลดการทำงานของระบบประสาทซิมพาเทติกและเพิ่มการทำงานของระบบประสาทพาราซิมพาเทติก (Dantas et al., 2016; de Sousa et al., 2017) การที่ระบบหัวใจและระบบไหลเวียนเลือดมีการพัฒนาทั้งส่วนกลางและส่วนปลายส่งผลให้ในงานวิจัยนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ โตเมอริ และคณะ (2017) ได้ศึกษาการฝึกด้วยแรงต้านในผู้หญิงสูงอายุจำนวน 35 คน ที่เป็นความดันโลหิตสูง ฝึก 8 ท่า จำนวน 1 เซต ที่ความหนัก 8 ถึง 12 ครั้งของความแข็งแรงสูงสุด เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลที่ได้ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวลดลง การไหลเวียนของเลือดดีขึ้น (Tomeleri et al., 2017) ความสามารถในการใช้ออกซิเจนขณะทดสอบการเดิน 6 นาที เพิ่มมากขึ้นจากก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการเดิน 6 นาทีเพิ่มขึ้นจากการฝึก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ เทอร่า และคณะ (2008) ได้ศึกษาในผู้หญิงสูงอายุ จำนวน 20 คน ฝึกด้วยแรงต้านควบคู่กับการกินยาควบคุมความดัน ฝึก 10 ท่า จำนวน 3 เซต 8 ถึง 12 ครั้ง ที่ความเข้มข้นร้อยละ 60 ถึง 80 ของความแข็งแรงสูงสุด เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลที่ได้ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว และค่าปริมาณการใช้ออกซิเจนของกล้ามเนื้อหัวใจลดลง (Terra et al., 2008) อาจเป็นเพราะหลอดเลือดมีความยืดหยุ่นมากขึ้นส่งผลทำให้อัตราการไหลเวียนเลือดดีขึ้นและการเพิ่มขึ้นของปริมาณเลือดที่ถูกสูบฉีดออกจากหัวใจในแต่ละครั้ง ทำให้ประสิทธิภาพในการขนส่งออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อต่าง ๆ ดีขึ้น จึงทำให้ความสามารถในการใช้ออกซิเจนขณะทดสอบการเดิน 6 นาที เพิ่มมากขึ้น และความสามารถในการเดิน 6 นาที เดินได้ไกลขึ้น แต่การฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมเดินได้ไกลกว่า อาจเป็นเพราะมีความเข้นในการฝึกมากกว่า (Dantas et al., 2016; de Sousa et al., 2017) นอกจากนี้ในงานวิจัยนี้ พบว่า มวลไขมันและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากมีการใช้พลังงานในขณะออกกำลังกายด้วยแรงต้านที่

สูง หลังการออกกำลังกายก็ยังมีการใช้พลังงานในรูปแบบการฟื้นฟูร่างกาย จึงทำให้เกิดการเผาผลาญไขมันอย่างต่อเนื่อง ประมาณ 24-48 ชั่วโมง ในกระบวนการ Excess post-exercise oxygen consumption (EPOC) หรือ After burn (Lieberman, D. C., 2010; Greer, B. K., et al., 2021) มวลปราศจากไขมัน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้ง 2 กลุ่ม แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มวลกระดูก อาจเป็นเพราะผู้สูงอายุมีการพัฒนาของกล้ามเนื้อช้ากว่าวัยหนุ่มสาวเนื่องจากการฟื้นตัวช้าจากการเสื่อมของเซลล์ประสาท ระบบต่าง ๆ และกล้ามเนื้อ โดยระยะเวลาการฝึกฝนที่ยาวนานสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการฝึกมากยิ่งขึ้น (Mayer et al., 2011; Theou et al., 2008)

ตัวแปรด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า หลังการฝึก 12 สัปดาห์ ทั้งกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมและกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยมีค่าเฉลี่ยม แรงเหยียดและงอขา แรงเหยียดและงอแขน แรงเหยียดและงอตัวเพิ่มมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 บ่งชี้ว่า การฝึกด้วยแรงต้านสามารถพัฒนาให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงมากขึ้น เนื่องจากความแข็งแรงสูงสุดขึ้นอยู่กับกระแสประสาทที่มากระตุ้นหน่วยยนต์ หน่วยยนต์ที่ถูกระดมมาใช้งานและความถี่ของแรงกระตุ้น ซึ่งเพิ่มขึ้นตามความหนักของการฝึก (Komi, 1992) โดยงานวิจัยนี้ใช้ความหนักร้อยละ 50 ถึง 80 ของความแข็งแรงสูงสุด ซึ่งเป็นความหนักในรูปแบบไฮเปอร์โทรฟี สอดคล้องกับงานวิจัยของ ฟิลด์ และคณะ (2016) ในผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป สามารถเพิ่มมวลกล้ามเนื้อและหน่วยยนต์ ได้ทำการฝึกที่ความหนักร้อยละ 60 ถึง 85 ของความแข็งแรงสูงสุด (1 repetition maximum; 1RM) ยก 6 ถึง 15 ครั้ง จำนวน 2 ถึง 4 เซต อย่างน้อย 2 ถึง 4 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 8 ถึง 12 สัปดาห์ (Fields, 2016) ปัจจัยที่ทำให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงมากขึ้น คือปริมาณความหนักของการฝึกด้วยแรงต้าน เช่น ปริมาณความหนักสูงทำให้ขนาดของกล้ามเนื้อใหญ่ขึ้น การที่ใยเส้นใยกล้ามเนื้อมีความสามารถทางด้านแอนแอโรบิกสูง จากการเพิ่มขึ้นของขนาดกล้ามเนื้อหลังการฝึกความแข็งแรง ทำให้ระบบประสาทสั่งการทำงานได้ดีขึ้น (Yamamoto, 2016) ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ มัวร์และคณะ (2004) แสดงให้เห็นว่าการฝึกด้วยแรงต้านที่ความเข้มข้นสูงร้อยละ 60 ของความแข็งแรงสูงสุด ทำให้ผู้สูงอายุมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ขนาดของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น เพิ่มการใช้พลังงานและการตอบสนองดีขึ้นในผู้สูงอายุ (Moore et al., 2004) นอกจากนี้การศึกษาของ ทูฟาโน่และคณะ (2018) ทำการศึกษาการฝึกแบบแบ่งเซตย่อยในนักกีฬายกน้ำหนัก ในท่า Back squats น้ำหนักที่ใช้ฝึกเป็นน้ำหนักเฉพาะบุคคล ยกให้ได้มากที่สุดที่ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุด 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อต่ำกว่าค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุด 90 เปอร์เซ็นต์ เกิน 2 ครั้ง ให้กลุ่มตัวอย่างหยุดยกน้ำหนัก จึงนับเป็น 1 เซต โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม พักระหว่างเซต 120 วินาที กลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย ยก 2 ครั้ง พักระหว่างการออกแรง 20 วินาที และพักระหว่างเซต 120 วินาที พบว่า การฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยสามารถยกที่กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุด 90 เปอร์เซ็นต์

ได้มากกว่าและจำนวนเซตมากกว่า ยกน้ำหนักสามารถยกที่ความหนักสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Tufano, 2018) ต่อมาได้มีการนำรูปแบบการฝึกแบบแบ่งเซตย่อยมาฝึกในผู้สูงอายุ เพราะเป็นรูปแบบที่สามารถเพิ่มพลังในการออกแรงยกน้ำหนัก เนื่องจากมีการพักระหว่างการออกแรง ทำให้ผู้สูงอายุสามารถควบคุมท่าทางในการเคลื่อนไหวได้ดี และลดความเสี่ยงต่อการเกิดอาการบาดเจ็บจากการออกกำลังกายได้มากกว่าการฝึกแบบดั้งเดิม (Ramirez-Campillo, 2018) การฝึกด้วยแรงต้านเป็นการเพิ่มแหล่งพลังงานแบบแอนแอโรบิค ในรูปแบบฟอสฟาเจนและไกลโคไลซิส เป็นการฝึกความแข็งแรงที่มีผลต่อการตอบสนองในการผลิตเอทีพี ซีพี ที่สะสมอยู่ในกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นแหลงพลังงานที่สามารถนำไปใช้ได้ทันที เมื่อมีการสะสมของเอทีพี ซีพี ในกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีความสามารถในการออกแรงสูงสุดได้มากขึ้น (Bompa & Carrera, 2005)

ตัวแปรด้านความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อ

จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า หลังการฝึก 12 สัปดาห์ กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมและกลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย งอแขนยกน้ำหนัก 30 วินาที ยืน - นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที และนอนหงาย ยกลำตัว 60 วินาที ได้จำนวนครั้งเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเป็นเพราะการฝึกด้วยแรงต้าน ทำให้ปริมาณเลือดที่ถูกสูบฉีดยังกล้ามเนื้อ มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เลือดมีประสิทธิภาพในการขนส่งออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อต่าง ๆ มากขึ้น มีการเปลี่ยนกรดแลคติก (Lactic acid) กลับไปเป็นแหล่งพลังงานได้ดีขึ้น ในกระบวนการผลิตพลังงานแบบฟาสไกลโคไลซิส จึงมีการสะสมของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อช้าลง ทำให้กล้ามเนื้อมีความทนทานในการออกแรงด้วยแรงต้านได้นานขึ้น (Nair, 2005; Tardif et al., 2017) อีกทั้งการฝึกด้วยแรงต้านสามารถทำให้สมรรถภาพทางกายเพิ่มสูงขึ้น ไม่ว่าจะเป็นด้านกำลังกล้ามเนื้อ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความเร็วหรือแม้แต่ในด้านความทนทานของกล้ามเนื้อก็ตาม (เจริญ, 2002) สอดคล้องกับกับงานวิจัยของ เชน และคณะ (2018) ฝึกด้วยแรงต้านในผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ที่ความหนักร้อยละ 60 ถึง 80 ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 8 ถึง 12 ครั้ง 3 เซต 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ผลปรากฏว่าผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังสามารถ ยืน - นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที และความสามารถในการเดิน 6 นาที เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Chen et al., 2018) นอกจากนี้การฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยยังส่งผลดีต่อการพัฒนาของกล้ามเนื้อ เช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ รามิเรซ และคณะ (2018) ได้ทำการศึกษารูปแบบการฝึกแบบแบ่งเซตย่อย ในผู้สูงอายุเพศหญิง จำนวน 15 คน โดยทำการฝึกด้วยแรงต้าน ทั้งหมด 10 ท่า ที่ระดับความหนักร้อยละ 45 ถึง 75 ของความแข็งแรงสูงสุด 3 เซต 8 ครั้ง 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลที่ได้ผู้สูงอายุมีทนทานของกล้ามเนื้อในท่ายืนและนั่งบนเก้าอี้ (Sit to stand 30 seconds) เพิ่มขึ้นมากกว่าก่อนการฝึกและไม่เกิดการบาดเจ็บได้ๆระหว่างการฝึกและหลังการฝึก (Ramirez-Campillo et al., 2018)

ตัวแปรด้านการทรงตัว

จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า หลังการฝึก 12 สัปดาห์ กลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมและกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยมีการพัฒนาในด้านการทรงตัวดีขึ้นทั้ง 2 กลุ่ม ในการทดสอบการทรงตัวแบบหยุดนิ่งและแบบเคลื่อนไหว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ รามิเรซ และคณะ (2018) ฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย ในผู้สูงอายุผู้หญิง ตั้งแต่อายุ 60 ถึง 90 ปี ที่ความหนักร้อยละ 45 ถึง 75 ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 8 ครั้ง พักระหว่างการออกแรง 10 วินาที พักระหว่างเซต 120 วินาที 3 เซต 2 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลปรากฏว่าผู้สูงอายุสามารถเดินเร็วระยะทาง 10 เมตร (10 m. Walking speed test), ลุกและเดิน 8 ฟุต (The 8 foot up and go test) ทำเวลาได้ดีขึ้น, ยืนและนั่งบนเก้าอี้ (Sit to stand test) ได้จำนวนครั้งมากขึ้น อีกทั้งมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น (Ramirez-Campillo et al., 2018) การฝึกด้วยแรงต้านสามารถกระตุ้นการทำงานประสานกันของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการรักษาท่าทางได้ และพัฒนาโปรปริโอเซปชั่น (Proprioception) ของข้อต่อได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการเคลื่อนไหวร่างกาย ในการควบคุมจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายถือว่าเป็นสิ่งสำคัญของการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันของทุกคน โดยเฉพาะผู้สูงอายุ ถ้าผู้สูงอายุมีกิจกรรมการออกกำลังกายจะช่วยชะลอการเสื่อมของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายได้ ทำให้ผู้สูงอายุมีความมั่นใจในการเคลื่อนไหวมากขึ้น

จากการฝึกด้วยแรงต้านจะเห็นได้ว่า มีการพัฒนาขึ้นของตัวแปรด้านสรีรวิทยา การทำงานของกล้ามเนื้อ และการทรงตัว อันเป็นผลดีต่อผู้สูงอายุ ถึงแม้ว่าในกลุ่มฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม จะมีตัวแปรความสามารถในการเดิน 6 นาที และ ยืนเดินนั่ง ไป-กลับ ทีดีกว่าจากการฝึกที่มีความเครียดของร่างกายมากกว่า แต่การฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยสามารถควบคุมท่าทางในการเคลื่อนไหวได้ดีกว่ากลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม เมื่อมีการใช้ความหนักในการฝึกที่สูง โดยเฉพาะในสัปดาห์ที่ 9 ซึ่งเป็นสัปดาห์แรกของการเพิ่มน้ำหนักเป็นร้อยละ 70 ถึง 80 ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 10 ครั้ง 3 เซต จะพบว่าการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม ในท่า Dumbbell goblet squat กลุ่มตัวอย่างมีความล้ามากในเซตที่ 2 จนเริ่มควบคุมการเคลื่อนไหวได้ไม่ดีดังเดิม โดยกลุ่มตัวอย่างไม่สามารถควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อขาได้ จึงทำให้มีการเคลื่อนไหวของหัวเข่าในมุมองศาที่ผิดกติ อีกทั้งยังมีจังหวะการเคลื่อนไหวที่ช้าลง ในเซตที่ 3 กลุ่มตัวอย่างบางคนไม่สามารถเคลื่อนไหวได้เต็มช่วงของการฝึกและไม่สามารถยกได้ครบตามจำนวนที่กำหนดซึ่งเกิดจากความล้าของกล้ามเนื้อ ในท่า Dumbbell standing double arms row และท่า Dumbbell Romanian deadlift ในสัปดาห์แรกของการฝึกด้วยน้ำหนักมากในเซตสุดท้ายกลุ่มตัวไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวได้อย่างถูกต้อง มีการขยับลำตัวเพื่อให้มีแรงในการยกดรัมเบลล์ ซึ่งทำให้กลุ่มตัวอย่างมักมีอาการปวดหลังได้ เนื่องจากการออกแรงที่หลังส่วนล่างมากเกินไปและไม่สามารถควบคุมการ

ดึงดรัมเบลล์ได้อย่างถูกต้อง ในท่า Dumbbell bench press ท่า Dumbbell farmer steps และท่า Dumbbell standing calf raises ในเซต 2-3 กลุ่มตัวอย่างเริ่มควบคุมท่าทางในการยกไม่ได้โดยเฉพาะจำนวนครั้งท้ายๆ และกลุ่มตัวอย่างบางคนทำได้ไม่ครบจำนวนที่กำหนด ในกลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยเมื่อมีการปรับใช้ความหนักเพิ่มมากขึ้น สามารถควบคุมท่าทางในการเคลื่อนไหวได้ดีตลอดการฝึก ทำได้ครบจำนวน ไม่แสดงอาการล้ามาก และไม่พบการปวดบริเวณกล้ามเนื้อมัดอื่นๆ เนื่องจากมีการหยุดพักสั้นๆ ระหว่างการออกแรง 20 วินาที ทำให้กลุ่มตัวอย่างมีการฟื้นคืนของสารฟอสฟาเจน ได้ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการฟื้นคืนจะเกิดขึ้นได้ต้องหยุดออกกำลังกายเท่านั้น จึงทำให้กลุ่มตัวอย่างสามารถทำการฝึกได้อย่างถูกต้องครบตามจำนวนที่กำหนด (Gibala, 2002) กลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยจึงมีการล้าน้อยกว่ากลุ่มการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม จึงสามารถลดการเกิดอาการบาดเจ็บจากการออกกำลังกายในผู้สูงอายุได้อีกด้วย จากที่กล่าวมาทั้งหมดนี้จะเห็นได้ว่าการฝึกทั้ง 2 แบบ ส่งผลดีต่อตัวแปรด้านสรีรวิทยา ด้านการทำงานของกล้ามเนื้อ ด้านการทรงตัว ใกล้เคียงกัน แต่การฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยก็เป็นอีกทางเลือกนึงในการออกกำลังกายแบบแรงต้านสำหรับผู้สูงอายุ ที่พึ่งเริ่มออกกำลังกายแบบมีแรงต้านหรือผู้สูงอายุที่ต้องการเพิ่มความหนักในการออกกำลังกายในช่วงแรก เพื่อป้องกันการบาดเจ็บจากการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านได้

สรุปผลการวิจัยในภาพรวม

โปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย สามารถพัฒนาความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อ การทรงตัวขณะหยุดนิ่ง และขณะเคลื่อนไหว และสมรรถภาพทางในผู้สูงอายุได้เช่นเดียวกับการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม โดยไม่เกิดการล้าจนเกินไปและการบาดเจ็บในผู้สูงอายุ จึงเป็นทางเลือกในการออกกำลังกาย เพื่อพัฒนาสมรรถภาพทางกาย รวมไปถึงคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นในผู้สูงอายุได้

ข้อจำกัดของงานวิจัย

เนื่องด้วยสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 จึงทำให้ผู้เข้าร่วมวิจัยที่เป็นไปตามเกณฑ์การคัดเข้ามีจำนวนน้อย และเนื่องจากคำสั่งของรัฐบาลให้ประชาชนกลับเคหะสถานก่อนเวลาที่กำหนดรวมถึงมาตรการเพิ่มระยะห่างทางสังคม ทำให้มีความยากลำบากในการเก็บรวบรวมข้อมูลในผู้สูงอายุ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมที่จะใช้กับผู้สูงอายุ หรือกลุ่มประชากรกลุ่มอื่นที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อน้อย หรือกลุ่มประชากรที่พึ่งเริ่มออกกำลังกายแบบแรงต้าน โดยสามารถฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์ ที่ความหนัก 50-80 เปอร์เซ็นต์ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 3 เซต เซตละ 10-14 ครั้ง พักระหว่างการออกแรง 20 วินาที พักระหว่างเซต 100 วินาที หรือสามารถนำไปใช้เป็นโปรแกรมการฝึกเพื่อปรับพื้นฐานก่อนการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมที่ความหนักสูง หรือใช้ฝึกควบคู่กับการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมในเซตท้ายๆ ของการฝึก เมื่อมีความล้ามากขึ้นไม่สามารถควบคุมท่าทางในการเคลื่อนไหวได้ดี เพื่อให้สามารถควบคุมการเคลื่อนไหวได้ดีขึ้นจากความล้าที่ลดลงและลดการเกิดการบาดเจ็บจากการออกกำลังกาย เพื่อสร้างความแข็งแรงทนทานของกล้ามเนื้อ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมสุขภาพและออกกำลังกาย ทั้งยังส่งผลดีต่อระบบต่างๆ และลดภาวะเสี่ยงต่อการล้มในผู้สูงอายุได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการทดสอบความล้าในการฝึกทุกครั้ง

ควรเพิ่มความหนักในการฝึก หลังดูผลของการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

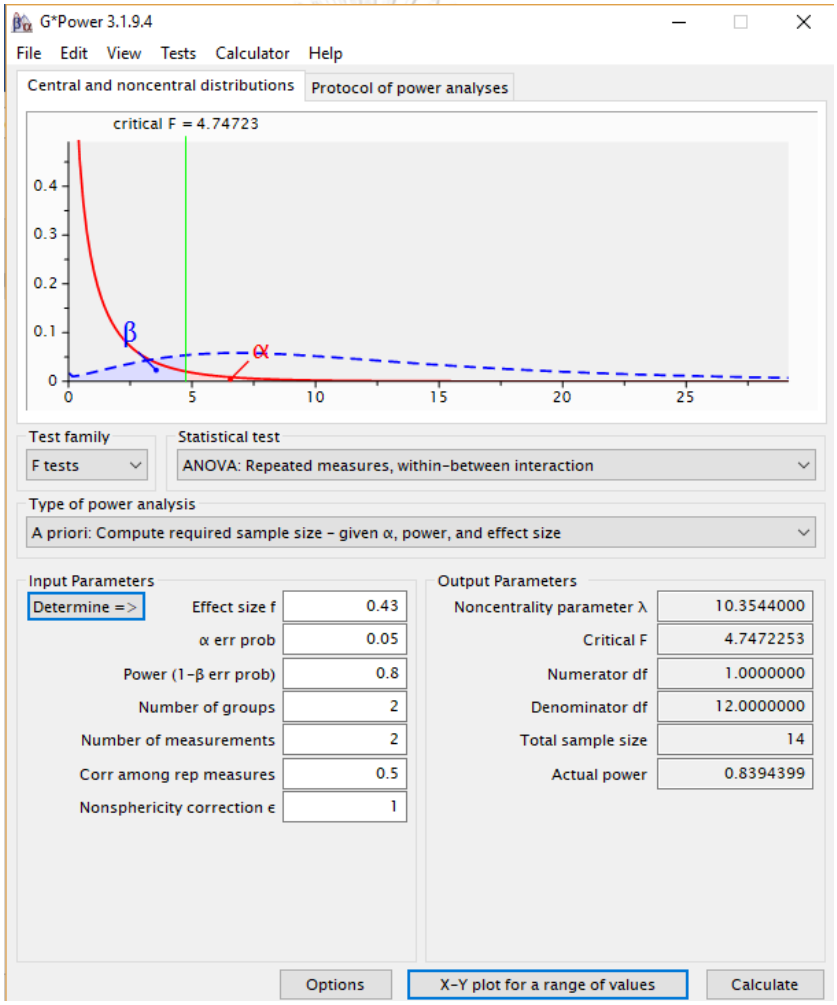
ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมจีพาวเวอร์ (G*Power)

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้สูงอายุชายและหญิง ตั้งแต่อายุ 60 ปีขึ้นไป ในเขตบางพลัดและรามคำแหง กรุงเทพมหานครฯ กำหนดค่าแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมจีพาวเวอร์ (G*Power) และใช้ข้อมูลของ รามิเรส และคณะ (R. Ramirez-Campillo et al., 2018) โดยกำหนดค่าอำนาจการทดสอบ (Power of test; β) ที่ 0.8 ค่าความคาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Portable error; α) ที่ 0.05 ค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size; **d**) ที่ 0.43 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 28 คน กลุ่มละ 14 คน ดังรูป



การคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมจีพาวเวอร์ (G*Power)

ภาคผนวก ข
ใบรับรองโครงการวิจัย

เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและหนังสือแสดงยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

(สำหรับกลุ่ม Traditional set resistance training)

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยที่มีต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุ

ชื่อผู้วิจัย นายธเนศ จินดา ตำแหน่ง นิสิตปริญญาโท

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย (ที่ทำงาน) คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนน พระราม 1 แขวง วังใหม่ เขต ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

(ที่บ้าน) 215/1 อาคารสวิทกรีน อ.ชรัญสนิทวงศ์ แขวง บางอ้อ เขต บางพลัด กรุงเทพฯ 10700

โทรศัพท์มือถือ 088-6860782 E-Mail : tanetnay002@gmail.com

เรียน อาสาสมัครทุกท่าน

ขอเรียนเชิญเข้าร่วมการวิจัย ก่อนท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัยนี้ โปรดทำความเข้าใจในงานวิจัยนี้ว่าเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสามารถสอบถามเพิ่มเติมกับผู้วิจัยได้ตลอดเวลา ผู้วิจัยจะอธิบายจนกว่าจะเข้าใจอย่างชัดเจน

1.งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับ

ผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบตั้งเดิมต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60-69 ปี

2.รายละเอียดของผู้เข้าร่วมวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาในอาสาสมัครที่เป็นผู้สูงอายุเพศชายหญิง อายุตั้งแต่ 60-69 ปี ที่อาศัยในจังหวัดกรุงเทพมหานครฯ จำนวนทั้งสิ้น 32 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเข้าและเกณฑ์การคัดออก ดังนี้

เกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัย

1. เป็นผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิง อายุ 60 – 69 ปี
2. ไม่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ ลมชัก และกล้ามเนื้ออ่อนแรง ภาวะสมองเสื่อม (Dementia) หรือความพกพร่องในด้านของการรู้คิด (Cognitive) เป็นต้น
3. ไม่ได้ออกกำลังกายด้วยแรงต้าน อย่างน้อยในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา
4. ไม่มีประวัติการบาดเจ็บของกระดูกและกล้ามเนื้อจากอุบัติเหตุและการเล่นกีฬาอย่างรุนแรง จนต้องเข้ารับการรักษาทางการแพทย์ก่อนเข้าร่วมงานวิจัยอย่างน้อย 6 เดือน
5. มีความสมัครใจและยินยอมให้เข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เข้าร่วมออกจากการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุหรืออาการเจ็บป่วย เป็นต้น

เลขที่โครงการวิจัย 179.1/63

วันที่รับรอง - 8 มี.ค. 2564

วันหมดอายุ - 7 มี.ค. 2565

2. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเข้าร่วมการฝึกไม่ถึง 80% ของระยะเวลาการฝึกหรือ "จำนวน น้อยกว่า 19 ครั้ง" จากทั้งหมด 24 ครั้ง
3. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยไม่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัยต่อ

วิธีการได้มาและการเข้าถึงผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ผู้วิจัยจะประชาสัมพันธ์เพื่อรับสมัครอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัยผ่านสื่อทางโซเชียลมีเดีย ได้แก่ เฟซบุ๊ค ไลน์ โดยผู้ที่สนใจสามารถติดต่อเพื่อเข้าร่วมการวิจัยได้ ตามที่อยู่และเบอร์โทรศัพท์ของผู้วิจัยที่ระบุในเอกสารประชาสัมพันธ์ โดยผู้วิจัยจะทำการนัดหมายตามวันเวลาที่ผู้เข้าร่วมวิจัยสะดวกเพื่อคัดกรอง

3. การคัดกรองผู้มีส่วนร่วมฯ ตามเกณฑ์การคัดเข้า-คัดออก

อาสาสมัครที่เข้าร่วมการวิจัยกรอกข้อมูลแบบทดสอบคัดกรองเข้าร่วมการวิจัย ซึ่งประกอบไปด้วยเกณฑ์คัดเข้าด้วยแบบสอบถามส่วนบุคคลสำหรับผู้สูงอายุ ณ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา ชั้น 10 อาคารจุฬาพัฒน์14 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อคัดกรองผู้เข้าร่วมวิจัย โดยใช้เวลาทำแบบทดสอบประมาณ 15 นาที โดยผู้ที่ ไม่ได้รับการคัดเลือกจะได้รับเงินชดเชยค่าเสียเวลาเป็นจำนวนเงิน 200 บาท

ผู้วิจัยจะอธิบายถึงวัตถุประสงค์และกระบวนการขั้นตอนการวิจัยแก่ผู้ที่ผ่านเกณฑ์ฯ ซึ่งหากผู้เข้าร่วม วิจัยเข้าใจและยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยจะขอให้ผู้เข้าร่วมวิจัยลงชื่อในใบยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย

4. ในการเข้าร่วมงานวิจัย มีการดำเนินการกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ดังนี้

โดยหลังจากที่ท่านให้ความยินยอมที่จะเข้าร่วมการวิจัยนี้หากท่านมีคุณสมบัติตามเกณฑ์คัดเข้า ท่านจะได้รับเชิญให้มาพบตามวันและเวลาที่ผู้วิจัยนัดหมายคือ วันและเวลาที่ท่านสะดวก อาคารจุฬาพัฒน์ 14 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา เพื่อดำเนินการทดสอบร่างกายก่อนการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา และสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มีอุปกรณ์ช่วยชีวิตเป็นเครื่องกระตุกหัวใจ ไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ ซึ่งมีผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ จำนวนทั้งสิ้น 3 คน เป็นผู้ดูแลการทดสอบทุกครั้ง โดยผู้เข้าร่วมวิจัยต้องพักผ่อนโดยการนอนหลับเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 8 ชั่วโมง โดยใช้เวลาทดสอบ 2 วัน รับประทานอาหารก่อนการทดสอบอย่างน้อย 2 ชั่วโมง ทดสอบวันละประมาณ 1 ชั่วโมง ถ้าไม่ปฏิบัติตามผู้วิจัยจะให้ทดสอบในวันถัดไป รายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนในการทดสอบร่างกายก่อนการทดลอง

ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องเดินทางมาทดสอบร่างกาย ณ ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทั้งหมด 4 ครั้ง การทดสอบฯ ทั้งก่อนการทดลอง 2 ครั้ง และหลังการทดลอง 2 ครั้ง นั้นมีรายละเอียดการทดสอบฯ ดังนี้

(การทดสอบวันที่ 1) ซึ่งใช้ระยะเวลารวมประมาณ 1 ชั่วโมง

ณ อาคารจุฬาพัฒน์ 14 ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (วันอังคารและพฤหัสบดี เวลา 08:00 น. – 11:00 น.)

เลขที่โครงการวิจัย 179.1/63
วันที่รับรอง - 8 ม.ค. 2564
วันหมดอายุ - 7 ม.ค. 2565

การเตรียมตัวสำหรับผู้เข้าร่วมการทดสอบ

- ผู้เข้าร่วมการวิจัยควรพักผ่อนโดยการนอนหลับเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 8 ชั่วโมง
- งดอาหารก่อนการทดสอบอย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- แต่งชุดสำหรับออกกำลังกาย
- ไม่ใส่เครื่องประดับหรือโลหะ

บันทึกข้อมูลด้านสรีรวิทยา (Physiology Data)

1. การวัดอัตราการเต้นหัวใจในขณะพัก (Heart rate at resting) และความดันโลหิต (Blood pressure) โดยให้กลุ่มตัวอย่างนั่งพักเป็นเวลา 5 นาที แล้วจึงวัดท่านั่งด้วยเครื่องวัดความดันโลหิต โดยอัตราการเต้นของหัวใจใช้หน่วยเป็นครั้ง/นาที และความดันโลหิตใช้หน่วยเป็นมิลลิเมตรปรอท โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยนั่งพักเป็นเวลา 5 นาทีก่อนการทดสอบ

2. การวัดส่วนสูง (Height) ด้วยเครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกายยี่ห้อ โดยให้กลุ่มตัวอย่างถอดรองเท้าและถุงเท้า ยืนลำตัวตรงชิดผนัง แขนแนบลำตัว และหน้ามองตรง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร ใช้ระยะเวลาประมาณ 5 นาที

3. ชั่งน้ำหนัก และวัดค่าแปรด้านองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) มวลกล้ามเนื้อ (Muscle mass) มวลกระดูก (Bone mass) มวลไขมัน (Fat mass) เปอร์เซ็นต์ไขมัน (%Fat) มวลร่างกายโดยปราศจากไขมัน (Fat free mass) น้ำหนักตัว (Body weight) โดยให้กลุ่มตัวอย่างนอนบนเครื่อง (Dual-energy X-ray absorptiometry; DEXA) ใช้ระยะเวลาประมาณ 20 นาที

บันทึกข้อมูลด้านการทำงานของกล้ามเนื้อ (Muscle function Data)

1. การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ใช้ระยะเวลาประมาณ 30 นาที ก่อนเริ่มการทดสอบให้ผู้เข้าร่วมวิจัยยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 10 นาที เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการทดสอบ เมื่อ ยืดเหยียดกล้ามเนื้อเสร็จแล้ว ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งบนเครื่องทดสอบโดยจะมีเจ้าหน้าที่ดูแลและติดตั้งอุปกรณ์ โดยก่อนการทดสอบจริงให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทดลองทำเพื่อสร้างความคุ้นเคยกับเครื่องมือและโปรแกรม โดยทดสอบ ดังนี้

1.1 ทดลองเตะขาและงอขา 3 ครั้ง แล้วพัก 30 วินาที จากนั้นเริ่มการทดสอบด้วยการออกแรงเตะขาขึ้นและงอ ขาลงให้แรงที่สุดจำนวน 5 ครั้ง เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพัก 5 นาที เพื่อรอทำการทดสอบต่อไป

1.2 ทดลองงอตัวและเหยียดตัว 3 ครั้ง แล้วพัก 30 วินาที จากนั้นเริ่มการทดสอบด้วยการออกแรงงอตัวและเหยียดตัวให้แรงที่สุดจำนวน 5 ครั้ง เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพัก 5 นาที เพื่อรอทำการทดสอบต่อไป

1.3 ทดลองงอแขนและเหยียดแขน 3 ครั้ง แล้วพัก 30 วินาที จากนั้นเริ่มการทดสอบด้วยการออกแรงงอแขนและเหยียดแขนให้แรงที่สุดจำนวน 5 ครั้ง เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพัก 5 นาที เพื่อรอทำการทดสอบต่อไป

เลขที่โครงการวิจัย 179.1/63
วันที่รับรอง - 8 มิ.ย. 2564
วันหมดอายุ - 7 มิ.ย. 2565

1.4 ทดสอบแรงบีบมือ 1 ครั้ง โดยใช้แขนข้างที่ถนัดบีบให้แรงที่สุด

(การทดสอบวันที่ 2) ซึ่งใช้ระยะเวลารวมประมาณ 1 ชั่วโมง

ณ อาคารจุฬาพัฒน์ 14 ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (วันอังคารและพฤหัสบดี เวลา 08:00 น. – 11:00 น.)

การเตรียมตัวสำหรับผู้เข้าร่วมการทดสอบ

- ผู้เข้าร่วมการวิจัยควรพักผ่อนโดยการนอนหลับเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 8 ชั่วโมง
- รับประทานอาหารก่อนการทดสอบอย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- แต่งชุดพร้อมออกกำลังกาย

บันทึกข้อมูลด้านการทำงานของกล้ามเนื้อ (Muscle function Data)

1. การทดสอบความสามารถในการทรงตัว ใช้ระยะเวลาประมาณ 20 นาที โดยทดสอบ ดังนี้

1.1 การประเมินระดับความสามารถในการทรงตัว ประกอบด้วยการทดสอบ 4 อย่าง ตามลำดับ คือ

1. ยืนขาก้างระดับไหล่ 5 วินาที หากทำได้ให้ทำขั้นที่สอง
2. ยืนฐานแคบโดยเท้าสองข้างชิดกันนาน 5 วินาที หากทำได้ให้ทำขั้นที่สาม
3. ยืนต่อส้นเท้านาน 5 วินาที หากทำได้ให้ทำขั้นที่สี่
4. ยืนขาเดียว นาน 30 วินาที

วิธีการในการทดสอบผู้วิจัยให้ ผู้เข้ารับการทดสอบ ทำท่ายืนต่อส้น 2 ครั้ง โดยในท่ายืนต่อส้น ให้เท้าขวาอยู่ด้านหน้าหนึ่งครั้ง และเท้าซ้ายอยู่ด้านหน้าอีกหนึ่งครั้ง ส่วนการยืนขาเดียว ให้ยืนโดยใช้ขาข้างถนัดตามแต่สะดวก โดยมีการพักระหว่างการ ทดสอบ 1 นาที การระวังความปลอดภัยแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัย ทำโดยมีผู้วิจัย เจ้าหน้าที่ หรือผู้ช่วยอยู่ด้านหลังผู้รับการทดสอบ ในกรณีที่ อาสาสมัครทดสอบไม่ผ่านในระดับนั้นๆ จะหยุดการทดสอบทันที

1.2 การลุก เดิน นั่งไปกลับ ผู้ถูกทดสอบนั่งบนเก้าอี้ทดสอบ เมื่อได้ยินคำสั่ง "เริ่ม" ให้ลุกขึ้นยืนและเดินด้วยความเร็วสูงสุด เป็นระยะทาง 8 ฟุต และหมุนตัวอ้อมกรวยกลับมานั่งที่เดิม โดยเริ่มจับเวลาเมื่อได้ยินคำสั่ง "เริ่ม" และหยุดเวลาเมื่อหลังของผู้สูงอายุพิงพนักเก้าอี้บันทึกเวลาเป็นวินาที ทำการทดสอบ 2 ครั้ง โดยใช้ค่าที่ดีที่สุด

2. การทดสอบความทนทานของกล้ามเนื้อ ก่อนเริ่มการทดสอบให้ผู้เข้าร่วมวิจัยยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการทดสอบ ใช้ระยะเวลาประมาณ 30 นาที โดยทดสอบ ดังนี้

2.1 การทดสอบลุกนั่งกับเก้าอี้ เป็นระยะเวลา 30 วินาที ซึ่งผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องปฏิบัติให้เต็มความสามารถ โดยการนั่งลงนั้นปฏิบัติเพียงให้สะโพกสัมผัสเก้าอี้ไม่ลงน้ำหนักเต็มที่แล้วจึงยืนขึ้น โดยบันทึกจำนวนครั้งที่ผู้เข้ารับการทดสอบลุกขึ้นยืนตรงและนั่งลงอย่างถูกต้องในเวลา 30 วินาทีซึ่งในการทดสอบจะไม่นับจำนวนครั้งในกรณีต่อไปนี้ 1. ในขณะยืน ขาและลำตัวไม่เหยียดตรง 2. ในขณะนั่ง สะโพกไม่ สัมผัสเก้าอี้เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพักจนหายล้าแล้วทำการทดสอบต่อไป

เลขที่โครงการวิจัย 179.1/63
วันที่รับรอง - 8 มี.ค. 2564
วันหมดอายุ - 7 มี.ค. 2565

2.2 การทดสอบงอแขนยกน้ำหนัก เป็นระยะเวลา 30 วินาที โดยผู้ชายใช้น้ำหนักในการยก 8 กิโลกรัม และผู้หญิงจะใช้น้ำหนักนารยก 6 กิโลกรัม ซึ่งผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องปฏิบัติให้เต็มความสามารถ การทดสอบจะไม่นับจำนวนครั้งในกรณีที่ผู้เข้าร่วมวิจัยงอแขนและเหยียดแขนไม่สุด

2.3 นอนหงาย ยกลำตัว 60 วินาที โดย นอนชันเข่าบนเบาะที่เตรียมไว้ยกลำตัวไปแตะจุดมาร์คที่ 2 บนเบาะ ขึ้นลงให้มากที่สุดในเวลา 60 วินาที

3. การทดสอบความสามารถทางแอโรบิก ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลประมาณ 10 นาที

ทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต ก่อนและหลังการทดสอบการเดินในเวลา 6 นาที (6 Minute walk test; 6MWT) โดยผู้วิจัยจะนำกลุ่มตัวอย่างประจำตำแหน่งเริ่มต้น เมื่อให้สัญญาณ ให้กลุ่มตัวอย่างเดินด้วยความเร็วสูงสุดที่สามารถทำได้โดยไม่ใช่การวิ่ง ต่อเนื่องเป็นเวลา 6 นาที ผู้วิจัยเป็นผู้จับเวลาและจดบันทึกระยะทางที่กลุ่มตัวอย่างทำได้ และเมื่อสิ้นสุดการทดสอบผู้วิจัยจะใช้วิธีประเมินความหนักของการออกกำลังกาย (Borg Rating of Perceived Exertion; RPE) ให้กลุ่มตัวอย่างเลือกถึงระดับความหอบเหนื่อยที่เกิดขึ้นหลังการทดสอบทันที

จากนั้นผู้วิจัยจะสอนท่าการฝึกด้วยแรงต้าน และให้ผู้เข้าร่วมวิจัยฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม ครั้งละ 1 ชั่วโมง จำนวน 2 วันต่อสัปดาห์ (ตามวันเวลาที่ผู้เข้าร่วมวิจัยสะดวกแต่ต้องเว้นระยะห่างในการพัก 48 ชั่วโมง โดยควบคุมการฝึกในอุณหภูมิห้องเท่ากัน) ณ อาคารจุฬาพัฒน์ 14 ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. สัปดาห์ที่ 1 - 2 เป็นการฝึกรูปแบบการเคลื่อนไหวและเรียนรู้ท่าทางให้ถูกต้อง ฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม เพื่อให้ผู้เข้าร่วมวิจัยสร้างความคุ้นชินและลดความเสี่ยงในการเกิดอาการบาดเจ็บ โดยใช้ความหนักในการฝึกที่ 45 – 50% ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 14 ครั้ง พักระหว่างเซตการฝึก 120 วินาที จำนวน 3 เซต

2. สัปดาห์ที่ 3 - 6 ฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม โดยใช้ความหนักในการฝึกที่ 50 – 60% ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 14 ครั้ง พักระหว่างเซตการฝึก 120 วินาที จำนวน 3 เซต

3. สัปดาห์ที่ 7 - 10 ฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม โดยใช้ความหนักในการฝึกที่ 60-70% ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 12 ครั้ง พักระหว่างเซตการฝึก 120 วินาที จำนวน 3 เซต

4. สัปดาห์ที่ 11 – 14 ฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมบ โดยใช้ความหนักในการฝึกที่ 70-80% ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 10 ครั้ง พักระหว่างเซตการฝึก 120 วินาที จำนวน 3 เซต

หลังจากฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งดั้งเดิมครบ 12 สัปดาห์ ผู้วิจัยจะทำการนัดผู้เข้าร่วมวิจัยเพื่อทำการทดสอบหลังการทดลอง โดยผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการทดสอบค่าตัวแปรต่าง ๆ เหมือนการทดสอบก่อนการทดลอง

ท่าที่ใช้ในการฝึก มีดังนี้

1. การทดลองฝึกท่า ย่อยืน (Dumbbell goblet squat) ในผู้สูงอายุ

เลขที่โครงการวิจัย 179.1/63
วันที่รับรอง - 8 มิ.ย. 2564
วันหมดอายุ - 7 มิ.ย. 2565

ท่า Dumbbell goblet squat ในผู้สูงอายุ

2. การทดลองฝึกท่า โน้มตัวดึงศอก (Dumbbell standing double arms row) ในผู้สูงอายุ

ท่า Dumbbell double arms row

เลขที่โครงการวิจัย 179.1/63
วันที่รับรอง - 8 ม.ค. 2564
วันหมดอายุ - 7 ม.ค. 2565

3. การทดลองฝึกท่า โน้มตัวขึ้น – ลง (Dumbbell Romanian deadlift) ในผู้สูงอายุ

ท่า Dumbbell Romanian deadlift

4. การทดลองฝึกท่า นอนดันแขน (Dumbbell bench press) ในผู้สูงอายุ

ท่า Dumbbell bench press

เลขที่โครงการวิจัย 179.1/63
วันที่รับรอง - 8 ม.ค. 2564
วันหมดอายุ - 7 ม.ค. 2565

5. การทดลองฝึกท่า เดินขึ้น - ลง (Dumbbell Farmer step) ในผู้สูงอายุ

ท่า Dumbbell farmer step

6. การทดลองฝึกท่า ยืนแยง่ (Dumbbell standing calf raises) ในผู้สูงอายุ

ท่า Dumbbell standing calf raises

โปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (Traditional resistance training) 12 สัปดาห์

ท่า (Sessions)	ความหนัก/ความแข็งแรงสูงสุด (1RM)	จำนวนเซต/ครั้ง (Set/reps)	พักระหว่างเซต (Inter-set rest)
สัปดาห์ที่ 3-6			
DB goblet squat	50-60%	3เซต /14 ครั้ง	120 วินาที
DB standing doable arms row	50-60%	3เซต /14 ครั้ง	120 วินาที
DB romanian deadlift	50-60%	3เซต /14 ครั้ง	120 วินาที

เลขที่โครงการวิจัย 179.1/63
วันที่รับรอง - 8 ม.ค. 2564
วันหมดอายุ - 7 ม.ค. 2565

DB bench press	50-60%	3เซต /14 ครั้ง	120 วินาที
DB farmer steps	50-60%	3เซต /14 ครั้ง	120 วินาที
DB standing calf raises	50-60%	3เซต /14 ครั้ง	120 วินาที
สัปดาห์ที่ 7-10			
DB goblet squat	60-70%	3เซต /12 ครั้ง	120 วินาที
DB standing doable arms row	60-70%	3เซต /12 ครั้ง	120 วินาที
DB romanian deadlift	60-70%	3เซต /12 ครั้ง	120 วินาที
DB bench press	60-70%	3เซต /12 ครั้ง	120 วินาที
DB farmer steps	60-70%	3เซต /12 ครั้ง	120 วินาที
DB standing calf raises	60-70%	3เซต /12 ครั้ง	120 วินาที
สัปดาห์ที่ 11-14			
DB goblet squat	70-80%	3เซต /10 ครั้ง	120 วินาที
DB standing doable arms row	70-80%	3เซต /10 ครั้ง	120 วินาที
DB romanian deadlift	70-80%	3เซต /10 ครั้ง	120 วินาที
DB bench press	70-80%	3เซต /10 ครั้ง	120 วินาที
DB farmer steps	70-80%	3เซต /10 ครั้ง	120 วินาที
DB standing calf raises	70-80%	3เซต /10 ครั้ง	120 วินาที

รายละเอียดการปฏิบัติตัวระหว่างเข้าร่วมการวิจัยสำหรับผู้เข้าร่วมวิจัย

1) ผู้เข้าร่วมวิจัยไม่สามารถฝึกซ้อมเพิ่มเติม นอกเหนือจากโปรแกรมที่ได้กำหนดให้ ฝึกซ้อมของแต่ละกลุ่มได้ เพื่อให้การปฏิบัติการฝึกซ้อมของแต่ละกลุ่มเหมือนกัน

2) การแต่งกายสำหรับการทดสอบและการฝึกซ้อม

2.1 เสื้อที่มีลักษณะกระชับรับสัดส่วน สามารถระบายอากาศได้ดี

2.2 กางเกงที่สามารถระบายอากาศได้ดี

2.3 รองเท้าผ้าใบหุ้มส้นส่วนบุคคล และถุงเท้าที่สามารถระบายอากาศได้ดี

3) ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนห่างกันอย่างน้อย 2 เมตร วัดอุณหภูมิร่างกายและล้างมือด้วยเจลที่ทางผู้วิจัยจัดเตรียมไว้ให้ก่อนเข้ารับการฝึกทุกครั้ง

4) ในระหว่างการฝึกซ้อม ผู้วิจัยจะจัดบริการน้ำดื่มสะอาด ให้บริการแก่ผู้เข้าร่วมวิจัย

5) ควรรับประทานอาหารก่อนทำการทดสอบและการฝึกอย่างน้อย 2 ชั่วโมง

โดยงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเป็นผู้เก็บข้อมูลด้วยตนเอง และมีผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จำนวน 2 คน ทำหน้าที่ช่วยจับเวลา และบันทึกข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยจะอธิบายรูปแบบการทดสอบค่าตัวแปรต่าง ๆ รวมถึงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยให้ผู้ช่วยวิจัยอย่างชัดเจน

5. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะเก็บเป็นความลับ

เลขที่โครงการวิจัย 179.1/63
วันที่รับรอง - 8 มี.ค. 2564
วันหมดอายุ - 7 มี.ค. 2565

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ผู้วิจัยจะดำเนินการวิจัยอย่างรอบคอบ โดยการปกปิดข้อมูลทุกข้อมูลของท่านในการทดลองครั้งนี้ จะไม่มีการระบุชื่อของผู้เข้าร่วมวิจัย จะมีเพียงหมายเลขระบุลำดับการเข้าร่วมการวิจัยเท่านั้น จะมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

6. เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้ว ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมดจะถูกทำลาย

7. ความเสี่ยง/อันตราย และความไม่สะดวกต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ และมีผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย ดูแลอย่างใกล้ชิดในเรื่องของความปลอดภัยทั้งในขณะออกกำลังกายและไม่ได้ออกกำลังกาย ผู้วิจัยได้ป้องกันการบาดเจ็บจากการออกกำลังกายด้วยการออกแบบโปรแกรมการฝึกอย่างเป็นขั้นตอนตามลำดับ เพื่อให้ร่างกายค่อย ๆ ปรับสภาพ โดยผู้วิจัยจะมีการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ โดยให้คำแนะนำสำหรับการเตรียมความพร้อมของร่างกายและอธิบายขั้นตอนการวิจัยอย่างละเอียด เพื่อให้เกิดความเข้าใจและลดความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ อีกทั้งผู้วิจัยได้จัดทำโปรแกรมการออกกำลังกายที่ครอบคลุมการอบอุ่นร่างกาย การผ่อนคลาย และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพื่อลดอาการตึงกล่าว หากมีการเกิดอุบัติเหตุหรือได้รับบาดเจ็บ ผู้วิจัยจะทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้นด้วยวิธีการที่เหมาะสมต่อ การบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุนั้น ๆ และทำการติดต่อสถานพยาบาลใกล้เคียงเพื่อให้ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการ ดูแลจากผู้เชี่ยวชาญต่อไป ผู้วิจัยจะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษา หากผู้เข้าร่วมวิจัยเกิดความผิดปกติ เนื่องจากการเข้าร่วมการวิจัย และแพทย์ผู้เชี่ยวชาญพิสูจน์ได้ว่าเป็นผลจากการเข้าร่วมการวิจัย ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับความคุ้มครองตามกฎหมาย และจะได้รับค่ารักษาจนกว่าจะหาย

8. ประโยชน์ในการเข้าร่วมการวิจัยและของงานวิจัย

ในการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ ท่านจะได้รับฝึกด้วยแรงต้านสำหรับผู้สูงอายุ อย่างละเอียดและมีแบบแผน รวมถึงได้เรียนรู้การฝึกการเคลื่อนไหวที่ถูกต้องและเหมาะสมสำหรับ รายบุคคล อีกทั้งได้รับการตรวจสมรรถภาพทางกาย เช่น องค์ประกอบของร่างกาย, ความทนทานและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการทรงตัว นอกจากนี้จะได้ประโยชน์ทางวิชาการต่อส่วนรวมที่จะเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมการวิจัยของท่านในครั้งนี้ ผลการวิจัยจะนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ในการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยในผู้สูงอายุต่อไป

9. การแสดงความขอบคุณผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ในวันทดสอบร่างกายทั้งก่อนและหลังการทดลอง ผู้วิจัยจะทำการเตรียมน้ำแข็ง น้ำดื่ม เกลือแร่ ทิชชู แห้งหรือทิชชูเปียกให้ผู้เข้าร่วมวิจัย และเมื่อทำการทดลองเสร็จสิ้นผู้วิจัยจะแสดงความขอบคุณผู้มีส่วน ร่วมในการวิจัยด้วยของที่ระลึกเป็นผ้าเช็ดหน้าสำหรับซับเหงื่อจำนวน 1 ผืนและค่าพาหนะเดินทางเพื่อมาทดสอบร่างกายทั้งก่อนและหลังการทดลองจำนวน 400 บาท โดยจะมอบให้ในวันที่มาทดสอบก่อนการทดลอง 200 บาท และในวันที่มาทำการทดสอบหลังการทดลอง 200 บาท พันธ์ และค่าเสียเวลาในการเข้าร่วมการฝึกวันละ 100 บาท โดยมอบหลังการฝึกทุกครั้ง

เลขที่โครงการวิจัย 179.1 | 63
วันที่รับรอง - 8 ม.ค. 2564
วันหมดอายุ - 7 ม.ค. 2565

10. การเข้าร่วมการวิจัยเป็นโดยสมัครใจ สามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผล ไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ และไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้เข้าร่วมวิจัย

11. หากมีข้อสงสัย โปรดสอบถามเพิ่มเติมจากผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว

12. หากได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามข้อมูลดังกล่าว สามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการ วิจัยในคน 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

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้วิจัยหลัก
วันที่...../...../.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้เข้าร่วมการวิจัย
วันที่...../...../.....

ลงชื่อ.....
(.....)
พยาน
วันที่...../...../.....

เลขที่โครงการวิจัย 179.1/63
วันที่รับรอง - 8 มี.ค. 2564
วันหมดอายุ - 7 มี.ค. 2565

เอกสารข้อมูลสำหรับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและหนังสือแสดงยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

(สำหรับกลุ่ม Cluster set resistance training)

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยที่มีต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุ

ชื่อผู้วิจัย นายธเนศ จินดา ตำแหน่ง นิสิตปริญญาโท

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย (ที่ทำงาน) คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนน พระราม 1 แขวง วังใหม่ เขต ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

(ที่บ้าน) 215/1 อาคารสวีทกรีน อ.ธรัญสนิทวงศ์ แขวง บางอ้อ เขต บางพลัด กรุงเทพฯ 10700

โทรศัพท์มือถือ 088-6860782 E-Mail : tanetnay002@gmail.com

เรียน อาสาสมัครทุกท่าน

ขอเรียนเชิญเข้าร่วมการวิจัย ก่อนท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัยนี้ โปรดทำความเข้าใจในงานวิจัยนี้ว่าเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสามารถสอบถามเพิ่มเติมกับผู้วิจัยได้ตลอดเวลา ผู้วิจัยจะอธิบายจนกว่าจะเข้าใจอย่างชัดเจน

1.งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับ

ผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60-69 ปี

2.รายละเอียดของผู้เข้าร่วมวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาในอาสาสมัครที่เป็นผู้สูงอายุเพศชายหญิง อายุตั้งแต่ 60-69 ปี ที่อาศัยในจังหวัดกรุงเทพมหานครฯ จำนวนทั้งสิ้น 32 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเข้าและเกณฑ์การคัดออก ดังนี้

เกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัย

1. เป็นผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิง อายุ 60 – 69 ปี
2. ไม่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ ลมชัก และกล้ามเนื้ออ่อนแรง ภาวะสมองเสื่อม (Dementia) หรือความพกพร่องในด้านของการรู้คิด (Cognitive) เป็นต้น
3. ไม่ได้ออกกำลังกายด้วยแรงต้าน อย่างน้อยในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา
4. ไม่มีประวัติการบาดเจ็บของกระดูกและกล้ามเนื้อจากอุบัติเหตุและการเล่นกีฬาอย่างรุนแรง จนต้องเข้ารับการรักษาทางการแพทย์ก่อนเข้าร่วมงานวิจัยอย่างน้อย 6 เดือน
5. มีความสมัครใจและยินยอมให้เข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เข้าร่วมออกจากการวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเกิดเหตุสุดวิสัยที่ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยได้ เช่น การบาดเจ็บจากอุบัติเหตุหรืออาการเจ็บป่วย เป็นต้น

เลขที่โครงการวิจัย 179.1/63

วันที่รับรอง - 8 ม.ค. 2564

วันหมดอายุ - 7 ม.ค. 2565

2. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเข้าร่วมการฝึกไม่ถึง 80% ของระยะเวลาการฝึกหรือ "จำนวน น้อยกว่า 19 ครั้ง" จากทั้งหมด 24 ครั้ง
3. ผู้เข้าร่วมงานวิจัยไม่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัยต่อ

วิธีการได้มาและการเข้าถึงผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ผู้วิจัยจะประชาสัมพันธ์เพื่อรับสมัครอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัยผ่านสื่อทางโซเชียลมีเดีย ได้แก่ เฟซบุ๊ค ไลน์ โดยผู้ที่สนใจสามารถติดต่อเพื่อเข้าร่วมการวิจัยได้ ตามที่อยู่และเบอร์โทรศัพท์ของผู้วิจัยที่ระบุในเอกสารประชาสัมพันธ์ โดยผู้วิจัยจะทำการนัดหมายตามวันเวลาที่ผู้เข้าร่วมวิจัยสะดวกเพื่อคัดกรอง

3. การคัดกรองผู้มีส่วนร่วมฯ ตามเกณฑ์การคัดเข้า-คัดออก

อาสาสมัครที่เข้าร่วมการวิจัยกรอกข้อมูลแบบทดสอบคัดกรองเข้าร่วมการวิจัย ซึ่งประกอบไปด้วยเกณฑ์คัดเข้าด้วยแบบสอบถามส่วนบุคคลสำหรับผู้สูงอายุ ณ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา ชั้น 10 อาคารจุฬาพัฒน์14 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อคัดกรองผู้เข้าร่วมวิจัย โดยใช้เวลาทำแบบทดสอบประมาณ 15 นาที โดยผู้ที่ ไม่ได้รับการคัดเลือกจะได้รับเงินชดเชยค่าเสียเวลาเป็นจำนวนเงิน 200 บาท

ผู้วิจัยจะอธิบายถึงวัตถุประสงค์และกระบวนการขั้นตอนการวิจัยแก่ผู้ที่ผ่านเกณฑ์ฯ ซึ่งหากผู้เข้าร่วม วิจัยเข้าใจและยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยจะขอให้ผู้เข้าร่วมวิจัยลงชื่อในใบยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย

4. ในการเข้าร่วมงานวิจัย มีการดำเนินการกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ดังนี้

โดยหลังจากที่ท่านให้ความยินยอมที่จะเข้าร่วมการวิจัยนี้หากท่านมีคุณสมบัติตามเกณฑ์คัดเข้า ท่านจะได้รับเชิญให้มาพบตามวันและเวลาที่ผู้วิจัยนัดหมายคือ วันและเวลาที่ท่านสะดวก อาคารจุฬาพัฒน์ 14 คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา เพื่อดำเนินการทดสอบร่างกายก่อนการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา และสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มีอุปกรณ์ช่วยชีวิตเป็นเครื่องกระตุกหัวใจ ไฟฟ้าชนิดอัตโนมัติ ซึ่งมีผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ จำนวนทั้งสิ้น 3 คน เป็นผู้ดูแลการทดสอบทุกครั้ง โดยผู้เข้าร่วมวิจัยต้องพักผ่อนโดยการนอนหลับเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 8 ชั่วโมง โดยใช้เวลาทดสอบ 2 วัน รับประทานอาหารก่อนการทดสอบอย่างน้อย 2 ชั่วโมง ทดสอบวันละประมาณ 1 ชั่วโมง ถ้าไม่ปฏิบัติตามผู้วิจัยจะให้ทดสอบในวันถัดไป รายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนในการทดสอบร่างกายก่อนการทดลอง

ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องเดินทางมาทดสอบร่างกาย ณ ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทั้งหมด 4 ครั้ง การทดสอบฯ ทั้งก่อนการทดลอง 2 ครั้ง และหลังการทดลอง 2 ครั้ง นั้นมีรายละเอียดการทดสอบฯ ดังนี้

เลขที่โครงการวิจัย 179.1/63
วันที่รับรอง - 8 ม.ค. 2564
วันหมดอายุ - 7 ม.ค. 2565

(การทดสอบวันที่ 1) ซึ่งใช้ระยะเวลารวมประมาณ 1 ชั่วโมง

ณ อาคารจุฬาพัฒน์ 14 ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (วันอังคารและพฤหัสบดี เวลา 08:00 น. – 11:00 น.)

การเตรียมตัวสำหรับผู้เข้าร่วมการทดสอบ

- ผู้เข้าร่วมการวิจัยควรพักผ่อนโดยการนอนหลับเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 8 ชั่วโมง
- งดอาหารก่อนการทดสอบอย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- แต่งชุดสำหรับออกกำลังกาย
- ไม่ใส่เครื่องประดับหรือโลหะ

บันทึกข้อมูลด้านสรีรวิทยา (Physiology Data)

1. การวัดอัตราการเต้นหัวใจในขณะพัก (Heart rate at resting) และความดันโลหิต (Blood pressure) โดยให้กลุ่มตัวอย่างนั่งพักเป็นเวลา 5 นาที แล้วจึงวัดท่านั่งด้วยเครื่องวัดความดันโลหิต โดยอัตราการเต้นของหัวใจใช้หน่วยเป็นครั้ง/นาที และความดันโลหิตใช้หน่วยเป็นมิลลิเมตรปรอท โดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยนั่งพักเป็นเวลา 5 นาทีก่อนการทดสอบ

2. การวัดส่วนสูง (Height) ด้วยเครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย โดยให้กลุ่มตัวอย่างถอดรองเท้าและถุงเท้า ยืนลำตัวตรงชิดผนัง แขนแนบลำตัว และหน้ามองตรง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร ใช้ระยะเวลาประมาณ 5 นาที

3. ชั่งน้ำหนัก และวัดตัวแปรด้านองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) มวลกล้ามเนื้อ (Muscle mass) มวลกระดูก (Bone mass) มวลไขมัน (Fat mass) เปอร์เซ็นต์ไขมัน (%Fat) มวลร่างกายโดยปราศจากไขมัน (Fat free mass) น้ำหนักตัว (Body weight) โดยให้กลุ่มตัวอย่างนอนบนเครื่อง (Dual-energy X-ray absoeptiometry; DEXA) ใช้ระยะเวลาประมาณ 20 นาที

บันทึกข้อมูลด้านการทำงานของกล้ามเนื้อ (Muscle function Data)

1. การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ใช้ระยะเวลาประมาณ 30 นาที ก่อนเริ่มการทดสอบให้ผู้เข้าร่วมวิจัยยืดเหยียดกล้ามเนื้อ เป็นเวลา 10 นาที เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการทดสอบ เมื่อ ยืดเหยียดกล้ามเนื้อเสร็จแล้ว ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งบนเครื่องทดสอบโดยจะมีเจ้าหน้าที่ดูแลและติดตั้งอุปกรณ์ โดยก่อนการทดสอบจริงให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทดลองทำเพื่อสร้างความคุ้นเคยกับเครื่องมือและโปรแกรม โดยทดสอบ ดังนี้

1.1 ทดลองเตะขาและงอขา 3 ครั้ง แล้วพัก 30 วินาที จากนั้นเริ่มการทดสอบด้วยการออกแรงเตะขาขึ้นและงอ ขาลงให้แรงที่สุดจำนวน 5 ครั้ง เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพัก 5 นาที เพื่อรอทำการทดสอบต่อไป

1.2 ทดลองงอตัวและเหยียดตัว 3 ครั้ง แล้วพัก 30 วินาที จากนั้นเริ่มการทดสอบด้วยการออกแรงงอตัวและเหยียดตัวให้แรงที่สุดจำนวน 5 ครั้ง เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพัก 5 นาที เพื่อรอทำการทดสอบต่อไป

เลขที่โครงการวิจัย 179.1/63
วันที่รับรอง - 8 ม.ค. 2564
วันหมดอายุ - 7 ม.ค. 2565

1.3 ทดลองงอแขนและเหยียดแขน 3 ครั้ง แล้วพัก 30 วินาที จากนั้นเริ่มการทดสอบด้วยการออกแรงงอแขนและเหยียดแขนให้แรงที่สุดจำนวน 5 ครั้ง เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพัก 5 นาที เพื่อรอทำการทดสอบต่อไป

1.4 ทดสอบแรงบีบมือ 1 ครั้ง โดยใช้แขนข้างที่ถนัดบีบให้แรงที่สุด

(การทดสอบวันที่ 2) ซึ่งใช้ระยะเวลารวมประมาณ 1 ชั่วโมง

ณ อาคารจุฬาพัฒน์ 14 ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (วันอังคารและพฤหัสบดี เวลา 08:00 น. – 11:00 น.)

การเตรียมตัวสำหรับผู้เข้าร่วมการทดสอบ

- ผู้เข้าร่วมการวิจัยควรพักผ่อนโดยการนอนหลับเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 8 ชั่วโมง
- รับประทานอาหารก่อนการทดสอบอย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- แต่งชุดพร้อมออกกำลังกาย

บันทึกข้อมูลด้านการทำงานของกล้ามเนื้อ (Muscle function Data)

1. <u>การทดสอบความสามารถในการทรงตัว</u> ใช้ระยะเวลาประมาณ 20 นาที โดยทดสอบ ดังนี้

1.1 การประเมินระดับความสามารถในการทรงตัว ประกอบด้วยการทดสอบ 4 อย่าง ตามลำดับ คือ

1. ยืนขากว้างระดับไหล่ 5 วินาที หากทำได้ให้ทำขั้นที่สอง
2. ยืนฐานแคบโดยเท้าสองข้างชิดกันนาน 5 วินาที หากทำได้ให้ทำขั้นที่สาม
3. ยืนต่อส้นเท้านาน 5 วินาที หากทำได้ให้ทำขั้นที่สี่
4. ยืนขาเดียว นาน 30 วินาที

วิธีการในการทดสอบผู้วิจัยให้ ผู้เข้ารับการทดสอบ ทำท่ายืนต่อส้น 2 ครั้ง โดยในท่ายืนต่อส้น ให้เท้าขวาอยู่ด้านหน้าหนึ่งครั้ง และเท้าซ้ายอยู่ด้านหน้าอีกหนึ่งครั้ง ส่วนการยืนขาเดียว ให้ยืนโดยใช้ขาข้างถนัดตามแต่สะดวก โดยมีการพักระหว่างการ ทดสอบ 1 นาที การระวังความปลอดภัยแก่ผู้เข้าร่วมการวิจัย ทำโดยมีผู้วิจัย เจ้าหน้าที่ หรือผู้ช่วยอยู่ด้านหลังผู้รับการทดสอบ ในกรณีที่ อาสาสมัครทดสอบไม่ผ่านในระดับนั้นๆ จะหยุดการทดสอบทันที

1.2 การลุก เดิน นั่งไปกลับ ผู้ถูกทดสอบนั่งบนเก้าอี้ทดสอบ เมื่อได้ยินคำสั่ง "เริ่ม" ให้ลุกขึ้นยืนและเดินด้วยความเร็วสูงสุด เป็นระยะทาง 8 ฟุต และหมุนตัวอ้อมกรวยกลับมานั่งที่เดิม โดยเริ่มจับเวลาเมื่อได้ยินคำสั่ง "เริ่ม" และหยุดเวลาเมื่อหลังของผู้สูงอายุพิงพนักเก้าอี้บันทึกเวลาเป็นวินาที ทำการทดสอบ 2 ครั้ง โดยใช้ค่าที่ดีที่สุด

2. <u>การทดสอบความทนทานของกล้ามเนื้อ</u> ก่อนเริ่มการทดสอบให้ผู้เข้าร่วมวิจัยยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการทดสอบ ใช้ระยะเวลาประมาณ 30 นาที โดยทดสอบ ดังนี้

2.1 การทดสอบลุกนั่งกับเก้าอี้ เป็นระยะเวลา 30 วินาที ซึ่งผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องปฏิบัติให้เต็มความสามารถ โดยการนั่งลงนั้นปฏิบัติเพียงให้สะโพกสัมผัสเก้าอี้ไม่ลงน้ำหนักเต็มที่แล้วจึงยืนขึ้น โดย

เลขที่โครงการวิจัย 179.1/63
วันที่รับรอง - 8 มิ.ค. 2564
วันหมดอายุ - 7 มิ.ค. 2565

บันทึกจำนวนครั้งที่ผู้เข้ารับการทดสอบลุกขึ้นยืนตรงและนั่งลงอย่างถูกต้องในเวลา 30 วินาทีซึ่งในการทดสอบจะไม่นับจำนวนครั้งในกรณีต่อไปนี้ 1. ในขณะยืน ขาและลำตัวไม่เหยียดตรง 2. ในขณะนั่ง สะโพกไม่ สัมผัสเก้าอี้เมื่อเสร็จแล้วให้ผู้เข้าร่วมวิจัยพักจนหายเหนื่อยแล้วทำการทดสอบต่อไป

2.2 การทดสอบงอแขนยกน้ำหนัก เป็นระยะเวลา 30 วินาที โดยผู้ชายใช้น้ำหนักในการยก 8 กิโลกรัม และผู้หญิงจะใช้น้ำหนักในการยก 6 กิโลกรัม ซึ่งผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องปฏิบัติให้เต็มความสามารถ การทดสอบจะไม่นับจำนวนครั้งในกรณีที่ผู้เข้าร่วมวิจัยงอแขนและเหยียดแขนไม่สุด

2.3 นอนหงาย ยกลำตัว 60 วินาที โดย นอนชันเข่าบนเบาะที่เตรียมไว้ยกลำตัวไปแตะจุดมาร์คที่ 2 บนเบาะ ขึ้นลงให้มากที่สุดในเวลา 60 วินาที

3. <u>การทดสอบความสามารถทางแอโรบิก</u> ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลประมาณ 10 นาที

ทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต ก่อนและหลังการทดสอบการเดินในเวลา 6 นาที (6 Minute walk test; 6MWT) โดยผู้วิจัยจะนำกลุ่มตัวอย่างประจำตำแหน่งเริ่มต้น เมื่อให้สัญญาณ ให้กลุ่มตัวอย่างเดินด้วยความเร็วสูงสุดที่สามารถทำได้โดยไม่ใช่การวิ่ง ต่อเนื่องเป็นเวลา 6 นาที ผู้วิจัยเป็นผู้จับเวลาและจดบันทึกระยะทางที่กลุ่มตัวอย่างทำได้ และเมื่อสิ้นสุดการทดสอบผู้วิจัยจะใช้วิธีประเมินความหนักของการออกกำลังกาย (Borg Rating of Perceived Exertion; RPE) ให้กลุ่มตัวอย่างเลือกถึงระดับความหอบเหนื่อยที่เกิดขึ้นหลังการทดสอบทันที

จากนั้นผู้วิจัยจะสอนท่าการฝึกด้วยแรงต้าน และให้ผู้เข้าร่วมวิจัยฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย ครั้งละ 1 ชั่วโมง จำนวน 2 วันต่อสัปดาห์ (ตามวันเวลาที่ผู้เข้าร่วมวิจัยสะดวกแต่ต้องเว้นระยะห่างในการพัก 48 ชั่วโมง โดยควบคุมการฝึกในอุณหภูมิห้องเท่ากัน) ณ อาคารจุฬาพัฒน์ 14 ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. สัปดาห์ที่ 1 - 2 เป็นการฝึกรูปแบบการเคลื่อนไหวและเรียนรู้ท่าทางให้ถูกต้อง ฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย เพื่อให้ผู้เข้าร่วมวิจัยสร้างความคุ้นชินและลดความเสี่ยงในการเกิดอาการบาดเจ็บ โดยใช้ความหนักในการฝึกที่ 45 – 50% ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 14 ครั้ง แบ่งเป็นเซตย่อยสองเซตการฝึก 7, 7 ครั้ง พักระหว่างการออกแรง 20 วินาที และพักระหว่างเซตการฝึก 100 วินาที จำนวน 3 เซต

2.สัปดาห์ที่ 3 - 6 ฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย โดยใช้ความหนักในการฝึกที่ 50 – 60% ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 14 ครั้ง แบ่งเป็นเซตย่อยสองเซตการฝึก 7, 7 ครั้ง พักระหว่างการออกแรง 20 วินาที และพักระหว่างเซตการฝึก 100 วินาที จำนวน 3 เซต

3. สัปดาห์ที่ 7 - 10 ฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย โดยใช้ความหนักที่ 60 - 70% ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 12 ครั้ง แบ่งเป็นเซตย่อยสองเซตการฝึก 6, 6 ครั้ง พักระหว่างการออกแรง 20 วินาที และพักระหว่างเซตการฝึก 100 วินาที จำนวน 3 เซต

เลขที่โครงการวิจัย 179.1/63
วันที่รับรอง - 8 มิ.ย. 2564
วันหมดอายุ - 7 มิ.ย. 2565

4. สัปดาห์ที่ 11 - 14 ฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย โดยใช้ความหนักที่ 70 - 80% ของความแข็งแรงสูงสุด จำนวน 10 ครั้ง แบ่งเป็นเซตย่อยสองเซตการฝึก 5, 5 ครั้ง พักระหว่างการออกแรง 20 วินาที และพักระหว่างเซตการฝึก 100 วินาที จำนวน 3 เซต

หลังจากฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยครบ 12 สัปดาห์ ผู้วิจัยจะทำการนัดผู้เข้าร่วมวิจัยเพื่อทำการทดสอบหลังการทดลอง โดยผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการทดสอบค่าตัวแปรต่าง ๆ เหมือนการทดสอบก่อนการทดลอง

ท่าที่ใช้ในการฝึก มีดังนี้

1. การทดลองฝึกท่า ย่อยืน (Dumbbell goblet squat) ในผู้สูงอายุ

ท่า Dumbbell goblet squat ในผู้สูงอายุ

2. การทดลองฝึกท่า โน้มตัวตึงศอก (Dumbbell standing double arms row) ในผู้สูงอายุ

ท่า Dumbbell double arms row

เลขที่โครงการวิจัย 179.1/63
วันที่รับรอง - 8 มี.ค. 2564
วันหมดอายุ - 7 มี.ค. 2565

3. การทดลองฝึกท่า โน้มตัวขึ้น – ลง (Dumbbell Romanian deadlift) ในผู้สูงอายุ

ท่า Dumbbell Romanian deadlift

4. การทดลองฝึกท่า นอนดันแขน (Dumbbell bench press) ในผู้สูงอายุ

ท่า Dumbbell bench press

เลขที่โครงการวิจัย 179.1/63
วันที่รับรอง - 8 มิ.ย. 2564
วันหมดอายุ - 7 มิ.ย. 2565

5. การทดลองฝึกท่า เดินขึ้น - ลง (Dumbbell Farmer step) ในผู้สูงอายุ

ท่า Dumbbell farmer step

6. การทดลองฝึกท่า ยืนแขย่ง (Dumbbell standing calf raises) ในผู้สูงอายุ

ท่า Dumbbell standing calf raises

โปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (Cluster set resistance training) 12 สัปดาห์

ท่า (Sessions)	ความหนัก/ความเข้มแรงสูงสุด (1RM)	จำนวนเซต/ครั้ง (Set/reps)	เซตย่อย 1 (Mini set1)	พักระหว่างการออกแรง (Intra-set rest)	เซตย่อย 2 (Mini set2)	พักระหว่างเซต (Inter-set rest)
สัปดาห์ที่ 3-6						
DB goblet squat	50-60%	3เซต /14 ครั้ง	7 ครั้ง	20 วินาที	7 ครั้ง	100 วินาที
DB standing doable arms row	50-60%	3เซต /14 ครั้ง	7 ครั้ง	20 วินาที	7 ครั้ง	100 วินาที
DB romanian deadlift	50-60%	3เซต /14 ครั้ง	7 ครั้ง	20 วินาที	7 ครั้ง	100 วินาที
DB bench press	50-60%	3เซต /14 ครั้ง	7 ครั้ง	20 วินาที	7 ครั้ง	100 วินาที

เลขที่โครงการวิจัย 179.1/63
วันที่รับรอง - 8 มิ.ย. 2564
วันหมดอายุ - 7 มิ.ย. 2565

DB farmer steps	50-60%	3เซต /14 ครั้ง	7 ครั้ง	20 วินาที	7 ครั้ง	100 วินาที
DB standing calf raises	50-60%	3เซต /14 ครั้ง	7 ครั้ง	20 วินาที	7 ครั้ง	100 วินาที
สัปดาห์ที่ 7-10						
DB goblet squat	60-70%	3เซต /12 ครั้ง	6 ครั้ง	20 วินาที	6 ครั้ง	100 วินาที
DB standing doable arms row	60-70%	3เซต /12 ครั้ง	6 ครั้ง	20 วินาที	6 ครั้ง	100 วินาที
DB romanian deadlift	60-70%	3เซต /12 ครั้ง	6 ครั้ง	20 วินาที	6 ครั้ง	100 วินาที
DB bench press	60-70%	3เซต /12 ครั้ง	6 ครั้ง	20 วินาที	6 ครั้ง	100 วินาที
DB farmer steps	60-70%	3เซต /12 ครั้ง	6 ครั้ง	20 วินาที	6 ครั้ง	100 วินาที
DB standing calf raises	60-70%	3เซต /12 ครั้ง	6 ครั้ง	20 วินาที	6 ครั้ง	100 วินาที
สัปดาห์ที่ 11-14						
DB goblet squat	70-80%	3เซต /10 ครั้ง	5 ครั้ง	20 วินาที	5 ครั้ง	100 วินาที
DB standing doable arms row	70-80%	3เซต /10 ครั้ง	5 ครั้ง	20 วินาที	5 ครั้ง	100 วินาที
DB romanian deadlift	70-80%	3เซต /10 ครั้ง	5 ครั้ง	20 วินาที	5 ครั้ง	100 วินาที
DB bench press	70-80%	3เซต /10 ครั้ง	5 ครั้ง	20 วินาที	5 ครั้ง	100 วินาที
DB farmer steps	70-80%	3เซต /10 ครั้ง	5 ครั้ง	20 วินาที	5 ครั้ง	100 วินาที
DB standing calf raises	70-80%	3เซต /10 ครั้ง	5 ครั้ง	20 วินาที	5 ครั้ง	100 วินาที

รายละเอียดการปฏิบัติตัวระหว่างเข้าร่วมการวิจัยสำหรับผู้เข้าร่วมวิจัย

1) ผู้เข้าร่วมวิจัยไม่สามารถฝึกซ้อมเพิ่มเติม นอกเหนือจากโปรแกรมที่ได้กำหนดให้ ฝึกซ้อมของแต่ละกลุ่มได้ เพื่อให้การปฏิบัติการฝึกซ้อมของแต่ละกลุ่มเหมือนกัน

2) การแต่งกายสำหรับการทดสอบและการฝึกซ้อม

2.1 เสื้อที่มีลักษณะกระชับรับสัดส่วน สามารถระบายอากาศได้ดี

2.2 กางเกงที่สามารถระบายอากาศได้ดี

2.3 รองเท้าผ้าใบหุ้มส้นส่วนบุคคล และถุงเท้าที่สามารถระบายอากาศได้ดี

3) ผู้เข้าร่วมการวิจัยยืนห่างกันอย่างน้อย 2 เมตร วัดอุณหภูมิร่างกายและล้างมือด้วยเจลที่ทางผู้วิจัยจัดเตรียมไว้ให้ก่อนเข้ารับการฝึกทุกครั้ง

4) ในระหว่างการฝึกซ้อม ผู้วิจัยจะจัดบริการน้ำดื่มสะอาด ให้บริการแก่ผู้เข้าร่วมวิจัย

5) ควรรับประทานอาหารก่อนทำการทดสอบและการฝึกอย่างน้อย 2 ชั่วโมง

โดยงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเป็นผู้เก็บข้อมูลด้วยตนเอง และมีผู้ช่วยวิจัยซึ่งเป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จำนวน 2 คน ทำหน้าที่ช่วยจับเวลา และบันทึกข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยจะอธิบายรูปแบบการทดสอบค่าตัวแปรต่าง ๆ รวมถึงขั้นตอนการดำเนินการวิจัยให้ผู้ช่วยวิจัยอย่างชัดเจน

5. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะเก็บเป็นความลับ

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ผู้วิจัยจะดำเนินการวิจัยอย่างรอบคอบ โดยการปกปิดข้อมูลทุกข้อมูลของท่านในการทดลองครั้งนี้ จะไม่มีการระบุชื่อของผู้เข้าร่วมวิจัย จะมีเพียงหมายเลขระบุ

เลขที่โครงการวิจัย 179.1/63
วันที่รับรอง - 8 มี.ค. 2564
วันหมดอายุ - 7 มี.ค. 2565

สำคัญการเข้าร่วมการวิจัยเท่านั้น จะมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

6. เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้ว ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมดจะถูกทำลาย

7. ความเสี่ยง/อันตราย และความไม่สะดวกต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ และมีผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย ดูแลอย่างใกล้ชิดในเรื่องของความปลอดภัยทั้งในขณะออกกำลังกายและไม่ได้ออกกำลังกาย ผู้วิจัยได้ป้องกันการบาดเจ็บจากการออกกำลังกายด้วยการออกแบบโปรแกรมการฝึกอย่างเป็นขั้นตอนตามลำดับ เพื่อให้ร่างกายค่อย ๆ ปรับสภาพ โดยผู้วิจัยจะมีการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ โดยให้คำแนะนำสำหรับการเตรียมความพร้อมของร่างกายและอธิบายขั้นตอนการวิจัยอย่างละเอียด เพื่อให้เกิดความเข้าใจและลดความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ อีกทั้งผู้วิจัยได้จัดทำโปรแกรมการออกกำลังกายที่ครอบคลุมการอบอุ่นร่างกาย การผ่อนคลาย และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเพื่อลดอาการดังกล่าว หากมีการเกิดอุบัติเหตุหรือได้รับบาดเจ็บ ผู้วิจัยจะทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้นด้วยวิธีการที่เหมาะสมต่อ การบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุนั้น ๆ และทำการติดต่อสถานพยาบาลใกล้เคียงเพื่อให้ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการ ดูแลจากผู้เชี่ยวชาญต่อไป ผู้วิจัยจะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการรักษา หากผู้เข้าร่วมวิจัยเกิดความผิดปกติ เนื่องจากการเข้าร่วมการวิจัย และแพทย์ผู้เชี่ยวชาญพิสูจน์ได้ว่าเป็นผลจากการเข้าร่วมการวิจัย ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับความคุ้มครองตามกฎหมาย และจะได้รับค่ารักษาจนกว่าจะหาย

8. ประโยชน์ในการเข้าร่วมการวิจัยและของงานวิจัย

ในการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้ ท่านจะได้รับฝึกด้วยแรงต้านสำหรับผู้สูงอายุ อย่างละเอียดและมีแบบแผน รวมถึงได้เรียนรู้การฝึกการเคลื่อนไหวที่ถูกต้องและเหมาะสมสำหรับ รายบุคคล อีกทั้งได้รับการตรวจสมรรถภาพทางกาย เช่น องค์ประกอบของร่างกาย, ความทนทานและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการทรงตัว นอกจากนี้จะได้ประโยชน์ทางวิชาการต่อส่วนรวมที่จะเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมการวิจัยของท่านในครั้งนี้ ผลการวิจัยจะนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ในการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยในผู้สูงอายุต่อไป

9. การแสดงความขอบคุณผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ในวันทดสอบร่างกายทั้งก่อนและหลังการทดลอง ผู้วิจัยจะทำการเตรียมน้ำแข็ง น้ำดื่ม เกลือแร่ ทิชชูแห้งหรือทิชชูเปียกให้ผู้เข้าร่วมวิจัย และเมื่อทำการทดลองเสร็จสิ้นผู้วิจัยจะแสดงความขอบคุณผู้มีส่วน ร่วมในการวิจัยด้วยของที่ระลึกเป็นผ้าเช็ดหน้าสำหรับซับเหงื่อจำนวน 1 ผืนและค่าพาหนะเดินทางเพื่อมาทดสอบร่างกายทั้งก่อนและหลังการทดลองจำนวน 400 บาท โดยจะมอบให้ในวันที่มาทดสอบก่อนการทดลอง 200 บาท และในวันที่มาทำการทดสอบหลังการทดลอง 200 บาท ทันที และค่าเสียเวลาในการเข้าร่วมการฝึกวันละ 100 บาท โดยมอบหลังการฝึกทุกครั้ง

10. การเข้าร่วมการวิจัยเป็นโดยสมัครใจ สามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผล ไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ และไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้เข้าร่วมวิจัย

เลขที่โครงการวิจัย 179.1 /63
วันที่รับรอง - 8 มิ.ย. 2564
วันหมดอายุ - 7 มิ.ย. 2565

11. หากมีข้อสงสัย โปรดสอบถามเพิ่มเติมจากผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็ว

12. หากได้รับการปฏิบัติไม่ตรงตามข้อมูลดังกล่าว สามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการ วิจัยในคน 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

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้วิจัยหลัก
วันที่...../...../.....

ลงชื่อ.....
(.....)
ผู้เข้าร่วมการวิจัย
วันที่...../...../.....

ลงชื่อ.....
(.....)
พยาน
วันที่...../...../.....

เลขที่โครงการวิจัย 179.1/63
วันที่รับรอง - 8 มิ.ย. 2564
วันหมดอายุ - 7 มิ.ย. 2565

ภาคผนวก ค

แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย สำหรับบุคคลทั่วไปที่มีอายุระหว่าง 15 – 69 ปี

(Physical activity Readiness Questionnaire; PAR-Q)

การตอบคำถามในแบบประเมินจะช่วยบอกว่าท่านสมควรเข้ารับการตรวจร่างกายจากแพทย์ก่อนที่ท่านจะเริ่มต้นการฝึกออกกำลังกายระดับหนักหรือไม่

โปรดอ่านอย่างละเอียดและตอบคำถามหล่านี้ตามความเป็นจริงว่า ใช่ หรือ ไม่ใช่ ในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา

ใช่	ไม่ใช่	
☐	☐	1. แพทย์ที่ตรวจรักษาท่าน เคยบอกหรือไม่ว่า ท่านมีความผิดปกติของหัวใจ และควรออกกำลังกายภายใต้คำแนะนำของแพทย์เท่านั้น
☐	☐	2. ท่านมีความรู้สึกเจ็บปวดหรือแน่นบริเวณหน้าอก ขณะที่ท่านออกกำลังกายหรือไม่ ?
☐	☐	3. ในช่วงเดือนที่ผ่านมา ท่านเคยมีอาการเจ็บแน่นหน้าอก ในขณะที่อยู่เฉย ๆ โดยไม่ได้ออกกำลังกายหรือไม่ ?
☐	☐	4. ท่านเคยเสียการทรงตัว (ยืนหรือเดินเซ) เนื่องมาจากอาการวิงเวียนศีรษะหรือไม่? หรือท่านเคยหมดสติหรือไม่ ?
☐	☐	5. ท่านมีปัญหาที่กระดูกหรือข้อต่อ ที่อาการอาจกำเริบเนื่องจากการออกกำลังกายหรือไม่ ?
☐	☐	6. ท่านเคยได้รับการสั่งยารักษาโรคความดันโลหิตสูง หรือความผิดปกติของหัวใจหรือไม่ ?
☐	☐	7. ท่านทราบถึงเหตุผลอื่น ที่ท่านไม่ควรเพิ่มการฝึกออกกำลังกายของท่าน หรือไม่ ?

ที่มา : ACSM, 2014.

ถ้าท่านเลือก "ใช่" ในข้อใดข้อหนึ่ง หรือมากกว่า

ท่านควรปรึกษาแพทย์เกี่ยวกับแบบสอบถามในข้อที่ตอบว่า "ใช่"

ท่านอังคงสามารถออกกำลังกายได้ตามที่ท่านต้องการ โดยให้เริ่มออกกำลังกายได้อย่างช้า ๆ และสม่ำเสมอ หรือท่านอาจจะกำหนดการฝึกออกกำลังกายที่เหมาะสมและปลอดภัยสำหรับตนเอง โดยขอคำแนะนำจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับชนิดของกิจกรรมที่ท่านสามารถทำได้

ถ้าท่านเลือก "ไม่ใช่" ในการตอบคำถามทั้งหมด

ท่านแน่ใจได้เลยว่า ท่านสามารถเริ่มการฝึกออกกำลังกายได้ตามที่ท่านต้องการ

- ท่านเริ่มออกกำลังกายได้โดยเริ่มจากการทำช้า ๆ และทำอย่างสม่ำเสมอซึ่งเป็นวิธีที่ปลอดภัยและง่ายที่สุด
- ถ้าท่านรู้สึกไม่สบายเนื่องจากการเจ็บป่วยเล็กน้อย เช่น เป็นไข้หวัด ท่านควรจะพักจนกว่าท่านจะรู้สึกดีขึ้น และหายจากอาการเจ็บป่วยนั้น ๆ ก่อน ที่จะกลับมาฝึกออกกำลังกายอีกครั้ง

ข้าพเจ้าได้อ่านได้ทำความเข้าใจและกรอกแบบประเมินความพร้อมก่อนการฝึกออกกำลังกายทุกคำถาม

ด้วยความเต็มใจ

ลงชื่อ.....ผู้เข้าร่วมวิจัย

วันที่...../...../..... (.....)

ลงชื่อ.....ผู้ทำการวิจัย

วันที่...../...../..... (.....)

เลขที่โครงการวิจัย 179.1/63

วันที่รับรอง - 8 มิ.ย. 2564

วันหมดอายุ - 7 มิ.ย. 2565

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคลสำหรับผู้สูงอายุ

คำชี้แจง: โปรดระบุข้อมูลในช่องว่างหรือใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ ที่ตรงกับตัวท่านมากที่สุด

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ.....ปี

วัน.....เดือน.....ปีเกิด.....

3. การออกกำลังกาย

☐ ไม่เคยออกกำลังกายเลย

☐ ออกกำลังกายเป็นบางครั้ง 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์

☐ ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ 3 ครั้งขึ้นไปต่อสัปดาห์

4. การออกกำลังกายด้วยแรงต้าน

☐ ไม่เคยหรือไม่ได้ทำมาเป็นระยะเวลา 3 เดือนขึ้นไป

☐ ออกกำลังกายเป็นบางครั้ง 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์

☐ ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ 3 ครั้งขึ้นไปต่อสัปดาห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. โรคประจำตัว

☐ มี ระบุ.....

☐ ไม่มี

6. การมีผู้ดูแลผู้สูงอายุ

☐ มีผู้ดูแล ☐ ไม่มีผู้ดูแล

ดัดแปลงจาก : อัญชลี ชุ่มบัวทอง, 2015

ภาคผนวก ง

แบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย สำหรับบุคคลทั่วไปที่มีอายุระหว่าง 15 – 69 ปี

(Physical activity Readiness Questionnaire; PAR-Q)

การตอบคำถามในแบบประเมินจะช่วยบอกว่าท่านสมควรเข้ารับการตรวจร่างกายจากแพทย์ก่อนที่ท่านจะเริ่มต้นการฝึกออกำลังกายระดับหนักหรือไม่

โปรดอ่านอย่างละเอียดและตอบคำถามเหล่านี้ตามความเป็นจริงว่า ใช่ หรือ ไม่ใช่ ในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา

ใช่ ไม่ใช่

☐ ☐ 1. แพทย์ที่ตรวจรักษาท่าน เคยบอกหรือไม่ว่า ท่านมีความผิดปกติของหัวใจ และควรออกกำลังกายภายใต้คำแนะนาของแพทย์เท่านั้น

☐ ☐ 2. ท่านมีความรู้สึกเจ็บปวดหรือแน่นบริเวณหน้าอก ขณะที่ท่านออกกำลังกายหรือไม่ ?

☐ ☐ 3. ในช่วงเดือนที่ผ่านมา ท่านเคยมีอาการเจ็บแน่นหน้าอก ในขณะที่อยู่เฉย ๆ โดยไม่ได้ออกกำลังกายหรือไม่ ?

☐ ☐ 4. ท่านเคยเสียการทรงตัว (ยืนหรือเดินเซ) เนื่องมาจากอาการวิงเวียนศีรษะหรือไม่? หรือท่านเคยหมดสติหรือไม่ ?

☐ ☐ 5. ท่านมีปัญหาที่กระดูกหรือข้อต่อ ที่อาการอาจกำเริบเนื่องจากการออกกำลังกายหรือไม่ ?

☐ ☐ 6. ท่านเคยได้รับการสั่งยารักษาโรคความดันโลหิตสูง หรือความผิดปกติของหัวใจหรือไม่ ?

☐ ☐ 7. ท่านทราบถึงเหตุผลอื่น ที่ท่านไม่ควรเพิ่มการฝึกออกกำลังกายของท่าน หรือไม่ ?

ที่มา : ACSM, 2014.

ถ้าท่านเลือก “ใช่” ในข้อใดข้อหนึ่ง หรือมากกว่า

ท่านควรปรึกษาแพทย์เกี่ยวกับแบบสอบถามในข้อที่ตอบว่า “ใช่”

ท่านยังคงสามารถออกกำลังกายได้ตามที่ท่านต้องการโดยให้เริ่มออกกำลังกายได้อย่างช้า ๆ และสม่ำเสมอ หรือท่านอาจจะกำหนดการฝึกออกกำลังกายที่เหมาะสมและปลอดภัยสำหรับตนเอง โดยขอคำแนะนำจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับชนิดของกิจกรรมที่ท่านสามารถทำได้

ถ้าท่านเลือก “ไม่ใช่” ในการตอบคาถามทั้งหมด

ท่านแน่ใจได้เลยว่า ท่านสามารถเริ่มการฝึกออกกำลังกายได้ตามที่ท่านต้องการ

ท่านเริ่มออกกำลังกายได้โดยเริ่มจากการทำช้า ๆ และทำอย่างสม่ำเสมอซึ่งเป็นวิธีที่ปลอดภัยและง่ายที่สุด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ถ้าท่านรู้สึกไม่สบายเนื่องจากการเจ็บป่วยเล็กน้อย เช่น เป็นไข้หวัด ท่านควรจะพักจนกว่าท่านจะรู้สึกดีขึ้น และหายจากอาการเจ็บป่วยนั้น ๆ ก่อน ที่จะกลับมาฝึกออกกำลังกายอีกครั้ง

ข้าพเจ้าได้อ่านได้ทำความเข้าใจและกรอกแบบประเมินความพร้อมก่อนการฝึกออกกำลังกายทุกคำถาม

ด้วยความเต็มใจ

ลงชื่อ.....ผู้เข้าร่วมวิจัย

วันที่...../...../..... (.....)

ลงชื่อ.....ผู้ทำการวิจัย

วันที่...../...../..... (.....)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก จ

แบบบันทึกข้อมูล

รหัส..... เพศ..... อายุ.....ปี

ข้อมูลด้านสรีรวิทยา

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
Height (cm)		
HR (bpm)		
BP (mmHg)		
VO_2max (ml/kg/min)		

ข้อมูลด้านองค์ประกอบร่างกาย

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
Weight (kg)		
Lean mass (g)		
Bone Mass (g)		
Fat mass (g)		
Fat percent		
Free fat mass (g)		
BMI (kg/m^2)		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลด้านการทำงานของกล้ามเนื้อ

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง	
1. Muscle strength	Left	Right	Left	Right
Isokinetic test				
1.1 Leg extension (Nm)				
1.2 Leg flexion (Nm)				
1.3 Arm extension (Nm)				
1.4 Arm flexion (Nm)				
Isometric test				
1.5 Trunk extension (Nm)				
1.6 Trunk flexion (Nm)				
1.7 Grip strength (kg. /Body weight 1 kg.)				
2. งอแขนยกน้ำหนัก 30 วินาที (ครั้ง)				
3. ยืน - นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที (ครั้ง)				
4. นอนหงาย ยกลำตัว 60 วินาที (ครั้ง)				

ข้อมูลด้านการทรงตัว (Balance)

ค่าที่วัด	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
1. การทดสอบระดับความสามารถในการทรงในผู้สูงอายุ 6ระดับ (SIDE)		
2. ยืน เดิน นั่ง ไป-กลับ (วินาที)		

ดัดแปลงจาก : กรมพลศึกษา, 2556

ภาคผนวก ฉ

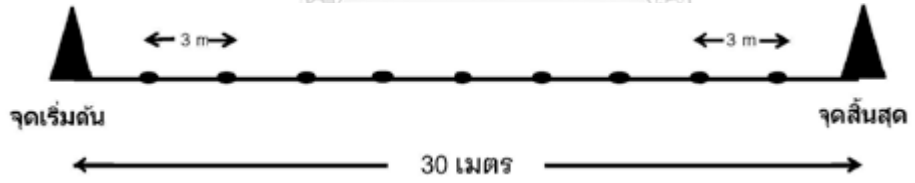
การทดสอบการเดิน 6 นาที (6-Minute walk test; 6-MWT)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. กรวยสำหรับฝึกซ้อมกีฬาสีส้ม ความสูง 7 นิ้ว จำนวน 2 อัน
2. นาฬิกาจับเวลา
3. เก้าอี้ สำหรับให้กลุ่มตัวอย่างนั่งพักระหว่างการเดินทดสอบ

วิธีการทดสอบ (ภัทรพร สิทธิไพศาล, 2554; กมลทิพย์ หาญผดุงกิจ, 2557; อโนมา ศรีแสง และ ชลนรรจ์ วังแสง, 2561)

1. ให้กลุ่มตัวอย่างสวมใส่เสื้อผ้าที่สบาย ไม่รัดแน่นเกินไป ใส่รองเท้าสำหรับเดิน สามารถเดินโดยใช้อุปกรณ์ที่ใช้เดินอยู่ประจำ รับประทานอาหารและยาได้ตามปกติ โดยแนะนำให้เป็นอาหารเบา ๆ
2. ไม่ให้กลุ่มตัวอย่างออกกำลังในช่วง 2 ชั่วโมงก่อนการทดสอบ และไม่ต้องอบอุ่นร่างกายก่อนทำการทดสอบ
3. เมื่อให้สัญญาณเริ่มการทดสอบ ให้กลุ่มตัวอย่างเดินด้วยความเร็วสูงสุดที่สามารถทำได้ แต่ไม่ใช่การวิ่ง ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีอาการหอบเหนื่อยสามารถหยุดพักได้ แต่จะไม่หยุดเวลาในการทดสอบ
4. ขณะทำการทดสอบ ผู้วิจัยจะทำการบอกเวลาแก่กลุ่มตัวอย่างทุก ๆ 1 นาที



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระยะทางตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุดเป็นระยะทาง 30 เมตร และแบ่งจุดละ 3 เมตร และกรวยสำหรับฝึกซ้อมกีฬาที่วางไว้สำหรับผู้ป่วยกลับตัว

แบบทดสอบการเดิน 6 นาที

รหัส..... เพศ..... อายุ.....ปี

	ก่อนการทดลอง		**หลังการทดลอง**	
ค่าที่วัด	**ก่อนการทดสอบ**	**หลังการทดสอบ**	**ก่อนการทดสอบ**	**หลังการทดสอบ**
HR (bpm)				
BP (mmHg)				
Distance (m.)				
RPE				
VO_2 (ml/kg/min)				

VO_2 (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที) = [0.02 x ระยะทาง (เมตร)] – [0.191 x อายุ (ปี)] – [0.07 x น้ำหนัก (กิโลกรัม)]

+ [0.09 x ความสูง (เซนติเมตร)] + [0.26 x อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)

ก่อนการทดลอง

เดินได้ : ..... รอบ x 30 (เมตร) = ...เมตร

เดินครบ 6 นาที : ☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่

เหตุผลที่หยุดเดิน : .....

อาการขณะสิ้นสุดการเดิน : ☐ เจ็บหน้าอก ☐ เวียนศีรษะ ☐ ปวดขา ☐ อื่น ๆ.....

หลังการทดลอง

เดินได้ : ..... รอบ x 30 (เมตร) = ...เมตร

เดินครบ 6 นาที : ☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่

เหตุผลที่หยุดเดิน : .....

อาการขณะสิ้นสุดการเดิน : ☐ เจ็บหน้าอก ☐ เวียนศีรษะ ☐ ปวดขา ☐ อื่น ๆ .....

ดัดแปลงจาก : อโนมา ศรีแสง และ ชลนรรจ์ วังแสง, 2561

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางประเมินความหนักของการออกกำลังกาย (Borg Rating of Perceived Exertion; RPE)

คะแนน	ระดับความเหนื่อย
0	สบายดี ไม่เหนื่อย
0.5	เริ่มรู้สึกผิดปกติ
1	เหนื่อยน้อยมาก
2	เหนื่อยเล็กน้อย
3	เหนื่อยปานกลาง
4	เหนื่อยค่อนข้างมาก
5	เหนื่อยมาก
6	
7	เหนื่อยมาก ๆ
8	
9	
10	เหนื่อยมากที่สุด เหมือนจะขาดใจ

ที่มา : อโนมา ศรีแสง และ ชลนรรจ์ วังแสง, 2561

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ช

การทดสอบหาหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 1 ครั้ง (1 Repetition maximum)

วิธีการทดสอบหาน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 1 ครั้ง ในท่านั้น ๆ มีขั้นตอน ดั้งนี้

1. อบอุ่นร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
2. เลือกท่าที่ใช้ในการทดสอบ เป็นท่าในการฝึก ทั้ง 6 ท่า ดังนี้
   - Dumbbell goblet squat
   - Dumbbell standing double arms row
   - Dumbbell Romanian deadlift
   - Dumbbell bench press
   - Dumbbell farmer steps
   - Dumbbell standing calf raises
3. ทดสอบหาน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 1 ครั้ง มีวิธีการดังนี้

   3.1 ทำการเลือกน้ำหนักที่ใช้ยกที่น้ำหนักใดก็ได้

   3.2 ทำการยกน้ำหนักที่เลือกมาให้ได้จำนวนครั้ง 5 – 10 ครั้ง (ปฏิบัติเต็มความสามารถจนยกน้ำหนักไม่ไหว)

   3.3 นำน้ำหนักที่ยกได้มาทำการหาค่าน้ำหนักสูงสุดที่สามารถ ยกได้ 1 ครั้ง โดยวิธีการทำนายของ Baechle and Earle. (2008). จากสูตรการคำนวณดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1 Repetition maximum = Weight × [1 + (0.033 × Number of repetitions)]

ตัวอย่าง: เลือกน้ำหนักที่ใช้ยกที่น้ำหนัก 50 กิโลกรัม และสามารถยกได้ สูงสุด 8 ครั้ง นำผลที่ได้มาเข้าสูตรในการคำนวณหาค่านำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 1 ครั้ง

1 Repetition maximum = Weight × [1 + (0.033 × Number of repetitions)]

50 × [(1 + (0.033 × 8)] = 50 × 1.264

1 Repetition maximum = 63 กิโลกรัม

ดังนั้น ค่าของน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 1 ครั้ง จึงมีค่าเท่ากับ 63 กิโลกรัม

4. นำน้ำหนักที่หาได้จากวิธีการทำนายหาค่าน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 1 ครั้ง ของ Baechle and Earle (2008) มาทำการเปรียบเทียบระหว่างจำนวนครั้งที่ยก (Repetitions) กับเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 1 ครั้ง (% of 1 Repetition maximum) จากตารางที่ 10 เพื่อนำมาใช้ในการสร้างโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านการเปรียบเทียบระหว่างจำนวนครั้งที่ยกได้ (Repetitions) กับเปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 1 ครั้ง (% of 1 Repetition maximum) (Brzycki, 1993; Baechle & Earle, 2008)

ตารางการเปรียบเทียบ % 1 RM

Reps		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**15**
%1RM	**Brzycki**	100	95	90	88	86	83	80	78	76	75	72	70	-
	Beachle	100	95	93	90	87	85	83	80	77	75	-	67	65

4.1 เมื่อทำการเปรียบเทียบจากตาราง พบว่า การฝึกด้วยแรงต้าน ที่น้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 10 ครั้ง มีเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 1 ครั้ง เท่ากับร้อยละ 75 of 1 Repetition maximum

4.2 นำมาเข้าสู่สูตรในการคำนวณหาค่าน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 10 ครั้ง ดังนี้

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

ตัวอย่าง: กำหนดระดับความหนักที่ใช้ในการฝึกด้วยแรงต้านที่น้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 10 ครั้ง โดยนำน้ำหนักที่หาได้จากวิธีการทำนายหาค่าน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 1 ครั้ง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 63 กิโลกรัม มาเข้าสู่สูตรในการคำนวณหาค่าน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 10 ครั้ง ดังนี้

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

$$\frac{\text{= 63 x 75\% of 1 Repetition maximum}}{100}$$

= 63 x 0.75

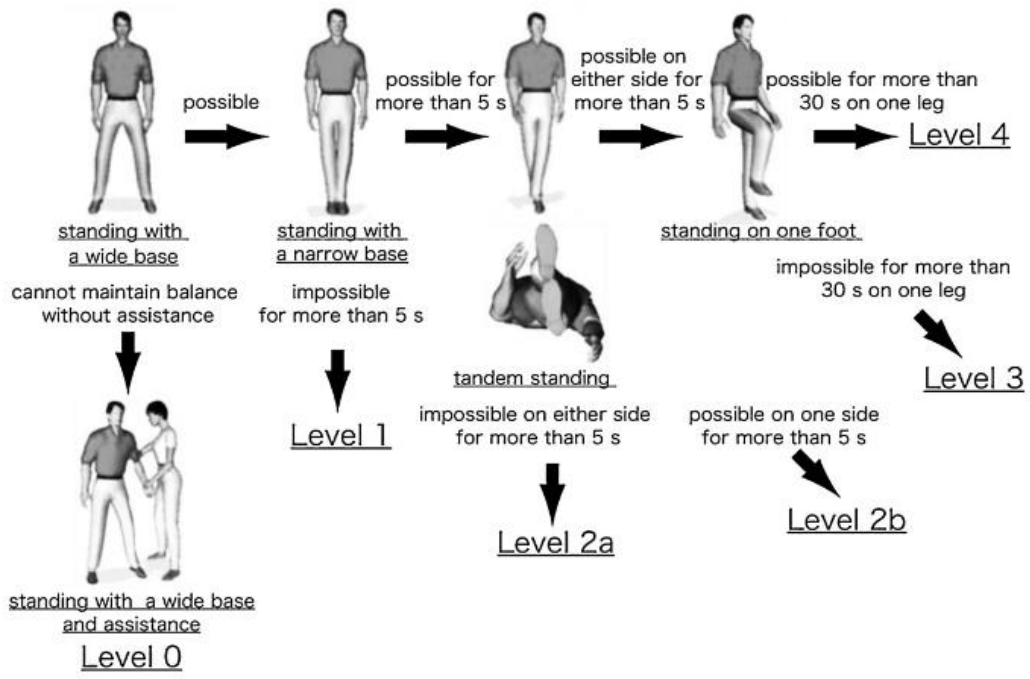
10 Repetition maximum = 47.25 กิโลกรัม

ดังนั้น ค่าของน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ 10 ครั้ง จึงมีค่าเท่ากับ 47.25 กิโลกรัม

ภาคผนวก ซ

การประเมินระดับความสามารถในการทรงตัวของผู้สูงอายุ

(The Standing test for Imbalance and Disequilibrium; SIDE)



การประเมินระดับความสามารถในการทรง ตัวของผู้สูงอายุ

ที่มา : Teranishi et. al., 2011

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เป็นวิธีการที่พัฒนามาเพื่อแยก ระหว่างผู้ที่มีการทรงตัวดีกับผู้ที่มีการทรงตัวบกพร่องที่อาจเป็นสาเหตุให้เกิดการหกล้ม ซึ่งใช้ได้กับผู้ป่วยใน โรงพยาบาล สถานพยาบาล รวมถึงผู้สูงอายุในชุมชน หลักคิดของการออกแบบวิธีทดสอบนี้เพื่อการประเมินที่ง่าย รวดเร็ว และใช้ได้กับแบบประเมินความเสี่ยงของ การหกล้มชนิดอื่น ประกอบด้วยการทดสอบ 4 อย่างตามลำดับ คือ

1. ยืนขากว้างระดับไหล่ 5 วินาที หากทำได้ให้ทำขั้นที่สอง
2. ยืนฐานแคบโดยเท้าสองข้างชิดกันนาน 5 วินาที หากทำได้ให้ทำขั้นที่สาม
3. ยืนต่อส้นเท้านาน 5 วินาที (tandem stance) หากทำได้ให้ทำขั้นที่สี่
4. ยืนขาเดียว (single leg stance) นาน 30 วินาที

วิธีการในการทดสอบผู้วิจัยให้ ผู้เข้ารับการทดสอบ ทำท่ายืนต่อส้น 2 ครั้ง โดยในท่ายืนต่อส้นให้เท้าขวาอยู่ด้านหน้าหนึ่งครั้ง และเท้าซ้ายยอยู่ด้านหน้าอีกหนึ่งครั้ง ส่วนการยืนขาเดียว ให้ยืนโดยใช้ขาข้างถนัดตามแต่สะดวก โดยมีการพักระหว่างการ ทดสอบ 1 นาที การระวังความปลอดภัยแก่ผู้

เข้ารับการทดสอบ ทำโดยมีผู้วิจัย เจ้าหน้าที่ หรือผู้ช่วยอยู่ด้านหลังผู้รับการทดสอบ ในกรณีที่อาสาสมัครทดสอบไม่ไหวในระดับนั้น ๆ จะหยุดการทดสอบทันที

การประเมินระดับความสามารถในการทรงตัวของผู้สูงอายุ 6 ระดับ

ระดับ	การทดสอบ (วินาที)	หมายเหตุ
0	ยืนขากว้าง 5 วินาที	ต้องมีผู้ช่วยเสมอ
1	ยืนฐานกว้าง 5 วินาที	ยืนได้เอง แต่ไม่สามารถยืนขาแคบได้นาน 5 วินาที
2a	ยืนสองขาชิดติดกัน 5 วินาที	ยืนทรงตัวได้เอง แต่ไม่สามารถยืนต่อส้นเท้าได้นาน 5 วินาที
2b	ยืนต่อส้นเท้า 5 วินาที	สามารถยืนได้ข้างใดข้างหนึ่ง
3	ยืนต่อส้นเท้า 5 วินาที	สามารถยืนได้ทั้งสองข้าง แต่ไม่สามารถยืนขาเดียวได้นาน 30 วินาที
4	ยืนขาเดียว 30 วินาที	สามารถยืนได้นานอย่างน้อย 30 วินาที

ในการทดสอบ การประเมินระดับความสามารถในการทรงตัวของผู้สูงอายุ ระดับการทรงตัวที่ปกติคือ ระดับ 3 และ 4 เนื่องจากเป็นการทรงตัวที่มีความปลอดภัยเพียงพอสำหรับการเคลื่อนที่ในบ้าน (Teranishi et. al. 2011)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ฌ

แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายสำหรับผู้สูงอายุ อายุ 60-89 ปี

(Physical Fitness Test for Aging)

แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายสำหรับผู้สูงอายุ (Physical Fitness Test for Aging) ประกอบไปด้วยการทดสอบ 4 รายการดังนี้ คือ

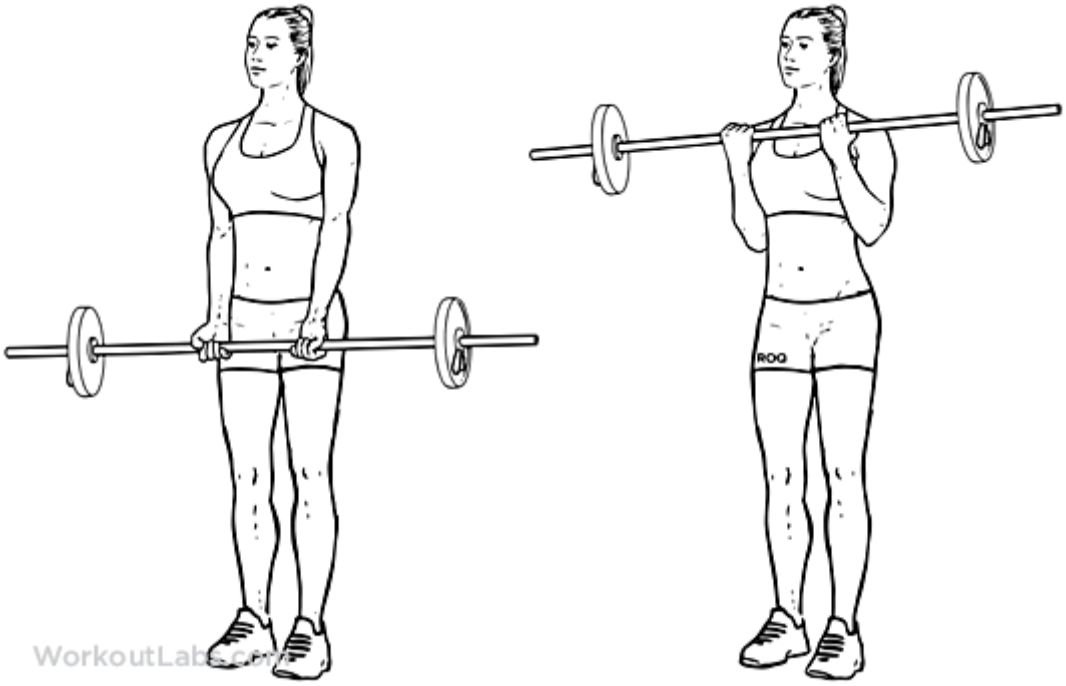
รายการที่	รายการทดสอบ	องค์ประกอบที่ต้องการวัด
1.	งอแขนยกน้ำหนัก 30 วินาที (30 Seconds Arm Curl)	เพื่อประเมินความแข็งแรงและความทนทาน ของกล้ามเนื้อแขน
2.	ยืน-นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที (30 Seconds Chair Stand)	เพื่อประเมินความแข็งแรงและความอดทน ของกล้ามเนื้อขา
3.	นอนหงาย ยกลำตัว 60 วินาที (60 second crunch test)	เพื่อประเมินความแข็งแรงและความอดทน ของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว
4.	ยืน เดิน นั่ง ไป-กลับ (Time up and go test)	เพื่อประเมินความแคล่วคล่องว่องไว และความสามารถในการทรงตัวแบบเคลื่อนที่

ที่มา : กรมพลศึกษา, 2556

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

งอแขนยกน้ำหนัก 30 วินาที

(30 Seconds arms curl)



การทดสอบ งอแขนยกน้ำหนัก 30 วินาที

วัตถุประสงค์การทดสอบ

เพื่อประเมินความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อแขน

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. บาร์เบลและตุ้มน้ำหนัก มีน้ำหนักรวม 8 กิโลกรัม สำหรับผู้ชาย และ 6 กิโลกรัม สำหรับผู้หญิง

2. นาฬิกาจับเวลา 1/100 วินาที

วิธีการปฏิบัติ

1. ให้ผู้รับการทดสอบยืนตัวตรง หลังชิดกำแพง แยกเท้าออกจากกันประมาณช่วงไหล่ของผู้รับการทดสอบ มือทั้งสองข้างจับก้านบาร์เบลในท่าหงายมือ โดยให้มือห่างกันประมาณช่วงไหล่ ปล่อยแขนเหยียดตรง แนบข้างลำตัว วางบาร์เบลล์พักบริเวณต้นขา

2. เมื่อได้ยินสัญญาณ “เริ่ม” ให้ผู้รับการทดสอบงอข้อศอกยกบาร์เบลล์ขึ้นสูงจนแขนงอขึ้นมาเต็ม ช่วงการเคลื่อนไหวของการงอศอก แล้วเหยียดข้อศอกลดบาร์เบลล์ลงไปในตำแหน่งเดิม นับเป็น 1 ครั้ง ปฏิบัติต่อเนื่องกันจนครบ 30 วินาที โดยพยายามยกให้ได้จำนวนครั้งมากที่สุด

ระเบียบการทดสอบ

ในการทดสอบจะไม่นับจำนวนครั้งในกรณีต่อไปนี้

1. ขาและลำตัวไม่เหยียดตรง
2. ยกบาร์เบลขึ้นไม่เต็มช่วงของการเคลื่อนไหวของการงอข้อศอก
3. เหยียดข้อศอกลดบาร์เบลลงแล้วแขนไม่อยู่ในตำแหน่งเริ่มต้น
4. ตุ้มน้ำหนักของบาร์เบลขณะยกขึ้นและวางลง ไม่อยู่ในระนาบเดียวกัน

การบันทึกคะแนน

บันทึกจำนวนครั้งที่ทำได้อย่างถูกต้องภายในเวลา 30 วินาที โดยให้ผู้รับการทดสอบทำการทดสอบเพียงครั้งเดียว

เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายสำหรับผู้สูงอายุอายุ 60-89 ปี

หน่วย: จำนวนครั้ง/ 30 วินาที

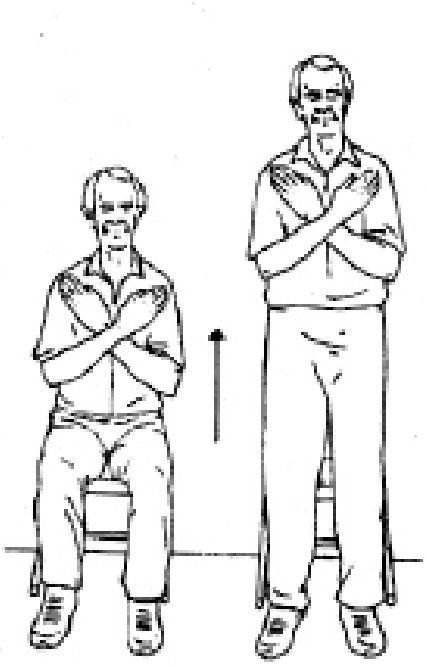
ช่วงอายุ (ปี)	รายการงอแขนยกน้ำหนัก 30 วินาที (30 Seconds Arm Curl)									
	เพศชาย					เพศหญิง				
	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	ดี	ดีมาก	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	ดี	ดีมาก
60 - 64	7 ลงมา	8 - 10	11 - 13	14 - 16	17 ขึ้นไป	7 ลงมา	8 - 10	11 - 13	14 - 16	17 ขึ้นไป
65 - 69	8 ลงมา	9 - 11	12 - 14	15 - 17	18 ขึ้นไป	7 ลงมา	8 - 9	10 - 11	12 - 13	14 ขึ้นไป
70 - 74	6 ลงมา	7 – 9	10 - 12	13 - 15	16 ขึ้นไป	6 ลงมา	7 - 8	9 - 10	11 - 12	13 ขึ้นไป
75 - 79	6 ลงมา	7 - 8	9 - 10	11 - 12	13 ขึ้นไป	6 ลงมา	7 - 8	9 - 10	11 - 12	13 ขึ้นไป
80 - 84	5 ลงมา	6 - 7	8 - 9	10 - 11	12 ขึ้นไป	6 ลงมา	7 - 8	9 – 10	11 - 12	13 ขึ้นไป
85 - 89	5 ลงมา	6 - 7	8 - 9	10 - 11	12 ขึ้นไป	6 ลงมา	7 - 8	9 - 10	11 - 12	13 ขึ้นไป

CHULALONGKORN UNIVERSITY

เกณฑ์มาตรฐานการทดสอบงอแขนยกน้ำหนัก 30 วินาที

ยืน-นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที

(30 Seconds chair stand)



การทดสอบ ยืน-นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที

วัตถุประสงค์การทดสอบ

เพื่อประเมินความแข็งแรงและความทนทานของกล้ามเนื้อขา

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. เก้าอี้ที่ที่มีพนักพิง สูง 17 นิ้ว (43.18 เซนติเมตร)
2. นาฬิกาจับเวลา 1/100 วินาที

วิธีการปฏิบัติ

1. จัดเก้าอี้สำหรับการทดสอบ ยืน-นั่ง ให้ติดผนัง ที่เรียบและมีความทนทาน เพื่อป้องกันการเลื่อนไหลของเก้าอี้

2. ให้ผู้รับการทดสอบนั่งบริเวณตรงกลางของเก้าอี้ (ไม่ชิดพนักพิง เพื่อให้สะดวกต่อการลุกขึ้นยืน) เท้าวางสัมผัสพื้นห่างกันประมาณช่วงไหล่ของผู้รับการทดสอบ เข่าทั้งสองข้างว่างห่างกันเล็กน้อยและให้ชี้ตรงไปข้างหน้าขนานกับแนวลำตัว หลังตรง แขนไขว้ประสานบริเวณอก มือทั้งสองข้างแตะไหล่ไว้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. เมื่อได้ยินสัญญาณ “เริ่ม” ให้ผู้รับการทดสอบลุกขึ้นจากเก้าอี้ยืนตรง ขาเหยียดตึง แล้วกลับลง นั่งในท่าเริ่มต้น นับเป็น 1 ครั้ง ปฏิบัติต่อเนื่องกันจนครบ 30 วินาที โดยปฏิบัติให้ได้จำนวนครั้งมากที่สุด

ระเบียบการทดสอบ

ผู้เข้ารับการทดสอบจะต้องปฏิบัติให้ได้จำนวนครั้งมากที่สุด ในระหว่างการทดสอบ การย่อตัวนั่งลงนั้น ปฏิบัติเพียงให้ต้นขาด้านหลังสัมผัสเก้าอี้ ไม่ลงน้ำหนักเต็มที่ แล้วรีบเหยียดเข่ายืนขึ้น ในการทดสอบจะไม่นับจำนวนครั้งในกรณีต่อไปนี้

1. ในขณะยืน ขาและลำตัวไม่เหยียดตรง
2. ในขณะนั่ง สะโพกและต้นข้าด้านหลังไม่สัมผัสเก้าอี้

การบันทึกคะแนน

บันทึกจำนวนครั้งที่ผู้เข้ารับการทดสอบลุกขึ้นยืนตรงและนั่งลงอย่างถูกต้อง ภายในเวลา 30 วินาที โดยให้ผู้รับการทดสอบปฏิบัติเพียงครั้งเดียว

เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายสำหรับผู้สูงอายุอายุ 60-89 ปี

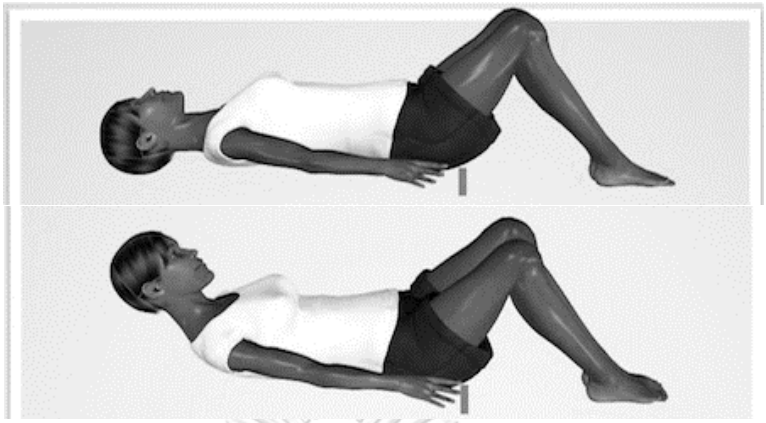
หน่วย: จำนวนครั้ง/ 30 วินาที

ช่วงอายุ (ปี)	รายการ ยืน-นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที (30 Seconds Chair Stand)									
	เพศชาย					เพศหญิง				
	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	ดี	ดีมาก	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	ดี	ดีมาก
60 - 64	19 ลงมา	20 - 24	25 - 29	30 - 34	35 ขึ้นไป	16 ลงมา	17 - 20	21 - 24	25 - 28	29 ขึ้นไป
65 - 69	19 ลงมา	20 - 25	26 - 31	32 - 37	38 ขึ้นไป	10 ลงมา	11 - 16	17 - 22	23 - 28	29 ขึ้นไป
70 - 74	17 ลงมา	18 - 23	24 - 29	30 - 35	36 ขึ้นไป	10 ลงมา	11 - 15	16 - 20	21 - 25	26 ขึ้นไป
75 - 79	14 ลงมา	15 - 20	21 - 26	27 - 32	33 ขึ้นไป	8 ลงมา	9 - 14	15 - 20	21 - 26	27 ขึ้นไป
80 - 84	13 ลงมา	14 - 17	18 - 21	22 - 25	26 ขึ้นไป	7 ลงมา	8 - 12	13 - 17	18 - 22	23 ขึ้นไป
85 - 89	12 ลงมา	13 - 16	17 - 20	21 - 24	25 ขึ้นไป	7 ลงมา	8 - 11	12 - 15	16 - 19	20 ขึ้นไป

เกณฑ์มาตรฐานการทดสอบ ยืน-นั่ง บนเก้าอี้ 30 วินาที

นอนหงาย ยกลำตัว 60 วินาที

(60 second crunch test)



เกณฑ์มาตรฐานการทดสอบ นอนหงาย ยกลำตัว 60 วินาที

วัตถุประสงค์การทดสอบ

เพื่อทราบความแข็งแรงของกล้ามแกนกลางลำตัว และเป็นท่าที่ปลอดภัยที่สุดสำหรับผู้สูงอายุ เนื่องจากไม่ต้องยกลำตัวสูงเหมือนท่าลุก-นั่ง (Sit up)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. นาฬิกาจับเวลา
2. เทปมาร์คระยะทาง
3. เบาะโยคะ

การเตรียมสถานที่สำหรับการทดสอบ

1. ให้ผู้วิจัยนอนราบบนเบาะโยคะโดยชันเข่า 90 องศา ฝ่าเท้าติดพื้น
2. วางแขนชิดลำตัว ฝ่ามือแนบติดพื้น แล้วใช้เทปมาร์ค
3. ทำการวัดจากจุดมาร์คลงไปหาปลายเท้า 6 นิ้ว แล้วนำเทปมาร์คระยะที่ต้องการ

วิธีการปฏิบัติ

1. นอนหงายชันเข่าทั้งสองข้าง 90 องศา ฝ่าเท้าติดพื้น
2. ปลายนิ้ววางข้างสะโพก โดยให้ปลายนิ้วตรงกับจุดมาร์คที่ 1
3. ให้ผู้สูงอายุยกไหล่และลำตัวขึ้นจากพื้น ประมาณ 30 องศาจากพื้น ให้ปลายนิ้วแตะไปยังมาร์คที่ 2 ที่ติดไว้
4. จับเวลา 60 วินาที และนับจำนวนครั้งที่ผู้ทดสอบทำได้ คือ นับเฉพาะที่นิ้วไปสัมผัสกับมาร์คที่ 2 เท่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การบันทึกคะแนน

บันทึกจำนวนครั้งที่ผู้เข้ารับการทดสอบนอนหงาย ยกลำตัวอย่างถูกต้อง ภายในเวลา 60 วินาที โดยให้ผู้รับการทดสอบปฏิบัติเพียงครั้งเดียว โดยใช้เกณฑ์อายุ 45 ปีขึ้นไป เนื่องจากท่า Crunch ยังไม่มีเกณฑ์สำหรับผู้สูงอายุ ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ซึ่งเป็นท่าที่เหมาะสำหรับผู้สูงอายุ เนื่องจากไม่มีแรงกระแทกบริเวณหลัง

เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายท่านอนหงาย ยกลำตัว

จำนวนครั้ง/60วินาที

ช่วงอายุ (ปี)	รายการ นอนหงาย ยกลำตัว 60 วินาที (Crunch test 60 seconds)							
	เพศชาย				เพศหญิง			
	ต่ำมาก	ต่ำ	ดี	ดีมาก	ต่ำมาก	ต่ำ	ดี	ดีมาก
< 35	15 - 29	30 - 44	45 - 59	> 60	10 - 24	25 - 39	40 - 49	> 50
35 - 44	10 - 24	25 - 39	40 - 49	> 50	6 - 14	15	25 - 39	> 40
> 45	5 - 14	15 - 24	25 - 39	> 40	4 - 9	10 - 14	15 - 29	> 30

เกณฑ์มาตรฐานการทดสอบนอนหงาย ยกลำตัว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลุก เดิน นั่ง ไป-กลับ

(8-feet up-and-go test)

ลุก เดิน นั่ง ไป-กลับ

วัตถุประสงค์การทดสอบ

เพื่อประเมินนการทรงตัวและความว่องไวของร่างกาย (Balance and agility) ซึ่งสำคัญมากต่อการเคลื่อนไหวในท่าต่าง ๆ การทรงตัวและการป้องกันอุบัติเหตุ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. นาฬิกาจับเวลา 1/100 วินาที
2. เทปวัดระยะทาง มีหน่วยเป็นฟุต
3. กรวยสำหรับฝึกซ้อมกีฬาสีส้ม ความสูง 7 นิ้ว จำนวน 1 อัน
4. เก้าอี้มีพนักพิงและมีที่พักแขน จำนวน 1 ตัว

วิธีการปฏิบัติ

1. ผู้ถูกทดสอบนั่งบนเก้าอี้ทดสอบ เมื่อได้ยินคำสั่ง “เริ่ม” ให้ลุกขึ้นยืนและเดินด้วย ความเร็วสูงสุดแต่ปลอดภัยเป็นระยะทาง 8 ฟุต (243.8400 เซนติเมตร) และหมุนตัวอ้อมกรวยกลับมานั่งที่เดิม

2. ผู้ทดสอบคอยเดินตามเพื่อระวังความปลอดภัย โดยเริ่มจับเวลาเมื่อได้ยินคำสั่ง “เริ่ม” และหยุดเวลาเมื่อหลังของผู้สูงอายุพิงพนักเก้าอี้บันทึกเวลาเป็นวินาที ทำการทดสอบ 2 ครั้ง แล้วบันทึกค่าทั้ง 2 ครั้งไว้ เพื่อเลือกค่าที่ดีที่สุดการบันทึกคะแน

3. หลังจากบันทึกเวลาที่ผู้สูงอายุทำการทดสอบเสร็จแล้ว และให้เลือกค่าเวลาที่ดีที่สุด และทำการประเมินผลตามเกณฑ์

เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายสำหรับผู้สูงอายุอายุ 60-89 ปี

หน่วย : วินาที

เกณฑ์ผู้สูงอายุชาย (วินาที)				เกณฑ์ผู้สูงอายุหญิง (วินาที)			
อายุ	ต่ำกว่าเกณฑ์	ค่าปกติ	สูงกว่าเกณฑ์	อายุ	ต่ำกว่าเกณฑ์	ค่าปกติ	สูงกว่าเกณฑ์
60-64	> 5.6	5.6 - 3.8	< 3.8	60-64	> 6.0	6.0 - 4.4	< 4.4
65-69	> 5.7	5.7 - 4.3	< 4.3	65-69	> 6.4	6.4 - 4.8	< 4.8
70-74	> 6.0	6.0 - 4.2	< 4.2	70-74	> 7.1	7.1 - 4.9	< 4.9
75-79	> 7.2	7.2 - 4.6	< 4.6	75-79	> 7.4	7.4 - 5.2	< 5.2
80-84	> 7.6	7.6 - 5.2	< 5.2	80-84	> 8.7	8.7 - 5.7	< 5.7
85-89	> 8.9	8.9 - 5.3	< 5.3	85-89	> 9.6	9.6 - 6.2	< 6.2

เกณฑ์มาตรฐานการทดสอบลุก เดิน นั่ง ไป-กลับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ญ

ชนิดของเครื่องมือในการวัดความแข็งแรงและองค์ประกอบของร่างกาย

วิธีการวัดองค์ประกอบของร่างกายมีหลายรูปแบบ ได้แก่ Body mass index(BMI), Girth test, Skinfold test, Hydrostatic weighing, **Bioelectrical Impedance Analysis (BIA),** Dual Energy X-ray Absorptiometry (DXA) เช่น

1. เครื่องมือวัดองค์ประกอบของร่างกาย

ในปี 1963 ได้พัฒนาวิธีการวัดความหนาแน่นของมวลกระดูกโดยใช้ Single Proton Absorptiometry – SPA แต่ในภายหลังจากมีการพัฒนาเทคนิค Dual Energy X-ray Absorptiometry – DEXA ขึ้นมาการวัดความหนาแน่นของกระดูกจึงทำได้ง่ายและแม่นยำมากยิ่งขึ้น (Cameron JR., 1963.)

Dual Energy X-ray Absorptiometry (DXA)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อห้ามและข้อจำกัดในการตรวจ (Contraindications and limitations)

1. หญิงตั้งครรภ์ ไม่ควรตรวจเนื่องจากยังไม่ได้พิสูจน์ว่าหญิงตั้งครรภ์ที่ได้รับการตรวจนี้จะได้รับประโยชน์จากผลตรวจเพียงพอแม้ว่าปริมาณรังสีจะได้รับจากการตรวจนี้จะมีปริมาณเพียงเล็กน้อยก็ตาม
2. ผู้ที่มีน้ำหนักมากเกินว่าเตียงตรวจจะรับได้
3. มีวัตถุในร่างกายที่ทำให้เกิด Artifact และมีสารเภสัชรังสีตกค้างในร่างกาย
4. ได้รับการตรวจด้วย Contrast media ในช่วงใกล้ก่อนการตรวจนี้

การเตรียมตัวก่อนการตรวจ

1. งดอาหาร (ยกเว้นน้ำ) ก่อนการตรวจอย่างน้อย 2 ชั่วโมง เพื่อให้การตรวจมี reproducibility สูงเนื่องจากการรับประทานอาหารก่อนการตรวจมีผลให้ค่า Total mass, Lean และ Fat mass ลดลง

2. ถอดเครื่องประดับทุกชนิดที่เป็นโลหะ เปลี่ยนเสื้อผ้าเป็นชุดที่ใช้ในการตรวจ และปัสสาวะก่อนการตรวจ
3. ชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูงด้วยเครื่องที่มีความแม่นยำสูงก่อนการตรวจทุกครั้ง

ขั้นตอนการตรวจ

1. ใส่ข้อมูลผู้ทั่วไปของเข้าร่วมการวิจัย
2. จัดท่าผู้เข้าร่วมวิจัยนอนบนเตียงตรวจโดยยึดตามวิธีที่แนะนำโดย National health and nutrition examination survey (NHANES) คือ ใบหน้ามองตรง คางอยู่ในมุมปกติ จัดให้วางฝ่ามือคว่ำลงและแยกห่างจากบริเวณลำตัวเล็กน้อย จัดแขนให้อยู่ในแนวตรงหรืออาจงอศอกได้เล็กน้อย
3. รัดข้อเท้าทั้งสองข้างได้ด้วยกันด้วยแผ่น Velcro เพื่อป้องกันการขยับขณะตรวจ และปล่อยเท้าในท่าปกติ
4. ทำการจับภาพ

ที่มา : อภิชญา คล้ายมนต์, 2558

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. เครื่องมือวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

Isokinetic dynamometer เป็นเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าและหน่วยประมวลผลข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ ในระหว่างการทดสอบผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยอยู่ในท่านั่ง ช่วยให้การวัดความแข็งแรงตลอดช่วงของการเคลื่อนไหว (Dilek Keskin, 2008)

Isokinetic dynamometer (Biodex, USA)

ขั้นตอนการทดสอบ

1. ผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนทำการอบอุ่นร่างกายเป็นเวลา 5 นาที (Warm up dynamic stretching)
2. ก่อนการทดสอบให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำความคุ้นเคยกับเครื่องทดสอบความแข็งแรง (Isokinetic dynamometer) ของแรงเหยียดขา (Quadriceps) แรงงอขา (Hamstring) แรงเหยียดแขน (Triceps) แรงงอแขน (Biceps) ที่ความเร็วเชิงมุมเท่ากับ 60 องศาต่อวินาที โดยผู้วิจัยจะอธิบายและสาธิตการเคลื่อนไหวของการทดสอบ และให้ซ้อมเสมือนจริงก่อนการทดสอบ โดยการออกแรงปานกลาง 3 ครั้ง และพัก 60 วินาทีหลังการซ้อม เมื่อมีการวัดจริงให้ผู้ทดสอบออกแรงสูงสุดเท่าที่จะทำได้ 3 ครั้ง
3. ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว กลุ่มงอลำตัว (Trunk flexor) และกลุ่มเหยียดลำตัว (Trunk extensor) โดยบันทึกค่าแรงสูงสุดที่กระทำในเชิงมุมขณะกล้ามเนื้อหดตัวอยู่กับที่ (Peak isometric torque) ที่ 0 องศา ค่าแรงสูงสุดที่กระทำในเชิงมุมขณะกล้ามเนื้อหดตัวด้วยความเร็วคงที่ ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว (Peak isometric torque) ที่ความเร็ว 120 องศาต่อวินาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. เมื่อทดสอบครบทุกท่า ผู้เข้าร่วมวิจัยทำการผ่านคลาย 5 นาที (Static stretching)

ที่มา : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา, 2562

3. เครื่องมือวัดแรงบีบมือ

การวัดแรงบีบมือเป็นการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมือผู้ทดสอบใช้มือบีบเครื่องมือ Hand grip dynamometer ยี่ห้อ Grip-D รุ่น T.K.K.5401 ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลคิดเป็นแรงบีบเป็นกิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม โดยให้กลุ่มตัวอย่างยืนลำตัวตรง แขนตรง และบีบให้แรงที่สุดข้างละ 2 ครั้ง ใช้ค่าที่ได้มากที่สุด ทำทั้ง 2 ข้าง

Hand grip strength

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การแปลผล : ค่ามาตรฐานแรงบีบมือต่อน้ำหนักตัว (กก./นน.ตัว) ของคนไทย

ชาย

แรงบีบมือต่อน้ำหนักตัว	อายุ (ปี)					
(กก./นน.ตัว)	17-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-72
ดีมาก	≥0.86	≥0.84	≥0.81	≥0.77	≥0.72	≥0.65
ดี	0.80-0.85	0.79-0.83	0.76-0.80	0.72-0.76	0.67-0.71	0.60-0.64
ปานกลาง	0.67-0.79	0.68-0.78	0.65-0.75	0.61-0.71	0.56-0.66	0.49-0.59
ต่ำ	0.61-0.66	0.63-0.67	0.60-0.64	0.56-0.60	0.51-0.55	0.44-0.48
ต่ำมาก	≤0.60	≤0.62	≤0.59	≤0.55	≤0.50	≤0.43

หญิง

แรงบีบมือต่อน้ำหนักตัว	อายุ (ปี)					
(กก./นน.ตัว)	17-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-72
ดีมาก	≥0.65	≥0.66	≥0.61	≥0.57	≥0.52	≥0.49
ดี	0.60-0.64	0.61-0.65	0.57-0.60	0.53-0.56	0.48-0.51	0.45-0.48
ปานกลาง	0.49-0.59	0.50-0.60	0.48-0.56	0.44-0.52	0.39-0.47	0.36-0.44
ต่ำ	0.44-0.48	0.45-0.49	0.44-0.47	0.40-0.43	0.35-0.38	0.32-0.35
ต่ำมาก	≤0.43	≤0.44	≤0.43	≤0.39	≤0.34	≤0.31

ค่ามาตรฐานแรงบีบมือต่อน้ำหนักตัว

ที่มา : ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา. เกณฑ์มาตรฐานสมรรถภาพทางกายของประชาชนไทย. การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2543.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4. เครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ และความดันโลหิต ด้วยเครื่องวัดความดัน (Digital blood pressure) ยี่ห้อจีอี (GE) รุ่น Carescape V100 Dinamap

Digital blood pressure

5. เครื่องมือวัดส่วนสูง

วัดส่วนสูงด้วยเครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกายยี่ห้อ จาวอน รุ่น , IOI 353

จาวอน รุ่น , IOI 353

ภาคผนวก ฎ

แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ

<u>คำชี้แจง</u> ขอให้ท่านผู้เชี่ยวชาญได้กรุณาแสดงความคิดเห็นของท่านที่มีต่อโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิมและโปรแกรมการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยสำหรับผู้สูงอายุ จากโครงการวิจัยเรื่องผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยที่มีต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุ โดยใส่เครื่องหมาย (/) ลงในช่องแสดงความคิดเห็นของท่านพร้อมเขียนข้อเสนอแนะ ที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาและปรับปรุงต่อไป

ข้อ	รายการ	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			
		(1)	(0)	(-1)	ข้อเสนอแนะ
โปรแกรมที่ใช้ฝึกในการทดลอง					
1.	อบรุ่นร่างกายด้วยท่ายืดเหยียดแบบเคลื่อนไหว 10 ท่า ท่าละ 10-20 ครั้ง				
2.	การฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม (Traditional resistance training) ความหนัก : 45 – 80 % of 1RM จำนวน : 10 – 14 ครั้ง พักระหว่างเซต : 120 วินาที สัปดาห์ละ : 2 ครั้ง ระยะเวลาในการฝึก : 12 สัปดาห์ ทั้งหมด 8 ท่าในกลุ่มทดลองที่ 1				
3.	การฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย (Cluster set resistance training) ความหนัก : 45 – 80 % of 1RM จำนวน : 14(7, 7), 12(6, 6), 10(5, 5) ครั้ง พักระหว่างการออกแรง : 20 วินาที พักระหว่างเซต : 100 วินาที สัปดาห์ละ : 2 ครั้ง ระยะเวลาในการฝึก : 12 สัปดาห์ ทั้งหมด 8 ท่าในกลุ่มทดลองที่ 1				
4.	คลายอุ่นร่างกายด้วยท่ายืดแบบหยุดนิ่งค้างไว้ 10 ท่า 10 – 20 วินาที				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เวลาที่ใช้ในการทดลอง					
5.	เวลาที่ในการอบอุ่นร่างกาย 10 นาที				
6.	เวลาที่ใช้ในการฝึกด้วยแรงต้านแบบดั้งเดิม 40 นาที ในกลุ่มทดลองที่ 1				
7.	เวลาที่ใช้ฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย 40 นาที ในกลุ่มทดลลองที่ 2				
8.	เวลาที่ใช้ในการคลายอุ่นร่างกาย 10 นาที				
ท่าที่ใช้ในโปรแกรมการฝึก					
9.	**ท่าอบอุ่นร่างกายแบบเคลื่อนไหว 10 ท่าดังนี้** 1. Alternating neck up and down 2. Alternating neck side extension 3. Alternating swing arms up and down 4. Swing lateral arms forward and backward 5. Alternating trunk twist 6. Single leg forward bent 7. Alternating pull knee to chest 8. Alternating pull ankle to hip 9. Seated leg butterfly 10. Seated alternating touch toe				
10.	**ท่าฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อย 8 ท่า ดังนี้** 1. DB Goblet squat 2. DB standing double arms row 3. DB Romanian deadlift 4. Bench press 5. Farmer step 6. DB standing wood chop 7. DB standing calf raises				

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

	8. DB hip thrust				
11.	**คลายอุ่นร่างกายแบบหยุดนิ่ง 10 ท่า ดังนี้** 1. Seated touch toe 2. Seated leg butterfly 3. Supine twist 4. Lean back ankle to hip 5. Pull knee to chest 6. Push upper body or cobra 7. Trunk lean side 8. Lateral shoulder stretch 9. Anterior shoulder stretch 10. Touch scapula				

ข้อเสนอแนะ ----------

(ลงชื่อ).....ผู้ประเมิน

(.....)

ลำดับ	รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
1.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์	0.51
2.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทิต มิตรานันท์	1
3.	อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย	0.94
4.	อาจารย์ ดร.สุทธิกร อาภานุกูล	0.70
5.	อาจารย์ ดร.นิรอมลี มะกาเจ	0.86
รวม		0.80

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. อาจารย์ ดร.ทศพร ยิ้มลมัย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. อาจารย์ ดร.สุทธิกร อาภานุกูล คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทิต มิตรานันท์ คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฏ

โปรแกรมการอบอุ่นร่างกายและคลายอุ่น

อบอุ่นร่างกาย (warm up)

การอบอุ่นร่างกาย เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับร่างกาย ก่อนที่จะออกกำลังกาย ด้วยการเดินเร็ว 5 นาที ทำให้กล้ามเนื้อเกิดความร้อนเพิ่มขึ้นและยืดหยุ่นตัวได้มากขึ้น จากนั้นทำท่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (Dynamic stretching) 20 ครั้งต่อท่า ทั้งหมด 10 ท่า ดังนี้

1. เงยหน้า ก้มหน้า (Alternating neck up and down)
2. เอียงคอซ้าย - ขวา (Alternating neck side extension)
3. แกว่งแขนขึ้น - ลง (Alternating swing arms up and down)
4. แกว่งแขนซ้าย - ขวา (Swing lateral arms forward and backward)
5. บิดตัวซ้าย - ขวา (Alternating trunk twists)
6. หุบเข่า เปิดเข่าหรือผีเสื้อ (Seated legs butterfly)
7. กางขาแตะปลายเท้า (Seated alternating touch toe)

หมายเหตุ : ท่าไหนที่ผู้สูงอายุท่านนั้นทำไม่ได้ ผู้วิจัยจะเปลี่ยนท่าให้เหมาะกับผู้สูงอายุท่านนั้น โดยให้ได้กล้ามเนื้อเดียวกัน

1. เงยหน้า ก้นหน้า (Alternating neck up and down)

เงยหน้า ก้นหน้า (Alternating neck up and down)

ขั้นตอนปฏิบัติ

1. ยืนตัวตรงยืดหน้าอก
2. ก้นหน้าลงสุด และเงยหน้าขึ้นสุดสลับกัน

ประโยชน์

1. ยืดและอบอุ่นกล้ามเนื้อบริเวณลำคอหน้าหลังและหลังส่วนบน

2. เอียงคอซ้าย - ขวา (Alternating neck side extension)

เอียงคอซ้าย - ขวา (Alternating neck side extension)

ขั้นตอนปฏิบัติ

1. ยืนตัวตรงยืดหน้าอก
2. เอียงศีรษะไปทางซ้ายและขวาสลับกัน

ประโยชน์

1. ยืดและอบอุ่นกล้ามเนื้อบริเวณลำคอด้านข้าง

3. แกว่งแขนขึ้น - ลง (Alternating swing arms up and down)

แกว่งแขนขึ้น - ลง (Alternating swing arms up and down)

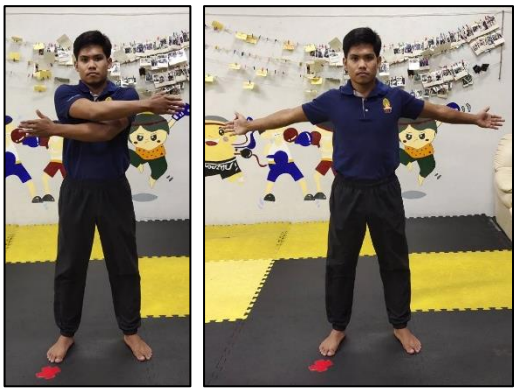
ขั้นตอนปฏิบัติ

1. ยืนตัวตรงยืดหน้าอก
2. ยกแขนซ้ายขวาขึ้นและลงสลับกัน

ประโยชน์

ยืดและอบอุ่นกล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่และลำตัว

4. แกว่งแขนซ้าย - ขวา (Swing lateral arms forward and backward)



แกว่งแขนซ้าย - ขวา (Swing lateral arms forward and backward)

ขั้นตอนปฏิบัติ

1. ยืนตัวตรงยืดหน้าอก
2. ยกแขนซ้ายขวาขึ้นขนานพื้น กางแขนและหุบเข้าสลับกัน

ประโยชน์

1. ยืดและอบอุ่นกล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่ด้านหน้าและหลัง ต้นแขนด้านหน้า หน้าอกและหลังส่วนบน

5. บิดตัวซ้าย - ขวา (Alternating trunk twists)

บิดตัวซ้าย - ขวา (Alternating trunk twists)

ขั้นตอนปฏิบัติ

1. ยืนตัวตรงยืดหน้าอก เอามือทั้งสองข้างแตะไปที่ไหล่
2. บิดลำตัวไปทางซ้ายและขวาสลับกัน

ประโยชน์

1. ยืดและอบอุ่นกล้ามเนื้อบริเวณแกนกลางลำตัว

6. หุบเข่า เปิดเข่าหรือผีเสื้อ (Seated legs butterfly)

หุบเข่า เปิดเข่าหรือผีเสื้อ (Seated legs butterfly)

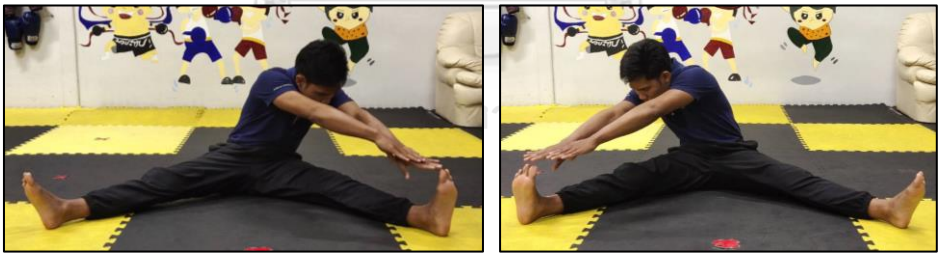
ขั้นตอนปฏิบัติ

1. นั่งตัวตรง ปลายเท้าประกบกัน และใช้มือทั้งสองข้างดึงปลายเข้าเข้าหาสะโพก
2. หุบเข่าขึ้นลง สลับกัน

ประโยชน์

1. ยืดและอบอุ่นกล้ามเนื้อบริเวณต้นขาด้านใน

7. กางขาแตะปลายเท้า (Seated alternating touch toe)



กางขาแตะปลายเท้า (Seated alternating touch toe)

ขั้นตอนปฏิบัติ

1. นั่งเหยียดขาทั้งสองข้างห้างกันประมาณสองช่วงไหล่
2. ประกบมือทั้งสองข้างเข้าหากัน และโน้มตัวไปแตะปลายเท้าสลับกัน

ประโยชน์

1. ยืดและอบอุ่นกล้ามเนื้อบริเวณต้นขาด้านหลังและหลังส่วนล่าง

คลายอุ่นร่างกาย (Cooldown)

การคลายอุ่นร่างกาย ทำให้กล้ามเนื้อผ่อนคลาย หลังจากการออกกำลังกาย ก็มีความสำคัญในการช่วยฟื้นสภาพร่างกายและกล้ามเนื้อจากความเมื่อยล้า (Recovery) ทำให้ร่างการกลับคืนสู่ภาวะปกติ ด้วยท่ายืดเหยียดแบบหยุ่ดนิ่งค้างไว้ (Static stretching) 20 วินาทีต่อท่า ทั้งหมด 10 ท่า ดังนี้

1. นั่งเท้าชิดแตะปลายเท้า (Seated touch toe)
2. นั่งกางเข่าก้มตัว (Seated legs butterfly)
3. นอนบิดตัว (Supine twist)
4. นอนดึงเข่าเข้าหาหน้าอก (Pull knee to chest)
5. บิดลำตัวซ้าย - ขวา (Trunk lean side)
6. ดึงศอกชิดลำตัวด้านหน้า (Lateral shoulder stretch)
7. มือไคว่หลังบีบศอก (Anterior shoulder stretch)
8. มือแตะสบักดึงศอก (Touch scapulae)

หมายเหตุ : ท่าไหนที่ผู้สูงอายุท่านนั้นทำไม่ได้ ผู้วิจัยจะเปลี่ยนท่าให้เหมาะกับผู้สูงอายุท่านนั้น โดยให้ได้กล้ามเนื้อเดียวกัน

1. นั่งเท้าชิดแตะปลายเท้า (Seated touch toe)

นั่งเท้าชิดแตะปลายเท้า (Seated touch toe)

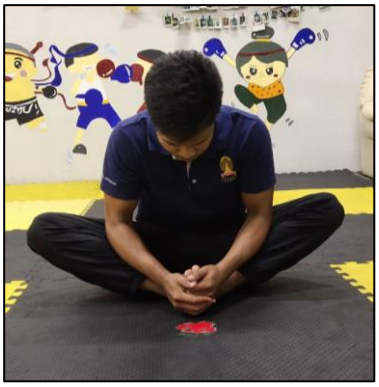
ขั้นตอนปฏิบัติ

1. นั่งเหยียดขาทั้งสองข้าง เท้าชิดกัน
2. ประกบมือทั้งสองข้างเข้าหากัน และโน้มตัวไปแตะปลาย

ประโยชน์

1. ยืดกล้ามเนื้อบริเวณต้นขาด้านหลังและหลังส่วนล่าง

2. นั่งกางเข่าก้มตัว (Seated legs butterfly)



นั่งกางเข่าก้มตัว (Seated legs butterfly)

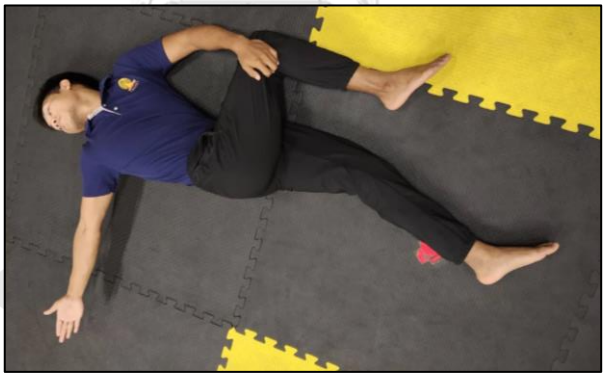
ขั้นตอนปฏิบัติ

1. นั่งตัวตรง ปลายเท้าประกบกัน และใช้มือทั้งสองข้างดึงปลายเข้าเข้าหาสะโพก
2. โน้มตัวไปข้างหน้า

ประโยชน์

1. ยืดกล้ามเนื้อบริเวณต้นขาด้านใน

3. นอนบิดตัว (Supine twist)



นอนบิดตัว (Supine twist)

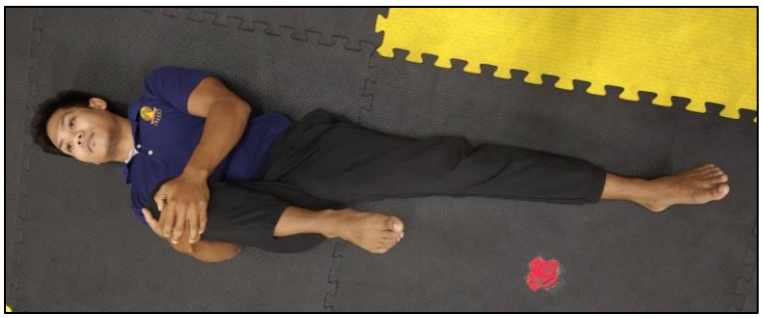
ขั้นตอนปฏิบัติ

1. นอนหงาย ชันเข่าซ้าย ขาขวาเหยียดตรง มือขวากดเข่าซ้ายลงมาทางด้านขวา
2. แขนซ้ายเหยียดตรงไปทางซ้าย หันหน้าไปทางซ้าย ทำทั้งสองข้าง

ประโยชน์

1. ยืดกล้ามเนื้อบริเวณลำตัวด้านข้าง ด้านหลังและสะโพกด้านนอก

4. นอนดึงเข่าเข้าหาหน้าอก (Pull knee to chest)



นอนดึงเข่าเข้าหาหน้าอก (Pull knee to chest)

ขั้นตอนปฏิบัติ

1. นอนเหยียดขาซ้าย แขนทั้งสองข้างดึงเข่าขวาเข้าหาหน้าอก
2. ทำทั้งสองข้าง

ประโยชน์

1. ยืดและอบอุ่นกล้ามเนื้อบริเวณก้นและหลังส่วนล่าง

5. บิดลำตัวซ้าย - ขวา (Trunk lean side)

บิดลำตัวซ้าย - ขวา (Trunk lean side)

ขั้นตอนปฏิบัติ

1. นั่งขัดสมาธิ ยกแขนซ้ายขึ้นเหนือศีรษะเหยียดตรง แขนขวาลดศอกลงไปค้ำพื้น
2. พยายามยืดแขนซ้ายไปทางขวาให้มากที่สุด ทำทั้งสองข้าง

ประโยชน์

1. ยืดและอบอุ่นกล้ามเนื้อบริเวณลำตัวด้านข้าง

6. ดึงศอกชิดลำตัวด้านหน้า (Lateral shoulder stretch)

ดึงศอกชิดลำตัวด้านหน้า (Lateral shoulder stretch)

ขั้นตอนปฏิบัติ

1. นั่งขัดสมาธิ ยกแขนซ้ายขึ้นตั้งฉาก นำแขนขวาสอดใต้แขนซ้าย
2. แขนขวาอยู่บริเวณศอกซ้าย จากนั้นดึงแขนซ้ายเข้าหาไหล่ขวา ทำทั้งสองข้าง

ประโยชน์

1. ยืดและอบอุ่นกล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่และหลังส่วนบน

7. มือไคว่หลังบีบศอก (Anterior shoulder stretch)

มือไคว่หลังบีบศอก (Anterior shoulder stretch)

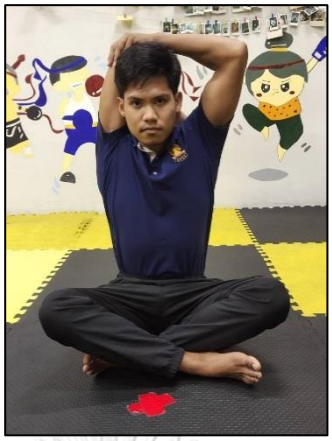
ขั้นตอนปฏิบัติ

1. นั่งขัดสมาธิ นำหลังมือทั้งสองข้างไปแตะที่หลังส่วนล่าง
2. พยายามบีบศอกทั้งสองข้างเข้าหากันไปด้านหนัง

ประโยชน์

ยืดและอบอุ่นกล้ามเนื้อบริเวณหัวไหล่และหน้าอก

8. มือแตะสบักดึงศอก (Touch scapulae)



มือแตะสบักดึงศอก (Touch scapulae)

ขั้นตอนปฏิบัติ

1. นั่งขัดสมาธิ แขนซ้ายยกขึ้นเหนือศีรษะ นำมือซ้ายไปแตะบริเวณสะบักขวา
2. นำมือขวาดึงศอกซ้ายไปทางขวา พยายามเงยหน้าขึ้น ทำทั้งสองข้าง

ประโยชน์

1. ยืดและอบอุ่นกล้ามเนื้อบริเวณต้นแขนด้านหลังและลำตัวด้านข้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฐ

ท่าฝึกด้วยแรงต้าน

ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการฝึกด้วยแรงต้านโดยใช้ท่าฝึกด้วยแรงต้านดังต่อไปนี้

1. การทดลองฝึกท่า ย่อยืน (Dumbbell goblet squat) ในผู้สูงอายุ

*ฝึกการเคลื่อนไหวด้วยท่า Goblet squat โดยไม่ใช้น้ำหนักจำนวน 10 ครั้ง 2 เซต พักระหว่างเซต 60 วินาที ก่อนการฝึก

การการทดลองฝึกท่า Dumbbell goblet squat ในผู้สูงอายุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ช่วงเวลาในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อหลัก

- ช่วงเริ่มต้น ถึง ช่วงปลาย 2 วินาที
- ช่วงปลาย ถึง ช่วงเริ่มต้น 2 วินาที

กล้ามเนื้อที่ทำงาน ได้แก่

กล้ามเนื้อหลัก (Primary muscles)

- Quadriceps

กล้ามเนื้อรอง (Secondary muscles)

- Glutes
- Abdominals
- Erector Spinae (Lower Back)
- Deltoids

- Forearms
- Deltoids

2. การทดลองฝึกท่า โน้มตัวดึงศอก (Dumbbell standing double arms row) ในผู้สูงอายุ

*ฝึกการเคลื่อนไหวด้วยท่า Standing double arms row โดยไม่ใช้น้ำหนักจำนวน 10 ครั้ง 2 เซต พักระหว่างเซต 60 วินาที ก่อนการฝึก

การการทดลองฝึกท่า Dumbbell standing doable arms row ในผู้สูงอายุ

ช่วงเวลาในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อหลัก

- ช่วงเริ่มต้น ถึง ช่วงปลาย 2 วินาที
- ช่วงปลาย ถึง ช่วงเริ่มต้น 2 วินาที

กล้ามเนื้อที่ทำงาน ได้แก่

กล้ามเนื้อหลัก (Primary muscles)

- Teres major
- Teres minor

กล้ามเนื้อรอง (Secondary muscles)

- Trapezius
- Latissimus dorsi
- Deltoid posterior
- Biceps
- Erector Spinae (Lower Back)
- Forearms

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3. การทดลองฝึกท่า โน้มตัวขึ้น – ลง (Dumbbell Romanian deadlift) ในผู้สูงอายุ

*ฝึกการเคลื่อนไหวด้วยท่า Romanian deadlift โดยไม่ใช้น้ำหนักจำนวน 10 ครั้ง 2 เซต พักระหว่างเซต 60 วินาที ก่อนการฝึก

การทดลองฝึกท่า Dumbbell Romanian deadlift ในผู้สูงอายุ

ช่วงเวลาในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อหลัก

- ช่วงเริ่มต้น ถึง ช่วงปลาย 2 วินาที
- ช่วงปลาย ถึง ช่วงเริ่มต้น 2 วินาที

กล้ามเนื้อที่ทำงาน ได้แก่

กล้ามเนื้อหลัก (Primary muscles)

- Hamstrings
- Glutes
- Erector Spinae (Lower Back)

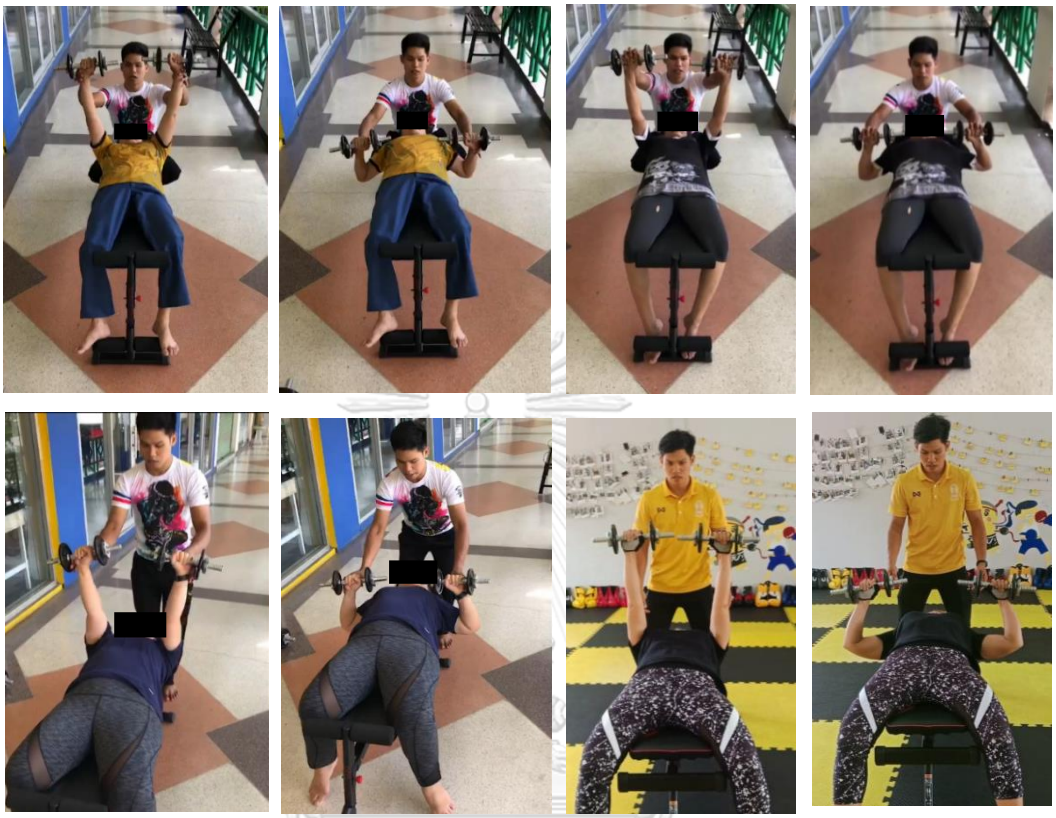
กล้ามเนื้อรอง (Secondary muscles)

- Middle and Upper Back
- Trapezius
- Abdominals
- Posterior deltoids
- Forearms

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4. การทดลองฝึกท่า นอนดันแขน (Dumbbell bench press) ในผู้สูงอายุ

*ฝึกการเคลื่อนไหวด้วยท่า Bench press โดยไม่ใช้น้ำหนักจำนวน 10 ครั้ง 2 เซต พักระหว่างเซต 60 วินาที ก่อนการฝึก



การทดลองฝึกท่า Dumbbell bench press ในผู้สูงอายุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ช่วงเวลาในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อหลัก

- ช่วงเริ่มต้น ถึง ช่วงปลาย 2 วินาที
- ช่วงปลาย ถึง ช่วงเริ่มต้น 2 วินาที

กล้ามเนื้อที่ทำงาน ได้แก่

กล้ามเนื้อหลัก (Primary muscles)

- Pectorals

กล้ามเนื้อรอง (Secondary muscles)

- Triceps
- Anterior deltoids
- Forearms

5. การทดลองฝึกท่า เดินขึ้น - ลง (Dumbbell Farmer step) ในผู้สูงอายุ

*ฝึกการเคลื่อนไหวด้วยท่า Farmer steps โดยไม่ใช้น้ำหนักจำนวน 10 ครั้ง 2 เซต พักระหว่างเซต 60 วินาที ก่อนการฝึก

การทดลองฝึกท่า Dumbbell Farmer step ในผู้สูงอายุ

ช่วงเวลาในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อหลัก

- ช่วงเริ่มต้น ถึง ช่วงปลาย 2 วินาที
- ช่วงปลาย ถึง ช่วงเริ่มต้น 2 วินาที

กล้ามเนื้อที่ทำงาน ได้แก่

กล้ามเนื้อหลัก (Primary muscles)

- Quadriceps

กล้ามเนื้อรอง (Secondary muscles)

- Calf
- Abdominals
- Deltoids
- Forearms

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6. การทดลองฝึกท่า ยืนแขย่ง (Dumbbell sitting calf raises) ในผู้สูงอายุ

*ฝึกการเคลื่อนไหวด้วยท่า standing calf raises โดยไม่ใช้น้ำหนักจำนวน 10 ครั้ง 2 เซต พักระหว่างเซต 60 วินาที ก่อนการฝึก

การทดลองฝึกท่า Dumbbell sitting calf raises ในผู้สูงอายุ

ช่วงเวลาในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อหลัก

- ช่วงเริ่มต้น ถึง ช่วงปลาย 2 วินาที
- ช่วงปลาย ถึง ช่วงเริ่มต้น 2 วินาที

กล้ามเนื้อที่ทำงาน ได้แก่

กล้ามเนื้อหลัก (Primary muscles)

- Calf

กล้ามเนื้อรอง (Secondary muscles)

- Abdominal
- Deltoids
- Forearms

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ฑ

เอกสารประชาสัมพันธ์

ขอเชิญชวนอาสาสมัครเข้าร่วมโครงการวิจัย

เรื่อง

ผลของการฝึกด้วยแรงต้านแบบแบ่งเซตย่อยที่มีต่อการทำงานของกล้ามเนื้อและการทรงตัวในผู้สูงอายุ

คุณสมบัติผู้เข้าร่วมการทดสอบ ดังนี้

1. เป็นผู้สูงอายุเพศชายและเพศหญิง อายุ 60 – 69 ปี
2. ไม่มีโรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ ลมชัก และกล้ามเนื้ออ่อนแรง ภาวะสมองเสื่อม (Dementia) หรือความพกพร่องในด้านของการรู้คิด เป็นต้น
3. ไม่ได้ออกกำลังกายด้วยแรงต้าน อย่างน้อยในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา
4. ไม่มีประวัติการบาดเจ็บของกระดูกและกล้ามเนื้อจากอุบัติเหตุและการเล่นกีฬาอย่างรุนแรงจนต้องเข้ารับการรักษาทางการแพทย์ก่อนเข้าร่วมงานวิจัยอย่างน้อย 6 เดือน
5. มีความสมัครใจและยินยอมให้เข้าร่วมการวิจัย

(การวิจัยครั้งนี้มีค่าตอบแทนมาทดสอบแก่ผู้เข้าร่วมวิจัย ท่านละ 200 บาท)

สิ่งที่ผู้เข้าร่วมการทดสอบได้รับ

1. วัดมวลกระดูก กล้ามเนื้อ ไขมัน
2. ทดสอบการทำงานและความแข็งของกล้ามเนื้อ
3. ผู้ที่ผ่านการทดสอบ จะ ได้เข้าร่วมการฝึกตามโปรแกรมออกกำลังกายเป็นระยะเวลา 3 เดือน (2 วันต่อสัปดาห์)

ผู้สนใจเข้าร่วมโครงการวิจัยสามารถสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่

คุณธนศ จินดา เบอร์โทรศัพท์ 088-686-0782

แขนงวิชาสรีรวิทยาการออกกำลังกาย คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Aghil, H., Mahnaz, S., & Hamid Reza, B. (2020). The Diabetes Mellitus-Related Problems among Diabetic Elderly [article]. *Iranian Journal of Health, Safety and Environment*, 7(1), 1403-1407. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsdoj&AN=edsdoj.5be946d79ec34338b9e376cc97cb7797&site=eds-live

Assantachai, P., Praditsuwan, R., Chatthanawaree, W., Pisalsarakij, D., & Thamlikitkul, V. (2003). Risk factors for falls in the Thai elderly in an urban community. *J Med Assoc Thai*, 86(2), 124-130.

Band, M. M., Sumukadas, D., Struthers, A. D., Avenell, A., Donnan, P. T., Kemp, P. R., Smith, K. T., Hume, C. L., Hapca, A., & Witham, M. D. (2018). Leucine and ACE inhibitors as therapies for sarcopenia (LACE trial): study protocol for a randomised controlled trial [Journal article]. *Trials*, 19, 1-N.PAG. https://doi.org/10.1186/s13063-017-2390-9

Bompa, T. O., & Carrera, M. (2005). *Periodization training for sports* (2nd ed.) [Non-fiction]. Human Kinetics. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat05085a&AN=chu.b1844368&site=eds-live

Botton, C. E., Umpierre, D., Rech, A., Pfeifer, L. O., Machado, C. L. F., Teodoro, J. L., Dias, A. S., & Pinto, R. S. (2018). Effects of resistance training on neuromuscular parameters in elderly with type 2 diabetes mellitus: A randomized clinical trial [Article]. *Experimental Gerontology*, 113, 141-149. https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.10.001

Campbell, A. J., Robertson, M. C., Gardner, M. M., Norton, R. N., Tilyard, M. W., & Buchner, D. M. (1997). Randomised Controlled Trial of a General Practice Programme of Home Based Exercise to Prevent Falls in Elderly Women [research-article]. *BMJ: British Medical Journal*, 315(7115), 1065-1069. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsjsr&AN=edsjsr.25176059&site=eds-live

Chen, Y., Niu, M. e., Zhang, X., Qian, H., Xie, A., & Wang, X. (2018). Effects of home-based lower limb resistance training on muscle strength and functional status in

stable Chronic obstructive pulmonary disease patients. *Journal of Clinical Nursing (John Wiley & Sons, Inc.)*, 27(5-6), e1022-e1037. https://doi.org/10.1111/jocn.14131

Cheol-Jin, K., Suk Min, L., & You Lim, K. (2016). Effects of elastic-band resistance exercise on balance, mobility and gait function, flexibility and fall efficacy in elderly people. In (Vol. 28, pp. 3189-3196): Society of Physical Therapy Science.

Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., Martin, F. C., Michel, J. P., Rolland, Y., Schneider, S. M., Topinková, E., Vandewoude, M., & Zamboni, M. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*, 39(4), 412-423. https://doi.org/10.1093/ageing/afq034

Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Topinkova, E., Vandewoude, M., Visser, M., & Zamboni, M. (2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*, 48(1), 16-31. https://doi.org/10.1093/ageing/afy169

Cuevas-Trisan, R. (2017). Balance Problems and Fall Risks in the Elderly. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 28(4), 727-737. https://doi.org/10.1016/j.pmr.2017.06.006

Dantas, F. F. O., Brasileiro-Santos, M. d. S., Batista, R. M. F., do Nascimento, L. S., Castellano, L. R. C., Ritti-Dias, R. M., Lima, K. C., & Santos, A. d. C. (2016). Effect of Strength Training on Oxidative Stress and the Correlation of the Same with Forearm Vasodilatation and Blood Pressure of Hypertensive Elderly Women: A Randomized Clinical Trial. *PloS one*, 11(8), e0161178. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161178

de Sousa, E. C., Abrahin, O., Ferreira, A. L. L., Rodrigues, R. P., Alves, E. A. C., & Vieira, R. P. (2017). Resistance training alone reduces systolic and diastolic blood pressure in prehypertensive and hypertensive individuals: meta-analysis. *Hypertens Res*, 40(11), 927-931. https://doi.org/10.1038/hr.2017.69

Dos Santos, L., Ribeiro, A. S., Nunes, J. P., Tomeleri, C. M., Nabuco, H. C. G., Nascimento, M. A., Sugihara Junior, P., Fernandes, R. R., Campa, F., Toselli, S., Venturini, D., Barbosa, D. S., Sardinha, L. B., & Cyrino, E. S. (2020). Effects of Pyramid Resistance-Training System with Different Repetition Zones on Cardiovascular Risk Factors in Older Women: A Randomized Controlled Trial. *International journal of*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

environmental research and public health, 17(17). https://doi.org/10.3390/ijerph17176115

Edwén, C. E., Thorlund, J. B., Magnusson, S. P., Slinde, F., Svantesson, U., Hulthén, L., & Aagaard, P. (2014). Stretch-shortening cycle muscle power in women and men aged 18-81 years: Influence of age and gender. *Scand J Med Sci Sports*, 24(4), 717-726. https://doi.org/10.1111/sms.12066

Fielding, R. A., LeBrasseur, N. K., Cuoco, A., Bean, J., Mizer, K., & Singh, M. A. F. (2002). High‐velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(4), 655-662.

Fields, Z. T. (2016). *Resistance Training : Principles, Adaptations and Health Effects* [Book]. Nova Science Publishers, Inc. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=1345710&site=eds-live

Fox, E. L., Bowers, R. W., & Foss, M. L. (1989). *The physiological basis of physical education and athletics*. William C Brown Pub.

Gambassi, B. B., da Penha Carnevali, M., de Oliveira, D. C., Costa, M., Melo, C. D., Furtado Almeida, A. E. A., Ribeiro, D. A. F., Santos, P. R., Schwingel, P. A., & de Jesus Furtado Almeida, F. (2019). Effects of a 4-Exercise Resistance Training Protocol on the Muscle Strength of the Elderly. *Journal of Exercise Physiology Online*, 30-36. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edo&AN=134763375&site=eds-live

García Ramos, A., González-Hernández, J., Baños Pelegrin, E., Castaño, A., Capelo-Ramírez, F., Boullosa, D., Haff, G., & Jimenez-Reyes, P. (2017). Mechanical and Metabolic Responses to Traditional and Cluster Set Configurations in the Bench Press Exercise. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 34. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002301

Giallauria, F., Cittadini, A., Smart, N. A., & Vigorito, C. (2016). Resistance training and sarcopenia. *Monaldi Arch Chest Dis*, 84(1-2), 738. https://doi.org/10.4081/monaldi.2015.738

Gibala, M. (2002). Dietary protein, amino acid supplements, and recovery from exercise. *Sports Science Exchange*, 15(4), 1-4.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Haff, G., Burgess, S. J., & Stone, M. (2008). Cluster training: theoretical and practical applications for the strength and conditioning professional. *Prof. Strength and Cond.*, 12, 12-17.

Häkkinen, K., Pakarinen, A., Kraemer, W. J., Häkkinen, A., Valkeinen, H., & Alen, M. (2001). Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *Journal of applied physiology*, 91(2), 569-580.

Hardee, J. P., Lawrence, M. M., Zwetsloot, K. A., Triplett, N. T., Utter, A. C., & McBride, J. M. (2013). Effect of cluster set configurations on power clean technique. *J Sports Sci*, 31(5), 488-496. https://doi.org/10.1080/02640414.2012.736633

Hardee, J. P., Triplett, N. T., Utter, A. C., Zwetsloot, K. A., & McBride, J. M. (2012). Effect of interrepetition rest on power output in the power clean. *J Strength Cond Res*, 26(4), 883-889. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182474370

Hewston, P., & Deshpande, N. (2018). Fear of Falling and Balance Confidence in Older Adults With Type 2 Diabetes Mellitus: A Scoping Review. *Can J Diabetes*, 42(6), 664-670. https://doi.org/10.1016/j.jcjd.2018.02.009

Higbie, E. J., Cureton, K. J., Warren III, G. L., & Prior, B. M. (1996). Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. *Journal of applied physiology*, 81(5), 2173-2181.

Janssen, I. (2010). Evolution of sarcopenia research. *Appl Physiol Nutr Metab*, 35(5), 707-712. https://doi.org/10.1139/h10-067

Koo, J., & Cowgill, D. O. (1986). Health care of the aged in Korea. *Soc Sci Med*, 23(12), 1347-1352. https://doi.org/10.1016/0277-9536(86)90297-2

Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., & French, D. N. (2002). Resistance training for health and performance. *Current sports medicine reports*, 1(3), 165-171.

Lawton, T., Cronin, J., Drinkwater, E., Lindsell, R., & Pyne, D. (2004). The effect of continuous repetition training and intra-set rest training on bench press strength and power. *J Sports Med Phys Fitness*, 44(4), 361-367.

Le Huec, J. C. (2016). Answers to the Letters to the Editor of P. Lambert et al. and L. G. Czaplewski concerning "Prospective study using anterior approach did not show association between Modic 1 changes and low grade infection in lumbar spine" by

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Rigal J, Thelen T, Byrne F, Cogniet A, Boissière L, Aunoble S, Le Huec JC (Eur Spine J [2016]; 25(4):1000-5. doi:10.1007/s00586-016-4396-5). *Eur Spine J*, 25(10), 3381-3382. https://doi.org/10.1007/s00586-016-4754-3

Lexell, J. (1995). Human aging, muscle mass, and fiber type composition. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 50 *Spec No*, 11-16. https://doi.org/10.1093/gerona/50a.special_issue.11

Lopez, P., Pinto, R. S., Radaelli, R., Rech, A., Grazioli, R., Izquierdo, M., & Cadore, E. L. (2018). Benefits of resistance training in physically frail elderly: a systematic review. *Aging Clin Exp Res*, 30(8), 889-899. https://doi.org/10.1007/s40520-017-0863-z

Maria Pia, F., Pietro Enrico di, P., & Valentina, C. (2008). Influence of phosphagen concentration on phosphocreatine breakdown kinetics. Data from human gastrocnemius muscle. In (Vol. 105, pp. 158-164): American Physiological Society.

Mayer, F., Scharhag-Rosenberger, F., Carlsohn, A., Cassel, M., Müller, S., & Scharhag, J. (2011). The intensity and effects of strength training in the elderly. *Dtsch Arztebl Int*, 108(21), 359-364. https://doi.org/10.3238/arztebl.2011.0359

Medicine, A. C. o. S. (2013). *ACSM's health-related physical fitness assessment manual*. Lippincott Williams & Wilkins.

Moore, D. R., Burgomaster, K. A., Schofield, L. M., Gibala, M. J., Sale, D. G., & Phillips, S. M. (2004). Neuromuscular adaptations in human muscle following low intensity resistance training with vascular occlusion. *Eur J Appl Physiol*, 92(4-5), 399-406. https://doi.org/10.1007/s00421-004-1072-y

Morales-Artacho, A. J., Padial, P., García-Ramos, A., Pérez-Castilla, A., & Feriche, B. (2018). Influence of a cluster set configuration on the adaptations to short-term power training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(4), 930-937.

Morrow, T. J., Paulson, P. E., Brewer, K. L., Yezierski, R. P., & Casey, K. L. (2000). Chronic, selective forebrain responses to excitotoxic dorsal horn injury. *Exp Neurol*, 161(1), 220-226. https://doi.org/10.1006/exnr.1999.7246

Müller, D. C., Izquierdo, M., Boeno, F. P., Aagaard, P., Teodoro, J. L., Grazioli, R., Radaelli, R., Bayer, H., Neske, R., Pinto, R. S., & Cadore, E. L. (2020). Adaptations in mechanical muscle function, muscle morphology, and aerobic power to high-intensity endurance training combined with either traditional or power strength

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

training in older adults: a randomized clinical trial. *European journal of applied physiology*, 120(5), 1165-1177. https://doi.org/10.1007/s00421-020-04355-z

Nair, K. S. (2005). Aging muscle. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(5), 953-963. https://doi.org/10.1093/ajcn/81.5.953

Niemann, M. J., Tucker, L. A., Bailey, B. W., & Davidson, L. E. (2020). Strength Training and Insulin Resistance: The Mediating Role of Body Composition. *Journal of diabetes research*, 2020, 7694825. https://doi.org/10.1155/2020/7694825

Okamoto, R., & Mizukami, K. (2018). [The effective of facial exercises on the mental health in elderly adults]. *Nihon Ronen Igakkai Zasshi*, 55(1), 74-80. https://doi.org/10.3143/geriatrics.55.74

Paldus, B., Morrison, D., Zaharieva, D. P., Lee, M. H., Jones, H., Obeyesekere, V., Lu, J., Vogrin, S., La Gerche, A., McAuley, S. A., MacIsaac, R. J., Jenkins, A. J., Ward, G. M., Colman, P., Smart, C. E. M., Seckold, R., King, B. R., Riddell, M. C., & O'Neal, D. N. (2022). A Randomized Crossover Trial Comparing Glucose Control During Moderate-Intensity, High-Intensity, and Resistance Exercise With Hybrid Closed-Loop Insulin Delivery While Profiling Potential Additional Signals in Adults With Type 1 Diabetes. *Diabetes care*, 45(1), 194-203. https://doi.org/10.2337/dc21-1593

Papa, E. V., Dong, X., & Hassan, M. (2017). Resistance training for activity limitations in older adults with skeletal muscle function deficits: a systematic review. *Clin Interv Aging*, 12, 955-961. https://doi.org/10.2147/cia.S104674

Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Sánchez-Medina, L., Sanchis-Moysi, J., Dorado, C., Mora-Custodio, R., Yáñez-García, J. M., Morales-Alamo, D., Pérez-Suárez, I., & Calbet, J. (2017). Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 27(7), 724-735.

Pazan, F., & Wehling, M. (2021). Polypharmacy in older adults: a narrative review of definitions, epidemiology and consequences. *Eur Geriatr Med*, 12(3), 443-452. https://doi.org/10.1007/s41999-021-00479-3

Power S.K and Dodd S.L. (2009). *Total fitness and wellness*. Pearson education.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Pyka, G., Lindenberger, E., Charette, S., & Marcus, R. (1994). Muscle strength and fiber adaptations to a year-long resistance training program in elderly men and women. *Journal of gerontology*, 49(1), M22-M27.

Ramirez-Campillo, R., Alvarez, C., Garcìa-Hermoso, A., Celis-Morales, C., Ramirez-Velez, R., Gentil, P., & Izquierdo, M. (2018). High-speed resistance training in elderly women: Effects of cluster training sets on functional performance and quality of life. *Exp Gerontol*, 110, 216-222. https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.06.014

Rubenstein, L. Z. (2006). Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing*, 35 *Suppl* 2, ii37-ii41. https://doi.org/10.1093/ageing/afl084

Steves, C. J., Bird, S., Williams, F. M., & Spector, T. D. (2016). The Microbiome and Musculoskeletal Conditions of Aging: A Review of Evidence for Impact and Potential Therapeutics. *J Bone Miner Res*, 31(2), 261-269. https://doi.org/10.1002/jbmr.2765

Sun, F., Norman, I. J., & While, A. E. (2013). Physical activity in older people: a systematic review. *BMC Public Health*, 13, 449. https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-449

Tardif, N., Grip, J., & Rooyackers, O. (2017). Muscle metabolism. *Curr Opin Crit Care*, 23(4), 264-268. https://doi.org/10.1097/mcc.0000000000000426

Tavares, G. M. S., Pacheco, B. P., Gottlieb, M. G. V., Müller, D. V. K., & Santos, G. M. (2020). Interaction between cognitive status, fear of falling, and balance in elderly persons [Article]. *Clinics*, 75. https://doi.org/10.6061/clinics/2020/e1612

Terra, D. F., Mota, M. R., Rabelo, H. T., Bezerra, L. M., Lima, R. M., Ribeiro, A. G., Vinhal, P. H., Dias, R. M., & Silva, F. M. (2008). Reduction of arterial pressure and double product at rest after resistance exercise training in elderly hypertensive women. *Arq Bras Cardiol*, 91(5), 299-305. https://doi.org/10.1590/s0066-782x2008001700003

Theou, O., Jones, G. R., Overend, T. J., Kloseck, M., & Vandervoort, A. A. (2008). An exploration of the association between frailty and muscle fatigue [Article]. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism*, 33(4), 651-665. https://doi.org/10.1139/H08-058

Tokmakidis, S. P., Kalapotharakos, V. I., Smilios, I., & Parlavantzas, A. (2009). Effects of detraining on muscle strength and mass after high or moderate intensity of resistance

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

training in older adults. *Clin Physiol Funct Imaging*, 29(4), 316-319. https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2009.00866.x

Tomeleri, C. M., Marcori, A. J., Ribeiro, A. S., Gerage, A. M., Padilha, C. S., Schiavoni, D., Souza, M. F., Mayhew, J. L., do Nascimento, M. A., Venturini, D., Barbosa, D. S., & Cyrino, E. S. (2017). Chronic Blood Pressure Reductions and Increments in Plasma Nitric Oxide Bioavailability. *Int J Sports Med*, 38(4), 290-299. https://doi.org/10.1055/s-0042-121896

Topp, R., Mikesky, A., Dayhoff, N. E., & Holt, W. (1996). Effect of resistance training on strength, postural control, and gait velocity among older adults. 5(4), 407. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsgao&AN=edsgcl.19067940&site=eds-live

Trisirirat, S. (2013). *Osteoporosis : Complicated Problems of the Elderly* [article]. Faculty of Medical, Khon Kaen University. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ir01309a&AN=thaijo.article.14155&site=eds-live https://www.tci-thaijo.org/index.php/SRIMEDJ/article/view/14155/12927 https://www.tci-thaijo.org/index.php/SRIMEDJ/article/view/14155

Tufano, J. J., Halaj, M., Kampmiller, T., Novosad, A., & Buzgo, G. (2018). Cluster sets vs. traditional sets: Levelling out the playing field using a power-based threshold. *PloS one*, 13(11), e0208035-e0208035. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208035

Weisser, B., Preuss, M., & Predel, H. G. (2009). [Physical activity for prevention and therapy of internal diseases in the elderly]. *Med Klin (Munich)*, 104(4), 296-302. https://doi.org/10.1007/s00063-009-1055-1 (Körperliche Aktivität und Sport zur Prävention und Therapie von inneren Erkrankungen im Seniorenalter.)

Witham, M. D., Achison, M., Aspray, T. J., Avenell, A., Band, M. M., Donnan, P. T., George, J., Hapca, A., Hume, C., Kemp, P., Pilvinyte, K., Sayer, A. A., Smith, K. T., Struthers, A. D., & Sumukadas, D. (2021). Recruitment strategies for sarcopenia trials: lessons from the LACE randomized controlled trial. *JCSM Rapid Communications*, 4(2), 93-102. https://doi.org/10.1002/rco2.38

Yamamoto, S., Hotta, K., Ota, E., Mori, R., & Matsunaga, A. (2016). Effects of resistance training on muscle strength, exercise capacity, and mobility in middle-aged and

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

elderly patients with coronary artery disease: A meta-analysis. *J Cardiol*, 68(2), 125-134. https://doi.org/10.1016/j.jjcc.2015.09.005

Ziff, M., & Stark, R. J. (2017). How to assess tendon reflexes of the lower limb in the elderly. *J Neurol Sci*, 372, 196-200. https://doi.org/10.1016/j.jns.2016.11.044

กองนิติการ. (2004). คำอธิบายพระราชบัญญัติคุ้มครองเด็ก พ.ศ.2546 พระราชบัญญัติผู้สูงอายุ พ.ศ. 2546 พระราชบัญญัติส่งเสริมการจัดสวัสดิการสังคม พ.ศ.2546 [Non-fiction]. เทพเพ็ญวานิสย์. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat05085a&AN=chu.b1716185&site=eds-live

กุล. (2564). การ พัฒนา รูป แบบ การ ส่งเสริม พฤติกรรม การ ดูแล สุขภาพ ของ ผู้ สูงอายุ ตำบล วอ แก้ว อำเภอ ห้างฉัตร จังหวัด ลำปาง. วารสาร วิทยาลัย สงฆ์ นคร ลำปาง, 10(2), 54-66.

เกียรติ, ค. ณ. น. ป., & วรรธนะ, ร. ร. ว. ส. ม. (2016). การ พัฒนา รูป แบบ กิจกรรม ทาง กาย เพื่อ เสริม สร้าง ความ สามารถ ใน การ รับ รู้ การ เคลื่อนไหว และ สมรรถภาพ ทาง กลไก สำหรับ นักเรียน ที่ มี ความ บกพร่อง ทางการ มอง เห็น. จันทร เกษม สาร, 22(43), 93-106.

คณาจารย์ ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. (2557). สรีรวิทยา. เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น.

ความรู้เกี่ยวกับผู้สูงอายุ. (2006). [Non-fiction Government documents]. คณะกรรมการส่งเสริมและประสานงานผู้สูงอายุแห่งชาติ. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat05085a&AN=chu.b1753197&site=eds-live

ความสอดคล้องของแผนผู้สูงอายุแห่งชาติ ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2545-2564) กับพระราชบัญญัติผู้สูงอายุ พ.ศ.2546. (2004). [Non-fiction]. สำนักส่งเสริมและพิทักษ์ผู้สูงอายุ สำนักงานส่งเสริมสวัสดิภาพและพิทักษ์เด็ก เยาวชน ผู้ด้อยโอกาส คนพิการ และผู้สูงอายุ. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat05085a&AN=chu.b1759526&site=eds-live

เจริญ, ก. (2002). หลักการและเทคนิคการฝึกกรีฑา (พิมพ์ครั้งที่ 1. ed.) [Non-fiction Government documents]. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat05085a&AN=chu.b1604216&site=eds-live

ดรุณวรรณ สุขสม. (2552). การบาดเจ็บจากการกีฬา (*Vol* 1). สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นับถือตรง, อ., & บุปผาชาติ, ด. (2019). กิจกรรมทางกายเพื่อสุขภาพผู้สูงอายุ ยุค 4.0 [article Peer-reviewed Article
บทความที่ผ่านการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ]. วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธรจังหวัดขอนแก่น. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ir01309a&AN=thaijo.article.224551&site=eds-live
https://www.tci-thaijo.org/index.php/jhscph/article/view/224551
บัวงาม, น., & นาถะพินธุ, ก. (2018). *Factors Correlated to Accidental and Health Problems in Elderly in Pak Nam Sub-district, MueangSamutprakan District, Samutprakan* [article
Peer review article
บทความมีผู้ประเมิน]. สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่7 ขอนแก่น. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ir01309a&AN=thaijo.article.156349&site=eds-live
https://www.tci-thaijo.org/index.php/jdpc7kk/article/view/156349/113722
https://www.tci-thaijo.org/index.php/jdpc7kk/article/view/156349
บูรณสรรพวิทธิ์, ศ., ศุภวิบูลย์, ม., & ศิลาเลิศเดชกุล, ส. (2013). ผลการฝึกกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวที่มีต่อความแข็งแรง และการทรงตัวในผู้สูงอายุ. In. Thailand, Australia: วารสารคณะพลศึกษา.
มานะ, ศ. (2552). การพัฒนาเครื่องฝึกการทรงตัวโดยใช้เกมส์คอมพิวเตอร์สำหรับผู้สูงวัยและผู้ป่วยที่มีความผิดปกติในการทรงตัว [Thesis, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. CUIR. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ir01978a&AN=cuir.123456789.18039&site=eds-live
http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/18039
วิพรรณ ประจวบเหมาะ, บ. (2012). สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ.2554 (พิมพ์ครั้งที่ 1. ed.) [Non-fiction]. มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย (มส.ผส.). https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat05085a&AN=chu.b2044784&site=eds-live
สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. 2559 = *Situation of the Thai elderly* 2016. (2017). (พิมพ์ครั้งแรก ed.) [Non-fiction]. สถาบันวิจัยประชากรและสังคม. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat05085a&AN=chu.b2177463&site=eds-live
สถิติผู้สูงอายุของประเทศไทย. (1998). (พิมพ์ครั้งที่ 1. ed.) [Non-fiction

Government documents]. กองคลังข้อมูลและสนเทศสถิติ สำนักงานสถิติแห่งชาติ. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat05085a&AN=chu.b1506659&site=eds-live

สนธยา สีละมาด และดุจเดือน สีละมาด. (2551). การฝึกด้วยน้ำหนัก. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์.

สมนึก, ก. (2006). กายภาพบำบัดในผู้สูงอายุ (พิมพ์ครั้งที่ 2. ed.) [Non-fiction Government documents]. คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat05085a&AN=chu.b1752482&site=eds-live

สมศักดิ์, ช. (2012). สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. 2553 (พิมพ์ครั้งแรก ed.) [Non-fiction]. มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat05085a&AN=chu.b1900834&site=eds-live

สร้อยแสง, ล., คมพยัคฆ์, จ., & นทีธนสมบัติ, ก. (2014). การศึกษาแนวทางการป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุ ชุมชนมิตรภาพพัฒนา *A Study of Fall Prevention Guideline in Older Adult Living in Mitraphappatana Community* [article]. วิทยาลัยพยาบาลกองทัพบก. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ir01309a&AN=thaijo.article.18441&site=eds-live https://www.tci-thaijo.org/index.php/JRTAN/article/view/18441/16216 https://www.tci-thaijo.org/index.php/JRTAN/article/view/18441

สรุปผลที่สำคัญการสำรวจประชากรสูงอายุในประเทศไทย พ.ศ. 2554. (2012). [Non-fiction]. สำนักงานสถิติแห่งชาติ. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat05085a&AN=chu.b1935645&site=eds-live

อ่อนศรี, ป., & อุไรเลิศ, อ. (2018). บทบาทพยาบาลในการสร้างเสริมสุขภาพผู้สูงอายุ ; The Role of the Nurses in Elderly Health Promotion [article in journal/newspaper]. *Journal of The Royal Thai Army Nurses; Vol* 19 *No* 2 (2018): *May - August;* 55-62 *;* วารสารพยาบาลทหารบก*; Vol* 19 *No* 2 (2018): *May - August*. https://chula.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.C46C370B&site=eds-live

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายธเนศ จินดา
วัน เดือน ปี เกิด	26 มกราคม 2539
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลสุราษฎร์ธานี
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น: โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย นครปฐม (พระตำหนักสวนกุหลาบมัธยม) สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย: สาขาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนเทพลีลา กรุงเทพมหานครฯ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี: ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ
ที่อยู่ปัจจุบัน	143/80 หมู่บ้านศุภาลัยโมด้า ปิ่นเกล้า-พุทธมณฑลสาย3 ถ.สำเร็จพัฒนา ต.ศาลากลาง อ.บางกรวจ กทม. 11130
รางวัลที่ได้รับ	ด้านกีฬา : - รางวัลรองชนะเลิศอันดับ1 การแข่งขัน Spatan race ระยะ Beast ปี 2018 - การแข่งขันไตรกีฬาและวิ่งหลายรายการ อาทิ เช่น การแข่งขันภูเก็ตมินิมาราธอน, สมุทรสาครมินิมาราธอน, Extera thiathlon - การแข่งขันจักรยานเสือภูเขาหลายรายการ อาทิ เช่น การแข่งขันจักรยานเสือภูเขาชิงแชมป์ภาคเหนือ, การแข่งขันจักรยานเสือภูเขาชิงแชมป์ประเทศไทย ด้านดนตรี : - รางวัลชนะเลิศการแข่งขันดนตรีไทยประเภทเครื่องเป่าเดี่ยว ระดับภูมิภาค, ระดับประเทศ ในรายการศรทอง - รางวัลชนะเลิศการแข่งขันดนตรีไทยประเภทวง อาทิ เช่น เครื่องสาย, มโหรี หลายรายการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University