

ผลของการฝึกต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียมต่อสารชีวเคมีของ
กระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในหญิงสูงอายุ

นางสาวนิศากร ตันติวิบูลชัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF MUAY THAI AEROBIC DANCE TRAINING WITH VITAMIN D AND CALCIUM
SUPPLEMENTATION ON BIOCHEMICAL BONE MARKERS, HEALTH-RELATED PHYSICAL
FITNESS AND BODY BALANCE IN THE ELDERLY WOMEN

Miss Nisakorn Tantiwiboonchai



A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Sports Science
Faculty of Sports Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2014
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วย วิตามินดี และแคลเซียมต่อสารชีวเคมีของกระดูก สุข สมรรถนะ และการทรงตัวในหญิงสูงอายุ
โดย	นางสาวนิศากร ตันติวิบูลชัย
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร.ถนนอมวงค์ กฤษณ์เพ็ชร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ นายแพทย์พงศ์ศักดิ์ ยุกตะนันท์

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทிரารณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุจิตรา สุคนธ์ทรัพย์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ศาสตราจารย์ ดร.ถนนอมวงค์ กฤษณ์เพ็ชร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์พงศ์ศักดิ์ ยุกตะนันท์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ดร.ณรรณ สุขสม)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวดี ลีมีงส์สวัสดิ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ราตรี เรืองไทย)

นิตสาร ดันติวิบูลย์ : ผลของการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียมต่อสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในหญิงสูงอายุ (EFFECTS OF MUAY THAI AEROBIC DANCE TRAINING WITH VITAMIN D AND CALCIUM SUPPLEMENTATION ON BIOCHEMICAL BONE MARKERS, HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS AND BODY BALANCE IN THE ELDERLY WOMEN) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ศ. ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพชร, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: รศ. นพ.พงศ์ศักดิ์ ยุกตะนันท์, 206 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม ต่อสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในหญิงสูงอายุ กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครผู้สูงอายุเพศหญิง อายุระหว่าง 60-77 ปี ที่อาศัยอยู่ในสถานสงเคราะห์คนชรา จำนวน 40 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง ฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม (MADC) จำนวน 20 คน และกลุ่มควบคุม ได้รับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม (DC) จำนวน 20 คน กลุ่มตัวอย่างทุกคนได้รับวิตามิน D₂ ขนาด 20,000 IU/สัปดาห์ และแคลเซียมคาร์บอเนต ขนาด 1,000 มก./วัน โดยให้รับประทานหลังอาหารเช้า กลุ่มทดลองฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกได้รับการฝึก 3 ครั้ง/สัปดาห์ ครั้งละ 40 นาที เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ ที่ระดับความหนัก 60-75% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด โดยใช้เครื่องรับสัญญาณชีพจรเป็นเครื่องบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย ส่วนในกลุ่มควบคุมสามารถดำเนินกิจกรรมประจำวันได้ตามปกติ การทดสอบค่าสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัว ทำการทดสอบก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 16 สัปดาห์ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที่แบบรายคู่ และวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ผลการวิจัยพบว่า:

1. การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลอง (MADC) และกลุ่มควบคุม (DC) หลังการทดลอง 16 สัปดาห์ พบว่า ค่าการสลายของกระดูก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก สุขสมรรถนะในด้านความอ่อนตัว ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขนและขา ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต และการทรงตัว มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบก่อน และหลังการทดลอง 16 สัปดาห์ พบว่า ค่าการสลายของกระดูกในกลุ่ม MADC และกลุ่ม DC ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง ลดลง 27.2% และ 14.0% ตามลำดับ) ในกลุ่ม MADC พบว่า ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก ลดลง 5.3% การนั่งงอตัวเพิ่มขึ้น 32.2% แรงบีบมือ เพิ่มขึ้น 14.5% การนั่งงอแขน เพิ่มขึ้น 20.6% การลุกนั่งเก้าอี้ เพิ่มขึ้น 36.6% สมรรถภาพการใช้ ออกซิเจน เพิ่มขึ้น 16.8% การยืนขาเดียว เพิ่มขึ้น 74.2% และการลุกยืนและเดิน 3 เมตร ลดลง 20.8%) ส่วนในกลุ่ม DC พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในด้านสรีรวิทยาพื้นฐาน สุขสมรรถนะ และการทรงตัว

สรุปได้ว่า: การเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมมีประสิทธิภาพในการลดการสลายของกระดูกมากกว่าการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมอย่างเดียว รวมทั้งทำให้สุขสมรรถนะ และการทรงตัวดีขึ้น ซึ่งสามารถลดความเสี่ยงของการหกล้มในหญิงสูงอายุได้

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา
ปีการศึกษา 2557

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม

5478608339 : MAJOR SPORTS SCIENCE

KEYWORDS: MUAY THAI AEROBIC DANCE / VITAMIN D / CALCIUM / BIOCHEMICAL BONE MARKERS / HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS / BODY BALANCE

NISAKORN TANTIWIBOONCHAI: EFFECTS OF MUAY THAI AEROBIC DANCE TRAINING WITH VITAMIN D AND CALCIUM SUPPLEMENTATION ON BIOCHEMICAL BONE MARKERS, HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS AND BODY BALANCE IN THE ELDERLY WOMEN. ADVISOR: PROF. THANOMWONG KRITPET, Ph.D., CO-ADVISOR: ASSOC. PROF. PONGSAK YUKTANANDANA, M.D., 206 pp.

The purpose of this study was to investigate the effects of Muay Thai aerobic dance with vitamin D and calcium supplementation on biochemical bone markers, health-related physical fitness and body balance in elderly women. Forty elderly women who live in nursing home residents' age 60-77 years old were voluntarily participated in the study. The subjects were divided into two groups: the experimental group performing Muay Thai aerobic dance and received supplementation (MADC, n=20) and the control group received only supplementation (DC, n=20). All subjects in the both groups took vitamin D₂ 20,000 IU/wk and calcium carbonate 1,000 mg/d after meal in the morning. The Muay Thai aerobic dance group wore heart rate monitor equipment during the exercise. The MADC group worked out 3 times a week, 40 minutes a day for 16 weeks with intensity of 60-75 % of maximum heart rate. The DC group engaged in routine physical activity. Biochemical bone markers, health-related physical fitness and body balance were collected before and after 16 weeks. The obtained data were analyzed in terms of mean, standard deviation, paired t test and one way analysis of covariance with the significant level of 0.05.

The results were as follow:

1. After 16 weeks of training, bone resorption marker (CTx), systolic blood pressure, health-related physical fitness: flexibility, muscle strength and endurance of leg and arm, cardiorespiratory fitness and body balance had significant difference between the experimental group (MADC) and the control group (DC).

2. Before and after 16 weeks of training, bone resorption marker in the MADC and DC groups were significantly decreased (27.2% and 14.0% respectively). Health-related physical fitness and body balance in MADC group were significantly improved (systolic blood pressure = -5.3%, sit and reach = 32.2%, hand grip = 14.5%, arm curl = 20.6%, chair sit to stand = 36.6%, peak VO₂ = 16.8%, single leg stand = 74.2% and time up and go = -20.8%) but there were no significant changes in the DC group.

In conclusion: The Muay Thai aerobic dance with supplementation are more effective to reduce bone resorption than supplementation's without exercise, including improve health-related physical fitness and body balance that may reduce the risk of falls in elderly women.

Field of Study: Sports Science

Academic Year: 2014

Student's Signature

Advisor's Signature

Co-Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับคำแนะนำ คำปรึกษา และความเมตตาจาก รศ.ศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ นายแพทย์พงศ์ศักดิ์ ยุกตะนันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง ไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุจิตรา สุคนธ์ทรัพย์ รองศาสตราจารย์ ดร.ดรณวรรณ สุขสม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวดี ลีมีงสวัสดิ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ราตรี เรืองไทย คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ข้อคิด คำแนะนำ และตรวจแก้ไข ปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ ส่งผลทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้อง และมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ปัญญา ไข่มุก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชรภรณ์ อาจารย์ ดร.นายแพทย์ฉกาจ ผ่องอักษร อาจารย์ วิชิต ชี้เจริญ และ ดร.สุตา กาญจนระวีชัย ผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้ให้ความกรุณาในการตรวจพิจารณาเครื่องมือ ให้ข้อคิดเห็น และคำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา ทุกท่านที่ให้ความรู้และคำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆที่ดีเสมอมา รวมทั้งคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา และบัณฑิตวิทยาลัย กองทุนรัชดาภิเษกสมโภชสำหรับทุนในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ นายแพทย์วิทยา ศรีมาตา และคุณโศภิตศจี ปสาทรัตน์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการพิเศษรวม ตึก อปร.11 คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บริษัท เบอร์ลี ยุคเกอร์ จำกัด (มหาชน) ศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุ (บ้านบางแค 1 และจังหวัดปทุมธานี) และบ้านพักคนชรา มูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์ รวมทั้งเจ้าหน้าที่คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้คำปรึกษา เอื้อเฟื้อสถานที่ และอุปกรณ์สำหรับการทำวิจัย และคอยอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้สูงอายุ ที่เข้าร่วมโครงการวิจัยทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอด และขอขอบคุณเพื่อนๆ รวมทั้งรุ่นพี่ และรุ่นน้อง คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาที่ให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจให้เสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ ทุกคนในครอบครัว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นายสุฤทธิ์ และนางนันทา ตันติวิบูลชัย บิดา และมารดาที่ให้การสนับสนุนในเรื่องการศึกษา ให้คำแนะนำ อบรมสั่งสอน ตลอดจนเป็นแบบอย่างที่ดีในการดำรงชีวิต และเป็นกำลังใจที่สำคัญยิ่ง ส่งผลทำให้สามารถประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ฎ
สารบัญแผนภูมิ.....	ฏ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	7
สมมติฐานของการวิจัย.....	7
ขอบเขตของการวิจัย.....	7
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	9
ข้อจำกัดของการวิจัย.....	9
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	9
ประโยชน์ที่จะได้รับ	11
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
เอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	13
พัฒนาการของวัยสูงอายุ.....	13
โรคกระดูกพรุน (Osteoporosis).....	16
การวินิจฉัยโรคกระดูกพรุน.....	21
การประเมินโดยการตรวจวัดทางชีวเคมีของกระดูก (Biochemical bone markers).....	23

ฮอร์โมนพาราไทรอยด์ (Parathyroid hormone).....	31
แนวทางในการป้องกัน และรักษาโรคกระดูกพรุน.....	32
วิตามินดี (Vitamin D).....	33
แคลเซียม (Calcium).....	39
สุขสมรรถนะ (Health-related physical fitness).....	41
การทรงตัว (Body balance).....	43
การออกกำลังกายในผู้สูงอายุ.....	43
การเต้นแอโรบิก (Aerobic dance).....	44
การเต้นแบบมวยไทยแอโรบิก (Muay Thai aerobic dance).....	46
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	49
งานวิจัยภายในประเทศ	49
งานวิจัยในต่างประเทศ.....	53
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	68
ประชากร.....	68
กลุ่มตัวอย่าง	68
เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย	69
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	70
การเก็บรวบรวมข้อมูล	72
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	74
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	82
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	102
สรุปผลการวิจัย.....	103

อภิปรายผลการวิจัย.....	103
ข้อเสนอแนะ.....	112
รายการอ้างอิง.....	113
ภาคผนวก.....	127
ภาคผนวก ก ใบรับรองโครงการวิจัย.....	128
ภาคผนวก ข ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากร หรือผู้มีส่วนร่วมในโครงการวิจัย.....	129
ภาคผนวก ค หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย.....	141
ภาคผนวก ง แบบคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....	145
ภาคผนวก จ แบบสอบถามประวัติสุขภาพ.....	146
ภาคผนวก ฉ ข้อมูลประวัติสุขภาพ.....	148
ภาคผนวก ช ผลประเมินในการตรวจสอบค่าความตรงเชิงเนื้อหา.....	150
ภาคผนวก ซ ผลการศึกษานำร่อง (Pilot study).....	154
ภาคผนวก ฌ การเต้นมวยไทยแอโรบิก.....	155
ภาคผนวก ฎ การทดสอบค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา สุขสมรรถนะ และการทรงตัว.....	174
ภาคผนวก ฏ แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบ.....	187
ภาคผนวก ฐ ข้อมูลการเต้นมวยไทยแอโรบิก 16 สัปดาห์.....	189
ภาคผนวก ฑ ความพึงพอใจในการออกกำลังกายมวยไทยแอโรบิกของผู้เข้าร่วมโครงการ.....	190
ภาคผนวก ท ตัวอย่างบันทึกข้อความขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล และยืมอุปกรณ์การวิจัย ...	191
ภาคผนวก ฒ เครื่องนับก้าว.....	195
ภาคผนวก ณ Vitamin D และ Calcium สำหรับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย.....	196
ภาคผนวก ด รายละเอียดผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว.....	197
ภาคผนวก ต สรุปข้อมูลการรับประทานอาหาร.....	204
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	206

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 สรุปสารทางชีวเคมีของวงจรการสลายกระดูกเก่าและการสร้างกระดูกใหม่ (Biochemical markers of bone turnover).....	26
ตารางที่ 2 แสดงค่าปกติของระดับ Bone markers ในสตรีวัยเจริญพันธุ์.....	27
ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยของ Bone markers ในสตรีวัยหมดประจำเดือน.....	27
ตารางที่ 4 แสดงวิธีการคำนวณเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของการสร้างของกระดูก.....	28
ตารางที่ 5 แสดงการแบ่งสภาวะวิตามินออกเป็นกลุ่มต่างๆ ตามระดับความเข้มข้นของ 25(OH)D ในกระแสเลือด.....	37
ตารางที่ 6 แสดงระดับวิตามินดีในเลือดที่มีความสัมพันธ์กับสุขภาพ และการป้องกันโรค (Health Benefits and Disease Incidence Prevention Related to Serum 25(OH)D Level).....	38
ตารางที่ 7 แสดงปริมาณวิตามินดีที่ควรได้รับ [Adequate Intake (AI) Tolerable Upper Limit (UL) Recommendations by IOM and Reasonable Daily Allowance and Safe Upper Levels (SUL) for Vitamin D Based on Published Literature].....	39
ตารางที่ 8 แสดง Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D.....	40
ตารางที่ 9 ระดับความหนักในการออกกำลังกาย.....	44
ตารางที่ 10 แสดงท่ามวยไทยพื้นฐาน.....	47
ตารางที่ 11 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ วิตามินดี และแคลเซียม ภายในประเทศ.....	57
ตารางที่ 12 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกาย.....	59
ตารางที่ 13 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องรับประทานยา วิตามินดี และแคลเซียม.....	64
ตารางที่ 14 รูปแบบการเดินมวยไทยแอโรบิก สำหรับผู้สูงอายุ.....	78
ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของข้อมูลพื้นฐาน ของกลุ่มทดลองฝึกเดินมวย ไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม: MADC และกลุ่มควบคุม ได้รับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม: DC.....	83

- ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยการใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t test) การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (ANCOVA) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของสารชีวเคมีในเลือด ระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 16 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม: MADC และกลุ่มควบคุมได้รับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม: DC 84
- ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยการใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t test) การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (ANCOVA) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของ ข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา ระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 16 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม 86
- ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยการใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t test) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของสุขสมรรถนะ และการทรงตัว ระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 16 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม 87

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 แสดงความหนาแน่นของกระดูกของเพศหญิงในวัยต่างๆ.....	16
รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบต่างๆของคอลลาเจน.....	25



สารบัญแผนภูมิ

	หน้า
แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	67
แผนภูมิที่ 2 สรุปขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	81
แผนภูมิที่ 3 ค่าเฉลี่ยของการสลายของกระดูก.....	90
แผนภูมิที่ 4 ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก	90
แผนภูมิที่ 5 ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพัก.....	91
แผนภูมิที่ 6 ค่าเฉลี่ยของการนั่งอตัว	91
แผนภูมิที่ 7 ค่าเฉลี่ยของมือแตะกันด้านหลัง (ข้างขวาอยู่ด้านบน).....	92
แผนภูมิที่ 8 ค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวของข้อต่อ-ท่างอข้อไหล่ (ข้างขวา)	92
แผนภูมิที่ 9 ค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวของข้อต่อ-ท่างอข้อไหล่ (ข้างซ้าย).....	93
แผนภูมิที่ 10 ค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวของข้อต่อ-ท่างอข้อสะโพก (ข้างขวา)	93
แผนภูมิที่ 11 ค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวของข้อต่อ-ท่างอข้อสะโพก (ข้างซ้าย)	94
แผนภูมิที่ 12 ค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวของข้อต่อ-ท่ากางข้อสะโพก (ข้างขวา).....	94
แผนภูมิที่ 13 ค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวของข้อต่อ-ท่ากางข้อสะโพก (ข้างขวา).....	95
แผนภูมิที่ 14 ค่าเฉลี่ยของแรงบีบมือ (ข้างขวา)	95
แผนภูมิที่ 15 ค่าเฉลี่ยของแรงบีบมือ (ข้างซ้าย).....	96
แผนภูมิที่ 16 ค่าเฉลี่ยของการนั่งอแขน-30 วินาที (ข้างขวา)	96
แผนภูมิที่ 17 ค่าเฉลี่ยของการนั่งอแขน-30 วินาที (ข้างซ้าย).....	97
แผนภูมิที่ 18 ค่าเฉลี่ยของการลุกนั่ง-เก้าอี้ 30 วินาที.....	97
แผนภูมิที่ 19 ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน (Peak VO ₂).....	98
แผนภูมิที่ 20 ค่าเฉลี่ยของการยืนขาเดียว (ข้างขวา).....	98
แผนภูมิที่ 21 ค่าเฉลี่ยของการยืนขาเดียว (ข้างซ้าย).....	99

แผนภูมิที่ 22 ค่าเฉลี่ยของการลุกยืนและเดิน 3 เมตร.....	99
แผนภูมิที่ 23 สรุปลักษณะการเปลี่ยนแปลงของกระดูกจากการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิก	100
แผนภูมิที่ 24 สรุปลักษณะการเปลี่ยนแปลงของกระดูกจากการเสริมด้วยวิตามินดี (20,000 IU/wk) และ แคลเซียม (1,000 mg/d).....	101



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันผู้สูงอายุทั่วโลกมีแนวโน้มสูงมากขึ้น จากข้อมูลขององค์การอนามัยโลกพบว่า ในระหว่างปี ค.ศ. 2000-2050 สัดส่วนของประชากรผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 60 ปี จะเพิ่มขึ้น 2 เท่า จาก 11% เป็น 22 % ถ้าคำนวณเป็นจำนวนคนแล้วพบว่าจะเพิ่มจาก 605 ล้านคน เป็น 2 พันล้านคน (WHO, 2012; โชติชัย สุวรรณภรณ์, 2555) จากข้อมูลสำนักงานสถิติแห่งชาติในปี 2553 มีประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทยประมาณ 8.5 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 13 (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2553) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็น 22 ล้านคน ในปี 2593 หรือประมาณ 1 ใน 4 ของประชากรทั้งหมดในประเทศ (Plianbangchang, 2012) ดังนั้นการเตรียมความพร้อมสำหรับการเปลี่ยนแปลงสู่สังคมผู้สูงอายุจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

การเปลี่ยนแปลงในผู้สูงอายุจะเกิดการเปลี่ยนแปลงในทางที่เสื่อมลงทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ และสังคม (แสงจันทร์ ทองมาก, 2541) ความเสื่อมทางด้านร่างกายทั้งระบบทางเดินหายใจ ระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบกระดูกข้อและกล้ามเนื้อ ฯลฯ ปัญหาความเสื่อมดังกล่าวส่งต่อสุขภาพของผู้สูงอายุทำให้เกิดโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น โรคสมองเสื่อม โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน และโรคกระดูกพรุน เป็นต้น (สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, 2549) การเปลี่ยนแปลงทางด้านโครงสร้างร่างกายทำให้ผู้สูงอายุมีสมรรถภาพทางกายที่ด้อยลง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและกระดูก ระบบประสาทสัมผัสต่างๆ และการรับรู้สึกรู้ทำงานได้ไม่ดี ทำให้การรับรู้ตำแหน่งของการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Proprioception) บกพร่องซึ่งมีผลต่อการควบคุมการเคลื่อนไหว และการรักษาท่าทาง ส่งผลให้ความสามารถในการทรงตัวลดลง เสี่ยงต่อการหกล้มมากขึ้น (ประวิตร เจนวรรณระกุล, 2551)

โรคกระดูกพรุนเกิดจากกระดูกมีความหนาแน่นลดลง ทำให้รูปร่างมีการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะบริเวณกระดูกสันหลังที่เกิดการยุบตัวมากขึ้น ข้อมูลจากองค์การอนามัยโลกพบว่าความชุกของภาวะโรคกระดูกพรุนในผู้หญิงในกลุ่มช่วงอายุ 60-69 ปี 70-79 และมากกว่า 80 ปี จะเพิ่มขึ้นร้อยละ 8, 25 และ 48 ตามลำดับ ในปีพ.ศ.2544 มีการรายงานความชุกของกระดูกบางและโรคกระดูกพรุนในหญิงไทย พบว่าในกลุ่มที่มีอายุ 60-69 ปี มีความชุกของภาวะกระดูกบางที่บริเวณกระดูกคอสะโพก (Femoral neck) มากกว่าร้อยละ 50 และในกลุ่มที่มีอายุ 70 ปีขึ้นไป พบว่ามีความชุกของภาวะโรคกระดูกพรุนบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอว (Lumbar spine, L1-L4) มากกว่าร้อยละ 57 (ราชวิทยาลัยแพทย์ออร์โธปิดิกส์แห่งประเทศไทยและมูลนิธิโรคกระดูกพรุนแห่งประเทศไทย)

ไทย, 2553) โรคกระดูกพรุนเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดกระดูกหักในผู้สูงอายุ เมื่อพิจารณาแยกเป็นแต่ละส่วนของร่างกาย พบว่า กระดูกหักที่ข้อมือเริ่มมากขึ้นเมื่ออายุ 50 ปีขึ้นไป ตามด้วยกระดูกสันหลังเมื่ออายุ 60 ปีขึ้นไป และกระดูกสะโพกเมื่ออายุ 70 ปีขึ้นไป (สมชาย เอื้อรัตน์วงศ์, 2544) ปัญหาหลักของการเกิดภาวะกระดูกหักในผู้สูงอายุเกิดจากการหกล้มของผู้สูงอายุที่มีภาวะโรคกระดูกพรุน และพบว่าอุบัติการณ์การเกิดกระดูกหักบริเวณสะโพกจะเพิ่มจาก 1.7 ล้านคน ในปี ค.ศ. 1999 เป็น 6.3 ล้านคน ในปี ค.ศ. 2050 (WHO, 1999) มีการประเมินว่าอุบัติการณ์กระดูกสะโพกหักในผู้หญิงจะลดลงได้ถึง ร้อยละ 50 ถ้าสามารถชะลอการสูญเสียของเนื้อกระดูกในสตรีวัยหมดประจำเดือน (ประเสริฐ อัสสันตชัย, 2544)

สาเหตุของการเกิดโรคกระดูกพรุนนั้นมีหลายปัจจัย ทั้งด้านพันธุกรรม ฮอโมน อายุ เพศ การใช้ยา โรคประจำตัว พฤติกรรมการบริโภค และพฤติกรรมสุขภาพ (พงศศักดิ์ ยุกตะนันท์, 2550; อรุษา เทพพิสัย, 2547; เอื้อมพร สกุลแก้ว, 2549) และเมื่อพิจารณาชนิดของโรคกระดูกพรุนโดยจำแนกออกเป็น ประเภทที่ 1 คือ โรคกระดูกพรุนที่พบในสตรีวัยหมดประจำเดือนซึ่งเป็นผลมาจากการขาดฮอโมนเอสโตรเจน และประเภทที่ 2 คือ โรคกระดูกพรุนที่พบในผู้สูงอายุซึ่งเป็นผลมาจากการสร้างวิตามินดี (1, 25-dihydroxyvitamin D) ลดลงทำให้มีการดูดซึมแคลเซียมลดลง ระดับแคลเซียมในเลือดลดลง และเกิดภาวะฮอโมนพาราไทรอยด์สูงขึ้น (Secondary hyperparathyroidism) ซึ่งมีผลทำให้เกิดการสลายแคลเซียมในกระดูก ส่งผลต่อความหนาแน่นของกระดูกลดลง นำไปสู่การเกิดโรคกระดูกพรุน (นิมิต เตชไกรชนะ, 2543; สมนึก กุลสถิตพร, 2549)

ภาวะการขาดวิตามินดีเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นทั่วโลกซึ่งสาเหตุมาการรับประทานอาหารที่ไม่เพียงพอ การหลีกเลี่ยง หรือสถานการณ์ไม่เอื้ออำนวยต่อการสัมผัสแสงแดด รวมทั้งความเสี่ยงของร่างกายทำให้มีการสร้าง และการดูดซึมวิตามินดีลดลง (Micozzi and Maryland, 2008) มีศึกษาเกี่ยวกับการขาดวิตามินดี และความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกระดูกพรุนในสตรีสูงอายุ พบว่าภาวะการขาดวิตามินดีจะทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกระดูกพรุนบริเวณคอกระดูกสะโพก (Femoral neck) เพิ่มขึ้น (ศุภศิลป์ สุนทรภา, 2544) ในประเทศไทยได้มีการสำรวจความชุกของการขาดวิตามินดี พบว่า สตรีสูงอายุที่อาศัยอยู่ในเขตเมืองจังหวัดขอนแก่นมีภาวะการขาดวิตามินดีสูงถึง ร้อยละ 65.4 (Soontrapa et al., 2009) ต่อมาในปี 2011 ได้มีการสำรวจภาวะการขาดวิตามินดีในสตรีผู้สูงอายุในเขตกรุงเทพฯ พบว่าจำนวน 1 ใน 3 ของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในภาวะวิตามินดีไม่เพียงพอ (25(OH)D ต่ำกว่า 60 nmol/L) และร้อยละ 22.2 อยู่ในภาวะการขาดวิตามินดีเล็กน้อย (25(OH)D 60-70 nmol/L) และพบว่าผู้สูงอายุกลุ่มนี้ได้รับแคลเซียม 310 mg/d ซึ่งไม่เพียงพอเช่นกัน (Chailurkit et al., 2011) นอกจากนี้แล้วมีการสำรวจภาวะการขาดวิตามินดี และความหนาแน่นของกระดูกในผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในสถานสงเคราะห์คนชรา พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 64.3 nmol/L เมื่อพิจารณาโดยใช้เกณฑ์น้อยกว่า 75 nmol/L หรือน้อยกว่า 30 ng/ml พบว่าร้อยละ 77.4 ของ

ผู้สูงอายุ มีภาวะการขาดวิตามินดี และยังพบว่าผู้สูงอายุมีภาวะกระดูกบาง และกระดูกพรุน ร้อยละ 44.1 และ 47.3 ตามลำดับ นอกจากนี้แล้วพบว่าในกลุ่มดังกล่าวได้รับปริมาณแคลเซียมที่ไม่เพียงพอ อีกด้วย (322 mg/d) และพบว่าค่าการสลายของกระดูก (CTX) มีความสัมพันธ์กับระดับพาราไทรอยด์ฮอร์โมน (PTH) และพบว่าค่า CTx เป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความหนาแน่นของกระดูกสันหลัง และกระดูกสะโพก ซึ่งถ้าค่า CTx เพิ่มขึ้นทุก 1 หน่วย จะทำให้ ความหนาแน่นของกระดูกสันหลังและกระดูกสะโพกลดลง 0.226 และ 0.121 g/cm² (Kruavit et al., 2012).

ร่างกายสามารถรับวิตามินดีได้จากอาหาร และการสังเคราะห์ที่ผิวหนังจากการได้รับรังสียูวีบี (ศุภศิลป์ สุนทรธาดา, 2550, 2552) ในประเทศไทยได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการรักษาโรคกระดูกพรุน โดยการให้ผู้ป่วยรับประทานวิตามินดี แอนนาล็อก (Alfacalcidol) พบว่าการได้รับยาแอลฟาแคลซิโดล ขนาด 1.5 µg/d สามารถลดการหลั่งพาราไทรอยด์ได้ (Bunyaratavej, 2011) ซึ่งฮอร์โมนพาราไทรอยด์มีความสำคัญต่อการรักษาสมดุลของระดับแคลเซียมในเลือด ถ้าหากร่างกายมีระดับแคลเซียมในเลือดลดลงทำให้มีการหลั่งฮอร์โมนพาราไทรอยด์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีการสลายของกระดูก เพื่อเพิ่มระดับของแคลเซียมในเลือด (สุมนา ชมพูทวีป, 2546) Sato et al. (2005) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการให้วิตามิน D₂ ขนาด 1,000 IU/d เป็นระยะเวลา 2 ปี ในกลุ่มผู้ป่วยที่มีผลมาจากโรคหลอดเลือดสมอง การศึกษาพบว่ากลุ่มที่ได้รับวิตามินดีมีระดับวิตามินดีในเลือดเพิ่มขึ้น จาก 9.8 เป็น 33.4 ng/ml และขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่สอง (Type II muscle fiber) เพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้แล้วได้มีการศึกษาผลของการใช้วิตามินดีสอง ขนาด 20,000 และ 40,000 IU/wk เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าปริมาณวิตามินดีทั้ง 2 ขนาดสามารถเพิ่มระดับวิตามินดี (25(OH)D) ในเลือดได้แต่ขนาด 40,000 IU/wk ทำให้ผู้ป่วยกลุ่มอาการเมแทบอลิซึมมีระดับวิตามินดีในเลือดอยู่ในช่วงค่าปกติได้มากกว่า (นงลักษณ์ เพชรกระจายแสง, 2554) Holick (2010) ได้กล่าวถึงกรณีศึกษาในการใช้วิตามินดีสอง สำหรับผู้ที่ขาดวิตามินดี โดยการให้ขนาด 50,000 IU/wk เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ต่อด้วยขนาดเท่าเดิมทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 5 ปี จากวิธีดังกล่าว พบว่าในช่วง 2-3 เดือนแรกผู้ที่ขาดวิตามินดีส่วนใหญ่จะมีระดับวิตามินดีในเลือด 30-50 ng/ml หลังจากนั้นเพื่อรักษาระดับวิตามินดีให้มากกว่า 30 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร จะใช้วิตามินดีสองขนาด 50,000 IU/2 wk ซึ่งมีผู้ที่ได้รับวิตามินดีเสริมมากกว่าร้อยละ 50 ของคนที่ใช้วิธีการดังกล่าว นอกจากนี้แล้วยังได้พิจารณาถึงผลข้างเคียง ปรากฏว่าไม่พบผลที่เกิดจากภาวะความเป็นพิษของวิตามินดี เช่น การเกิดนิ่วในไต หรือภาวะแคลเซียมในเลือดสูง การรักษาด้วยวิตามินดีโดยให้ระดับวิตามินดีในเลือดอยู่ในช่วง 30-100 ng/ml จะไม่เพิ่มความเสี่ยงในการเกิดก้อนนิ่วในไต ยกเว้นในกรณีที่ผู้ป่วยมีภาวะเมแทบอลิซึมของแคลเซียมผิดปกติ

การเปลี่ยนแปลงของกระดูกในร่างกายเกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาโดยกลไกดังกล่าวมีเพื่อรักษาระดับแคลเซียมในเลือดให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ ในผู้สูงอายุมีโอกาสขาดแคลเซียมได้ง่าย

เนื่องจากประสิทธิภาพการทำงานของอวัยวะต่างๆลดลง เช่น ตับ และไต ส่งผลทำให้ร่างกายมีการสร้างวิตามินดี และฮอร์โมนเพศลดลง ทำให้มีการดูดซึมแคลเซียมลดลง นอกจากนี้ผู้สูงอายุยังมีปัญหาเกี่ยวกับการบริโภคอาหารที่น้อยลงด้วยทำให้ร่างกายได้รับแคลเซียมไม่เพียงพอ ส่งผลต่อร่างกายทำให้มีการสลายกระดูกเพิ่มขึ้น (กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2545) ในประเทศไทยมีการสำรวจเกี่ยวกับการบริโภคแคลเซียมจากอาหารพบว่าคนไทยทั้งเพศหญิง และเพศชายได้รับแคลเซียมจากการบริโภคอาหารต่ำกว่าระดับที่แนะนำอย่างมาก ดังนั้นการปรับพฤติกรรมมารับประทานอาหารรวมถึงการพิจารณาการเสริมแคลเซียมจึงเป็นสิ่งที่สามารถช่วยได้ (รัตนา ลีลาวัฒนา, 2551) และจากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลของ Tang et al. (2007) พบว่าการให้วิตามินดี และแคลเซียมเสริมเป็นวิธีการที่สามารถใช้ในการป้องกัน และการรักษาโรคกระดูกพรุนในผู้ที่มีอายุมาก 50 ปีขึ้นไปได้ ในประเทศไทยได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการรับประทานวิตามินดีและแคลเซียมเสริมต่อการเปลี่ยนแปลงของมวลเนื้อโดย Songpatanasilp et al. (2009) ได้ทำการศึกษาถึงผลของการรับประทานวิตามินดี (Alfacalcidol 0.5 $\mu\text{g}/\text{d}$) และแคลเซียมเสริม (Calcium carbonate 1,500 mg/d) เปรียบเทียบกับการรับประทานแคลเซียมเสริมอย่างเดียว พบว่าการได้รับวิตามินดีร่วมกับแคลเซียมส่งผลต่อความแข็งแรงของมวลเนื้อมากกว่าการได้รับแคลเซียมเพียงอย่างเดียวนอกจากนั้นแล้วมีการศึกษาเกี่ยวกับการให้รับประทานนมที่เสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมในประเทศอินโดนีเซียและฟิลิปปินส์ ในกลุ่มผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน ก่อนการทดลองพบว่าทั้งในประเทศประเทศอินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์มีระดับวิตามินดีไม่เพียงพอ ($<50 \text{ nmol}/\text{L}$) คือ ร้อยละ 70 และ 20 ตามลำดับ และยังพบว่า ค่าเฉลี่ยของการสลายของกระดูกอยู่ในเกณฑ์สูง (ค่าเฉลี่ย $\text{CTx} = 0.6 \mu\text{g}/\text{L}$) หลังจากการทดลอง 16 สัปดาห์พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ได้รับประทานนม มีระดับวิตามินดีเพิ่มขึ้น และสามารถลดการสลายของกระดูก และการหลังของพาราไทรอยด์ฮอร์โมนได้ (Kruger et al., 2010) จากข้อมูลที่ได้กล่าวถึงสามารถบ่งบอกได้ว่าการรับประทานวิตามินดีและแคลเซียมนั้นมีประโยชน์ทั้งในด้านการรักษา และการป้องกันโรคกระดูกพรุน รวมทั้งการลดความเสี่ยงต่อการหกล้มในผู้สูงอายุได้

ในปัจจุบันการออกกำลังกายเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับการป้องกัน และชะลอการเกิดโรคกระดูกพรุน เป็นวิธีที่มีความปลอดภัยและสามารถลดภาระค่าใช้จ่ายจากรักษาพยาบาลโรคกระดูกพรุนรวมทั้งลดความเสี่ยงในการหกล้มได้ ซึ่งการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ชีวิตประจำวัน เพิ่มกิจกรรมทางกาย เช่น การเดิน การวิ่งเหยาะๆ หรือการขึ้นลงบันได หรือกิจกรรมทางกายที่มีการลงน้ำหนัก นอกจากจะช่วยในเรื่องของการชะลอการเกิดโรคกระดูกพรุนแล้วนั้น การออกกำลังกายยังช่วยเสริมสร้างสมรรถภาพในด้านอื่นอีกด้วย

การออกกำลังกายเพื่อป้องกันการเกิดภาวะกระดูกพรุน ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ การออกกำลังกายที่มีการลงน้ำหนัก (Weight bearing exercise) เพื่อเสริมสร้างเนื้อกระดูกโดยรวม การออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Strengthening exercise) รวมทั้งการฝึกการทรงตัว (Balancing exercise) (ACSM, 2010; พงศ์ศักดิ์ ยุกตะนันท์, 2550; วิลโล คูปต์นิริติศัยกุล, 2552) และจากการศึกษาของทัศนาศา จารุชาติ (2552) พบว่าการออกกำลังกายในผู้สูงอายุ นอกจากจะช่วยทำให้สุขภาพดีขึ้นแล้วนั้น การออกกำลังกายยังทำให้การรับรู้ความรู้สึกเกี่ยวกับตำแหน่งของข้อเท้า (Ankle proprioception) ดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ออกกำลังกาย ซึ่งการรับรู้ดังกล่าวจะเป็นปัจจัยที่ช่วยเพิ่มความสามารถในการทรงตัวของผู้สูงอายุอีกด้วยและเป็นสิ่งสำคัญที่จะลดความเสี่ยงในการหกล้มได้ (ฉกาจ ผ่องอักษร, 2552) กิจกรรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่มีการลงน้ำหนัก เช่น การเดิน การวิ่ง การเดินขึ้นบันได การเดินแอโรบิก ควรฝึก 3-5 ครั้ง/สัปดาห์ (ACSM, 2014; Williamson, 2011; พงศ์ศักดิ์ ยุกตะนันท์, 2550) การออกกำลังกายด้วยการเดิน วิ่ง การกระโดด หรือ การฝึกด้วยแรงต้านพบว่า ช่วยชะลอการลดลงของมวลกระดูก และทำให้ความหนาแน่นของกระดูกเพิ่มขึ้น (Borer et al., 2007; Hatori et al., 1993; Kohrt et al., 1997; Marques et al., 2011; Snow et al., 2000; Yamazaki et al., 2004) การศึกษาถึงผลของการออกกำลังกายเช่น การเดิน การวิ่ง การกระโดด การเดินแอโรบิก การฝึกแบบแรงต้าน โยคะ และไทชิ พบว่าส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีต่อสารชีวเคมีของกระดูก และสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วย (Anek et al., 2011; Namboolu et al., 2013; Phoosuan et al., 2009; Shen et al., 2007; Tantiwiboonchai et al., 2011) ซึ่งการตรวจสอบสารชีวเคมีของกระดูกเป็นตัวบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงของกระดูกที่สามารถติดตามผลการเปลี่ยนแปลงได้เร็วกว่าการตรวจวัดความหนาแน่นของกระดูก และการออกกำลังกายด้วยวิธีดังกล่าว ช่วยเพิ่มความอ่อนตัว และความสามารถในการทรงตัวให้ดีขึ้นได้ (Anek et al., 2011; Cao et al., 2007; Marques et al., 2011; Park et al., 2008; Phoosuan et al., 2009; สุดา กาญจนะวณิชย์, 2543)

รูปแบบการออกกำลังกายในปัจจุบันนี้มีหลายหลากมากมาย และในแต่ละประเทศมีการนำเอกลักษณ์ของประเทศ หรือการออกกำลังกายแบบดั้งเดิมของตนเองมาพัฒนารูปแบบและทำการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาข้อมูลทางสรีรวิทยาในเชิงลึก ตัวอย่างเช่น ประเทศจีน ที่มีการศึกษาผลของการฝึกไทชิในรูปแบบต่างๆ (Shen et al., 2012; Shen et al., 2007) ทำให้การออกกำลังกายดังกล่าวเผยแพร่ไปสู่ประเทศทั่วโลก ประเทศไทยเองก็เช่นเดียวกัน มีการศึกษาวิจัย และผลักดันกิจกรรมที่เป็นเอกลักษณ์ของชาติ คือ มวยไทย ทั้งในด้านการแข่งขันและเพื่อสุขภาพสำหรับคนทั่วไป ท่ามวยไทยสามารถนำมาใช้เป็นท่าออกกำลังกายที่บริหารร่างกายได้ทุกส่วน เป็นระบบความสัมพันธ์ของการออกแรงเคลื่อนไหวร่างกายที่คล่องแคล่วอย่างมีสติ มีการทรงตัว มีการเปลี่ยนทิศทาง แก๊ซส่วนบกพร่องของร่างกาย เป็นวิธีที่บริหารทั้งร่างกายและจิตใจได้อย่างสมบูรณ์ การใช้

ท่ามวยไทยเพื่อการออกกำลังกาย เน้นไปที่การออกแรงให้สัมพันธ์กันอย่างมีจังหวะและปลอดภัย ซึ่งท่ามวยไทยพื้นฐาน ประกอบด้วย หมัด ศอก เข่า ถีบ เตะ และท่าป้องกันตัว (อรอนงค์ พัฒนพงศ์ ไพบุลย์, 2553) และทำดังกล่าวได้มีงานวิจัยนำมาประยุกต์ใช้ในการเต้นแอโรบิก ซึ่งในช่วงระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมามวยไทยแอโรบิกได้รับความนิยมในหมู่คนไทยอย่างมาก ทั้งในรูปแบบของการออกกำลังกาย และการฝึกเพื่อความสวยงาม สุดา กาญจนะวณิชย์ (2543) ได้ทำการศึกษาถึงผลของการเต้นแอโรบิกแรงกระแทกต่ำและการเต้นมวยไทยแอโรบิก พบว่าการเต้นแอโรบิกทั้ง 2 รูปแบบสามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายได้ แต่มวยไทยแอโรบิกช่วยพัฒนาสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนและลดไขมันสะสมใต้ผิวหนังได้มากกว่า นอกจากนั้นแล้วได้มีการนำมวยไทยแอโรบิกมาออกแบบให้เหมาะสมกับกลุ่มอายุ 20-59 ปี ซึ่งผลที่ได้ก็พบว่า กลุ่มที่เต้นมวยไทยแอโรบิก มีการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด และความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ รวมทั้งเอชดีแอล-คอเลสเตอรอล ดีขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่มที่เต้นแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำ (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์, 2549) อานันท์ รุ่งเรือง และถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ (2557) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการฝึกออกกำลังกายด้วยการรำมวยไทยในผู้สูงอายุ ผลที่ได้พบว่า กลุ่มที่ได้ฝึกออกกำลังกายด้วยการรำมวยไทยมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสามารถในการทรงตัวเพิ่มขึ้น รวมทั้งมีการประเมินด้วยแบบสอบถามวัดประสิทธิภาพด้านการทก้มในกลุ่มที่ออกกำลังกายดีกว่ากลุ่มควบคุม

การศึกษาเกี่ยวกับการออกกำลังกายร่วมกับการรับประทานวิตามินดีและแคลเซียมเสริม Bunout et al. (2006). ได้ศึกษาผลของการรับประทานวิตามินและการออกกำลังกายในกลุ่มผู้สูงอายุที่ขาดวิตามินดี โดยในการทดลองได้ใช้วิตามินดี 3 (Cholecalciferol 400 IU/d) เปรียบเทียบผลกับกลุ่มที่ได้รับแคลเซียม (800 mg/d) อย่างเดียว และได้รับทั้งวิตามินดี และแคลเซียมร่วมกัน ผลที่ได้พบว่า การเสริมวิตามินดี ช่วยเพิ่มความเร็วในการเดิน และการควบคุมการทรงตัวได้ดีขึ้น ส่วนการออกกำลังกายนั้นช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของระดับพาราไทรอยด์ฮอร์โมน นอกจากนั้นแล้ว Kukuljan et al. (2011) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับผลของการเสริมวิตามินดีและแคลเซียมร่วมกับการออกกำลังกายโดยใช้การเสริมวิตามิน (Vitamin D₃ 800 IU/d) และแคลเซียม (1,000 mg/d) ในนมซึ่งผู้เข้าร่วมการทดลองเป็นผู้สูงอายุเพศชาย ผลที่ได้พบว่าการออกกำลังกายช่วยทำให้ความหนาแน่นของกระดูกบริเวณช่วงเอว และกระดูกคอสะโพกมีการปรับตัวดีขึ้น โดยผู้วิจัยได้สรุปเพิ่มเติมว่าการเสริมวิตามินและแคลเซียมสำหรับกลุ่มคนที่ได้รับเพียงพออาจไม่ส่งผลต่อการตอบสนองการสร้างของกระดูก (Osteogenic)

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าการออกกำลังกายนั้นช่วยป้องกันและชะลอการเกิดโรคกระดูกพรุนได้ และในการกำหนดรูปแบบการออกกำลังกายที่ดีสำหรับการป้องกัน การรักษาในผู้ป่วยโรคกระดูกพรุน หรือผู้สูงอายุนั้นควรคำนึงถึงการเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความสามารถในการทรงตัวด้วยเพื่อป้องกันการทก้มซึ่งอาจส่งผลทำให้กระดูกหักได้ นอกจากนี้

แล้วปัญหาในด้านภาวะโภชนาการ การได้รับแสงแดดไม่เพียงพอ และความเสื่อมของร่างกายทำให้ผู้สูงอายุมีระดับวิตามินดีต่ำส่งผลทำให้มีการดูดซึมแคลเซียมน้อยลงประกอบกับการบริโภคแคลเซียมที่ไม่เพียงพอมีผลทำให้มีการสลายของกระดูกเพิ่มขึ้น จากข้อมูลข้างต้นทำให้ทราบว่ามวยไทยแอโรบิกส่งผลดีต่อสุขภาพโดยรวม แต่ในด้านของสุขภาพกระดูกรวมทั้งรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุนั้นยังไม่มีการศึกษาที่ชัดเจน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำรูปแบบการเต้นมวยไทยแอโรบิก โดยจะออกแบบให้มีความเหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ ร่วมกับการรับประทานวิตามินดีและแคลเซียมเสริมด้วยรูปแบบการออกกำลังกายด้วยวิธีดังกล่าวร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมยังไม่มีผลการรายงานผลการวิจัยที่ชัดเจนว่าส่งผลอย่างไรต่อการเปลี่ยนแปลงของสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในหญิงสูงอายุ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลการของการฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียมต่อสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในหญิงสูงอายุ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลของการฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม กับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมโดยไม่ได้รับการฝึก ต่อสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในหญิงสูงอายุ

สมมติฐานของการวิจัย

การฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมส่งผลต่อสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัว แตกต่างจากการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมโดยไม่ได้รับการฝึก

ขอบเขตของการวิจัย

1. ตัวแปรจากการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของการฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมต่อสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวของหญิงสูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา โดยจำแนกตัวแปรที่ศึกษาดังนี้

1.1 ตัวแปรอิสระ (Independent variables)

- 1.1.1 การเต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม (MADC)

- 1.1.2 การรับประทานวิตามินดีและแคลเซียมเสริมเพียงอย่างเดียว (DC)

1.2 ตัวแปรตาม (Dependent variables)

- 1.2.1 ข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา ประกอบด้วยน้ำหนัก ส่วนสูง อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักและความดันโลหิตขณะพัก และดัชนีมวลกาย
- 1.2.2 ข้อมูลด้านสุขสมรรถนะ ประกอบด้วย
 - 1.2.2.1 ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ (สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด)
 - 1.2.2.2 ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อขา (การลุก-นั่ง เก้าอี้ 30 วินาที) ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขนและไหล่ (Seated biceps curl และ Hand grip)
 - 1.2.2.3 ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อส่วนล่าง (นั่งงอตัว) ส่วนหัวไหล่ (การแตะมือด้านหลัง) และความอ่อนตัวของข้อต่อไหล่และสะโพก (Range of motion)
 - 1.2.2.4 องค์ประกอบของร่างกาย เช่น มวลกล้ามเนื้อปลอดไขมัน ไขมัน และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย
- 1.2.3 ข้อมูลด้านความสามารถในการทรงตัว ประกอบด้วย ลูกยืนและเดิน 3 เมตร (3 Meter Up-and-Go) และยืนขาเดียว (Single leg stance test with eyes open)
- 1.2.4 ข้อมูลด้านสภาวะกระดูก และวิตามินดีประกอบด้วย
 - 1.2.4.1 สารชีวเคมีของกระดูก (Biochemical bone markers)
 - 1. ค่าการสร้างของกระดูก (P1NP)
 - 2. ค่าการสลายของกระดูก (CTX)
 - 3. ค่าโบนเทิร์นโอเวอร์ของกระดูก (N-MID osteocalcin)
 - 1.2.4.2 ระดับวิตามินดี ตรวจสอบระดับของแคลซิไดโอล (Calcidiol หรือ 25-hydroxyvitamin D หรือ 25(OH)D)
 - 1.2.4.3 ระดับฮอร์โมนพาราไทรอยด์ (Parathyroid hormone, PTH)
 - 1.2.4.4 ระดับแคลเซียมในเลือด (Serum calcium, Ca)
 - 1.2.4.5 สภาวะการทำงานของตับ (Alkaline phosphatase, ALP)
 - 1.2.4.6 สภาวะการทำงานของไต (Serum creatinine, Cr)

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คืออาสาสมัครซึ่งเป็นผู้สูงอายุที่พักอาศัยอยู่สถานสงเคราะห์คนชราในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล (ศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุ บ้านบางแค 1, ศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุจังหวัดปทุมธานี, บ้านพักคนชราหญิงมูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์) อายุระหว่าง 60-77 ปีเพศหญิง กลุ่มตัวอย่างที่ฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกใช้

เวลาในการออกกำลังกายสัปดาห์ละ 3 วันๆ 40 นาที ส่วนการรับประทานวิตามินดีและแคลเซียมจะได้รับประทานวิตามินดีสอง (Ergocalciferol) ขนาด 20,000 IU/wk และแคลเซียม (Calcium carbonate) ขนาด 1,000 mg/d เป็นเวลา 16 สัปดาห์

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นอาสาสมัครที่เต็มใจเข้าร่วมการวิจัย และได้รับการชี้แจงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการวิจัยและปฏิบัติตามเงื่อนไขในการวิจัยพร้อมทั้งลงชื่อยินยอมเพื่อเข้าร่วมทำการทดลอง
2. ตลอดระยะเวลาการทดลอง กลุ่มตัวอย่างได้รับการฝึกตามโปรแกรมที่กำหนด และต้องไม่ทำการออกกำลังกายชนิดอื่นเพิ่มเติม
3. กลุ่มตัวอย่างได้รับการกระตุ้นและแรงจูงใจให้มีการออกกำลังกายตามโปรแกรมอย่างสม่ำเสมอ และผู้วิจัยเป็นผู้ดูแลการออกกำลังกายด้วยตนเองทุกครั้ง

ข้อจำกัดของการวิจัย

ผู้วิจัยได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการดูแลสุขภาพร่างกาย แต่ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมพฤติกรรม การดำรงชีวิตประจำวันของกลุ่มตัวอย่าง เช่น การรับประทานอาหาร การนอนหลับพักผ่อน กิจกรรมการทำงาน เป็นต้น

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

การเต้นมวยไทยแอโรบิก (Muay Thai aerobic dance) หมายถึง การออกกำลังกายด้วยท่ากายบริหารแบบศิลปะมวยไทยโดยใช้ท่ามวยไทยพื้นฐาน ประกอบด้วย หมัด ศอก เข่า ถีบ เตะ ร่วมกับการออกกำลังกายที่ใช้ท่ากายบริหารและทักษะการเคลื่อนไหวเบื้องต้นมาผสมผสานสร้างเป็นรูปแบบของท่าเต้นหรือชุดการเคลื่อนไหวประกอบจังหวะโดยเน้นให้เกิดประโยชน์ต่อการทำงานของปอดและหัวใจในเวลาที่ยาวนานให้มีความพอเพียงต่อการเปลี่ยนแปลงที่ดีของสุขภาพ เป็นการเต้นแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำที่ทำให้ร่างกายใช้ปริมาณออกซิเจนได้เพียงพอ จึงเป็นการออกกำลังกายที่มีความหนักปานกลาง ใช้ระยะเวลาที่นานเพียงพอติดต่อกัน 20 นาที

การเต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม (Muay Thai aerobic dance combined with vitamin D and calcium supplementation) หมายถึงการออกกำลังกายด้วยการเต้นมวยไทยแอโรบิก ที่ระดับความหนัก 60-75 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นเวลา 20 นาทีร่วมกับการรับประทานวิตามินดีเสริม ขนาด 20,000 IU/wk และแคลเซียมเสริม ขนาด 1,000 mg/d

วิตามินดี (Vitamin D) หมายถึงวิตามินที่ร่างกายต้องการเพื่อรักษาภาวะสมดุลของระดับ แคลเซียมในเลือดและกระดูกในร่างกายสามารถรับวิตามินดีได้จากอาหารที่รับประทานและสามารถสังเคราะห์ได้เองภายในร่างกายจากได้รับแสงแดด การวัดระดับวิตามินดีจะดูที่ระดับของแคลซิไดออล (25-Hydroxyvitamin D หรือ 25(OH)D) ในกระแสเลือดเนื่องจากเป็นดัชนีในทางคลินิกที่ไวที่สุดใน การประเมินสภาวะวิตามินดีการตรวจใช้หลักการอิเล็กโทรเคมีลูมิเนสเซนซ์อิมมูโนแอสเสย์ “Electrochemiluminescence immunoassay” (ECLIA) มีหน่วยเป็น ng/ml ซึ่งภาวะวิตามินดีไม่ เพียงพอ (Vitamin D insufficiency) จะมีค่าแคลซิไดออล < 30 ng/ml (Holick, 2010; ณรงค์ บุน ณะรัตเวช, 2552)

แคลเซียม (Calcium) หมายถึง แคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่มีปริมาณมากที่สุดในร่างกาย ประมาณร้อยละ 99 ของแคลเซียมทั้งหมดในร่างกายอยู่ในกระดูก และฟัน อีกร้อยละ 1 อยู่ในเลือด และเนื้อเยื่ออื่นๆและมีความสำคัญอย่างมากต่อการทำงานของระบบประสาท การทำงานของ กล้ามเนื้อและหลอดเลือด (กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2545)

สารชีวเคมีของกระดูก (Biochemical bone markers) หมายถึง การตรวจดูความเปลี่ยนแปลงของกระดูกในขณะที่เกิดจากการทำงานของ Osteoblast (การสร้างของกระดูก) และ Osteoclast (การสลายตัวของกระดูก) โดยการตรวจด้วยขบวนการเคมีที่สามารถบอกการสลายและ การสร้างของกระดูกได้ ในภาวะการสร้างของกระดูก ทำการตรวจค่า P1NP (Procollagen type 1 nitrogenous terminal propeptides) การสลายของกระดูก ทำการตรวจค่า CTx (C-terminal telopeptides of collagen type 1) และกระบวนการเทิร์นโอเวอร์ของกระดูกทำการตรวจค่า OC (N-MID osteocalcin) (ณรงค์ บุนณะรัตเวช, 2550, 2551)

ฮอร์โมนพาราไทรอยด์ (Parathyroid hormone) หมายถึง ฮอร์โมนที่หลั่งจากต่อมพารา ไทรอยด์ และเป็นฮอร์โมนที่มีหน้าที่ในการควบคุมระดับของแคลเซียมในกระแสเลือด การสร้างและ การหลั่งฮอร์โมนพาราไทรอยด์จะถูกกระตุ้นโดยระดับของแคลเซียมในกระแสเลือด

สุขภาพสมรรถนะ (Health-related physical fitness) หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติ ภารกิจประจำวันอย่างต่อเนื่องด้วยความกระฉับกระเฉงและตื่นตัว ปราศจากความเมื่อยล้า โดยมี องค์ประกอบ 4 ด้าน คือ ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ (Cardiorespiratory endurance) ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular strength and endurance) ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อ (Muscular flexibility) และองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)

การทรงตัว (Body balance) ความสามารถในการรักษาความมั่นคง หรือท่าทางเฉพาะใน สภาพแวดล้อมนั้นๆ การทรงตัวแบบอยู่กับที่ คือ ความสามารถที่จะรักษาท่าทางคงที่ในขณะที่อยู่นิ่ง

ส่วนการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ คือความสามารถที่จะรักษาความสมดุลในขณะที่เคลื่อนที่ (ถนนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร และกุลธิดา เขิงฉลาด, 2544)

หญิงสูงอายุ (Elderly women) หมายถึง ผู้หญิงที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดเป็นหญิงสูงอายุที่มีอายุระหว่าง 60-77 ปี ที่สามารถช่วยเหลือตนเองและปฏิบัติกิจวัตรประจำวันได้ปกติ

ประโยชน์ที่จะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงผลของการเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมต่อการเปลี่ยนแปลงของสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในผู้สูงอายุ
2. ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของการรับประทานวิตามินดี และแคลเซียมเสริมในผู้สูงอายุ
3. ผลที่ได้จากการศึกษาเป็นองค์ความรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการออกกำลังกายในหญิงสูงอายุเพื่อบรรเทาอาการ และชะลอการสูญเสียความหนาแน่นของกระดูก เพื่อลดอุบัติการณ์ของภาวะกระดูกหักที่เกิดจากโรคกระดูกพรุน
4. เป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุเพื่อชะลอการเกิดโรคกระดูกพรุน และเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการทรงตัวเพื่อป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารวบรวมเอกสาร ตำราและงานวิจัยทั้งในประเทศ และต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้ โดยได้นำเสนอหัวข้อหลักต่อไปนี้

ก. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. พัฒนาการของวัยสูงอายุ
2. โรคกระดูกพรุน (Osteoporosis)
3. การวินิจฉัยโรคกระดูกพรุน
4. การประเมินโดยการตรวจวัดทางชีวเคมีของการสร้าง และการสลายของกระดูก (Biochemical bone markers)
5. ฮอร์โมนพาราไทรอยด์ (Parathyroid hormone)
6. แนวทางในการป้องกัน และรักษาโรคกระดูกพรุน
7. วิตามินดี (Vitamin D)
8. แคลเซียม (Calcium)
9. สุขสมรรถนะ (Health-related physical fitness)
10. การทรงตัว (Balance)
11. การออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุ
12. การเต้นแอโรบิก (Aerobic dance)
13. การเต้นมวยไทยแอโรบิก (Muay Thai aerobic dance)

ข. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยภายในประเทศ
2. งานวิจัยในต่างประเทศ

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

พัฒนาการของวัยสูงอายุ

การเจริญเติบโตเข้าสู่วัยรุ่น วัยผู้ใหญ่ และวัยสูงอายุ ได้ผ่านพัฒนาการตามวัย ซึ่งแต่ละวัยที่ผ่านมามีทั้งการพัฒนาทั้งทางด้านร่างกาย สติปัญญา จิตใจ อารมณ์และสังคม ในแต่ละวัยนั้นจะมีพัฒนาการที่แตกต่างกัน โดย แฮพวิกเฮิร์ท (Havighurst อ้างถึงใน แสงจันทร์ ทองมาก) มีการแบ่งช่วงวัยของบุคคลที่มีอายุ 13 ปีขึ้นไปดังนี้ (แสงจันทร์ ทองมาก, 2541)

1. วัยรุ่น (Adolescence) อายุ 13-20 ปี
2. วัยผู้ใหญ่ตอนต้น (Early adulthood) อายุ 20-35 ปี
3. วัยผู้ใหญ่ตอนกลาง (Middle adulthood) อายุ 36-60 ปี
4. วัยสูงอายุ (Later maturity) อายุ 60 ปีขึ้นไป

ผู้สูงอายุ เป็นกลุ่มบุคคลที่ใช้อายุเป็นหลักในการแยกบุคคลอายุอื่นๆ โดยถือเอาอายุ 60 ปีขึ้นไป เป็นหลักกว่าเป็นผู้สูงอายุ ผู้ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไปมีการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย และจิตใจแตกต่างไปจากผู้ที่มีอายุต่ำกว่าหลายประการ โดยมีความเสื่อมลงของระบบต่างๆ ของร่างกายเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้น การทำกิจกรรมต่างๆของผู้สูงอายุจึงแตกต่างไปจากกลุ่มอายุน้อยกว่า (บรรลุ ศิริพานิช, 2551)

ผู้สูงอายุบางคนยังมีความกระฉับกระเฉง และสามารถปฏิบัติงานต่างๆได้อย่างปกติ เช่นเดียวกับวัยกลางคน ในบางคนอาจมีความแข็งแรงอยู่จนกระทั่งอายุ 75-80 ปี หลังจากนั้นความสามารถในการช่วยเหลือตนเองจะค่อยๆลดลง (แสงจันทร์ ทองมาก, 2541) การกำหนดผู้สูงอายุเริ่มที่อายุ 60 ปีขึ้นไป โดยกำหนดพระราชบัญญัติผู้สูงอายุ พ.ศ. 2546 และเป็นไปตามกำหนดขององค์การอนามัยโลก แบ่งเกณฑ์ตามอายุ ดังนี้ (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร, 2554)

1. ผู้สูงอายุ (Elderly) มีอายุระหว่าง 60-74 ปี
2. คนชรา (Old) มีอายุระหว่าง 75-90 ปี
3. คนชรามาก (Very old) มีอายุ 90 ปีขึ้นไป

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและสรีรวิทยาของผู้สูงอายุ

ร่างกายของผู้สูงอายุมีการเปลี่ยนแปลงในทางที่เสื่อมลง ทำให้ความสามารถในการทำงานของอวัยวะต่างๆลดลง การเปลี่ยนแปลงของระบบร่างกายของผู้สูงอายุ มีดังนี้ (ช่อราตรี สิริวิธานันต์, 2539; สมนึก กุลสถิตพร, 2549)

1. การเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อและกระดูกระบบนี้ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ กระดูก ข้อ

ต่อ และกล้ามเนื้อ การเปลี่ยนแปลงของระบบ นี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างร่างกาย รูปร่าง ประสิทธิภาพในการทำงานของกล้ามเนื้อซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการได้รับการบาดเจ็บ ส่งผลต่อคุณภาพชีวิต

กระดูก เมื่อมีอายุมากขึ้นฮอร์โมนในร่างกายมีเปลี่ยนแปลงทำให้การสร้างและการสลายของกระดูกไม่สมดุลกัน และภาวะโภชนาการที่ไม่เพียงพอ การลดลงของกิจกรรมทางกาย ทำให้ความหนาแน่นของกระดูกลดลง ส่งผลให้รูปร่างมีการเปลี่ยนแปลงคือหลังงอ ส่วนสูงลดลง และมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะกระดูกหักได้ง่าย

ข้อต่อ มีหน้าที่สำคัญต่อการเคลื่อนไหวร่างกาย ถ้าข้อต่อมีการติดขัดทำให้เป็นอุปสรรคในการเคลื่อนไหวหรือทำให้การเคลื่อนไหวได้ไม่เต็มที่ การเปลี่ยนแปลงของข้อต่อที่เกิดขึ้นในผู้สูงอายุ ส่วนมากเกิดจากการใช้งานข้อต่อมากขึ้นตามอายุ ส่งผลให้เกิดความเสื่อม และสูญเสียความยืดหยุ่น ทำให้ช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อลดลง ส่งผลทำให้ผู้สูงอายุควบคุมการทรงตัวได้ไม่ดี

กล้ามเนื้อ มีหน้าที่สำคัญต่อการเคลื่อนไหวของร่างกาย การเปลี่ยนแปลงของผู้สูงอายุที่พบได้มากที่สุดคือ การลดลงของมวลกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้กล้ามเนื้ออ่อนแรง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง ส่งผลต่อการควบคุมการเคลื่อนไหว ความคล่องตัว ความสามารถในการทรงตัว เสี่ยงต่อการหกล้ม

2. การเปลี่ยนแปลงของระบบผิวหนัง ผู้สูงอายุจะมีผิวหนังที่บางลง แห้ง เทียบวัน น้ำและไขมันใต้ผิวหนังลดลง ผิวหนังขาดความมันและความยืดหยุ่น ต่อมาเหงื่อลดน้อยลงและการทำงานของต่อมเหงื่อลดลงทำให้ไม่สามารถขับเหงื่อได้ การระบายความร้อนได้ไม่ดี ทำให้ไม่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศได้ ผมและขนลดลง สีผมเปลี่ยนเป็นสีขาวหรือสีเทา ผมร่วงและแห้งง่ายเนื่องจากการไหลเวียนของเลือดบริเวณศีรษะลดลง การรับรู้สีต่ออุณหภูมิ การสัมผัสที่อ่อน และความเจ็บปวด ลดน้อยลง ทำให้ผู้สูงอายุเกิดแผลและอุบัติเหตุได้ง่าย

3. การเปลี่ยนแปลงของระบบประสาทและประสาทสัมผัส ระบบประสาทของผู้สูงอายุเสื่อมลง มีสมองฝ่อเป็นหย่อมๆ สมองเหี่ยวเล็กลง และน้ำหนัคน้อยลงเซลล์ประสาทและไซแนปส์หลังเชื่อมลง สมองเสื่อมทำให้ความรู้สึกและการเคลื่อนไหวช้า ความสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อและข้อเสียไป การทรงตัวไม่ดี มีอาการสั่นตามร่างกายและความไวในการตอบสนองช้าลง ความสามารถในการเรียนรู้ใหม่ลดลง การมองเห็นไม่ชัดเจน ประสาทในการรับเสียง รับกลิ่น และการรับรู้รสของอาหารน้อยลง

4. การเปลี่ยนแปลงของระบบหัวใจ และการไหลเวียนเลือดผู้สูงอายุจะมีผนังหลอดเลือดแดงหนาขึ้นเนื่องจากมีแคลเซียม หรือไขมันมาเกาะที่ผนังหลอดเลือด ทำให้ช่องว่างของหลอดเลือดแคบลง ไม่ยืดหยุ่น ขยายตัวได้น้อย อาหารไปเลี้ยงหลอดเลือดได้น้อยลง เนื่องจากภาวะหลอดเลือดแข็ง ซึ่งทำให้เกิดการขาดเลือดได้ จำนวนเม็ดเลือดแดง และฮีโมโกลบินลดลง ทำให้เกิดภาวะโลหิตจาง หน้ามืด เป็นลมๆได้ง่าย

5. การเปลี่ยนแปลงของระบบหายใจของผู้สูงอายุจะมีการทำงานของปอดเสื่อมลง การไหลเวียนเลือดในหลอดเลือดฝอยที่ถูกลมไม่ดี การจำกัดสิ่งแปลกปลอมในทางเดินหายใจไม่ดี ทำให้มีโอกาสติดเชื้อในทางเดินหายใจได้ง่าย มีการหอบเหนื่อยง่าย กล่องเสียงเสื่อม ทำให้เสียงแหบแห้ง กล้ามเนื้อทรวงอกเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนไหวของซี่โครงลดลง ทำให้ความจุปอดลดลง

6. การเปลี่ยนแปลงของระบบทางเดินอาหารการรับประทานของผู้สูงอายุมักจะมีปัญหาเนื่องจากเคี้ยวอาหารได้ไม่ละเอียดอันเกิดจากปัญหาฟันเสื่อม ต่อมน้ำลายขับน้ำลายออกมาน้อย ปริมาณการหลั่งน้ำย่อยลดลง การเคลื่อนไหวของลำไส้ช้าลง ทำให้การย่อยอาหารไม่ดี ท้องอืด แน่นท้อง ท้องผูกง่าย

7. การเปลี่ยนแปลงของระบบทางเดินปัสสาวะไตของผู้สูงอายุจะเสื่อมสมรรถภาพขับของเสียออกจากร่างกายได้น้อย แต่ขับน้ำออกมามากทำให้ปัสสาวะบ่อย กล้ามเนื้อหูรูด กระเพาะปัสสาวะยัดหย่อนทำให้กลั้นปัสสาวะได้ไม่ดี ขนาดความจุของกระเพาะปัสสาวะลดลง ในเพศชายต่อมลูกหมากโตทำให้ถ่ายปัสสาวะได้ลำบาก ต้องถ่ายบ่อยขึ้น

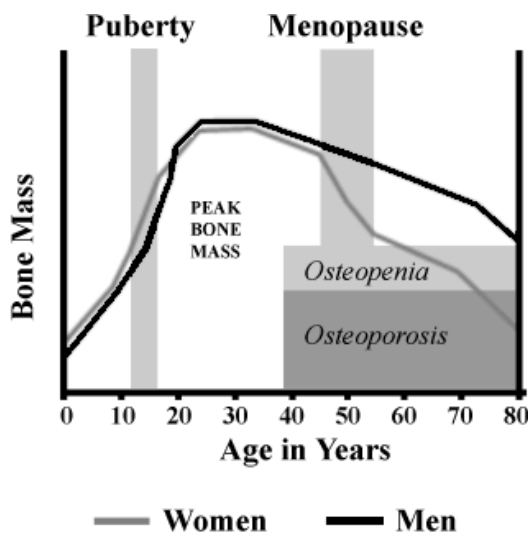
8. การเปลี่ยนแปลงของระบบสืบพันธุ์ของผู้สูงอายุมีฮอร์โมนลดลง ในเพศชายจำนวนอสุจิขนาดของลูกอัณฑะลดลง ความตื่นตัวทางเพศลดลง ในเพศหญิงเต้านมลดขนาดลง มดลูก รังไข่ จะฝ่อเหี่ยวลง ช่องคลอดแห้งมากขึ้น มีความยืดหยุ่นน้อยลง

9. การเปลี่ยนแปลงของระบบต่อมไร้ท่อต่อมใต้สมองของผู้สูงอายุจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและการทำงานลดลงเป็นเหตุให้ต่อมไร้ท่อบริเวณอื่นๆทำงานลดลง เกิดโรคต่อมไร้ท่อเสื่อม เช่น โรคเบาหวาน โรคต่อมไทรอยด์เป็นพิษ เป็นต้น จากการเปลี่ยนแปลงร่างกายดังกล่าว ก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพในผู้สูงอายุ

พัฒนาการของกระดูกในแต่ละช่วงอายุ

ร่างกายของมนุษย์จะมีการพัฒนากระดูกอย่างต่อเนื่องตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 18-20 ปี ความหนาแน่นของกระดูกจะเพิ่มสูงขึ้นจนสูงสุดในวัยประมาณ 30 ปี หลังจากนั้นกระดูกจะค่อยๆบางลง (พงศศักดิ์ ยุคตะนันท์, 2550) แต่ยังไม่มีการ และการแสดงที่สำคัญ หลังจากอายุ 40 ปี เนื้อกระดูกเริ่มบางเพิ่มขึ้น (ประมาณร้อยละ 0.5-1 ต่อปี) จากการสลายของเนื้อกระดูก หลังจากอายุ 50 ปี เพศหญิงเริ่มเข้าสู่วัยหมดประจำเดือน เนื้อกระดูกเริ่มบางลง ประมาณร้อยละ 2-3 ต่อปี (ธวัชประสาทรุทธา, 2549) ในเพศหญิงอัตราการสลายของกระดูกเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วมากในช่วงปีแรกที่เข้าสู่วัยหมดประจำเดือน และการทำลายกระดูกยังคงเกิดขึ้นต่อไปตลอดเวลาที่อยู่ในช่วงวัยหมดประจำเดือน ปัจจัยเสี่ยงของผู้ที่มีภาวะกระดูกพรุนคือกระดูกหัก ความหนาแน่นของมวลกระดูกในเพศชายสูงอายุลดลง แต่เนื่องจากเพศชายที่สูงอายุในวัยเดียวกันกับเพศหญิงจะมีความหนาแน่นของกระดูกมากกว่า ดังนั้น จึงมักพบเพศชายเป็นโรคกระดูกพรุนในช่วงอายุที่มากกว่าเพศหญิง ในช่วง

อายุ 90 ปี พบว่า 17% ของผู้ป่วยที่มีกระดูกสะโพกหักเป็นเพศชาย และ 32% ของผู้ป่วยที่มีกระดูกสะโพกหักเป็นเพศหญิง (ภานารี บุชราคมัตระกุล, 2553)



รูปที่ 1 แสดงความหนาแน่นของกระดูกของเพศหญิงในวัยต่างๆ
(ดัดแปลงมาจาก Guilliams, 2009)

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาในเพศหญิงซึ่งมีความเสี่ยงต่อการเป็นโรคกระดูกพรุนมากกว่าเพศชาย โดยทำการศึกษาในกลุ่มผู้สูงอายุ ที่มีอายุระหว่าง 60-77 ปี เป็นกลุ่มที่มีความแข็งแรงสามารถช่วยเหลือตนเอง และสามารถเข้าร่วมทำกิจกรรมต่างๆได้ การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในผู้สูงอายุที่เสื่อมถอยลง มีความสัมพันธ์ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการทำกิจกรรมต่างๆ รวมทั้งการทำกิจวัตรประจำวัน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้สนใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างร่างกาย ในด้านความแข็งแรงกล้ามเนื้อ การเปลี่ยนแปลงของกระดูก และระบบไหลเวียนโลหิต ด้วยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการหกล้ม และเกิดภาวะกระดูกหักจากโรคกระดูกพรุนได้

โรคกระดูกพรุน (Osteoporosis)

โรคกระดูกพรุน หมายถึง ภาวะที่มีค่าความหนาแน่นของมวลกระดูกลดลงและโครงสร้างระดับเล็กๆของเนื้อเยื่อกระดูกเสื่อมลง เป็นสาเหตุที่ทำให้กระดูกเปราะบาง และผลที่ตามมาคือเพิ่มความเสี่ยงต่อการหักของกระดูก การเกิดกระดูกพรุน เป็นผลมาจากการสูญเสียแร่ธาตุที่เป็นส่วนประกอบของกระดูกมากเกินไป ทำให้ความหนาแน่นของกระดูกลดลง (WHO, 1999)

โรคกระดูกพรุน หมายถึง ภาวะที่มีการสูญเสียเนื้อกระดูกทำให้ความหนาแน่นของเนื้อกระดูกลดลง ส่งผลทำให้กระดูกบางลง และมีความเสี่ยงสูงต่อการหลุดร่วงของกระดูกและอาจเกิดการหักได้ง่าย (อารีรัตน์ สังวรวงษ์พนา, 2540)

โรคกระดูกพรุน หมายถึงภาวะที่ความหนาแน่นของมวลกระดูกน้อยลง จนถึงจุดหนึ่งกระดูกนั้นอาจหลุดลงไปเอง เพราะรับน้ำหนักไม่ไหว หรือกระดูกหักเมื่อมีการกระทบเพียงเบาๆนับเป็นโรคทางเมตาบอลิกของกระดูก ที่พบมากที่สุด มีสาเหตุหลายอย่าง แต่ที่สำคัญที่สุดและเป็นสาเหตุที่พบบ่อยที่สุดคือ ภาวะกระดูกพรุนหลังหมดประจำเดือน โรคกระดูกพรุนซึ่งตามเกณฑ์ที่ใช้กันคือ ความหนาแน่นของกระดูกลดลงมากกว่า -2.5 SD (เสก อักษรานุเคราะห์, 2543)

โรคกระดูกพรุน หมายถึง ภาวะที่เนื้อกระดูกของร่างกายลดลงอย่างมากเนื่องจากในร่างกายมีการสร้างกระดูกน้อยกว่าการทำลายกระดูก เป็นผลให้ โครงสร้างร่างกายโดยเฉพาะบริเวณกระดูกสันหลัง กระดูกสะโพก และกระดูกข้อมือไม่แข็งแรง เสี่ยงต่อภาวะกระดูกหักหรือยุบตัวได้ง่าย และไม่สามารถรับน้ำหนักได้ดีเช่นเดิม (เอี่ยมพร สกุลแก้ว, 2549)

โรคกระดูกพรุน หมายถึง ภาวะที่มีการสูญเสียมวลกระดูกจนกระทั่งโครงสร้างภายในกระดูกไม่แข็งแรง หรือภาวะที่คุณภาพโครงสร้างของกระดูกไม่ดีพอที่จะรับแรงกระทำเพียงเล็กน้อยจากภายนอก เช่นการล้มก็สามารถทำให้กระดูกหักได้ (พงศ์ศักดิ์ ยุกตะนนท์, 2550)

ชนิดของโรคกระดูกพรุน

ภาวะกระดูกพรุนในผู้สูงอายุ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. โรคกระดูกพรุนชนิดปฐมภูมิ (Primary/idiopathic osteoporosis)

โรคกระดูกพรุนชนิดปฐมภูมิ หมายถึง โรคกระดูกพรุนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของร่างกายตามธรรมชาติ การที่มีอายุมากขึ้น หรือภาวะการทำงานลดลงของ Gonad แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามวิธีของ Rigg และ Melton ได้แก่

1.1 ประเภทที่ 1 โรคกระดูกพรุนที่พบในสตรีวัยหมดประจำเดือน (Postmenopausal osteoporosis, type I) พบมากในผู้หญิงช่วงอายุ 51-65 ปี เป็นผลเนื่องจากขาดฮอร์โมนเอสโตรเจน ทำให้มีการสูญเสียเนื้อกระดูกโดยเฉพาะกระดูกเนื้อพรุน (Trabecular) ซึ่งสัมพันธ์กับการหักของกระดูกสันหลัง (Vertebra) และปลายแขน (Colles' fracture) (นิมิต เตชไกรชนะ, 2543)

1.2 ประเภทที่ 2 โรคกระดูกพรุนที่พบในผู้สูงอายุ (Age-related หรือ Senile osteoporosis, type II) พบมากในทั้งผู้หญิง และผู้ชายที่มีอายุเกินกว่า 75 ปีขึ้นไป เนื่องจากการดูดซึมของแคลเซียมในลำไส้ลดลง ทำให้ระดับแคลเซียมในเลือดลดลง และเกิดภาวะฮอร์โมนพาราไทรอยด์สูงชนิดทุติยภูมิ (Secondary hyperparathyroidism) จึงมีผลในการดึงแคลเซียมออกจากกระดูกเพื่อให้ระดับแคลเซียมคงที่ จึงมีการสูญเสียทั้งกระดูกเนื้อแน่น (cortical) และกระดูกเนื้อพรุน (Trabecular)

สัมพันธ์กับการหักของกระดูกสะโพก (Hip fracture) กระดูกเชิงกราน (Pelvic fracture) และกระดูกยาวในส่วนต่างๆของร่างกาย (ทಾಯาท บูรณกาล, 2549; นิमित เตชไกรชนะ, 2543)

2. โรคกระดูกพรุนชนิดทุติยภูมิ (Secondary osteoporosis)

โรคกระดูกพรุนชนิดทุติยภูมิ หมายถึง โรคกระดูกพรุนที่มีสาเหตุความผิดปกติจากโรคทางอายุรกรรม โรคของระบบต่อมไร้ท่อ เช่น เปลือกต่อมหมวกไตทำงานผิดปกติ (Cushing's syndrome) ภาวะต่อมไทรอยด์ทำงานเกิน (Hyperthyroid) ต่อมสืบพันธุ์เพศชายเสื่อมไม่เจริญเติบโต (Hypogonadism) โรคเบาหวานชนิดที่ 1 จากการใช้ยาบางชนิด และการถูกจำกัดการเคลื่อนไหวเป็นเวลานาน เป็นต้น (นิमित เตชไกรชนะ, 2543; สมนึก กุลสถิตพร, 2549)

ผลกระทบจากการเกิดโรคกระดูกพรุน

โรคกระดูกพรุน และการเกิดโรคกระดูกหักก่อให้เกิดผลกระทบหลายๆ ด้าน ดังต่อไปนี้ (สมชาย เอื้อรัตนวงศ์, 2544)

1. ค่าใช้จ่ายในการดูแลสุขภาพเป็นจำนวนมาก ยากแก่การประเมิน เนื่องจากจะเป็นค่ายา ค่าผ่าตัด ค่าใช้จ่ายในการพักรักษาตัว การขาดงานและอื่นๆ อีกมากมาย
2. ตัวผู้ป่วยเองพบว่าม้อัตรการเสียชีวิต (Mortality) เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะภายในปีแรก หลังเกิดกระดูกสะโพกหัก และร้อยละ 50 ของผู้ที่มีชีวิตรอดอยู่จะไม่กลับสู่ภาวะปกติ และเมื่อศึกษาถึงสาเหตุของการเสียชีวิต พบว่าภาวะกระดูกหักที่สะโพกจากโรคกระดูกพรุน ร้อยละ 14 จากภาวะกระดูกหักโดยตรง ร้อยละ 17 จากโรคเรื้อรังประจำตัวที่ผู้ป่วยมีอยู่ และร้อยละ 69 เสียชีวิตจากสาเหตุอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับการมีกระดูกสะโพกหัก สำหรับอัตราการเสียชีวิตของกระดูกหักที่กระดูกสันหลัง คาดว่าจะสูงกว่าที่สะโพก
3. เป็นภาระของทางหน่วยงานราชการ หรือหน่วยงานเอกชนที่ต้องจัดเตรียมงบประมาณเพื่อดูแลผู้ป่วย เนื่องจากไม่สามารถทำงานได้อย่างปกติ
4. คุณภาพชีวิตแย่ง ตัวผู้ป่วยเองมีปัญหาในการดูแลตัวเอง มีปัญหาการเจ็บปวด มีปัญหาสุขภาพทางกาย และสุขภาพจิตตามมา

ปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดโรคกระดูกพรุน

ปัจจัยเสี่ยงต่อภาวะโรคกระดูกพรุน แยกได้ 2 ปัจจัยหลัก คือ (เอื้อมพร สกุลแก้ว, 2549)

1. ปัจจัยเสี่ยงที่ควบคุมไม่ได้ ได้แก่
 - 1.1 กรรมพันธุ์ ผู้ที่มีโครงร่างใหญ่ แข็งแรง จากการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของ พ่อแม่ได้เปรียบกว่าคนที่พ่อแม่มีรูปร่างเล็ก (หมายถึง ความสูงไม่ได้มาตรฐาน รวมทั้งขนาดหรือความหนาของรูปร่าง) (เอื้อมพร สกุลแก้ว, 2549) ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยทางยีนเฉพาะในส่วนการสร้าง

กระดูก เช่น ยีนวิตามินดี ยีนสร้างโปรตีนคอลลาเจนของกระดูก ยีนควบคุมกลไกการทำงานของเซลล์ต่างๆ (พงค์ศักดิ์ ยุกตะนันท์, 2550)

1.2 ปัจจัยด้านฮอร์โมน ได้แก่ ภาวะพร่องฮอร์โมนเอสโตรเจน และภาวะฮอร์โมนไทรอยด์มากกว่าปกติ (นิมิต เตชไกรชนะ, 2543; ราชวิทยาลัยแพทยออร์โธปิดิกส์แห่งประเทศไทยและมูลนิธิโรคกระดูกพรุนแห่งประเทศไทย, 2553)

ภาวะพร่องฮอร์โมนเอสโตรเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสตรีที่มีการหมดประจำเดือนเร็วก่อนอายุ 45 ปี และสตรีที่ได้รับการผ่าตัดรังไข่ทั้ง 2 ข้างจะทำให้ความหนาแน่นของกระดูกมีการสูญเสียอย่างรวดเร็วมากกว่าเพศชายในวัยเดียวกัน

ภาวะฮอร์โมนไทรอยด์มากกว่าปกติ โรคต่อมพาราไทรอยด์ทำงานมากกว่าปกติทำให้การดูดซึมแคลเซียมในลำไส้ลดลงผิดปกติ ส่งผลกระทบต่อการสลายของเนื้อกระดูกเพิ่มขึ้น

1.3 เพศ เพศหญิงมีโอกาสเกิดโรคกระดูกพรุนมากกว่าเพศชายถึง 6 เท่า เนื่องจากการลดลงของฮอร์โมนเอสโตรเจน ทำให้มีการสลายกระดูกมากขึ้น ส่งผลต่อการลดลงของเนื้อกระดูก (ทนายทบูรณกาล, 2549)

1.4 เชื้อชาติ ประชากรในประเทศแถบทวีปเอเชีย (ผิวเหลือง) มีความแข็งแรงของกระดูกน้อยกว่าชาวตะวันตก (ผิวขาว) ซึ่งชนชาติที่มีกระดูกแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ชนชาติแอฟริกัน (ผิวดำ) (เอี่ยมพร สกุลแก้ว, 2549)

1.5 อายุ ในช่วงวัยเด็กกระดูกของคนเราจะมีความหนาแน่นของเนื้อกระดูกน้อยแล้วค่อยๆเพิ่มสูงขึ้นจนถึงสูงสุดในวัยประมาณ 30 ปี หลังจากนั้นกระดูกจะค่อยๆบางลง จนบางมากในวัยสูงอายุ (พงค์ศักดิ์ ยุกตะนันท์, 2550) และอายุที่มากขึ้นทำให้ ความสามารถในการดูดซึมแคลเซียมจากลำไส้ลดลง (อารีรัตน์ สัจจรวงษ์พนา, 2540)

2. ปัจจัยเสี่ยงที่ควบคุมได้ ได้แก่

2.1 ด้านโภชนาการ ได้แก่ การได้รับสารอาหารที่มีแคลเซียมไม่เพียงพอ การได้รับวิตามินดีไม่เพียงพอ และการรับประทานอาหารโปรตีนจากเนื้อสัตว์จำนวนมาก

2.1.1 การได้รับสารอาหารที่มีแคลเซียมไม่เพียงพอ หรือการขาดสารอาหารที่มีแคลเซียมเรื้อรัง ทำให้ปริมาณแคลเซียมที่ได้รับไม่เพียงพอ ซึ่งแคลเซียมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการในการสร้างเนื้อกระดูก (พงค์ศักดิ์ ยุกตะนันท์, 2550)

2.1.2 การได้รับวิตามินดีไม่เพียงพอ วิตามินดีเป็นสารอาหารที่มีความสำคัญต่อกระดูก ช่วยสร้างโปรตีนในการดูดซึมของแคลเซียม ทำให้แคลเซียมมีการดูดซึมได้ดี และช่วยในการสร้างของเนื้อกระดูก โดยปกติร่างกายสามารถได้รับวิตามินดีจากการบริโภค เช่น น้ำมันตับปลา เมล็ดธัญญาพืชทั้งเปลือก ขนมังคุด มาคาริน และจากแสงแดด เป็นต้น การขาดวิตามินดีทำให้ลำไส้ดูดซึมแคลเซียมได้ลดลง ทำให้แคลเซียมในกระแสเลือดลดลง ซึ่งจะส่งผล กระตุ้นให้มีการหลั่งฮอร์โมนพารา

ไทรอยด์ออกมาสลายเนื้อกระดูกเพื่อเพิ่มระดับแคลเซียมในเลือดให้กลับสู่ปกติ ทำให้กระบวนการสลายเนื้อกระดูกเพิ่มมากขึ้น (ประเสริฐ อัสสันตชัย, 2544)

2.1.2 การรับประทานโปรตีนจากเนื้อสัตว์มากเกินไปเป็นประจําจึงต้องขับออกทางไต ส่งผลทำให้แคลเซียมถูกขับออกจากร่างกายด้วย (นิมิต เตชไกรชนะ, 2543)

2.1.4 การรับประทานอาหารรสเค็มจัด หากร่างกายได้รับโซเดียมมาก อาจส่งผลให้ร่างกายขับแคลเซียม ทางปัสสาวะมากกว่าปกติ ซึ่งโซเดียมพบได้ในเครื่องปรุงรสจําพวกเกลือแกง และผงชูรส ดังนั้นการบริโภคผงชูรสปริมาณมากเสี่ยงต่อการเกิดภาวะกระดูกพรุน (เอื้อมพร สุกุลแก้ว, 2549)

2.2 ปัจจัยด้านพฤติกรรมสุขภาพ ได้แก่ การสูบบุหรี่ การเสพสิ่งเสพติด การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การดื่มน้ําชา กาแฟ น้ําดื่มที่มีส่วนผสมของโคลาโคลาเป็นประจํา และขาดการออกกำลังกาย

2.2.1 การสูบบุหรี่อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน และการเสพสิ่งเสพติด เช่น การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ จะทำให้ความสามารถของการดูดซึมแคลเซียมลดลง (พงค์ศักดิ์ ยุคตะนันท์, 2550)

2.2.2 การดื่มน้ําชา กาแฟ น้ําดื่มที่มีส่วนผสมของคาร์บอนเนตเป็นประจํา ทำให้ลดความสามารถในการดูดซึมแคลเซียม การดื่มกาแฟ มากกว่า 2 ถ้วยต่อวัน จะเพิ่มอัตราการสูญเสียเนื้อกระดูกที่รวดเร็วมากขึ้นกว่าสตรีที่ไม่ดื่มกาแฟ (Barrett-Connor et al., 1994)

2.2.3 การขาดการออกกำลังกาย สตรีที่นั่งทำงานเป็นเวลานานๆ การขาดการเคลื่อนไหวของร่างกายเป็น เวลานาน จะทำให้การสูญเสียเนื้อกระดูกสูงขึ้นและทำให้เกิดกระดูกหักง่ายกว่าคนที่ออกกำลังกายปกติ (อารีรัตน์ สัจจรวงษ์พนา, 2540)

2.3 ปัจจัยด้านการเจ็บป่วย ได้แก่ การเจ็บป่วยด้วยโรคทางด้านอายุรกรรม โดยเฉพาะโรคของต่อมไร้ท่อ เช่น โรคไทรอยด์เป็นพิษ ฮอร์โมนพาราไทรอยด์สูง โรคเบาหวาน เป็นต้น โรคของระบบทางเดินอาหารผิดปกติ การได้รับการผ่าตัดเพื่อรักษาโรคกระเพาะ และโรคตับเรื้อรัง จะทำให้เกิดการดูดซึมของแคลเซียมลดลง (อรุษา เทพพิสัย, 2547)

2.4 ปัจจัยด้านการใช้ยา การรักษาโดยฉายรังสี หรือให้สารเคมี

2.4.1 การใช้ยาติดต่อกันนานๆ อย่างเช่น ยาลดกรด ยาขับปัสสาวะ ยาป้องกันอาการชัก ยารักษาโรคหัวใจ ยารักษาโรคเบาหวาน กลูโคคอร์ติคอยส์ ยาเตตราไซคลิน เฮฟาริน เป็นต้น การได้รับยาเหล่านี้เป็นเวลานาน จะขัดขวางการดูดซึมแคลเซียม (อรุษา เทพพิสัย, 2547)

2.4.2 การรักษาโดยฉายรังสี หรือให้สารเคมี เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เซลล์กระดูกถูกทำลายนำไปสู่ภาวะกระดูกพรุน รวมถึงการปลูกถ่ายอวัยวะก็เป็นปัจจัยเสี่ยงอย่างหนึ่งเพราะในกระบวนการดังกล่าวต้องใช้ยาไซโคลสพอริน เอ ที่มีสรรพคุณป้องกันการปฏิเสธและไม่ยอมรับของร่างกายต่ออวัยวะที่นำมาปลูก ซึ่งยาพวกนี้ทำให้กระดูกบาง (เอื้อมพร สุกุลแก้ว, 2549)

2.5 ปัจจัยอื่นๆ เช่น น้ำหนักตัวน้อย โครงร่างเล็ก ผอม หรือดัชนีมวลกายต่ำกว่า 19 kg/m^2 (ราชวิทยาลัยแพทยออร์โธปิดิกส์แห่งประเทศไทยและมูลนิธิโรคกระดูกพรุนแห่งประเทศไทย, 2553) และสตรีที่มีโครงร่างเล็กจะมีโอกาสเกิดโรคกระดูกพรุนได้มากกว่าสตรีที่มีโครงร่างใหญ่ เพราะสตรีโครงร่างเล็กจะมีปริมาณกระดูกเนื้อแน่นน้อยกว่า (Lappe, 1994)

การวินิจฉัยโรคกระดูกพรุน

บุคคลที่ควรได้รับการตรวจวินิจฉัยโรคกระดูกพรุนเพื่อจะได้ทราบว่ามีความเสี่ยงต่อการเกิดกระดูกหัก ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก ได้แก่ บุคคลดังต่อไปนี้ (อุรุษา เทพพิสัย, 2546)

1. ผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนตามธรรมชาติ (Natural menopause) หรือหมดประจำเดือนก่อนอายุ 40 ปี (Premature menopause) หมดประจำเดือนจากการผ่าตัดรังไข่ออกทั้ง 2 ข้าง (Surgical menopause) หรือจากการใช้รังสีบำบัด เคมีบำบัดในการรักษาโรคต่างๆ
2. บุคคลที่มีปัจจัยเสี่ยงที่ส่งเสริมให้เกิดโรคกระดูกพรุน เช่น เป็นโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร โรคทางต่อมไร้ท่อ โรคเรื้อรังทางอายุรกรรม และการรับประทานยาที่มีผลต่อกระดูก

วิธีการตรวจโรคกระดูกพรุน มีดังนี้

1. การซักประวัติ เป็นข้อมูลส่วนหนึ่งซึ่งช่วยประกอบการพิจารณาในการวินิจฉัยโรคอีกทั้งนำมาประกอบ การวางแผนในการรักษาพยาบาลให้แก่ผู้ป่วยที่เริ่มมีอาการ หรือยังไม่มีอาการได้อย่างเหมาะสม ซึ่งการซักประวัติมีดังนี้ (สมชาย เอื้อรัตนวงศ์, 2544; อารีรัตน์ สังวรวงษ์พนา, 2540; อุรุษา เทพพิสัย, 2546)

1.1 ประวัติส่วนตัว ซักถามเกี่ยวกับ ชื่อ เพศ อายุ สถานภาพสมรส สวมสูง ขนาดรูปร่าง ในช่วงระยะเวลา 5-10 ปี มีส่วนสูงลดลงจากปกติที่เซนติเมตร น้ำหนักก็กิโลกรัม ประวัติการมีประจำเดือน การใช้ยาคุมกำเนิด การใช้ฮอร์โมนเพศ การดื่มสุรา กาแฟ และสูบบุหรี่ การดำรงชีวิตประจำวันเกี่ยวกับภาวะโภชนาการ การออกกำลังกาย ประวัติการเจ็บป่วยและการใช้ยาชนิดใดเป็นประจำ ทั้งนี้เพราะยาบางชนิดเป็นปัจจัยส่งเสริมที่ทำให้เกิดโรคกระดูกโปรงบางหรือกระดูกพรุน รวมถึงอาการของภาวะการขาดฮอร์โมนเอสโตรเจนนอกจากนี้ในบางรายอาจมีประวัติมาพบแพทย์ด้วยการปวดหลัง มีลักษณะหลังโค้งงุ้มที่เรียกว่า Dowager's hump ซึ่งการซักประวัติจะต้องทำอย่างรอบคอบ

1.2 ประวัติทางกรรมพันธุ์ กรรมพันธุ์มีส่วนส่งเสริมสัมพันธ์กับการเกิดโรคกระดูกพรุน ดังนั้นควรมีการซักประวัติครอบครัว ประวัติที่ควรซักถาม อาทิเช่น มีบุคคลในครอบครัวเป็นโรคกระดูกโปรงบางหรือกระดูกพรุนหรือไม่ ร่างกายมีขนาดกล้ามเนื้อเล็กและไม่แข็งแรงหรือไม่ มีลักษณะเส้นผมเล็กและบางหรือไม่ ผิวหนังมีลักษณะบางหรือไม่ ลักษณะสีผิว ขาว เหลือง หรือดำ ฯลฯ

ประวัติเหล่านี้ อาจจะช่วยอธิบายสาเหตุของการเกิดกระดูกพรุน และจำแนกกระดูกพรุนว่าเป็น ชนิดปฐมภูมิหรือทุติยภูมิ (Primary or secondary osteoporosis) สามารถจะช่วยเป็นแนวทางในการรักษาแต่ไม่สามารถวินิจฉัยได้แน่นอน

2. การตรวจเนื้อกระดูกทางพยาธิวิทยา (Bone biopsy) การตรวจวิธีนี้มีความแน่นอนในการบอกความหนาแน่นของกระดูก สามารถวินิจฉัยโรคกระดูกบางได้ก่อนกระดูกหัก ถือเป็น “Gold standard” ในการวินิจฉัยโรคกระดูกบาง อาจใช้ในการวินิจฉัยแยกโรคอื่นๆ ในกรณีที่ยังสงสัย ได้แก่ มะเร็งของกระดูก หรือในบางรายของภาวะกระดูกนิ่มและงอโค้ง (Osteomalacia) ที่ผิดปกติเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามวิธีที่นำมาใช้ในทางปฏิบัติควรเป็นวิธีที่ไม่เกิดอันตราย หรือไม่เกิดความเจ็บปวดแก่ผู้ป่วย (เสก อักษรานุเคราะห์, 2543)

3. การตรวจความหนาแน่นของกระดูก (Quantitative bone mineral analysis) ทำได้หลายวิธีดังนี้ (เสก อักษรานุเคราะห์, 2543; อุรุษา เทพพิสัย, 2546)

3.1 วิธีเอ็กซเรย์ธรรมดา การวินิจฉัยโรคกระดูกพรุนด้วยวิธีนี้ ร่างกายจะต้องสูญเสียเนื้อกระดูกไปถึงร้อยละ 25-30 จึงจะสามารถตรวจพบความผิดปกติได้ ปัจจุบันใช้ในการวินิจฉัยกระดูกหัก อันเนื่องมาจากกระดูกพรุน

3.2 การวัดความหนาแน่นของกระดูกโดยเครื่อง “Photon absorptiometer” โดยมีเครื่องมือ ดังนี้

3.2.1 Single photon absorptiometry (SPA) ส่วนมากใช้วัดบริเวณปลายของกระดูกแขน (Radius) ซึ่งมีกระดูกเนื้อพรุน (Trabecular) เป็นส่วนประกอบสำคัญ แต่ไม่สามารถใช้วัดในบริเวณกระดูกสันหลังหรือสะโพก ซึ่งต้องผ่านเนื้อเยื่อต่างๆมากมาย

3.2.2 Dual photon absorptiometry (DPA) เครื่องนี้สามารถวัดความหนาแน่นของกระดูกมากขึ้น เครื่องมือชนิดนี้สามารถวัดกระดูกในส่วนที่มีเนื้อหนาๆ ได้ เช่น กระดูกสันหลัง และกระดูกสะโพก

3.2.3 Dual-energy x-ray absorptiometry (DEXA) เป็นเครื่องมือในลักษณะเดียวกับ DPA ต่างกันที่แหล่งพลังงานใช้จากแหล่งกำเนิดเอ็กซเรย์ดังนั้นจึงใช้เวลาในการตรวจที่สั้นกว่า ปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับก็น้อยกว่า และมีความแม่นยำสูงกว่า 2 วิธีแรกที่กล่าว

3.3 Quantitative computed tomography (QCT) เป็นเครื่องมือที่สามารถวัดความหนาแน่นของกระดูกเนื้อพรุน (trabecular) และกระดูกเนื้อแน่น (Cortical) แยกออกจากกันได้ สามารถเลือกวัดความหนาแน่นเฉพาะบริเวณ และสามารถวัดได้เป็น 3 มิติ จึงมีหน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สามารถแยก Extra osseous calcium ออกได้ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความผิดปกติในการวัดความหนาแน่นของกระดูกด้วยวิธีอื่นๆ อย่างไรก็ตามข้อจำกัดคือเป็นเครื่องมือที่มีค่าใช้จ่ายสูง และผู้ป่วยจะได้รับรังสีในปริมาณที่สูงกว่าวิธีการต่างๆที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

3.4 เครื่องคลื่นเสียงความถี่สูง (Quantitative ultrasound) เครื่องมือที่ใช้เรียกว่า Broadband ultrasonic attenuation (BUA) ทำการวัดโดยให้ผู้ป่วยวางสันไว้บริเวณช่องตรงกลาง ใช้เวลาในการตรวจเพียง 1-10 นาที ผู้ป่วยจะไม่ได้รับรังสีใดๆ เป็นวิธีที่ปลอดภัยไม่ก่อให้เกิดความเจ็บปวด

องค์การอนามัยโลกได้กำหนดเกณฑ์การแปรผลการตรวจวัดความหนาแน่นของมวลกระดูก (BMD) เป็นดังนี้ (เสก อักษรานุเคราะห์, 2543)

1. ภาวะปกติ คือ ความหนาแน่นของกระดูกปกติ จะมีค่า T-score ไม่ต่ำกว่า -1.0 SD
2. ภาวะกระดูกโปร่งบาง (Osteopenia) คือ ความหนาแน่นของกระดูกจะมีค่า T-score อยู่ระหว่าง -1.0 SD ถึง -2.5 SD (ของค่าความหนาแน่นของมวลกระดูกสูงสุด Peak bone mass ที่อายุ 30 ปี)
3. ภาวะกระดูกพรุน (Osteoporosis) คือ ความหนาแน่นของกระดูกลดลง จะมีค่า T-score น้อยกว่า -2.5 SD

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้การทดสอบความหนาแน่นของกระดูก โดยวัดบริเวณกระดูกสันหลัง ด้วยวิธี Quantitative ultrasound เครื่องมือที่ใช้เรียกว่า Broadband ultrasonic attenuation (BUA) เพื่อเป็นการประเมินภาวะกระดูกพรุนในผู้สูงอายุที่เข้าร่วมโครงการ

การประเมินโดยการตรวจวัดทางชีวเคมีของกระดูก (Biochemical bone markers)

การตรวจหาสารทางชีวเคมีของวงจรการสลายกระดูกเก่าและการสร้างกระดูกใหม่ (Biochemical markers of bone turnover) การตรวจหาสารในกลุ่มนี้ประกอบด้วยสารทางชีวเคมีของการสลายกระดูก (Markers of bone resorption) และสารชีวเคมีของการสร้างกระดูก (Markers of bone formation) ซึ่งสารทางชีวเคมีมากมายที่ถูกพัฒนาขึ้นมาใหม่ในปัจจุบัน ในการนำมาใช้ในงานวิจัยพบว่ามีความแปรปรวนระหว่างบุคคลได้มากจึงเหมาะที่จะใช้ในการติดตามการเปลี่ยนแปลง หรือผลการรักษาในแต่ละรายโดยเปรียบเทียบค่าที่จุดเริ่มต้น สำหรับประโยชน์ของการตรวจในวิธีนี้คือสามารถเห็นผลจากการรักษาได้ในระยะเวลาสั้นๆเพียง 1-3 เดือน (นิमित เตชไกรชนะ, 2543)

กระดูกประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ แคลเซียม 65 เปอร์เซ็นต์ ในจำนวนนี้เป็นแคลเซียมฟอสฟอรัส แมกนีเซียม นอกนั้นเป็น Trace elements สำหรับส่วนที่เป็นโปรตีนมี 25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแบ่งได้ 2 ชนิดคือ โปรตีนที่อยู่ในรูปของคอลลาเจน 23 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอีก 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นโปรตีนชนิดช่วยเสริมความแข็งแรงหรือยึดส่วนประกอบอื่นๆ ของกระดูกเรียกว่า นอนคอลลาเจนโปรตีน

(Noncollagen protein) ได้แก่ ออสทีโอแคลซิน (Osteocalcin) ออสทีโอพอนติน (Osteopontin) ออสทีโอเนคติน (Osteonectin) ฯลฯ ส่วนน้ำมีในกระดูก 10 %

เมื่อกระดูกมีการเปลี่ยนแปลงจากการทำงานของเซลล์กระดูก ได้แก่ ออสทีโอคลาสต์ (Osteoclast) ทำหน้าที่ละลายกระดูกเพื่อเบิกทางให้เซลล์สร้างกระดูกออสทีโอเบลาสต์ (Osteoblast) ทำงาน สิ่งที่เกิดจากการสลายหรือสร้างกระดูกจะหลุดเข้าสู่เลือดพร้อมกับเอนไซม์ของเซลล์กระดูกที่ใช้ในกิจกรรมนั้น ซึ่งสามารถตรวจด้วยขบวนการเคมีพิเศษจะบอกได้ว่าเป็นสิ่งใดที่เกิดจากกิจกรรมของออสทีโอเบลาสต์ หรือออสทีโอคลาสต์ หรืออีกนัยหนึ่งสามารถบอกภาวะการสร้างหรือสลายของกระดูกได้ การตรวจวิธีนี้เรียกว่า Biochemical bone markers (ณรงค์ บุญยรัตเวช, 2550)

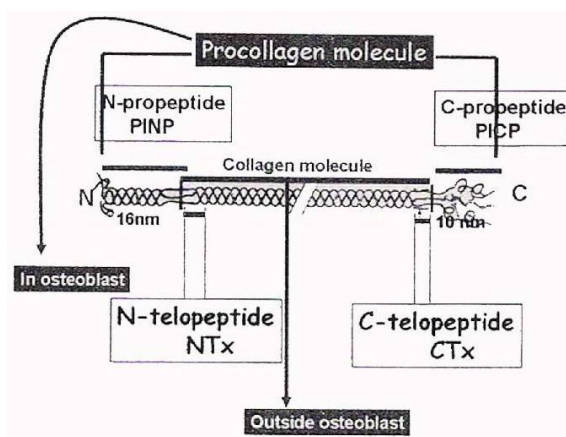
การตรวจดูความเปลี่ยนแปลงของกระดูกในขณะที่เกิดจากการทำงานของออสทีโอเบลาสต์ และออสทีโอคลาสต์ ลักษณะการทำงานเป็น 2 ลักษณะ คือ (ณรงค์ บุญยรัตเวช, 2551)

1. การสร้างเนื้อกระดูก โดยเซลล์ Osteoblast ที่สร้างเมทริกซ์ (Matrix) ที่ประกอบด้วยโปรตีนต่างๆ ตลอด จนคอลลาเจน และในขณะที่ทำงานเซลล์ก็จะปล่อยเอนไซม์ ออกมาหลายชนิด

1.1 คอลลาเจน (Collagen) ลักษณะของคอลลาเจนเป็นชนิด Type I ซึ่งจะพบมากที่สุดใกระดูก เอ็นกล้ามเนื้อ เอ็นข้อต่อ ฟังผืด และผิวหนัง เมื่อ Osteoblast สร้างคอลลาเจน จะมีส่วนปลายของคอลลาเจน ที่ไม่พันกัน (Propeptide) ออกมาสู่เลือด ซึ่งมี 2 ทางได้แก่ Procollagen type 1 Nitrogenous terminal Propeptide: P1NP และ Procollagen type 1 Carboxyl terminal Propeptide: P1CP ถ้าตรวจเลือดพบว่ามีส่วนของคอลลาเจนนี้สูงกว่าปกติจัดว่าขณะนี้มีการสร้างกระดูก (Bone formation) เกิดขึ้น หรือแสดงว่า Osteoblast เริ่มทำงานในการสร้างเนื้อเยื่อกระดูก

1.2 ออสทีโอแคลซิน (Osteocalcin) เป็นโปรตีนที่พบมากในกระดูก (99%) สร้างโดยออสทีโอเบลาสต์ ขณะที่ Osteoblast สร้างกระดูกจะมีการสร้าง Osteocalcin เป็นขั้นตอน จะมีบางส่วนของ Osteocalcin ที่หลุดสู่เลือด แต่ Osteocalcin เป็นมาร์กเกอร์ได้ 2 แบบ คือ บอกได้ทั้งภาวะการสร้างกระดูก และการสลายของกระดูก เพราะในกระดูกจะมี Osteocalcin อยู่หากถูกสลายออกโดย Osteoclast ก็จะออกสู่เลือดได้เช่นกัน แต่อาจต่างกันตรงที่จำนวน Intact Osteocalcin ไม่มากเท่ากับการสร้างกระดูก

1.3 เอนไซม์ ขณะที่เกิดการสร้างกระดูก ค่า Bone alkaline phosphatase จะเพิ่มสูงกว่าปกติ หรือ Total alkaline phosphatase



รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบต่างๆของคอลลาเจน

(ณรงค์ บุญยะรัตเวช, 2550)

1. การสลายตัวของเนื้อกระดูก

1.1 ที่นิยมใช้กันในปัจจุบันคือ การวัดส่วนของคอลลาเจน ที่ถูกออสทีโอคลาสท์ย่อยละลายออกมาเป็นส่วนๆ (Fragments) ที่ใช้เป็นมาร์กเกอร์กันมาก คือ ส่วน Telopeptide ที่ Cross link มาเกาะในตำแหน่งกรดอะมิโนแอสปาทิกเชื่อมกับกลัยซีน (D-G) เพราะคอลลาเจน ส่วนนี้เมื่อหลุดออกมา จะคงสภาพพันธะอยู่ตลอดเวลา จึงเหมาะใช้เป็นมาร์กเกอร์ ส่วนนี้เรียกว่า BatacrossLaps บางครั้งสับสนเรียกว่า CTx ความจริงแล้ว CTx คือส่วนคอลลาเจนตรง Telopeptide (Tx) ทางปลาย C ถ้าทางปลาย N จะเรียกว่า NTx อย่างไรก็ตามทั้ง CTx และ NTx ก็เป็น Resorptive markers เช่นกันเพราะจะสลายแยกออกมาได้เมื่อถูกออสทีโอคลาสท์ย่อย

ในประเทศไทยสารเคมีที่ใช้ตรวจ β -CrossLaps หาซื้อได้ง่ายกว่าจึงนิยมตรวจ β -CrossLaps ซึ่งเป็นส่วนที่ Crosslink มาเกาะตรงตำแหน่งกรดกลัยซีนกับแอสปาทิก ซึ่งเป็นองค์ประกอบของ Telopeptide ซึ่งมีพันธะพิเศษเชื่อมระหว่างกรดสองชนิดนี้ที่ทนทานต่อการถูกย่อยไม่สลายง่ายโดย เอนไซม์ในร่างกายสำหรับส่วนอื่นๆ ของคอลลาเจนมักใช้ในงานวิจัย

1.2 การวัดเอนไซม์ จาก Osteoclast ที่เรียกว่า Tartrate Resistant Acid Phosphatase (TRAP) นิยมวัดในงานวิจัยแบบ Immuno assay เอนไซม์ TRAP มี 2 ชนิด คือ TRAP5a และ TRAP5b นิยมตรวจ TRAP5b มากกว่า สามารถทำการวัดได้ทั้งในเลือด และปัสสาวะ (Urine)

การตรวจโบนมาร์กเกอร์เฉพาะ (bone markers)

เพื่อเป็นการแปลผลได้ตีความตรวจ 3 รายการ คือ (ณรงค์ บุญยะรัตเวช, 2550)

1. β -CrossLaps หรือ CTx เพื่อดูกระบวนการสลายของมวลกระดูก (Bone resorption)
2. N-MID osteocalcin เพื่อดูกระบวนการโบนเทิร์นโอเวอร์ของกระดูก (Bone turnover)
3. P1NP หรือ พิวันซีพี P1CP เพื่อดูกระบวนการสร้างของมวลกระดูก (Bone formation)

ตารางที่ 1 สรุปสารทางชีวเคมีของวงจรการสลายกระดูกเก่าและการสร้างกระดูกใหม่ (Biochemical markers of bone turnover)

Biochemical Markers of Bone Resorption	Biochemical Markers of Bone Formation
<ul style="list-style-type: none"> - Urine Calcium - Urine total hydroxylproline - Urine pyridinoline and deoxypyridinoline cross-links (Pyr / Dpy) - Serum cross-linked N- and C- terminal telopeptides of collagen type 1 (NTx / CTx) - Serum tartrate-resistant acid phosphatase (TRAP) 	<ul style="list-style-type: none"> - Serum total alkaline phosphatase (ALP) - Serum bone-specific alkaline phosphatase (BSALP) - Serum osteocalcin (OC) - Serum N-and C-terminal propeptides of collagen type 1 (P1NP / P1CP)

(ทวี ทรงพัฒนาศิลป์, 2548)

การแปลผล (ณรงค์ บุญยรัตเวช, 2550)

การพิจารณาค่าที่วัดได้นั้นเป็นค่าปกติ หรือผิดปกติ ถ้าค่าโบนมาร์กเกอร์สูง อาจมีความหมายว่า ปกติ หรือผิดปกติ โดยการพิจารณาค่าปกติจำเป็นต้องมีการอ้างอิง เช่น ในสตรีวัยหมดประจำเดือนตรวจแล้วได้ค่าสูงผิดปกติ แต่จะแปลผลว่าผิดปกติหรือปกติจำเป็นต้องนำค่าไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ค่ามาตรฐานที่นำมาเปรียบเทียบที่เหมาะสมควรเป็นค่าจากสตรีวัยเจริญพันธุ์ที่ร่างกายแข็งแรงไม่มีโรคใดๆ หากว่าเมื่อเปรียบเทียบแล้วได้ค่าสูงกว่าถือว่าผิดปกติ ยกเว้นในวัยกำลังเจริญเติบโตค่าที่วัดได้สูงจะจัดเป็นค่าปกติได้ ดังนั้นจำเป็นต้องหาค่ามาตรฐานในกลุ่มสตรีวัยเจริญพันธุ์เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ จากการศึกษาพบว่าค่าการสลายกระดูก เบต้าครอสแล็บ (CTX) = 0.31 ng/ml ค่าการสร้างกระดูก P1NP = 44.5 นาโนกรัม/มิลลิลิตร และค่า N-MID Osteocalcin = 16.46 ng/ml (ตารางที่ 2) ถ้าตรวจค่า CTx สูง บางครั้งไม่ได้บ่งบอกว่ามีพยาธิสภาพที่กระดูกได้ร้อยเปอร์เซ็นต์ดังที่ได้กล่าวไว้ เช่น อาจอยู่ในระหว่างการเจริญผิดปกติ หรือกระดูกกำลังเจริญเติบโตตามปกติ หรือมีการสลายตัวของอวัยวะบางอย่างที่มีคอลลาเจนชนิดที่ 1 (Collagen type 1) เช่น ผิวหนัง เมื่อเป็นเช่นนี้เราจำเป็นต้องตรวจการสร้างของกระดูก (Bone formation markers) ควบคู่ไปด้วย หากพบว่าค่ามาร์กเกอร์ทั้ง 2 ชนิดสูง แสดงว่าอยู่ในภาวะที่เรียกว่า High bone turnover ซึ่งพบในวัยกำลังเจริญเติบโต หากว่าถ้าค่าต่ำทั้งคู่เรียกว่า Low bone turnover ซึ่งทั้ง 2 กรณีผู้รักษาจำเป็นต้องตัดสินใจจะปล่อยให้อยู่ในสภาพเช่นนี้นานเท่าใด เพราะการเปลี่ยนมากไปจะเป็นอันตรายต่อกระดูกได้ อาจมี Bone crack เกิดขึ้น และหากพบว่าค่า CTx สูงขึ้น แต่ค่าการสร้างกระดูกไม่สูงตาม อาจต้องค้นหาสาเหตุเพิ่ม หรือในกรณีค่า CTx ต่ำกว่าปกติ ควรพิจารณาว่ามีการได้รับยา Anti-

resorption เช่น Bisphosphonate Calcitonin และEstrogen อยู่หรือไม่ และควรพิจารณาว่าการสร้างกระดูก (P1NP) ต่ำกว่าปกติหรือไม่ เช่นกันส่วนใหญ่ ก็ต่ำกว่าปกติ คือไม่มีการสร้างกระดูกเกิดขึ้น เช่นนี้ซึ่งจัดเป็นภาวะ Low bone turnover

ตารางที่ 2 แสดงค่าปกติของระดับ Bone markers ในสตรีวัยเจริญพันธุ์

ไบโอมาร์กเกอร์ (bone markers)	คุณสมบัติ (identify)	ค่าเฉลี่ย (ng/mL)	95% CI
เบต้าครอสเลสป์ (β -CrossLaps หรือ CTx) (n=356)	การสลายของมวลกระดูก	0.310 \pm 0.169	0.293-0.328
เอ็นมีดออสทีโอแคลซิน (N-MID Osteocalcin) (n=123)	กระบวนการโบนเทิร์นโอเวอร์ของกระดูก	16.46 \pm 0.179	14.9-18.02
พีวันเอ็นพี (P1NP) (n= 109)	การสร้างของมวลกระดูก	44.5 \pm 19.92	40.78-48.35

(ณรงค์ บุญยะรัตเวช, 2551)

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยของ Bone markers ในสตรีวัยหมดประจำเดือน

ไบโอมาร์กเกอร์ (bone markers)	คุณสมบัติ (identify)	ค่าเฉลี่ย (ng/mL)	95% CI
เบต้าครอสเลสป์ (β -CrossLaps หรือ CTx) (n=429)	การสลายของมวลกระดูก	0.556 \pm 0.226	-
เอ็นมีดออสทีโอแคลซิน (N-MID Osteocalcin) (n=102)	กระบวนการโบนเทิร์นโอเวอร์ของกระดูก	-	15-46
พีวันเอ็นพี (P1NP) (n= 444)	การสร้างของมวลกระดูก	40.43	16.27-73.87

(Garnero et al., 1999; 2000; 2001)

หลังจากได้รับการรักษา การดูค่าการสร้างของกระดูกว่าดีขึ้นเพียงใด จำเป็นต้องตรวจทั้งค่าการสลายของกระดูก (CTX) และการสร้างของกระดูก (P1NP) เพื่อดูค่าการสร้างของกระดูกว่ามีแนวโน้มดีขึ้น หรือลดลง หลังจากการรักษาเพียงใด ในกรณีนี้จำเป็นต้องปรับค่าการสลายของกระดูกให้อยู่ในระดับเดียวกัน จึงจะดูความแตกต่างของค่าการสร้างของกระดูก ก่อนและหลังได้รับการรักษาได้ (ณรงค์ บุญยะรัตเวช, 2552)

ตารางที่ 4 แสดงวิธีการคำนวณเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของการสร้างของกระดูก

ค่าการสร้างของกระดูก ก่อนได้รับการรักษา = (ค่า P1NP ก่อนการรักษา ÷ ค่า CTx ก่อนการรักษา) × 0.31

ค่าการสร้างของกระดูก หลังได้รับการรักษา = (ค่า P1NP หลังการรักษา ÷ ค่า CTx หลังการรักษา) × 0.31

* 0.31 คือ ค่ามาตรฐานการสลายของกระดูก (ค่าเฉลี่ยของ CTx ในสตรีวัยเจริญพันธุ์) *

(ณรงค์ บุญยรัตเวช, 2552)

ปัจจัยในการแปลผลโบนมาร์กเกอร์ (bone markers)

การแปลผลโบนมาร์กเกอร์ จำเป็นจะต้องพิจารณารายละเอียด โดยนำปัจจัยต่อไปนี้มา

พิจารณาด้วย (ณรงค์ บุญยรัตเวช, 2551)

1. อายุ โบนมาร์กเกอร์ทุกชนิดเปลี่ยนแปลงตามอายุ ในวัยเด็กต่ำกว่า 13-15, 15-25, 25-49 และ 50 ปี ขึ้นไปจะมีค่าไม่เหมือนกันกล่าวโดยกว้างคือ อายุน้อยค่าโบนมาร์กเกอร์จะสูงกว่าอายุมาก
2. เพศ ในเพศชายมักสูงกว่าเพศหญิงเป็นส่วนใหญ่
3. เวลาโบนมาร์กเกอร์เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา 24 ชั่วโมง มีค่าสูงสุดประมาณ 4.00 นาฬิกา ดังนั้นการตรวจเปรียบเทียบควรกำหนดเวลาให้ตรงกัน ในทางปฏิบัติที่ควรตรวจเลือดก็คือ ในเวลาเช้า 8.00-9.00 น.
4. อาหารมีการพบว่าการตรวจโบนมาร์กเกอร์ก่อนอาหาร (งดอาหาร) จะให้ผลดีกว่าหลังอาหาร โดยเฉพาะค่าเบต้าครอสแล็บ ค่าจะไม่แกว่งมากในกรณีตรวจก่อนรับประทานอาหาร
5. ตัวอย่างที่ตรวจ การตรวจโบนมาร์กเกอร์ จากซีรัม (เจาะเลือด) จะได้ผลดีกว่าการตรวจปัสสาวะ 24 ชั่วโมงเนื่องจากค่าไม่แกว่งมาก ซึ่งโดยทั่วไปนิยมจากการตรวจทางเลือด
6. ปัจจัยอื่นในเลือด ทางที่ดีผู้ได้รับการตรวจ โบนมาร์กเกอร์ ควรได้รับการตรวจเลือดทั่วไป (Screening blood) และควรจะได้นำมาพิจารณาประกอบการแปลผล เช่น ตรวจหน้าที่ไต ตับ เบาหวาน เพราะถ้ามีโรคเหล่านี้จะส่งผลให้ค่าโบนมาร์กเกอร์ เปลี่ยนด้วย
7. ยาที่ได้รับมาก่อนเช่น ยาในกลุ่มที่ลดการสลายของกระดูก และยาในกลุ่มบำรุงกระดูก ซึ่งอาจทำให้ค่าของการสลายกระดูก (Resorption bone markers) เพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ (ณรงค์ บุญยรัตเวช, 2550)
8. ชนิดของ โบนมาร์กเกอร์ จำเป็นจะต้องตรวจคู่กัน คือ ตรวจการสร้างของกระดูก และการสลายของกระดูก เช่น เบต้าครอสแล็บ กับ พีวันเอ็นพี หรือ พีวันซีพี การตรวจรายการเดียวจะแปลผลได้ไม่ถูกต้อง กล่าวโดยสรุปจำเป็นต้องตรวจ 2 รายการเพื่อดูการทำงาน (Turnover) ของเซลล์กระดูกว่าจัดเป็น ระดับสูง หรือต่ำ ถ้าค่าทั้ง 2 สูงเกินค่าปกติ ก็จัดว่าเป็น High bone turnover คือ เปลี่ยนแปลงตามกันแบบความสัมพันธ์เชิงเส้น (Linear correlation)

9. ค่ามาตรฐานการแปลผล โบนมาร์กเกอร์ จำเป็นต้องอาศัยค่าปกติเปรียบเทียบกับค่าที่ตรวจได้เช่น การตรวจ โบนมาร์กเกอร์ ในสตรีวัยหมดประจำเดือนรายหนึ่งได้ค่า เบต้าครอสแล็บ = 0.922 ng/ml จะทราบว่าปกติหรือไม่ ต้องนำไปเปรียบเทียบกับค่าปกติ (จะนำไปเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของกลุ่มคนวัยหมดประจำเดือนจะไม่ถูกต้อง)

การเลือกค่าปกติมีความจำเป็นเพื่อนำมาเปรียบเทียบ เนื่องจากสตรีวัยหมดประจำเดือนจัดว่ามีความบกพร่องในร่างกาย เช่น ฮอร์โมนเอสโตรเจนลดลง ถ้าจะเอาค่าโบนมาร์กเกอร์ ในประชากรกลุ่มนี้ว่าเป็นค่าปกติ ย่อมไม่ถูกต้อง เพราะค่าจะมีช่วงกว้างมาก และได้จากกลุ่มประชากรที่ไม่สมบูรณ์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาประชากรที่สมบูรณ์ไม่ป่วยเป็นโรค ถ้าเป็นสตรีก็ต้องเลือกวัย 35-45 ปี ที่ยังมีประจำเดือนปกติมาเป็นค่าปกติ

ประโยชน์ของโบนมาร์กเกอร์ (Bone markers) (ณรงค์ บุญยรัตเวช, 2551)

1. เพื่อดูสภาพกระดูกของกลุ่มเสี่ยงได้แก่ วัยหมดประจำเดือน ได้รับยาบางชนิด เช่น สเตียรอยด์, เคมีบำบัด, ยาประเภทไทรอยด์นานๆ หากว่าตรวจแล้วมี การสลายของกระดูก (Bone resorption markers) สูงกว่าปกติ ต้องแก้ไข มิเช่นนั้นในอนาคตจะกลายเป็น โรคกระดูกพรุนได้
2. ใช้ติดตามผลการรักษาจากยาโรคกระดูก โดยตรวจโบนมาร์กเกอร์ ก่อนได้รับยา และตรวจหลังได้รับยาตามระยะสมควรว่าผลของยาในแง่การสร้างกระดูก หรือการสลายกระดูก
3. ใช้ดูสภาพของกระดูกว่าอยู่ในสภาพดีหรือไม่ โดยพิจารณาจาก การสร้างกระดูก การสลายกระดูกหรือ โบนเทิร์นโอเวอร์ ว่าผิดปกติหรือไม่

กลไกระดับโมเลกุลของกระบวนการควบคู่ (Molecular mechanisms of coupling) (สิทธิศักดิ์ หารษาเวก, 2553)

การส่งสัญญาณทางระบบซึ่งทำให้เกิดการสลายกระดูก เช่น PTH มีผลไปเพิ่มจำนวนเซลล์ Osteoclast ที่สลายกระดูกได้อย่างดี อย่างไรก็ตาม เซลล์ Osteoclast ไม่มี PTH receptor บนผิวเซลล์ และไม่ตอบสนองต่อฮอร์โมนโดยตรง ในทางตรงกันข้าม เซลล์ Osteoblast มี PTH receptor และตอบสนองต่อ PTH โดย Marrow stromal cells (M-CSF) และ Receptor activator of nuclear factor kappa B ligand (RANK-L) ที่สำคัญต่อการเปลี่ยนสภาพของเซลล์ Osteoclast

ดังนั้น PTH ซึ่งทำหน้าที่เพิ่มการสลายกระดูก ถูกควบคุมโดยเซลล์ Osteoblast ในการสร้างกระดูก ซึ่งหลังโปรตีนกระตุ้นการเจริญของเซลล์ Osteoclast (Proresorptive, osteoclastic factors) เพื่อให้เกิดกระบวนการควบคู่ของการสร้างและการสลายของกระดูก

เซลล์ Osteoblast และ Osteoclast ส่วนใหญ่อยู่ใกล้กัน เช่น ในแอ่งสลายกระดูก (Resorptive pit) จึงเกิดกระบวนการควบคู่ได้ โปรตีน RANK-L มีอยู่ในรูปอิสระ (Soluble form)

และอยู่ในรูปที่ติดกับผิวเซลล์ Osteoblast การสัมผัสโดยตรงระหว่างเซลล์ Osteoblast และ Osteoclast อาจกระตุ้นผ่านทาง การจับกันระหว่าง RANK-L/RANK กระบวนการควบคุมนี้ถูกกระตุ้น โดยโปรตีนที่หลั่งออกมาจากเซลล์ Osteoblast เช่น Monocyte chemotactic protein และ Osteopontin ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารสื่อเรียกเซลล์ (Chemoattractants) สำหรับเซลล์ Osteoclast การควบคุมเกิดขึ้นโดยโปรตีนที่สร้างขึ้นมาจากเซลล์ Osteoblast มีชื่อว่า Osteoprotegerin (OPG) ซึ่งเป็นสารที่มีโครงสร้างคล้ายกับโปรตีนตัวรับ RANK โปรตีน OPG จับกับ RANK-L และยับยั้งการทำงานของ RANK-L โปรตีน OPG ยับยั้งขั้นตอนของการเจริญเปลี่ยนสภาพ เป็นเซลล์ Osteoclast ที่เจริญเติบโตเต็มที่ (Osteoclastogenesis) (Bergstrom et al., 2012) ซึ่ง กระตุ้นโดย RANK-L การสร้าง OPG ถูกควบคุมโดยโปรตีนที่อยู่บนเซลล์ Osteoblast (ทั้งสัญญาณ กระตุ้น Osteoclast เช่น PTH และโปรตีนส่งเสริมการสร้างกระดูก เช่น เอสโตรเจน แคลเซียม และ Bone morphogenic protein: BMPs) ดังนั้นเซลล์ Osteoblast สามารถยับยั้งการเจริญของ Osteoclast ในการตอบสนองต่อการกระตุ้น PTH โดยการหลั่งโปรตีนด้านการสลาย เช่น OPG

การถ่ายโอนเชิงกลของกระดูก (Mechanotransduction) (Plowman and Smith, 2014; Robling et al., 2006)

การรับรู้การแรงเชิงกล และการส่งสัญญาณของเซลล์กระดูก พบว่าเซลล์ Osteocyte มีบทบาทอย่างมากในการรับรู้ (Sensing) ควบคุม (Controlling) หลายปัจจัยในทางสรีรวิทยาปกติของ กระดูก ที่สำคัญคือการรับรู้ Mechanical stress ต่างๆ รวมทั้งมีบทบาทสำคัญในการควบคุม Bone remodeling เซลล์ Osteocyte คือเซลล์กระดูกที่เจริญเต็มที่ซึ่งเป็นการเปลี่ยนสภาพสุดท้ายจาก เซลล์ osteoblast (เซลล์สร้างกระดูก) เซลล์ Osteocyte มีส่วนยื่นออกจากเซลล์ไปติดต่อกับเนื้อพื้น กระดูก และยื่นไปติดกับเซลล์ Osteocyte อื่นด้วย ช่องเชื่อมดังกล่าวเรียกว่า Canaliculi พบว่า โมเลกุลขนาดเล็กและสัญญาณ Second messenger สามารถผ่านช่องติดต่อดังกล่าวระหว่างเซลล์ (Gap junction) โดยเกิดจาก Connexins มาประกอบขึ้นเป็น Connexons (สิทธิศักดิ์ ธรรมชาติ, 2553) นอกจากเซลล์ Osteocyte จะมีการติดต่อดังกล่าวซึ่งกันและกันแล้ว ยังมีการควบคุม และ เชื่อมต่อกับของเหลวภายนอกเซลล์ของกระดูก รอบๆตัวเซลล์ Osteocyte จะเป็นช่องที่เต็มไปด้วย ของเหลวมีลักษณะเป็นเจล และสามารถเคลื่อนที่ไปมาได้ การเคลื่อนที่ของเหลวเหล่านี้เรียกว่า Fluid flow ซึ่ง Osteocyte สามารถตรวจการเคลื่อนไหวดังกล่าวได้ โดยลักษณะของเซลล์ Osteocyte และ Dendritic process ของเซลล์ที่ยื่นเข้าไปใน Canaliculi ของกระดูก มี Cilia ยื่น ออกมาโดยรอบ เมื่อมีการเคลื่อนไหวของของเหลว Cilia เหล่านี้สามารถตรวจพบ และบอกทิศทาง ได้ การเกิด Mechanical load ขึ้นในด้านใดด้านหนึ่งของกระดูก แรงดันที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดการ

เคลื่อนที่ของของเหลวในทิศทางที่จำเพาะ ทำให้ Osteocyte สามารถบอกได้ว่ามีแรงกระทำจากทางไหน และตอบสนองต่อแรงกระทำเหล่านี้ได้ (ณรงค์ บุญยะรัตเวช, 2550)

นอกจากนี้กระดูกมีคุณสมบัติเป็น Piezoelectric เมื่อได้รับแรงกด (Mechanical loading) โดยเกิดประจุไฟฟ้ากระจายตัวไม่สมมาตรกันที่ผิว หน้าที่การติดต่อสื่อสารระหว่างเซลล์ Osteocyte (ACSM, 2012) อาจมีการส่งหรือปรับสัญญาณมาควบคุมการทำงานของเซลล์ Osteoblast และ Osteoclast ทำให้มีมวลกระดูกมากขึ้นในบริเวณที่ได้รับแรงกด แต่มวลกระดูกจะลดลงในบริเวณที่ไม่ได้รับแรงกด (สิทธิศักดิ์ ธรรมชาติ, 2553) การส่งสัญญาณของ Osteocyte ไปยัง Osteoblast นั้นทำให้เซลล์มีการหลั่งสารเช่น Prostaglandins, Nitric oxide และ Insulin-like growth factor อื่นๆ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะส่งผลต่อการยับยั้งการทำงานของเซลล์ Osteoclast เป็นผลทำให้ลดการกระตุ้นที่ทำให้เกิด Osteoclastogenesis (Iolascon et al., 2013) แรงเฉือนที่เกิดขึ้นภายในจากของเหลวภายในไขกระดูกอาจส่งผลทำให้ Preosteoblastic ในเซลล์จากไขกระดูกในชั้นสโตรมาล (Bone Marrow Stromal Cells) ลดการทำงานของ RANK-L ซึ่งจะทำให้จำนวนของเซลล์ Osteoclast ลดลง ดังนั้น เซลล์ Osteoblast จะเป็นตัวกลางของการยับยั้งกลไกที่ทำให้เกิดการกระตุ้นการสลายของกระดูก รวมทั้งการส่งสัญญาณของของเหลวภายในเซลล์กระดูกทำให้มีการหลั่ง Nitric oxide ซึ่งเป็นตัวยับยั้ง RANK-L และเพิ่มการสร้าง Osteoprotegerin (OPG) (Robling et al., 2006)

ฮอร์โมนพาราไทรอยด์ (Parathyroid hormone)

ฮอร์โมนพาราไทรอยด์ (Parathyroid hormone: PTH) เป็นโพลีเปปไทด์ฮอร์โมนสร้างจาก Chief cells ของต่อมพาราไทรอยด์ซึ่งมีจำนวน 2 คู่ อยู่ด้านหลังไตฝั้วของต่อมไทรอยด์ซึ่งเป็นต่อมไร้ท่อที่มีขนาดเล็กมากแต่มีความสำคัญต่อร่างกายอย่างมาก (วิภา วีรวัฒน์นภากุล, 2552)

หน้าที่และบทบาท

ควบคุมระดับแคลเซียมในร่างกายทำให้แคลเซียมในเลือดเพิ่มขึ้นเป็นค่าปกติ หรือป้องกันไม่ให้ระดับแคลเซียมลดต่ำลง และทำให้ระดับฟอสเฟตต่ำลง ฮอร์โมนนี้จะทำให้ระดับแคลเซียมในพลาสมาสูงขึ้นโดยมีผลโดยตรงที่กระดูกและไต

1. **กระดูก** ฮอร์โมนพาราไทรอยด์ มีผลต่อกระดูกเป็น 2 ลักษณะทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับ PTH ดังนี้

1.1 ถ้ามี PTH หลังต่อเนื่องและมีระดับฮอร์โมนสูงตลอดจะมีผลเพิ่มจำนวนและกระตุ้นการทำงานของเซลล์สลายกระดูก (Osteoclast) โดยกระตุ้นผ่านเซลล์สร้างกระดูก (Osteoblast) เนื่องจากมีรีเซพเตอร์ของ PTH แล้ว Osteoblast หลั่ง M-CSF, RANKL กระตุ้นการสร้าง

Osteoclast ทำให้เกิดกระบวนการสลายกระดูก (Bone resorption) ทั้งส่วนเกลือแร่ (Mineral) และส่วนสารอินทรีย์ของโครงสร้างพื้นฐาน (Matrix) ทำให้มีการปล่อยแคลเซียมและฟอสเฟตจากกระดูกเข้าสู่กระแสเลือดมากขึ้น

1.2 ถ้า PTH มีระดับสูงเป็นช่วงๆ จะมีผลกระตุ้นการสร้างกระดูก (Bone formation) โดย PTH ออกฤทธิ์ผ่าน IGF-1 กระตุ้นการเจริญเติบโตของเซลล์สร้างกระดูก ดังนั้นในปัจจุบันจึงใช้ยา PTH เป็นยาป้องกันโรคกระดูกพรุน และกระตุ้นการสร้างกระดูก (Bone building agent)

2. ไต เพิ่มการดูดกลับของแคลเซียมที่ท่อไตส่วนปลาย (Distal tubule) เพื่อลดปริมาณแคลเซียมที่ขับออกกับปัสสาวะ เป็นการเพิ่มแคลเซียมในพลาสมา PTH มีผลในการลดระดับของฟอสเฟตในเลือดโดยการเพิ่มการขับถ่ายฟอสเฟตป้องกันไม่ให้สูงเกินระดับเพราะฟอสเฟตที่ได้จากการสลายกระดูกอาจสูงเกิน เพื่อป้องกันการตกตะกอนของแคลเซียมฟอสเฟตในเลือด และกระตุ้นการขับทิ้งของไบคาร์บอเนต และ anion ตัวอื่นๆทางปัสสาวะ โดยยับยั้งการดูดกลับที่ท่อไตส่วนต้น (Proximal tubule)

3. การดูดซึมของแคลเซียมที่ลำไส้

PTH ไม่มีผลโดยตรงต่อการดูดซึมของแคลเซียมแต่มีผลทางอ้อม กล่าวคือ PTH และภาวะ Hypophosphatemia จะกระตุ้นการสร้าง 1,25dihydroxycholecalciferol ($1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$) ซึ่งเป็นวิตามินดีที่ออกฤทธิ์ที่ไต ซึ่งมีผลกระตุ้นการดูดซึมของแคลเซียมและฟอสเฟตที่ลำไส้ทำให้แคลเซียมในเลือดเพิ่มขึ้น

การควบคุมการหลั่งฮอร์โมน

โดยระดับแคลเซียมไอออนอิสระในเลือดหากระดับลดลงอย่างฉับพลัน อัตราการหลั่งฮอร์โมนอาจเพิ่มสูงขึ้นถึง 5 เท่าของอัตราปกติ ในทางตรงกันข้ามระดับแคลเซียมที่สูงขึ้นในเลือดจะยับยั้งการหลั่ง PTH

แนวทางในการป้องกัน และรักษาโรคกระดูกพรุน

สามารถจำแนกได้เป็นแนวทางหลัก 2 ประการคือ (สำนักวิชาการแพทย์ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, 2548)

1. ทางเลือกที่ไม่ต้องใช้ยา (Non-pharmacological modality) ได้แก่

1.1 การออกกำลังกายชนิดที่มีการลงน้ำหนัก โดยพิจารณาเหมาะสมกับวัยและสภาพร่างกาย เช่น เดิน วิ่งเหยาะ ปั่นจักรยาน การรำมวยจีน เป็นต้น

1.2 การรับประทานอาหารที่มีแคลเซียมอย่างเพียงพอ โดยพิจารณาการได้รับแคลเซียม

จากอาหารเป็นอันดับแรก ในรายที่จำเป็นต้องรับประทานแคลเซียมชนิดเม็ด ควรรับประทานพร้อมอาหารหรือหลังอาหารทันที

1.3 ควรได้รับแสงแดดอ่อนๆ อย่างเพียงพอ ในช่วงเช้าหรือช่วงเย็น เพื่อให้ผิวหนังสามารถสร้างวิตามินดี

1.4 หลีกเลี่ยงพฤติกรรมเสี่ยงต่อสุขภาพที่เป็นความเสี่ยงต่อภาวะกระดูกพรุนและกระดูกหัก ได้แก่ การสูบบุหรี่ ดื่มสุราเกินขนาด น้ำอืดลม ชาหรือกาแฟมากกว่า 2 แก้วต่อวัน เป็นต้น

1.5 ดูแลรักษาโรคทางอายุรกรรมที่อาจมีผลให้สูญเสียกระดูกได้เร็วขึ้น เช่น โรคไทรอยด์เป็นพิษ

2. ทางเลือกที่ต้องอาศัยยา (Pharmacological modality) สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 วิธีหลักได้แก่

2.1 การใช้ฮอร์โมนเพศ (Hormone therapy, HT) เมื่อกล่าวถึงฮอร์โมนทดแทนโดยทั่วไป หมายถึง ฮอร์โมนทดแทนที่มีเอสโตรเจนเป็นส่วนประกอบสำคัญ หรือ Tibolone ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของโปรเจสตोजิน (Progestogen) ที่ชื่อว่า Norethynodrel และอาการข้างเคียงที่เกิดจากการใช้ฮอร์โมนทดแทนทั้งชนิดเอสโตรเจนและโปรเจสตोजินที่สำคัญและพบบ่อย คือ มีเลือดออกทางช่องคลอด เจ็บเต้านม ปวดศีรษะ ไมเกรนและน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น

2.2 การใช้ยาที่ไม่มีฮอร์โมนเพศ (Non-HT)

2.2.1 Bisphosphonates

2.2.2 Selective estrogen receptor modulator (SERMs) ได้แก่ Raloxifene

2.2.3 แคลซิโทนิน (Calcitonin) วิทยาลัย

2.2.4 แคลเซียมร่วมกับวิตามินดี (Calcium ± vitamin D)

2.2.5 ไฟโตฮอร์โมน (Phytohormones)

2.2.6 วิตามินเค 2 (Vitamin K₂)

วิตามินดี (Vitamin D)

วิตามินดี (ศุภศิลป์ สุนทรภา, 2550, 2552)

วิตามินดีเป็นฮอร์โมนสำคัญที่ทำหน้าที่ร่วมกับฮอร์โมนอื่นๆ ในการรักษาระดับของแร่ธาตุในร่างกายให้คงที่โดยผ่านการดูดซึมแคลเซียมและฟอสฟอรัสจากลำไส้ทำงานร่วมกับฮอร์โมนพาราไทรอยด์ควบคุมให้ระดับของแคลเซียมและฟอสฟอรัสในกระแสเลือดเข้าสู่ระดับปกติในระยะเวลาอันสั้นวิตามินดีจะกระตุ้นให้มีการหลั่งแคลเซียมออกจากผิวของกระดูกไปยังกระแสเลือดนอกจากนี้ยังมีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างกระดูกและการพอกพูนแร่ธาตุในกระดูก (Bone formation and

mineralization) หากขาดวิตามินดีจะทำให้แคลเซียมในกระแสเลือดลดลงและกระตุ้นให้มีการเพิ่มขึ้นของฮอร์โมนพาราไทรอยด์เกิดภาวะของฮอร์โมนพาราไทรอยด์สูงชนิดทุติยภูมิ (Secondary hyperparathyroidism) ทำให้มีการสลายกระดูกเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะกระดูกเนื้อแน่น (Cortical bone) และนำไปสู่ภาวะของโรคกระดูกพรุนในที่สุดกระดูกที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดคือบริเวณคอของกระดูกสะโพก (Femoral neck)

วิตามินดีได้จากทั้งอาหารและการสังเคราะห์ที่ผิวหนังโดยผ่านแสงรังสีเหนือม่วงชนิดบี ทางด้านอาหารได้มาจากอาหารนมที่มีการเสริมวิตามินดีและน้ำมันตับปลาเป็นต้นส่วนที่ได้จากผิวหนังจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการได้รับแสงรังสีเหนือม่วงชนิดบีของบุคคลนั้น

วิตามินดีตามธรรมชาติคือวิตามินดีสามหรือคอลีแคลซิเฟอรอล (Cholecalciferol) ยังเป็นวิตามินที่ไม่มีฤทธิ์จะทำให้มีฤทธิ์ได้โดยการเพิ่มหมู่ไฮดรอกซิล (OH group) สองครั้ง ครั้งแรกเติมไฮดรอกไซด์ (OH) ที่ตำแหน่ง 25 โดยต่บกลายเป็น 25-ไฮดรอกซีวิตามินดี (25-hydroxyvitamin หรือ 25(OH)D) หรือแคลซิไดออล (Calcidiol) และครั้งที่สองเติมไฮดรอกไซด์ (OH) ที่ตำแหน่ง 1 โดยได้กลายเป็น 1,25-ดีไฮดรอกซีวิตามินดี (1,25-dihydroxyvitamin D หรือ 1,25(OH)₂D) หรือแคลซิไทรออล (Calcitriol) ซึ่งเป็นวิตามินดีที่มีฤทธิ์และจากเหตุที่มีการควบคุมการสังเคราะห์ที่เข้มงวดมีความเข้มข้นในกระแสเลือดต่ำและมีรีเซพเตอร์เฉพาะทางให้แคลซิไทรออลซึ่งเป็นวิตามินดีที่มีฤทธิ์มากที่สุดได้รับการจัดเป็นฮอร์โมน

หน้าที่ของวิตามินดี (ณรงค์ บุญยะรัตเวช, 2543, 2550)

1. ช่วยในการดูดซึมเกลือแร่ที่ทางเดินอาหารและไตเพื่อนำไปใช้สร้างกระดูก วิตามินดีมีศักยภาพในการดูดซึมจากมากไปน้อยคือ แคลเซียม ฟอสฟอรัส สทรอนเซียม แบเรียม และแมกนีเซียม
2. ควบคุมการหลั่งฮอร์โมนพาราไทรอยด์ (PTH) ของต่อมพาราไทรอยด์
3. ช่วยเซลล์กระดูกเจริญเติบโตตามปกติอันมีผลต่อการเกิดวงจรการปรับแต่งกระดูก (Bone remodeling cycle) ที่ดีและสร้างเนื้อกระดูก (Bone matrix)
4. ช่วยรักษาระดับแคลเซียมในเลือดโดยการดูดกลับแคลเซียมที่ไต
5. ช่วยกล้ามเนื้อคลายทำงานได้ดี

ประเภทของการขาดวิตามินดี (ศุภศิลป์ สุนทรภา, 2550)

ตามทฤษฎีแล้วการขาดวิตามินดีสามารถเกิดขึ้นได้จาก

1. การที่มี Precursors ไม่เพียงพอ (Vitamin D หรือ 25(OH)D Deficiency) ทำให้สร้าง 1,25(OH)₂D ไม่เพียงพอ เรียกว่า Primary vitamin D deficiency
2. ความสามารถของไตในการสร้าง 1,25(OH)₂D ลดลงเรียกว่า 1,25(OH)₂D Deficiency

3. การตอบสนองของ Target organs ต่อ $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ ลดลง เรียกว่า $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ Resistance

Primary vitamin D Deficiency

สาเหตุเกิดจากการได้รับวิตามินดีไม่เพียงพอทำให้ระดับของ $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ ในกระแสเลือดลดลง วิตามินดีได้มาจาก 2 ทางคือสังเคราะห์ที่ผิวหนังโดยการกระตุ้นจากรังสี UVB หรือโดยการรับประทาน การได้รับแสงแดดไม่เพียงพอ ซึ่งพบมากในประเทศที่อยู่แถบเส้นรุ้งสูงๆ หรือการได้รับอาหารที่ไม่เพียงพอเป็นปัญหาสำคัญในผู้สูงอายุ ที่เป็นสาเหตุที่พบบ่อยที่ทำให้เกิด Primary vitamin D deficiency การจะดูว่าผู้ใดขาดวิตามินดีหรือไม่ มักตรวจดูระดับของ $25(\text{OH})\text{D}$ ในกระแสเลือด ภาวะของ Primary vitamin D deficiency ไม่เพียงแต่เป็นความผิดปกติทางชีวเคมีเท่านั้น แต่ยังเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดภาวะของ Secondary hyperparathyroidism ทำให้มีการสลายกระดูกเพิ่มขึ้น มีการสูญเสียกระดูกและทำให้เกิดโรคกระดูกพรุนและกระดูกหักในที่สุด ดังนั้น Primary vitamin D deficiency ในผู้สูงอายุเป็นปัญหาทางคลินิกที่มีความสำคัญอย่างมากในผู้สูงอายุ

$1,25(\text{OH})_2\text{D}$ Deficiency

$1,25(\text{OH})_2\text{D}$ Deficiency ไม่เหมือนกับ Primary vitamin D Deficiency ตรงที่ไม่เกี่ยวข้องกับการขาดสารตั้งต้น นั่นคือมีวิตามินดีหรือ $25(\text{OH})\text{D}$ เพียงพอแต่เกิดจากความบกพร่องในการสร้าง $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ กรณีนี้จะทำให้การดูดซึมแคลเซียมในลำไส้ลดลง จะเพิ่มระดับของ Serum PTH มีการสลายกระดูกเพิ่มขึ้น มีการสูญเสียกระดูกเพิ่มขึ้นและนำไปสู่โรคกระดูกพรุนในที่สุด พยาธิกำเนิดของ $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ Deficiency เกี่ยวข้องกับความสามารถของไตในการสังเคราะห์ $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ เสียไปทำให้ได้ $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ ไม่เพียงพอ ดังนั้นกรณีนี้มักพบได้ในผู้ป่วยที่มีปัญหา Renal insufficiency or renal failure หรือเป็นโรคไตชนิดอื่นๆ ด้วยเหตุนี้จึงไม่พบระดับของ $25(\text{OH})\text{D}$ ต่ำลง ในทางกลับกัน การวินิจฉัยโรคนี้คือ พบระดับของ $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ ต่ำในขณะที่ระดับของ $25(\text{OH})\text{D}$ ปกติ และพบมี Calcium malabsorption มี Secondary hyperparathyroidism มีการสลายและการสูญเสียกระดูกเพิ่มขึ้น

$1,25(\text{OH})_2\text{D}$ Resistance

ในผู้สูงอายุการทำงานของเนื้อเยื่อต่างๆจะลดลง ซึ่งรวมถึงลำไส้ด้วย ทำให้ลำไส้ด้อยฤทธิ์ของ $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ ทำให้ผู้ป่วยกลุ่มนี้ต้องการปริมาณของ $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ เพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้ฤทธิ์ของ $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ ที่เท่าเดิม ด้วยเหตุนี้ระดับของ $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ ในระดับปกติซึ่งเพียงพอในคนปกติจะไม่เพียงพอต่อ Physiological needs ในผู้ป่วยกลุ่มนี้ บางครั้งจึงจัดผู้ป่วยกลุ่มนี้เป็น Secondary $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ deficiency ผู้ป่วยกลุ่มนี้จะมีระดับของ $25(\text{OH})\text{D}$ ปกติ และอาจพบระดับของ $1,25(\text{OH})_2\text{D}$ ปกติหรือสูงกว่าปกติ แต่กลับมีอาการและอาการแสดงของการขาดวิตามินดี นั่นคือ การดูดซึมแคลเซียมที่ลำไส้ลดลง เกิดภาวะของ Secondary hyperparathyroidism มีการสลายกระดูกเพิ่มขึ้น

การตรวจวัดระดับวิตามินดี (ศุภศิลป์ สุนทรภา, 2552)

การวัดระดับของวิตามินดีในกระแสเลือดมักจะวัดโดยดูระดับของแคลซิไดออล (Calcidiol หรือ 25(OH)D) ในกระแสเลือดเนื่องจากเป็นตรรกะในทางคลินิกที่ไวที่สุดในการประเมินสถานะของวิตามินดีและมักจะลดลงในผู้สูงอายุ จากการศึกษาการตรวจวัดระดับของแคลซิไดออลสามารถตรวจวัดได้หลายวิธีที่นิยมใช้มี 3 วิธีคือ 1 วิธี Competitive protein binding (CPB) 2 วิธี Radioimmunoassay (RIA) และ 3 วิธี High performance liquid chromatography (HPLC) หากทำการตรวจเลือดในบุคคลเดียวกันแต่ใช้วิธีตรวจวัดที่แตกต่างกันพบว่าค่าของแคลซิไดออลที่ได้จะแตกต่างกันโดยพบว่าค่าที่ได้จากการตรวจด้วยวิธี CPB จะสูงกว่าค่าที่ได้จากการตรวจด้วยวิธี RIA และการตรวจด้วย HPLC จะได้ค่าต่ำสุดการตรวจทั้งสามวิธีนี้มีความยากลำบากในการตรวจและต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญจึงทำให้การตรวจวิตามินดีไม่สะดวกและไม่แพร่หลายเท่าที่ควร ล่าสุดได้มีเครื่องมือและน้ำยาตรวจวัดระดับของค่าแคลซิไดออลในกระแสเลือดด้วยหลักการใหม่คือวิธี Electrochemiluminescence immunoassay (ECLIA) ซึ่งเป็นการตรวจวัดระดับของวิตามิน โดยใช้เครื่องมือตรวจวัดอัตโนมัติของบริษัทโรชไดแอกโนติกส์ (Roche diagnostic) ชื่อ Cobas[®] ทำให้การตรวจวัดระดับวิตามินดีสะดวกขึ้นและไม่ยุ่งยากเหมือนวิธีดั้งเดิมสามารถตรวจวัดได้กว้างขวางมากขึ้นตั้งแต่จนถึงปัจจุบันนี้ยังไม่มีข้อมูลที่ชัดเจนว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัดด้วยวิธีนี้จะต่างกับการตรวจวัดทั้งสามวิธีมากนักน้อยเพียงใดตั้งนั้นจนถึงปัจจุบันนี้จึงยังไม่มีค่าที่ชัดเจนว่าระดับใดถือเป็นระดับของการขาดวิตามินดีเนื่องจากยังไม่มีค่ามาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับในทางสากลขึ้นกับว่าตรวจวัดด้วยวิธีใดความชุกของวิตามินดีในประเทศไทยมีค่อนข้างสูงและจนถึงปัจจุบันนี้ยังไม่มีวิธีการตรวจที่เป็นมาตรฐานแต่วิธีการตรวจวัดล่าสุดคือวิธีอิเล็กโทรเคมีลูมิเนสเซนซ์อิมมูโนเอสเสย์ (ECLIA) ที่ตรวจด้วยเครื่องมือ Cobas[®] ค่อนข้างสะดวกสามารถใช้ได้แพร่หลายและน่าจะเป็นวิธีตรวจวัดมาตรฐานในอนาคต

การวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการทดสอบระดับวิตามินในเลือด (Calcidiol หรือ 25(OH)D) ด้วยวิธี Electrochemiluminescence immunoassay (ECLIA)

คำจำกัดความของการขาดวิตามินดี วิตามินดีไม่เพียงพอ และวิตามินดีเพียงพอ (Definition of vitamin D deficiency, insufficiency and sufficiency) (Holick, 2010)

โดยทั่วไปแล้วการขาดวิตามินดีจะพิจารณาที่ระดับ 25(OH)D น้อยกว่า 20 ng/ml จากการทดลองในกลุ่มผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพดี มีระดับวิตามินดีอยู่ในช่วง 11-25 ng/ml และได้รับวิตามินดีสองขนาด 50,000 IU สัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่ามีวิตามินดีเพิ่มขึ้นมากกว่า 100% เมื่อประเมินจากระดับพาราไทรอยด์ฮอร์โมนจะพบว่าการลดลงอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งมีระดับวิตามินดีในเลือดประมาณ 30-40 ng/ml จะพบว่าระดับพาราไทรอยด์เริ่มคงที่ นอกจากนั้นแล้วในผู้หญิงบาง

คนที่มีระดับวิตามินดีประมาณ 20 ng/ml ส่งผลให้ถ้าได้มีประสิทธิภาพสามารถดูดซึมแคลเซียมได้ เมื่อระดับวิตามินเพิ่มขึ้นถึง 32 ng/ml พบว่าถ้าได้มีประสิทธิภาพในการดูดซึมแคลเซียมเพิ่มขึ้น 65% จึงเป็นที่สรุปได้ว่า ควรแนะนำให้ระดับวิตามินดีมากกว่า 30 ng/ml

จากการรวบรวมข้อมูลจึงได้ขอเสนอแนะเกี่ยวกับระดับวิตามินดีดังนี้

- ภาวะการขาดวิตามินดี (Vitamin D deficiency) คือ 25(OH)D <20 ng/ml
- ภาวะวิตามินดีไม่เพียงพอ (Vitamin D insufficiency) คือ 25(OH)D 21-29 ng/ml
- วิตามินดีเพียงพอ (Vitamin D sufficiency) คือ 25(OH)D >30 ng/ml

ตารางที่ 5 แสดงการแบ่งสภาวะวิตามินดีออกเป็นกลุ่มต่างๆ ตามระดับความเข้มข้นของ 25(OH)D ในกระแสเลือด

	ระดับ 25(OH)D				
	สมาคมต่อมไร้ท่อแห่งประเทศไทยสหรัฐอเมริกา		Institute of Medicine ประเทศสหรัฐอเมริกา		
สภาวะวิตามินดี	ng/ml	nmol/L	สภาวะวิตามินดี	ng/ml	nmol/L
Deficiency level	< 20	< 50	Increased risk of deficiency	12	<30
Insufficiency level	20-30	50-75	Increased risk of insufficiency	12-19	30-49
Sufficiency level	> 30-100	> 75-250	Adequacy	20-50	> 50-125
Toxic level	> 100	> 250	Increased risk of excess	> 50	> 125

หมายเหตุ: ระดับ 25(OH)D 1 ng/ml = 2.5 nmol/L (Holick, 2010; บุญส่ง องค์พิพัฒน์กุล และ ละออ ชัยลือกิจ, 2556)

การป้องกันและรักษาโรคกระดูกพรุนด้วยอนุพันธ์ของวิตามินดี (Vitamin D derivative)

ในปัจจุบันนี้มีการรักษาด้วยวิตามินดีใน 2 ลักษณะ

1. การรักษาคด้วย Vitamin D₂ หรือ D₃ ซึ่งเป็นองค์ประกอบเบื้องต้นของ Active metabolite คือ 1,25(OH)₂D เราเรียกรักษาลักษณะนี้ว่า Plain vitamin D therapy
2. การรักษาโดย Active vitamin D metabolite (Calcitriol) หรือ Active analog (เช่น Alfacalcidol หรือ 1(OH)D) เป็น Therapeutic agent เราเรียกรักษาลักษณะนี้ว่า Active vitamin D analog or D hormone therapy

การนำวิตามินดีมาใช้ในทางคลินิก (ณรงค์ บุญยะรัตเวช, 2552, 2554)

1. สร้างเนื้อกระดูก (Bone matrix) เช่น Osteocalcin
2. เนื่องจากเซลล์กระดูกมี Vitamin D receptor ดังนั้นวิตามินดีจึงมีบทบาทช่วยกิจกรรมของเซลล์ให้ดำเนินตามปกติรวมทั้งวงจรการปรับแต่งกระดูก (Bone remodeling cycle) ด้วย

3. ที่ไทรวิตามินดีช่วยดูดซึมแคลเซียมแมกนีเซียมและแร่ธาตุอื่นๆ
 4. ระดับของ Active form (เมื่อได้รับจะนำไปใช้งานได้ทันที) จะช่วยลดการหลั่งพาราไทรอยด์ฮอร์โมนเป็นการควบคุมแคลเซียมละลายออกจากกระดูก
 5. วิตามินดีสามารถลดการสลายมวลกระดูก (Bone resorption) ลดระดับพาราไทรอยด์ฮอร์โมนและยับยั้งการทำงานของออสทีโอคลาสต์ (Osteoclast) อีกทั้งยังช่วยลดการหกล้มได้
- ดังนั้นเมื่อขาดวิตามินดีหรือมีปริมาณวิตามินดีน้อยลงจะมีผลให้เกิดโรคกระดูกนุ่ม (Osteomalacia) โรคกระดูกอ่อน (Rickets) และโรคกระดูกพรุน (Osteoporosis)

ตารางที่ 6 แสดงระดับวิตามินดีในเลือดที่มีความสัมพันธ์กับสุขภาพ และการป้องกันโรค (Health Benefits and Disease Incidence Prevention Related to Serum 25(OH)D Level)

Serum 25(OH)D ng/ml	0	10	20	30	40	50	60	70
Rickets			100%					
Osteomalacia			100%					
Cancers, all combined						75%		
Breast cancer				30%		50%		67%
Ovarian cancer					20%	25%		
Colon cancer				50%		67%		
Non-Hodgkinslymphoma				25%	30%			
Kidney cancer				50%		67%		
Endometrial cancer						35%		
Type 1 diabetes				50%		80%		
Type 2 diabetes				50%				
Fracture, all combined				50%				
Fall, women				72%				
Multiple sclerosis					50%		66%	
Heart attack				50%				
Peripheral vascular disease				80%				
Preeclampsia				50%				
Cesarean section				75%				

(Holick, 2010)

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณวิตามินดีที่ควรได้รับ [Adequate Intake (AI) Tolerable Upper Limit (UL) Recommendations by IOM and Reasonable Daily Allowance and Safe Upper Levels (SUL) for Vitamin D Based on Published Literature]

	IOM: Institute of medicine		Reasonable Daily	
	AI [IU(μ g)/day]	UL [IU(μ g)/day]	Allowance (IU/day)	SUL (IU/day)
0-6 month	200 (5)	1,000 (25)	400-1,000	2,000
6-12 months	200 (5)	1,000 (25)	400-1,000	2,000
1-18 year	200 (5)	2,000 (50)	1,000-2,000	5,000
19-50 year	200 (5)	2,000 (50)	1,500-2,000	10,000
51-70 year	400 (10)	2,000 (50)	1,500-2,000	10,000
71+ year	600 (15)	2,000 (50)	1,500-2,000	10,000
Pregnancy	200 (5)	2,000 (50)	1,500-2,000	10,000
Lactation	200 (5)	2,000 (50)	1,500-2,000 4,000-6,000 (for infant's requirement)	10,000

(Holick, 2010)

หมายเหตุ: หน่วยของ VitaminD₂ และD₃ (ณรงค์ บุญยรัตเวช, 2543)

1 IU = 0.025 μ g

1 IU = 65 pmoles

1 μ g = 40 IU

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิตามิน D₂ ขนาด 20,000 IU/wk และกำหนดให้ผู้เข้าร่วมโครงการรับประทานวิตามิน D หลังอาหารมื้อเช้าในทุกวันจันทร์ของแต่ละสัปดาห์

แคลเซียม (Calcium)

แคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่มีความจำเป็นอย่างมาก ทำหน้าที่ต่าง ๆ มากมายในร่างกาย และช่วยรักษาความแข็งแรงของกระดูกให้มีความแข็งแรง ร้อยละ 99 ของแคลเซียมในร่างกายเก็บไว้ในกระดูกที่เหลืออีกร้อยละ 1 จะอยู่ในของเหลวนอกเซลล์ (Extracellular fluid) โดยแคลเซียมที่อยู่นอกเซลล์จะมีหน้าที่มากมายได้แก่ การนำกระแสประสาท (Nerve conduction) ช่วยการแข็งตัวของเลือด (Blood clotting) ช่วยการหดตัวของกล้ามเนื้อและกล้ามเนื้อหัวใจ (Skeletal and

cardiac muscle contraction) และเป็นตัวนำสัญญาณภายในเซลล์ (Intracellular signal transduction) การรักษาระดับความเข้มข้นของแคลเซียมนอกเซลล์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต้องอาศัยทั้งอาหารที่มีแคลเซียมเพียงพอ และการดูดซึมแคลเซียมที่เหมาะสม ความเข้มข้นของแคลเซียมในกระแสเลือดถูกควบคุมให้อยู่ในช่วงแคบๆ โดยฮอร์โมนหลายชนิดได้แก่ พาราไทรอยด์ฮอร์โมน วิตามินดี และแคลซิโทนิน เป็นต้น หากแคลเซียมที่ได้รับจากอาหารไม่เพียงพอจะมีการสลายแคลเซียมออกจากกระดูก ดังนั้น การรับประทานและการดูดซึมแคลเซียมที่เพียงพอจะช่วยให้กระดูกมีความแข็งแรงมากที่สุดในช่วงที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และช่วยประคองมวลกระดูก และความหนาแน่นของกระดูกในช่วงที่มีอายุมากขึ้นจนถึงวัยชรา และป้องกันไม่ให้ความแข็งแรงของกระดูกลดลง (ศุภศิลา สุนทรภา, 2550)

ตารางที่ 8 แสดง Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D

Life Stage Group	Calcium		
	Estimated Average Requirement (mg/d)	Recommended Dietary Allowance(mg/d)	Upper Level Intake (mg/d)
Infants 0 to 6 months	*	*	1,000
Infants 6 to 12 months	*	*	1,500
1-3 years old	500	700	2,500
4-8 years	800	1,000	2,500
9-13 years old	1,100	1,300	3,000
14-18 years old	1,100	1,300	3,000
19-30 years old	800	1,000	2,500
31-50 years old	800	1,000	2,500
51-70 year old males	800	1,000	2,000
51-70 year old females	1,000	1,200	2,000
>70 years old	1,000	1,200	2,000
14-18 years old, pregnant/lactating	1,100	1,300	3,000
19-50 years old, pregnant/lactating	800	1,000	2,500

*For infants, Adequate Intake is 200 mg/d for 0 to 6 months of age and 260 mg/d for 6 to 12 months of age. (Institute of Medicine, 2011)

ผลิตภัณฑ์แคลเซียม

แคลเซียมที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดจะมีหลายรูปแบบทั้งแบบที่เป็นเม็ดฟู ชนิดเม็ด และ ชนิดแคปซูล โดยอยู่ในรูปของเกลือของแคลเซียมชนิดต่างๆ เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate) แคลเซียมซิเตรต (Calcium citrate) ไตรแคลเซียมฟอสเฟต (Tricalcium phosphate) แคลเซียมกลูโคเนต (Calcium gluconate) และแคลเซียมแล็กเทต (Calcium lactate) เป็นต้น เกลือของแคลเซียมแต่ละชนิดจะให้ปริมาณแคลเซียมแตกต่างกัน ดังนี้

- แคลเซียมคาร์บอเนต จะให้แคลเซียมร้อยละ 40
- ไตรแคลเซียมฟอสเฟต จะให้แคลเซียมร้อยละ 38
- แคลเซียมซิเตรต จะให้แคลเซียมร้อยละ 21
- แคลเซียมแล็กเทต จะให้แคลเซียมร้อยละ 13
- แคลเซียมกลูโคเนต จะให้แคลเซียมร้อยละ 9

หมายความว่า ถ้ากินแคลเซียมคาร์บอเนต 500 มิลลิกรัม จำนวน 1 เม็ด ร่างกายของเราจะได้รับแคลเซียมเป็นจำนวน 200 มิลลิกรัม (หรือร้อยละ 40 ของ 500 มิลลิกรัม) แต่ถ้ากินแคลเซียมกลูโคเนต 500 มิลลิกรัม ร่างกายของเราจะได้รับแคลเซียมเพียง 4.5 มิลลิกรัม (หรือร้อยละ 9 ของ 500 มิลลิกรัม) เป็นต้น ดังนั้น การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์แคลเซียมจึงควรคำนึงถึงเกลือของแคลเซียมว่าเป็นเกลือชนิดใดด้วย เพราะเกลือของแคลเซียมแต่ละชนิดให้แคลเซียมในปริมาณที่แตกต่างกัน

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้แคลเซียมคาร์บอเนต ขนาด 1,000 mg และกำหนดให้ผู้เข้าร่วมโครงการรับประทานแคลเซียมทุกวันหลังอาหารมื้อเช้า

สุขสมรรถนะ (Health-related physical fitness)

สุขสมรรถนะหรือสมรรถภาพทางกายเกี่ยวกับสุขภาพ (Health-related physical fitness) ประกอบด้วย องค์ประกอบของร่างกาย ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ ความแข็งแรงและอดทนของกล้ามเนื้อ และความอ่อนตัว (ถนอนมวงค์ กฤษณ์เพ็ชร และกุลธิดา เจริญฉลาด, 2544)

สุขสมรรถนะแสดงถึงความสามารถของร่างกายในการทำกิจกรรมต่างๆในชีวิตประจำวัน ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวสัมพันธ์กับการเกิดโรคเรื้อรัง และปัจจัยเสี่ยงทางสุขภาพอื่นๆ การทดสอบสุขสมรรถนะนั้นเป็นการประเมินเพื่อป้องกันการเกิดโรคเรื้อรัง และส่งเสริมสุขภาพทางกาย และการทดสอบนั้นสามารถประยุกต์ให้สอดคล้องกับรูปแบบกิจกรรมทางกาย หรือรูปแบบการออกกำลังกาย (ACSM, 2014)

1. องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)

องค์ประกอบที่มีอยู่ในร่างกาย แบ่งเป็น 2 ส่วนได้แก่ (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร และกุลธิดา เจริญฉลาด, 2544)

1. เนื้อแท้หรือน้ำหนักตัวปลอดไขมัน (Lean body mass) เป็นเนื้อเยื่อไม่มีไขมัน ได้แก่ น้ำ แร่ธาตุ กระดูก และกล้ามเนื้อ

2. ไขมันและเนื้อเยื่อไขมัน (Body fat) เป็นส่วนของไขมัน ได้แก่ เลซิติน ฟอสโฟลิปิด การทดสอบองค์ประกอบทางการสามารถได้จากวิธีการทางคลินิก และภาคสนาม ซึ่งมีหลากหลายวิธี เช่น การประเมินดัชนีมวลกายจากน้ำหนัก และส่วนสูง ทำให้สามารถจำแนกลักษณะความสมส่วนของร่างกายได้ การวัดสัดส่วนของร่างกายในส่วนต่างๆ เช่น เอว สะโพก ต้นแขน ต้นขา โดยเฉพาะเส้นรอบวงของ เอว และสะโพก เป็นการวัดอย่างง่ายสำหรับการประเมินภาวะความอ้วน การวัดเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายสามารถทดสอบได้หลายวิธีเช่น Skinfold, Densitometry, Dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA) และ Bioelectrical impedance analysis (BIA) เป็นต้น (ACSM, 2014)

2. ความอดทนของระบบไหลเวียนเลือดและระบบหายใจ (Cardiorespiratory endurance) หมายถึง ความสามารถของหัวใจ หลอดเลือด เม็ดเลือดและระบบหายใจที่นำออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อ รวมถึงความสามารถของกล้ามเนื้อที่ใช้ออกซิเจนอย่างมีประสิทธิภาพ การประเมินสมรรถภาพของการไหลเวียนโลหิต และระบบหายใจ สามารถทดสอบได้หลายวิธีเช่น การทดสอบเดินบนลู่วิ่ง การทดสอบปั่นจักรยาน การทดสอบเดินภาคสนาม การก้าวขึ้น-ลง (Harvard step test) เป็นต้น

3. ความแข็งแรงและอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular strength and endurance) หมายถึง การออกแรงทำงานอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องของกล้ามเนื้อโดยไม่อ่อนล้า การประเมินผลความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อให้เน้นความสำคัญของการคงสภาพระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อไว้เพราะสมรรถภาพทางกายด้านความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อมีความสำคัญที่จะทำให้บุคคลสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความสำคัญต่อสุขภาพเพราะมีความสัมพันธ์กันระหว่างมวลกล้ามเนื้อ สามารถใช้การทดสอบอย่างง่าย เช่น การดันพื้น ลูกนั่ง ดึงข้อ นั่งงอแขน เป็นต้น (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร, 2554)

4. ความอ่อนตัว (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของการเคลื่อนไหวของข้อต่อ ซึ่งมีความสำคัญต่อสมรรถภาพในนักกีฬา และความสามารถในการทำกิจกรรมต่างๆในชีวิตประจำวัน การรักษาระดับความอ่อนตัวจะส่งเสริมทำให้การเคลื่อนไหวที่ง่ายขึ้น ในทางกลับกัน ถ้าความอ่อนตัวลดลงจะทำให้มีโอกาสบาดเจ็บ เมื่อมีเคลื่อนไหวของข้อต่ออย่างเต็มที่ (ACSM, 2014)

การทรงตัว (Body balance)

การทรงตัว คือ ความสามารถในการรักษาความมั่นคง หรือท่าทางเฉพาะในสภาพแวดล้อมขณะนั้นๆ การทรงตัวแบบอยู่กับที่ (Static balance) คือ ความสามารถที่จะรักษาท่าทางคงที่ในขณะที่อยู่นิ่ง ส่วนการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ (Dynamic balance) คือ ความสามารถที่จะรักษาสมดุลในขณะที่เคลื่อนที่ มีปฏิกิริยาตอบสนองหลายอย่าง เช่น สายตา เซมิเซอร์คูลา คะแนล (Semi-circular canal) และโครงสร้างอื่นในหูอีก ตัวรับแรงกดดันที่ผิวหนังโดยเฉพาะที่ฝ่าเท้า และกล้ามเนื้อส่วนที่เป็น Proprioception เป็นสื่อกลางในการทรงตัว (ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร และกุลธิดา เชิงฉลาด, 2544)

การรักษาสมดุล และการควบคุมท่าทางของร่างกาย จำเป็นต้องอาศัยการทำงานของร่างกายอย่างประสานกันในทุกๆ ระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำงานของกล้ามเนื้อ และการทำงานของระบบประสาท เมื่ออายุมากขึ้น กระดูก และกล้ามเนื้อมีการเสื่อมถอยอย่างมากจนทำให้ผู้สูงอายุมีรูปร่างและท่าทางที่ผิดไปจากปกติ ตลอดจนความไวในการทำงานของระบบประสาทลดลง ผู้สูงอายุส่วนใหญ่มีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ และข้อต่อ ซึ่งสาเหตุมาจากการมีลักษณะท่าทางในการทำงานไม่ดี และมีปัญหาที่เกิดจากการหกล้มเป็นจำนวนมาก การหกล้มนับเป็นอุบัติเหตุที่พบได้บ่อยที่สุดในจำนวนอุบัติเหตุทั้งหมดที่เกิดขึ้นกับผู้สูงอายุ ในแต่ละปีพบว่าผู้สูงอายุมีการหกล้มมากกว่าร้อยละ 20 ของผู้สูงอายุทั้งหมด ซึ่งการหกล้มนั้นเป็นสาเหตุสำคัญของการเสียชีวิต และการทุพพลภาพ การสูญเสียความสามารถในการเคลื่อนไหวร่างกายของผู้สูงอายุ และทำให้ผู้สูงอายุมีคุณภาพชีวิตแย่ลง (สมนึก กุลสถิตพร, 2549)

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้การทดสอบการยืนขาเดียว ซึ่งเป็นการทดสอบความสามารถในการทรงตัวขณะอยู่กับที่ และการทดสอบลุกยืนและเดิน 3 เมตร ซึ่งเป็นการทดสอบความสามารถในการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ (Signorile, 2011)

การออกกำลังกายในผู้สูงอายุ

การออกกำลังกายเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับร่างกาย ทั้งนี้เพื่อให้ร่างกายสามารถคงสภาพความแข็งแรง และชะลอความเสื่อมของร่างกายเมื่อมีอายุเพิ่มขึ้น

รูปแบบการออกกำลังกายในผู้สูงอายุ

ชนิดการออกกำลังกาย (Mode): กิจกรรมประเภทความทนทานที่ใช้น้ำหนักตัว เช่น การเดิน ขึ้นบันได วิ่งสลับเดิน การเดินแอโรบิก กิจกรรมประเภทกระโดด การฝึกด้วยแรงต้าน เช่น การยกน้ำหนัก การฝึกด้วยยางยืด (ควรใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่)

ความหนัก (Intensity): ระดับปานกลางจนถึงระดับมากเป็นครั้งคราว

ความถี่ (Frequency): กิจกรรมประเภทความทนทานฝึก 3-5 ครั้ง ต่อสัปดาห์ การฝึกด้วยแรงต้าน และการฝึกการทรงตัว 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์

ระยะเวลา (Duration): 30-60 นาที ซึ่งรูปแบบของกิจกรรม ต้องมีการใช้กลุ่มกล้ามเนื้อหลัก ในการกำหนดการออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุ ควรที่จะมีการฝึกความทนทานโดยใช้น้ำหนักตัวและฝึกโดยใช้แรงต้าน เพื่อที่จะรักษาปริมาณของมวลกระดูก แต่นอกจากนี้ ควรที่จะออกแบบให้กิจกรรมดังกล่าวมีการฝึกเพื่อความสามารถในการทรงตัวเพื่อป้องกันการหกล้มด้วย (ฉกาจ ผ่องอักษร , 2552)

ตารางที่ 9 ระดับความหนักในการออกกำลังกาย

ความหนัก	Relative Intensity	
	VO ₂ R (%) Heart rate reserve (%)	Maximal heart rate (%)
เบามาก	< 20	< 50
เบา	20 - <40	50 - <64
ปานกลาง	40 - <60	64 - <77
หนัก	60 - <85	77 - <94
หนักมาก	85 - <100	94 - <100
หนักมากที่สุด	100	100

(ACSM, 2014)

ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดรูปแบบการฝึกแบบแอโรบิก ระยะเวลา 20 นาที 3 ครั้ง/สัปดาห์ ในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 ได้กำหนดความหนักในการฝึกที่ 60-69 %ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด และในสัปดาห์ที่ 5-16 เพิ่มขึ้นเป็น 70-75 %ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ก่อน และหลังการฝึก กำหนดให้มีการอบอุ่นร่างกาย และผ่อนคลายร่างกาย 10 นาที

การเต้นแอโรบิก (Aerobic dance)

ความหมายของแอโรบิกแดนซ์ หรือการเต้นแอโรบิก

แอโรบิกแดนซ์ หมายถึงกิจกรรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิก สามารถปรับความหนักเบาได้ตามสภาวะที่เหมาะสมของแต่ละคนเป็นการบริหารกายประกอบดนตรีที่สนุกสนานผสมผสานระหว่างการเคลื่อนไหวเบื้องต้นกับการเต้นรำ (ถนอมวงศ์ กฤษณ์พีชร์ และกุลธิดา เขิงฉลาด, 2544)

แอโรบิกแดนซ์ หมายถึงการออกกำลังกายที่ผสมผสานการบริหารกายแบบต่างๆ กับการเคลื่อนไหวพื้นฐาน เช่น การเดิน การวิ่ง การกระโดด และการก้าวเท้าบวกกับทักษะการเต้นรำต่างๆ ให้เข้ากับจังหวะเพลงหรือเสียงดนตรี (Aerobic dance = calisthenics + basic movement + dance step) ซึ่งเป็นการออกกำลังกายที่สามารถปรับความหนัก-เบา ให้เหมาะสมสำหรับแต่ละบุคคล การเต้นแอโรบิกส่งผลดีต่อสุขภาพ และยังก่อให้เกิดความสนุกสนาน คลายเครียด (สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2549)

แอโรบิกแดนซ์ หมายถึงวิธีการออกกำลังกายชนิดหนึ่งที่น่าเอาทำบริหารกายต่างๆผสมผสานกับทักษะการเคลื่อนไหวเบื้องต้นและจังหวะเต้นรำที่จะกระตุ้นให้หัวใจและปอดต้องทำงานมากขึ้น จนถึงจุดหนึ่งด้วยระยะเวลาที่นานเพียงพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เป็นการสร้างบรรยากาศในการออกกำลังกายที่สนุกสนานรื่นเริงลืมความเหน็ดเหนื่อยและเบื่อหน่าย ได้ทั้งยังสร้างความแข็งแรงความทนทานของระบบกล้ามเนื้อ ระบบไหลเวียนเลือดหัวใจและปอดได้ดีขึ้นทำให้รูปร่างสมส่วนมีบุคลิกภาพที่ดี (สกายบุ๊กส์, 2550)

ประเภทของแอโรบิกแดนซ์ (สกายบุ๊กส์, 2550; สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2549)

แอโรบิกแดนซ์ในปัจจุบันมีหลายแบบด้วยกันสามารถแบ่งตามลักษณะของการเคลื่อนไหวที่มีแรงกระแทกได้ดังนี้

1. การเต้นที่มีแรงกระแทกต่ำ (Low-impact aerobics dance) การเต้นที่มีแรงกระแทกต่ำเป็นการเคลื่อนไหวในลักษณะของการกระแทกกระท่างระหว่างร่างกายกับพื้นที่มีบ้างเล็กน้อยหรือเกือบจะไม่มีเลยขณะเคลื่อนไหวที่นั้นเท้าด้านใดด้านหนึ่งจะอยู่บนพื้นเสมอเช่นสปริงข้อเท้าและการย่อเข้าการเดิน เป็นต้นสามารถลดแรงกระแทกลงเหลือประมาณ 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว

2. การเต้นที่มีแรงกระแทกสูง (High-impact aerobics dance) การเต้นด้วยจังหวะเร็วที่มีแรงกระแทกสูงเป็นการเคลื่อนไหวในลักษณะของการกระแทกกระท่างระหว่างร่างกายกับพื้นที่ยกขึ้นข้างจะรุนแรงเช่นการกระโดดลอยตัวและลงสู่พื้นด้วยเท้าข้างใดข้างหนึ่งหรือด้วยเท้าทั้งสองข้างเกิดแรงกดบนขาและเท้าประมาณ 2-3 เท่าของน้ำหนักตัว

3. การเต้นที่มีแรงกระแทกหลากหลาย (Multi-impact aerobics dance) การเต้นที่มีแรงกระแทกหลากหลายเป็นการเคลื่อนไหวในลักษณะของแรงกระแทกต่ำและแรงกระแทกสูงผสมกันซึ่งผู้เต้นจะใช้แรงกระแทกต่ำหรือแรงกระแทกสูงมากน้อยเพียงใดส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับสมรรถภาพของผู้เต้นและจังหวะเพลง

4. การเต้นที่ปราศจากแรงกระแทก (Non-impact aerobics dance) การเต้นแอโรบิกที่ปราศจากแรงกระแทกเป็นการเคลื่อนไหวของร่างกายที่ไม่มีแรงกระแทกระหว่างร่างกายกับพื้นเช่น การเต้นแอโรบิกในน้ำ เป็นต้น

รูปแบบการเต้นแอโรบิกแดนซ์ สามารถแบ่งได้ดังนี้ (สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2549; สุขพัชรา ชัมเจริญ, 2546)

1. การเต้นแบบแอโรบิกแดนซ์ (Aerobic dance)
2. การเต้นแบบแจสเซอร์ไซด์ (Jazzercise)
3. การเต้นแบบฟังก์แอโรบิก (Funk aerobic)
4. การเต้นแบบสเต็ปแอโรบิก (Step aerobic)
5. การเต้นแบบแอโรบิกในน้ำ (Aqua-aerobic/hydro-aerobic)
6. การเต้นแบบสเต็ปแอโรบิกในน้ำ (Aqua-step aerobic/step wet)
7. การเต้นแบบสไลด์แอโรบิก (Slide aerobic/slide recbok)
8. การเต้นแบบมวยไทยแอโรบิก (Muay Thai aerobic dance)
9. การเต้นแอโรบิกกับแรงต้าน (New body)

การเต้นแบบมวยไทยแอโรบิก (Muay Thai aerobic dance)

มวยไทย เป็นศิลปะการต่อสู้ป้องกันตัวของชนชาติไทยมาเป็นเวลาหลายศตวรรษ เป็นการต่อสู้ที่ใช้ส่วนต่างๆ ของร่างกาย ได้แก่ มือ เท้า เข่า ศอก และศีรษะ แทนอาวุธอื่นๆ ซึ่งรวมเรียกว่า นวอาวุธ ท่ามวยไทยสามารถนำมาใช้เป็นท่าออกกำลังกายได้ทุกส่วน (สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ กระทรวงศึกษาธิการ, 2540; อรอนงค์ พัฒนพงศ์ไพบูลย์, 2553) มีการออกกำลังกายที่มีความสัมพันธ์กันทั้งความคล่องแคล่ว การทรงตัว การเคลื่อนไหวหลายทิศทาง และต้องใช้สติเพื่อการตัดสินใจ (อรอนงค์ พัฒนพงศ์ไพบูลย์, 2553)

ความสำคัญของมวยไทย

สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ กระทรวงศึกษาธิการ (2540) ได้ให้ความสำคัญของมวยไทยไว้ดังนี้

1. ความสำคัญต่อตัวบุคคล มวยไทยช่วยพัฒนาร่างกาย อารมณ์ สังคม และจิตใจ และสติปัญญาให้เป็นผู้มีความสมบูรณ์ทางกาย และจิตใจ สามารถปรับตัวอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข ซึ่งการฝึกมวยไทยเพื่อเป็นการออกกำลังกายให้ร่างกายมีความสมรรถภาพที่ดีอยู่เสมอ และการศึกษาค้นคว้าเรื่องมวยไทยอย่างถูกต้อง จะทำให้เกิดความรัก และความภูมิใจในวัฒนธรรมศิลปะการต่อสู้

2. ความสำคัญต่อชุมชน และสังคม มวยไทย เป็นกิจกรรมการออกกำลังกายส่วนบุคคล และเป็นการออกกำลังกายร่วมกับหลายบุคคลได้ อาจใช้มวยไทยเพื่อการ เล่นสนุกสนาน หรือฝึกหัด เพื่อการแข่งขันกีฬา และจัดการแข่งขันมวยไทยในโอกาสพิเศษต่างๆ เช่น งานเทศกาลประเพณี กิจกรรมเกี่ยวกับมวยไทยจึงเป็นสื่อประชาสัมพันธ์ของชุมชน และระหว่างชุมชนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งนำไปสู่การเกิดความร่วมมือกันในสังคม

3. ความสำคัญต่อประเทศชาติ มวยไทยมีส่วนสำคัญในการดำรงเอกราชของชาติไทยตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน เพราะมวยไทยช่วยให้ทหารไทยได้เปรียบการต่อสู้ในการรบ โดยเฉพาะในระยะประชิดตัว ทหาร หรือตำรวจไทยจึงได้รับการฝึกฝนเรื่องมวยไทยอย่างต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน มวยไทยได้รับความนิยมน้อย่างแพร่หลายในต่างประเทศ ทั้งในเอเชีย ยุโรป และ อเมริกา ทำให้ชาวต่างชาติ รู้จักคนไทย นิยมยกย่องในความสามารถด้านมวยไทย โดยจ้างให้เป็นผู้ฝึกสอน สามารถทำรายได้ให้ประเทศ

ตารางที่ 10 แสดงท่ามวยไทยพื้นฐาน

ท่ามวยไทยพื้นฐาน					
หมัด	ศอก	เข่า	ถีบ	เตะ	ท่าป้องกันตัว หรือตั้งท่ารับ
1. หมัดตรง	1. ศอกตี	1. เข่าตรง	1. ถีบปลายเท้า	1. เตะตรง หรือเตะผ้า	1. ท่าถอยสุศระยะ
2. หมัดงัด	2. ศอกตัด	2. เข่าเฉียง	2. ถีบสั้นเท้า	หมาก	2. ท่าโยกหลบ
3. หมัดเสย	3. ศอกงัด	3. เข่าโค้ง	3. ถีบข้าง	2. เตะตัด หรือเตะล่าง	3. ท่ากดหมัด
4. หมัดดัด	4. ศอกพุ่ง	หรือเข่าตัก	4. ถีบหลัง	3. เตะเฉียง	4. ท่าปิดหมัด
	5. ศอกกระทุ้ง	4. เข่าสอย		4. เตะก้านคอ	5. ท่าบัง
	6. ศอกกลับ			5. จระเข้พาดหาง หรือ หมุนตัวเตะกลับหลัง	6. ท่าหยุด

(อรอนงค์ พัฒนพงศ์ไพบูลย์, 2553)

การเต้นมวยไทยแอโรบิก (แอโรบิกมวยไทย) (สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2549)

การเต้นมวยไทยแอโรบิก คือการนำศิลปะมวยไทยมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการเต้นแอโรบิก เพื่อเพิ่มความสนุกสนาน และความหลากหลายในการออกกำลังกายซึ่งการออกกำลังกายแบบแอโรบิก มวยไทยจัดเป็นการเต้นแอโรบิกที่มีแรงกระแทกต่ำ โดยมีการใช้อวัยวะทุกส่วนของร่างกายในการออกกำลังกาย เช่น แขน ขา ลำตัว โดยที่ขาข้างใดข้างหนึ่งอยู่บนพื้นเสมอ

การฝึกต้นมวยไทยแอโรบิกจะใช้อาวุธหลักของมวยไทยดังต่อไปนี้

1. การใช้หมัด ประกอบด้วย หมัดตรง หมัดตวัด หมัดงัด และหมัดเสย
2. การใช้ศอก ประกอบด้วย ศอกตี ศอกตัด ศอกงัด ศอกกระทุ้ง
3. การใช้เข่า ประกอบด้วย เข่าตรง เข่าเฉียง
4. การถีบ ประกอบด้วย ถีบปลายเท้า ถีบสั้นเท้า ถีบข้างเท้า
5. การเตะ ประกอบด้วย เตะตรง เตะตัด และเฉียง

การเคลื่อนไหวด้วยท่ามวยไทย เป็นการออกกำลังกายอีกรูปแบบหนึ่งที่ใช้ระบบการทำงานของกล้ามเนื้อเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้กล้ามเนื้อเกิดการหดตัว ในลักษณะเหยียดออกและงอเข้า และทำให้เกิดการเกร็งของกล้ามเนื้อ ซึ่งลักษณะการหดตัวดังกล่าวเป็นการหดตัวที่กล้ามเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงความยาว (Isotonic contraction) และไม่มีการเปลี่ยนแปลงความยาว (Isometric contraction) การเคลื่อนไหวของท่ามวยไทยมีลักษณะการใช้กล้ามเนื้อที่สำคัญดังนี้ (สุดา กาญจนวณิชย์, 2550)

การใช้หมัด ลักษณะการเคลื่อนไหวใช้กล้ามเนื้อหัวไหล่ และกล้ามเนื้อแขนเป็นส่วนสำคัญ นอกจากนั้นโครงสร้างของร่างกายในระบบกระดูก และระบบต่างๆ ของร่างกายเป็นส่วนประกอบที่ช่วยประสานงานในการเคลื่อนไหวของร่างกาย

การใช้เท้า ลักษณะการเคลื่อนไหวใช้กล้ามเนื้อสะโพก และกล้ามเนื้อต้นขาเป็นส่วนสำคัญ นอกจากนั้นโครงสร้างของร่างกายในระบบกระดูก และระบบต่างๆ ของร่างกายเป็นส่วนประกอบที่ช่วยประสานงานในการเคลื่อนไหวของร่างกาย

การใช้เข่า ลักษณะการเคลื่อนไหวใช้กล้ามเนื้อสะโพก และกล้ามเนื้อต้นขาเป็นส่วนสำคัญ นอกจากนั้นโครงสร้างของร่างกายในระบบกระดูก และระบบต่างๆ ของร่างกายเป็นส่วนประกอบที่ช่วยประสานงานในการเคลื่อนไหวของร่างกาย

การใช้ศอก ลักษณะการเคลื่อนไหว ใช้กล้ามเนื้อหัวไหล่ และกล้ามเนื้อแขนเป็นส่วนสำคัญ นอกจากนั้นโครงสร้างของร่างกายในระบบกระดูก และระบบต่างๆ ของร่างกายเป็นส่วนประกอบที่ช่วยประสานงานในการเคลื่อนไหวของร่างกาย

ในการวิจัยเรื่องนี้ได้พัฒนารูปแบบการต้นมวยไทยแอโรบิกจาก ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร และคณะ (2549) ซึ่งใช้ท่ามวยไทยทั้งหมด 18 ท่า และ สุดา กาญจนวณิชย์ (2550) ซึ่งใช้ท่ามวยไทยทั้งหมด 20 ชุด โดยในการวิจัยครั้งนี้ใช้ท่ามวยไทย 10 ท่า ประยุกต์ให้เป็นท่าชุด 13 ชุด เพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถจำท่าทางได้ง่ายขึ้น ท่ามวยไทยที่ใช้ประกอบด้วย การใช้หมัด 4 ท่า การใช้ศอก 3 ท่า การใช้เท้า 2 ท่า คือ ท่าเตะ และ ท่าถีบ และการใช้เข่า 1 ท่า โดยรายละเอียดท่าทางได้อธิบายในภาคผนวก ฅ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยภายในประเทศ

การสำรวจภาวะวิตามินดีภายในประเทศ

มีการสำรวจเกี่ยวกับสภาวะวิตามินดีในผู้สูงอายุ โดย Soontrapa et al. (2009) ได้ทำการสำรวจในหญิงผู้สูงอายุ และผู้ที่มีภาวะการรบกวนประจำเดือนในจังหวัดขอนแก่น โดยกำหนดให้ค่า 25(OH)D น้อยกว่า 35 ng/ml ถือว่ามีวิตามินดีต่ำ พบว่าผู้สูงอายุในจังหวัดขอนแก่นเขตเมือง และเขตชนบทมีภาวะวิตามินดีต่ำ 65.4 และ 15.4 ตามลำดับและกลุ่มผู้หญิงหมดประจำเดือน และกลุ่มวัยก่อนหมดประจำเดือนมีภาวะวิตามินดีต่ำ 60.2 และ 77.8 ตามลำดับต่อมา Chailurkit et al. (2011) ได้สำรวจข้อมูลเกี่ยวกับการรับประทานแคลเซียมและปริมาณวิตามินดีในหญิงผู้สูงอายุในเขตกรุงเทพฯ อายุระหว่าง 60-97 ปี จำนวน 446 คนผลที่ได้พบว่า ในกลุ่มตัวอย่างมีระดับ 25(OH)D เฉลี่ย 67.7 nmol/L และได้รับ Calcium intake 309.5 mg/d และเมื่อพิจารณาระดับ 25(OH)D < 75 nmol/L ปรากฏว่ามี 69.1% นอกจากนั้นแล้วพบว่าระดับวิตามินดีมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของกระดูกสะโพก ในปีต่อมา Kruavit et al. (2012) ได้รายงานผลการสำรวจหญิงผู้สูงอายุที่พักอยู่ในสถานสงเคราะห์คนชรา จำนวน 93 คน พบว่ามีระดับ 25(OH)D เฉลี่ย 64.3 nmol/L บริโภคแคลเซียมประมาณ 322 mg/d เมื่อพิจารณาระดับ 25(OH)D < 70 nmol/L พบว่ามีถึง 61.3% และผู้สูงอายุกลุ่มดังกล่าวมีภาวะกระดูกบาง 44.1% และกระดูกพรุน 47.3% ส่วนระดับ CTx พบว่ามีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของกระดูกสันหลัง และกระดูกสะโพก

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการวิตามินดีและแคลเซียมภายในประเทศ

บุญส่ง องค์พิพัฒนกุล (2544) ได้ทำการศึกษาวิธีการป้องกันการลดลงของความหนาแน่นของกระดูก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อบอกประสิทธิภาพของแคลเซียมและขนาดที่เหมาะสมของเอสโตรเจน, อินทรานาซอลแคลซิโตรนิน และแคลซิไทรออล ในการป้องกันโรคกระดูกพรุนในสตรีวัยหมดประจำเดือน โดยศึกษาผลต่อความหนาแน่นของกระดูกในสตรีไทยวัยหมดประจำเดือนไม่เกิน 6 ปี ทำการเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมเป็นเวลานาน 2 ปี ผลการศึกษาพบว่าแคลเซียม 750 mg/d โดยที่มีหรือไม่มีอินทรานาซอลแคลซิโตรนิน 50 IU/d ไม่สามารถป้องกันการลดลงของความหนาแน่นของกระดูกที่บริเวณคอกระดูกต้นขา (Femoral neck) ได้ และแคลเซียมร่วมกับ Conjugated equine estrogen ทั้งขนาด 0.3 mg และ 0.625 mg/d สามารถป้องกันการลดลงของความหนาแน่นที่บริเวณกระดูกต้นขา (Femur) นอกจากนี้ ยังสามารถเพิ่มความหนาแน่นที่บริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอว และแคลเซียมร่วมกับแคลซิไทรออล ขนาด 0.25 และ 0.5 µg/d มีผลคล้ายเอสโตรเจน คือป้องกันการลดลงของความหนาแน่นที่บริเวณกระดูกต้นขา และสามารถเพิ่มความหนาแน่นที่บริเวณที่บริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอว นอกจากนั้นแล้วยังได้ทำการศึกษาการหาอัตราการลดลงของความ

หนาแน่นของกระดูกในสตรีไทยหลังวัยหมดประจำเดือนและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับอัตราการลดลงของความหนาแน่นของกระดูกในสตรีไทยหลังวัยหมดประจำเดือนไม่เกิน 6 ปี เป็นเวลานาน 2 ปี ผลการศึกษาพบว่า ความหนาแน่นของกระดูกที่บริเวณกระดูกสันหลังไม่ได้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเวลา 2 ปี อย่างไรก็ตาม ความหนาแน่นของกระดูกที่บริเวณสะโพกลดลงประมาณ 3.9 เปอร์เซ็นต์

Songpatanasilp et al. (2009) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับวิตามินดีและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยศึกษาในหญิงผู้สูงอายุ อายุระหว่าง 65-84 ปี จำนวน 72 คน คัดกรองด้วยระดับ 25(OH)D₃ ต่ำกว่า 30 ng/ml เหลือจำนวน 42 คน กลุ่มทดลองรับประทานวิตามินดีและแคลเซียม (Alfacalcidol 0.5 µg/d + calcium carbonate 1,500 mg/d) และกลุ่มควบคุมรับประทานแคลเซียมอย่างเดียว ผลการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 50 มี VDR genotypes bb และกลุ่มทดลองมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้น ต่อมา Bunyaratavej (2011) ทำการศึกษาผลของการใช้ Alfacalcidol 1.0 และ 1.5 µg/d ผลการทดลองพบว่า กลุ่มที่ได้ยาขนาด 1.5 µg/d สามารถยับยั้งการหลั่ง PTH ได้ และการให้ยาทั้ง 2 ขนาดไม่สามารถลดการสลายของกระดูก (CTX) ได้ โดยผู้วิจัยได้สรุปไว้ว่า การใช้ขนาดดังกล่าวที่สามารถลดการหลั่งพาราไทรอยด์ได้และเป็นดัชนีที่บอกความพอเพียงของระดับวิตามินดีได้ ดังนั้นระดับพาราไทรอยด์จึงเป็นตัวชี้บ่งที่สำคัญ นอกจากนั้นแล้วมีการศึกษาถึงผลของการใช้วิตามินดีสอง โดย นางลักษณ เพชรกระจายแสง (2554) ได้ทำการศึกษาในผู้ป่วยกลุ่มอาการเมแทบอลิกที่ขาดวิตามินดี จำนวน 90 คน ช่วงอายุ 36-89 ปี แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มได้รับยาหลอก, กลุ่มได้รับวิตามินดี 2 ขนาด 20,000 IU/wk และกลุ่มได้รับวิตามินดี 2 ขนาด 40,000 IU/wk ผลปรากฏว่ากลุ่มที่รับประทานวิตามินดี 20,000 และ 40,000 IU มีจำนวนผู้ป่วยที่วิตามินดีเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วงปกติ ร้อยละ 33.3 และ 60.0 จากเดิม 15.08 และ 14.29 ng/ml สูงขึ้นเป็น 26.80 และ 30.03 ng/ml ตามลำดับ ส่วนความไวของอินซูลิน (HOMA-IR) พบว่าไม่แตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายแบบการเดินแอโรบิกและมวยไทยแอโรบิกภายในประเทศ

เสาวภา เทียมศรี (2539) ได้ทำการศึกษาผลของการเดินแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำเสริมด้วยน้ำหนักที่มีต่อสมรรถภาพทางกายของผู้สูงอายุ จำนวน 30 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่เดินแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำเสริมด้วยน้ำหนัก และกลุ่มควบคุม คือกลุ่มที่เดินแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำ ใช้เวลาฝึก 12 สัปดาห์ๆ ละ 3 วันๆ ละ 60 นาที ผลที่ได้พบว่ากลุ่มทดลองมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน ขา และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดดีกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนด้านความสามารถในการทรงตัว ความอ่อนตัว และเปอร์เซ็นต์ไขมันใต้ผิวหนังพบว่าไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม

ต่อมา สุดา กาญจนะวณิชย์ (2543) ได้ทำการศึกษาผลของการเดินแอโรบิกแบบศิลปะมวยไทยกับการเดินแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำต่อสมรรถภาพทางกาย โดยทำการศึกษาในผู้หญิงช่วงอายุ 18-22 ปี จำนวน 40 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ทำการฝึกเดินแอโรบิกศิลปะมวยไทย กลุ่มที่ 2 ฝึกเดินแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำ ฝึก 10 สัปดาห์ๆ ละ 3 วันๆ ละ 45 นาที ผลการศึกษาพบว่าการฝึกทั้ง 2 รูปแบบ ส่งผลทำให้สมรรถภาพทางกายเพิ่มขึ้น แต่ในกลุ่มที่ฝึกเดินแอโรบิกแบบศิลปะมวยไทยมีเปอร์เซ็นต์ไขมันลดลงและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ฝึกเดินแอโรบิก แบบแรงกระแทกต่ำ ในปี 2549 ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร และคณะ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบการเดินแอโรบิกที่เหมาะสมกับกลุ่มอายุ โดยทำการศึกษากับผู้หญิงที่มีช่วงอายุ 20-59 ปี และแบ่งช่วงอายุออกเป็น 4 กลุ่มอายุ คือ 20-29 ปี, 30-39 ปี 40-49 ปี และ 50-59 ปี ทุกกลุ่มอายุแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อยคือ กลุ่มที่เดินมวยไทยแอโรบิกแบบก้าวหน้า และกลุ่มที่เดินแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำ ทุกกลุ่มทำการฝึก 12 สัปดาห์ 3 วันต่อสัปดาห์ ครั้งละ 30-40 นาที กลุ่มเดินแอโรบิกมวยไทยใช้ท่าศิลปะมวยไทย 18 ท่า ผลการศึกษาพบว่า การฝึกทั้ง 2 รูปแบบ สามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายได้ เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่าการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ความแข็งแรงและอดทนของกล้ามเนื้อ และ HDL-cholesterol ของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม โดยโครงการวิจัยเรื่องนี้ผู้วิจัยได้สรุปไว้ว่า รูปแบบการออกกำลังกายทั้ง 2 แบบ สามารถเลือกรูปแบบใดก็ได้ให้เหมาะสมกับอายุและความสามารถของตนเอง แต่ถ้าต้องการสร้างจิตสำนึกในความเป็นไทยเมื่อมีเวลาและต้องการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับร่างกาย ขอแนะนำการออกกำลังกายมวยไทยแอโรบิกที่เป็นเอกลักษณ์ของไทย ต่อมา อานันท์ รุ่งเรือง และถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร (2557) ได้ทำการศึกษาผลของการรำมวยไทยต่อสุขสมรรถนะ และการทรงตัวในผู้สูงอายุ จำนวน 39 คน แบ่งเป็น กลุ่มทดลองออกกำลังกายด้วยการรำมวยไทย เป็นระยะเวลา 10 สัปดาห์ๆ ละ 3 วัน จำนวน 20 คน กลุ่มควบคุมใช้ชีวิตประจำวันปกติ จำนวน 19 คน ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ได้รับการฝึกมีความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ การทรงตัว และคะแนนจากแบบสอบถามวัดประสิทธิภาพด้านการหกล้มดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยผู้วิจัยได้สรุปว่า การออกกำลังกายด้วยการรำมวยไทยมีความเหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุ ช่วยพัฒนาความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ รวมถึงความสามารถในการทรงตัว ซึ่งจะส่งผลต่อความมั่นใจในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน ช่วยป้องกันการหกล้มได้

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายที่ส่งผลต่อกระดูกภายในประเทศ

มานพ ภูสุวรรณ์ และคณะ (Phoosuwan et al., 2009) ได้ศึกษาเรื่องผลของการฝึกโยคะแบบลงน้ำหนักที่มีต่อการสลายมวลกระดูกของสตรีวัยหมดประจำเดือน ทำการศึกษาในหญิงวัยหมด

ประจำเดือนอายุระหว่าง 50-60 ปี แบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มที่ได้รับการฝึกโยคะแบบลงน้ำหนัก 19 คน และกลุ่มควบคุม คือกลุ่มที่ใช้ชีวิตประจำวันปกติ 14 คน ทำการเก็บข้อมูล คือการสลายมวลกระดูก (β -CrossLaps) การสร้างมวลกระดูก (P1NP) และแบบสอบถามมาตรฐานคุณภาพชีวิต (SF-36) โดยทำการทดลอง 12 สัปดาห์ๆ ละ 3 วันๆ ละ 50 นาที ผลการศึกษาพบว่า หลังการทดลอง 12 สัปดาห์ กลุ่มฝึกโยคะแบบลงน้ำหนัก และกลุ่มใช้ชีวิตประจำวันตามปกติมีค่าเฉลี่ยการสลายมวลกระดูกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มฝึกโยคะมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงลดลงมากกว่า สำหรับคุณภาพชีวิตโดยใช้แบบสอบถามมาตรฐาน SF-36 พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย ไว้ดังนี้การฝึกโยคะแบบลงน้ำหนักมีผลต่อการชะลอการสลายมวลกระดูกได้ดีขึ้น และช่วยส่งเสริมให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น นอกจากนั้นแล้ว นิสาคาร ตันติวิบูลชัย และคณะ (Tantiwiboonchai et al., 2011) ได้ทำการ ศึกษาเกี่ยวกับผลของการเดินออกกำลังกายแบบ ใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนัก และไม่ใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนัก ในกลุ่มผู้หญิงวัยทำงาน อายุระหว่าง 30-60 ปี โดยทำการออกกำลังกาย 30 นาที บนลู่วิ่ง ความเร็วในการเดินประมาณ 5 กม/ชม. ที่ความหนัก 65-75% ของชีพจรสูงสุด จำนวน 3 ครั้งต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า การเดินออกกำลังกายทั้ง 2 รูปแบบช่วยลดการสลายของกระดูกได้ (β -CrossLaps) และสามารถเพิ่มสมรรถภาพทางกายในด้าน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน ขา สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดด้วย นอกจากนั้นแล้วในปีเดียวกัน อัจฉริยะ อเนก และคณะ (Anek et al., 2011) ได้ศึกษาการออกกำลังกายแบบกระโดดบน ก่อแบบหมุนเวียนในสตรีวัยหมดประจำเดือน อายุระหว่าง 35-45 ปี แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่ได้รับการฝึก และกลุ่มควบคุม ในการฝึกใช้ก่อก่อมีความสูง 10, 15 และ 20 ซม. ทำการกระโดดที่ ความหนัก 60-80% ของชีพจรสูงสุด จะกระโดด 10 ครั้ง มีทั้งหมด 6 สถานี ผลที่ได้พบว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกมีค่าสารชีวเคมีของกระดูกดีขึ้น องค์ประกอบทางกายดีขึ้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นรวมทั้งความสามารถในการทรงตัวก็เพิ่มขึ้นเช่นกัน ต่อมา ไชยวัฒน์ นามบุญลือ และคณะ (Namboolu et al., 2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเดินแอโรบิกบน มินิแทรมโพลีนในร่มและกลางแจ้งในหญิงวัยทำงานอายุระหว่าง 35-45 ปี จำนวน 54 คน โดยแบ่ง ออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้กลุ่มที่เดินแอโรบิกบนมินิแทรมโพลีนในร่ม กลางแจ้ง และกลุ่มควบคุม โดยทำการออกกำลังกายที่ความหนัก 60-80% ของชีพจรสูงสุด เป็นเวลา 40 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ จำนวน 12 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่มมีค่าการสลายของกระดูกลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่ม ควบคุม และในกลุ่มที่ออกกำลังกายกลางแจ้งมี 25(OH)D เพิ่มขึ้น จาก 22.39 เป็น 25.86 ng/ml ใน ปีต่อมา วิทวัส สุขแก้ว (2554) ศึกษาผลของการออกกำลังกายบนพื้นอ่อน และพื้นแข็ง โดยใช้รูปแบบ การออกกำลังกายแบบเดินแอโรบิกบนมินิแทรมโพลีนและพื้นแข็งว่าส่งผลอย่างไรต่อการสลายของ กระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในหญิงวัยทำงาน ช่วงอายุ 35-45 ปี จำนวน 63 คน แบ่ง ออกเป็น 3 กลุ่ม โดยกำหนดความหนักที่ 60-80% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ครั้งละ 40 นาที 3

วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ซึ่งกลุ่มควบคุมใช้ชีวิตประกอบกับกิจกรรมทางกายตามปกติ ผลการวิจัยพบว่าหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ออกกำลังกายทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าการสลายมวลกระดูกลดลง และค่าการสร้างมวลกระดูก (P1NP) เพิ่มขึ้น รวมทั้ง สุขสมรรถนะ และการทรงตัวดีขึ้น เมื่อเทียบกับก่อนการทดลอง และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่กลุ่มที่เดินแอโรบิกบนมินิแทรมโพลินเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เดินแอโรบิกบนพื้นแข็งพบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และการทรงตัวดีกว่า และยังพบแรงกดของเท้าบนมินิแทรมโพลินมีน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้วิจัยสรุปว่า การเดินแอโรบิกบนมินิแทรมโพลินและบนพื้นแข็งมีผลต่อสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัว แต่ในการเดินแอโรบิกบนมินิแทรมโพลิน จะช่วยให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และการทรงตัวดีกว่า และลดการบาดเจ็บของข้อต่อจากแรงกดได้ดี ซึ่งเป็นการออกกำลังกายทางเลือกใหม่ของหญิงวัยทำงานทั่วไปได้

งานวิจัยในต่างประเทศ

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการวิตามินดีและแคลเซียมในต่างประเทศ

Kruger et al. (2010) ได้ทำการศึกษาในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน ในประเทศอินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1 กลุ่มรับประทานนมเสริมแคลเซียม (1,200 mg) แมกนีเซียม (96 mg) ซิงค์ (2.4 mg) และวิตามินดี (9.6 µg) 2 คือกลุ่มควบคุม การทดลองใช้นมผงสำหรับชงกับน้ำปริมาตร 200 ml โดยให้ดื่มช่วงอาหารเช้า และก่อนเข้านอน (หลัง 9.00 น.) เป็นเวลา 4 เดือนผลที่ได้พบว่าการดื่มนมเสริมแคลเซียมและวิตามินดีทำให้ระดับวิตามินดีเพิ่มขึ้น สามารถลดระดับของฮอริโมนพาราไทรอยด์ และลดกระบวนการเทิร์นโอเวอร์ของกระดูกได้ นอกจากนั้นแล้ว Grieger and Nowson (2009) ได้ทำการศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยที่พักรักษาตัวในโรงพยาบาล (Barwon health) จำนวน 287 คน รับประทานนมที่มีแคลเซียมเสริม 190 mg, vitamin D (Cholecalciferol 5 µg) และโฟเลท (75 µg) โดยกลุ่มตัวอย่างทานนมช่วงอาหารเช้าเป็นเวลา 6 เดือน ผลที่ได้พบว่าการดื่มนมตัวอย่างมีระดับวิตามินดีเพิ่มขึ้น ลดระดับ PTH ได้ 24 % ผู้วิจัยสรุปว่า การรับประทานนมเสริมแคลเซียมในปริมาณดังกล่าวช่วยเพิ่มระดับวิตามินดีได้แต่ยังไม่สามารถลดความเสี่ยงของการเกิดกระดูกหักได้ ควรที่จะมีการเสริมแคลเซียมและวิตามินในกลุ่มผู้ป่วยที่ต้องรักษาตัวในโรงพยาบาล

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายในต่างประเทศ

Greendale et al. (2000) ได้ทำการศึกษาในกลุ่มผู้สูงอายุ โดยให้ใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนักในการทำกิจกรรมระหว่างวัน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มใส่เสื้อเพิ่ม 3-5% ของน้ำหนักตัว โดยให้ใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนักขณะทำกิจกรรมทั่วไป 2 ชั่วโมงต่อวัน สัปดาห์ละ 4 วันทั้งหมด 27 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม และไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความ

แข็งแรง และการเปลี่ยนแปลงของกระดูก โดยผู้วิจัยได้สรุปว่าความหนักของเสียไม่เพียงพอที่จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย Snow et al. (2000) ได้ทำการฝึกกระโดดในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนโดยแบ่งกลุ่มออกเป็น กลุ่มฝึกกระโดดใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนัก 11 ปอนด์ และกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ออกกำลังกายใช้การฝึกกระโดด 3 ครั้ง ต่อสัปดาห์ ฝึก 32 สัปดาห์ใน 1 ปี และต่อเนื่องกันจนครบ 5 ปี ผลที่ได้พบว่า กลุ่มที่ทำการฝึกมีการเปลี่ยนแปลงของกระดูก คือลดลงน้อยกว่ากลุ่มควบคุม Cao et al. (2007) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการออกกำลังกายหลากหลายรูปแบบ ในหญิงผู้สูงอายุ อายุ 65-79 ปี จำนวน 20 คน (เป็นการทดลองกลุ่มเดียว โดยทำการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการทดลอง) โดยมีขั้นตอนดังนี้ อบอุ่นร่างกาย 10 นาที ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 15 นาที ฝึกแบบวงจร 40 นาที ฝึกการทรงตัวด้วยบอล 30 นาที ผ่อนคลายร่างกาย 10 นาที ทำการพักระหว่างฝึกแต่ละช่วง 5 นาที ทำการฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ จำนวน 12 สัปดาห์ พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาดีขึ้น ความสามารถในการเดินและความว่องไวทำเวลาดีขึ้น ช่วงการเคลื่อนไหวบริเวณข้อเท้าเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในด้านความสามารถในการทรงตัวและความอ่อนตัว นอกจากนั้นแล้ว Klentrou et al. (2007) ได้ทำการศึกษาการออกกำลังกายหลากหลายรูปแบบ คือ การเดิน การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และฝึกการทรงตัว เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ในหญิงวัยหมดประจำเดือน โดยใช้การออกกำลังกายหลากหลายวิธี และเพิ่มความหนักด้วยเสื้อในแต่ละสัปดาห์จนถึง 15% ของน้ำหนักร่างกาย ฝึก 1 วันต่อสัปดาห์ จำนวน 12 สัปดาห์ ผลที่ได้พบว่า ในกลุ่มที่ออกกำลังกายความแข็งแรงของข้อเท้าเพิ่มขึ้น เอ็นที่เอกลดลง 15% ออสทีโอแคลซินไม่เปลี่ยนแปลง Shen et al. (2007) ได้ทำการเปรียบเทียบการฝึกไทชิและแรงต้านในผู้สูงอายุ โดยฝึก 40 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ จำนวน 24 สัปดาห์ พบว่าการฝึกไทชิมีผลต่อการสร้างกระดูกในผู้สูงอายุ ต่อมา Park et al. (2008) ได้กำหนดรูปแบบการออกกำลังกายแบบ Combined exercise ในผู้สูงอายุหญิง (65-70ปี) จำนวน 50 คน แบ่งออกเป็น กลุ่มที่ 1 กลุ่มออกกำลังกาย กลุ่มที่ 2 กลุ่มควบคุม โดยมีรูปแบบการออกกำลังกายดังนี้ ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 9 นาที ต่อด้วยฝึกความแข็งแรง 10 นาที ฝึกแอโรบิก ด้วยการเดินหรือวิ่งที่ความหนัก 65-75% of HR max 23 นาที และฝึกการทรงตัว 18 นาที ผลการฝึกพบว่า สามารถปรับปรุงการสลายของกระดูก (Dpy-r) ในกลุ่มที่ออกกำลังกายให้ดีขึ้น BMD บริเวณกระดูกสะโพกในกลุ่มที่ออกกำลังกายเพิ่มขึ้น และความสามารถในการทรงตัว (Body sway) ในกลุ่มที่ออกกำลังกายดีขึ้น Marques et al. (2011) ได้ทำการทดลองในผู้สูงอายุหญิง (60-75ปี) จำนวน 71 คน โดยแบ่งออกเป็น กลุ่มที่ 1 ออกกำลังกายแบบแรงต้าน (RE=23) กลุ่มที่ 2 ออกกำลังกายแบบแอโรบิก (AE=24) กลุ่มที่ 3 กลุ่มควบคุม (Con=24) การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (AE) เช่น การเดิน การวิ่ง การก้าวขึ้นบันได การเต้น ช่วงเริ่มต้นใช้ความหนัก 50-60 % HRR และปรับเพิ่มขึ้นเป็น 65-85 % HRR การออกกำลังกายแบบแรงต้าน 8 ท่าๆละ 2 เซตๆ 10-15 ครั้ง ช่วงเริ่มต้นใช้ความหนัก 60-70 % of 1 RM และปรับเพิ่มขึ้นเป็น 75-80 % of 1 RM ใช้เวลา 60 นาที ฝึก 3 วันต่อสัปดาห์นาน 8 เดือน ผลที่ได้พบว่า

ความสามารถในการทรงตัวของกลุ่มที่ออกกำลังกายดีขึ้น ระหว่างกลุ่มทดลองพบว่าความหนาแน่นของกระดูกไม่มีความแตกต่างกัน และเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนและหลังการทดลองภายในกลุ่มที่ฝึกแบบแรงต้านพบว่าความหนาแน่นของกระดูกมีการเปลี่ยนแปลงดีขึ้น ส่วน OPG และ RANKL ไม่มีความแตกต่างกัน และ Tan et al. (2012) ได้ทำการศึกษารูปแบบการออกกำลังกายแบบ Combined aerobic and resistant training ในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 โดยแบ่งออกเป็น กลุ่มออกกำลังกาย และกลุ่มควบคุม รูปแบบการออกกำลังกายประกอบด้วย การอบอุ่นร่างกาย 10 นาที เดินหรือวิ่งที่ความหนัก 55-70% of HR max 30 นาที ฝึกแบบแรงต้าน 10 นาที ผ่อนคลายร่างกาย 10 นาที ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มออกกำลังกายมีการเปลี่ยนแปลงดีขึ้น มีไขมันสะสมในร่างกายและอัตราส่วนเอวต่อสะโพกลดลง Plasma glucose, Serum insulin, HbA_{1c} และ LDL ดีขึ้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการเดินดีขึ้น

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายร่วมกับยา หรือวิตามินดีและแคลเซียมในต่างประเทศ

Milliken et al. (2003) ได้ทำการทดลองในผู้หญิงวัยหมดประจำ เดือน โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม 1 ใช้ฮอร์โมนและออกกำลังกาย กลุ่ม 2 ใช้ฮอร์โมนแต่ไม่ออกกำลังกาย กลุ่ม 3 ไม่ใช้ฮอร์โมนแต่ออกกำลังกาย กลุ่ม 4 ไม่ใช้ฮอร์โมนและไม่ออกกำลังกาย โดยมีรูปแบบการออกกำลังกายดังนี้เดิน, กระโดด เดินขึ้นบันไดพร้อมกับใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนัก 10 ปอนด์, การออกกำลังกายโดยใช้แรงต้าน และการยืดเหยียด การทรงตัว รวมเวลาเป็น 60 นาที ฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ จำนวน 12 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าการใช้ฮอร์โมนและการออกกำลังกายมีผลต่อไบโอมาร์กเกอร์และทำให้มวลกระดูกเพิ่มขึ้นด้วย ส่วน Uusi-Rasi et al. (2003) ได้ทำการศึกษาในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน (อายุเฉลี่ย 54 ปี) แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่ม 1 ทานยา Alendronate (5 mg) กลุ่ม 2 ออกกำลังกายร่วมกับทานยา Alendronate กลุ่ม 3 ออกกำลังกายอย่างเดียว กลุ่ม 4 กลุ่มควบคุม ทุกกลุ่มได้รับแคลเซียมซิเตรท (639 mg) และวิตามินดี (400 IU) กลุ่มที่ออกกำลังกายมีขึ้นตอนดังนี้ คือ อบอุ่นร่างกาย 15 นาที ต่อด้วยกระโดดหลายทิศทาง 20 นาที และมีการเพิ่มความหนักโดยการเพิ่มความสูงจากแผ่นรองพื้นจาก 10 – 25 cm. ฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และผ่อนคลายร่างกาย 10 นาที ทำการฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ 12 เดือน ผลการทดลองพบว่า กลุ่มที่รับประทานยามีความหนาแน่นของกระดูกบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวเพิ่มขึ้น การรับประทานยาช่วยลดไบโอมาร์กเกอร์ นอกจากนั้นแล้วการออกกำลังกายเพิ่มความแข็งแรงของกระดูก โดยพิจารณาจาก Polar moment and ratio of cortical to total area บริเวณ Distal tibia ต่อมา Bunout et al. (2006) ได้ศึกษาในกลุ่มผู้สูงอายุที่มีระดับวิตามิน ≤ 16 ng/ml แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ฝึกแรงแบบต้านร่วมกับการรับประทานแคลเซียม 800 mg กลุ่มที่ 2 ฝึกแรงแบบต้านร่วมกับการรับประทานวิตามินดี

(Vitamin D₃: cholecalciferol 400 IU) และแคลเซียม กลุ่มที่ 3 รับประทานแคลเซียมอย่างเดียว โดยมีรูปแบบการออกกำลังกายมีดังนี้ คือ ฝึกแบบแรงต้านด้วยยางยืด (Thera-bands) ฝึกแบบแอโรบิกด้วยการเดินช่วงก่อนและหลังการฝึกแบบแรงต้าน และการฝึกยืนบนพื้นผิวนิ่ม ทำการฝึก 2 ครั้งต่อสัปดาห์ รวม 90 นาที นาน 9 เดือน ผลที่ได้พบว่า กลุ่มที่มีการออกกำลังกายมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ Quadriceps ความคล่องแคล่วเพิ่มขึ้นและเห็นได้ชัดในกลุ่มที่ได้รับวิตามินดีเสริม ผู้วิจัยสรุปว่า การทานวิตามินดีเสริมช่วยปรับปรุงความเร็วในการเดิน การทรงตัว ส่วนการออกกำลังกายช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ



ตารางที่ 11 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ วิตามินดี และแคลเซียม ภายในประเทศ

ผู้วิจัย และ ปีที่วิจัย	ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม	ระยะเวลา	วิธีการ	ผล
Soontrapa et al., 2009	<ul style="list-style-type: none"> - หญิงผู้สูงอายุในจังหวัดขอนแก่น แบ่งเป็นเขตเมือง 106 คน และเขตชนบท 132 คน - ผู้ที่มีภาวะหมดประจำเดือนที่มารักษาตัวในโรงพยาบาล 98 คน และก่อนหมดประจำเดือน 357 คน 	<ul style="list-style-type: none"> - ALP - PTH - 25(OH)D 	-	<ul style="list-style-type: none"> - เกณฑ์การคัดกรองคือ - ไม่เป็นอัมพาตหรือภาวะอ่อนแรง - ไม่มีภาวะเมตาบอลิกของกระดูกผิดปกติ หรือได้รับยาที่เกี่ยวข้องกับกระดูกภายใน 6 เดือน - ทำการเจาะเลือดปริมาณ 10 ml - ระดับวิตามินดีในเลือด (25(OH)D) โดยกำหนดค่าที่ต่ำกว่า 35ng/ml จึงถือว่าเป็นภาวะ วิตามินดีต่ำ 	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้สูงอายุในจังหวัดขอนแก่นเขตเมือง และเขตชนบทมีภาวะวิตามินดีต่ำ 65.4% และ 15.4% ตามลำดับ - กลุ่มผู้หญิงหมดประจำเดือน และกลุ่มวัยก่อนหมดประจำเดือนมีภาวะวิตามินดีต่ำ 60.2 % และ 77.8 % ตามลำดับ - ค่าเฉลี่ย ของ ALP (U/L) และ PTH (ng/L) ของแต่ละกลุ่มมีดังนี้ 1. กลุ่มวัยหมดประจำเดือน 78.75 และ 23.72 2. กลุ่มวัยก่อนหมดประจำเดือน 52.56 และ 34.97 3. กลุ่มผู้สูงอายุในชนบท 82.75 และ 17.90 4. กลุ่มผู้สูงอายุเขตเมือง 95.23 และ 32.27 ตามลำดับ
Songpata nasilp et al., 2009	<ul style="list-style-type: none"> - หญิงผู้สูงอายุ อายุระหว่าง 65-84 ปี จำนวน 72 คน - คัดกรองด้วยระดับ 25(OH)D ต่ำกว่า 30 ng/ml เหลือจำนวน 42 คน - กลุ่มทดลองทานวิตามินดีและแคลเซียม - กลุ่มควบคุมทานแคลเซียมอย่างเดียว 	<ul style="list-style-type: none"> - 25(OH)D₃ - PTH - VDR genotyping - ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ 	12 สัปดาห์	<ul style="list-style-type: none"> - กลุ่มทดลองทานวิตามินดีและแคลเซียม (alfacalcidol 0.5 µg/d +calcium carbonate 1,500 mg/d) - กลุ่มควบคุมทานยาหลอกและแคลเซียม (placebo+calcium carbonate 1,500 mg/d) 	<ul style="list-style-type: none"> - มากกว่าร้อยละ 50 มี VDR genotypes bb (ยีนที่ควบคุมการทำงานร่วมกับวิตามินดี) - กลุ่มทดลองมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น
Chailurkit et al., 2011	หญิงผู้สูงอายุในเขตกรุงเทพ อายุระหว่าง 60-97 ปี จำนวน 446 คน	<ul style="list-style-type: none"> - 25(OH)D - PTH - BMD 	-	<ul style="list-style-type: none"> - สรุปรายชื่อและนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ mean, SD, Pearson's 	<ul style="list-style-type: none"> - อายุเฉลี่ย 67.5 ปี - 25(OH)D เฉลี่ย 67.7 nmoL/l

ผู้วิจัย และ ปีที่วิจัย	ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม	ระยะเวลา	วิธีการ	ผล
		- Daily Calcium intake		correlation coefficient - ข้อมูลโภชนาการนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม INMUCAL software	- Calcium intake 309.5 mg/d - 25(OH)D < 75 nmol/L = 69.1% - ระดับวิตามินดีมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของกระดูกสะโพก
Bunyaratavej, 2011	สตรีวัยหมดประจำเดือนที่ไม่มีโรคแฝง อายุระหว่าง 50-60 ปี หมดประจำเดือนมากกว่า 3 ปี จำนวน 259 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม - กลุ่มเอ ได้รับยา alfacalcidol 1.0 µg/d - กลุ่มบีได้รับยา 1.5 µg/d	- PTH - CTx	3 เดือน	ให้รับประทานยาตามขนาดที่กำหนด โดยทำการทดสอบค่า CTx และ PTH ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 3 เดือน	- กลุ่มที่ได้ยาขนาด 1.5 µg/d สามารถยับยั้งการหลั่ง PTH ได้ - การให้ยาทั้ง 2 ขนาดไม่สามารถลดการสลายของกระดูกได้
Kruavit et al., 2012	หญิงผู้สูงอายุที่พักอยู่ในสถานสงเคราะห์คนชรา จำนวน 93 คน	- 25(OH)D - PTH - CTx - ALP - Cr - BMD - Daily Calcium intake	-	สำรวจข้อมูลและนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ mean, SD, Pearson's correlation coefficient c และ stepwise multiple linear regression - ข้อมูลโภชนาการนำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม INMUCAL software	- อายุเฉลี่ย 75.2 ปี - 25(OH)D เฉลี่ย 64.3 nmol/L - Calcium intake 322 mg/d - 25(OH)D < 70 nmol/L = 61.3% - มีภาวะกระดูกบาง 44.1% และกระดูกพรุน 47.3% - ระดับ CTx มีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของกระดูกสันหลัง และกระดูกสะโพกและระดับ PTH
นงลักษณ์ (2554)	ผู้ป่วยกลุ่มอาการเมแทบอลิกที่ขาดวิตามินดี จำนวน 90 คน ช่วงอายุ	- 25(OH)D - ความไวของอินซูลิน	8 สัปดาห์	ทุกกลุ่มทานยาตามขนาดที่กำหนดโดยทานสัปดาห์ละ 1 ครั้ง วันเดียวกันของทุกสัปดาห์	- อายุเฉลี่ย 64 ปี - กลุ่มที่ทานวิตามินดี 20,000 และ 40,000 IU

ผู้วิจัย และ ปีที่วิจัย	ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม	ระยะเวลา	วิธีการ	ผล
	36-89 ปี แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม - กลุ่มได้รับยาหลอก - กลุ่มได้รับวิตามินดี2 ขนาด 20,000 IU/สัปดาห์ - กลุ่มได้รับวิตามินดี2 ขนาด 40,000 IU/สัปดาห์	(HOMA-IR) - FPG - HbA _{1c} - AST - ALT - BUN - S-Cr - LDL - HDL			มีจำนวนผู้ป่วยที่วิตามินดีเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วงปกติ 33.3% และ 60.0% ตามลำดับ ซึ่งจากเดิมระดับวิตามินดี 15.08 และ 14.29 ng/ml สูงขึ้นเป็น 26.80 และ 30.03 ng/ml ตามลำดับ - ความไวของอินซูลิน (HOMA-IR) ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 12 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกาย

ผู้วิจัย และ ปีที่วิจัย	ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม	ระยะเวลา	วิธีการ	ผล
Hopkins et al., 1990	ผู้หญิงอายุระหว่าง 57-77 ปี จำนวน 65 คน แบ่งเป็น 1. กลุ่มทดลองฝึกเดินแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำ 35 คน 2. กลุ่มควบคุม 30 คน	- ทดสอบเดิน - นั่งงอตัว - ลูกนั่งเก้าอี้ - ยืนขาเดียว - ลูกยืนและเดิน 6 ฟุต - Skin folds	12 สัปดาห์ ครั้งละ 50 นาที	- อบอุ่นร่างกาย 15 นาที - เดินแอโรบิก 20 นาที - ผ่อนคลายร่างกาย 15 นาที - ควบคุมความหนักโดยใช้อัตราการเต้นของหัวใจให้อยู่ในช่วง 100-120 ครั้ง/นาที	- ในกลุ่มที่ฝึกเดินแอโรบิก สมรรถภาพทางร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ - ในกลุ่มควบคุมไม่มีการเปลี่ยนแปลง
Ricard and Veatch, 1990	กลุ่มตัวอย่าง 5 คน ทำการทดสอบ 2 ครั้ง คือ - ทำเดินแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำ (LFKL) 5 ท่า - ทำเดินแอโรบิกแบบแรงกระแทกสูง (HFKL) 5 ท่า	- ทำการทดสอบด้วยเครื่อง AMTI force plate ที่ความถี่ 1000 Hz	-	ทำการทดสอบทำการเดินแอโรบิกที่ลักษณะเหมือนกัน แต่แตกต่างกันที่การเคลื่อนไหวคือ - ทำแรงกระแทกต่ำคือเท้าข้างใดข้างหนึ่งยังอยู่บนพื้น - ทำแรงกระแทกสูงคือเท้าทั้ง 2 ข้างต้องลอยสูงจากพื้น	- ค่า Peak impact force ระหว่าง HFKL และ LFKL มีความแตกต่างกัน - ในท่า LFKL มีค่า Peak impact force อยู่ระหว่าง 0.56-1.58 เท่าของน้ำหนักตัว - ในท่า HFKL มีค่า Peak impact force อยู่ระหว่าง 1.02-2.62 เท่าของน้ำหนักตัว
Greendale et al., 2000	ผู้สูงอายุ ใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนักในการทำกิจกรรมระหว่างวัน	- ความแข็งแรง - โบนมาร์กเกอร์ - คุณภาพชีวิต	27 สัปดาห์	ใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนักขณะทำกิจกรรมทั่วไป 2 ชั่วโมงต่อวัน สัปดาห์ละ 4 วัน	ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม และไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความ

ผู้วิจัย และ ปีที่วิจัย	ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม	ระยะเวลา	วิธีการ	ผล
	1) กลุ่มควบคุม 2) กลุ่มใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนัก 3% 3) กลุ่มใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนัก 5%				แข็งแรง และการเปลี่ยนแปลงของกระดูก
Snow et al., 2000	ผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน - ฝึกระโดดใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนัก 11 ปอนด์ - กลุ่มควบคุม	ความหนาแน่นของมวลกระดูก	5 ปี	ฝึกกระโดด 3 ครั้ง ต่อสัปดาห์ ฝึก 32 สัปดาห์ใน 1 ปี และต่อเนื่องกันจนครบ 5 ปี	กลุ่มที่ทำการฝึกมีการเปลี่ยนแปลงของกระดูกคือลดลงน้อยกว่ากลุ่มควบคุม
Milliken et al., 2001	ผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน 1 ใช้ฮอร์โมนและออกกำลังกาย 2 ใช้ฮอร์โมนแต่ไม่ออกกำลังกาย 3 ไม่ใช้ฮอร์โมนแต่ออกกำลังกาย 4 ไม่ใช้ฮอร์โมนและไม่ออกกำลังกาย	- มวลกระดูก - โบนมาร์กเกอร์ - อินซูลินลิงค์ - โกรธท์	ใช้เวลา 60 นาที ฝึก 3 วัน ต่อ สัปดาห์ 12 สัปดาห์	การออกกำลังกายมี 3รูปแบบ - เดิน, กระโดด เดินขึ้นบันไดพร้อมกับใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนัก 10 ปอนด์ - การออกกำลังกายโดยใช้แรงต้าน - การยืดเหยียด การทรงตัว รวมเวลาเป็น 60 นาที	การใช้ฮอร์โมนและการออกกำลังกายมีผลต่อ โบนมาร์กเกอร์และทำให้มวลกระดูกเพิ่มขึ้นด้วย
Uusi-Rasi et al., 2003	ผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน (อายุเฉลี่ย 54 ปี) 1) ทานยา alendronate (5 mg) 2) ออกกำลังกายร่วมกับทานยา alendronate 3) ออกกำลังกายอย่างเดียว 4) กลุ่มควบคุม ทุกกลุ่มได้รับแคลเซียม ซิเตรท (639 mg) และวิตามิน ดี (400 IU)	- ความหนาแน่นของกระดูก - TRAP5b - BAP - OC - สมรรถภาพทางกาย - ความสามารถในการทรงตัว - ปริมาณการรับประทานแคลเซียม	3 ครั้งต่อ สัปดาห์ 12 เดือน	กลุ่มที่ออกกำลังกายมีขั้นตอนดังนี้ - อบอุ่นร่างกาย 15 นาที - กระโดดหลายทิศทาง 20 นาที และมีการเพิ่มความหนักโดยการเพิ่มความสูงจากแผ่นรองพื้นจาก 10 – 25 cm. - ฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ - ผ่อนคลายร่างกาย 10 นาที	- กลุ่มที่รับประทานยาพบว่าความหนาแน่นของกระดูกบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวเพิ่มขึ้น - การรับประทานยาช่วยลดโบนเทิร์นโอเวอร์ - การออกกำลังกายเพิ่มความแข็งแรงของกระดูก โดยพิจารณาจาก “polar moment and ratio of cortical to total area” บริเวณ “distal tibia”
Rousanoglou and Boudolos, 2005	กลุ่มตัวอย่างจำนวน 28 คน (ชาย 14, หญิง 14) ฝึกเดินแอโรบิก 35 นาที 15 นาทีแรกอบอุ่นร่างกาย และทำแอโรบิกแรงกระแทกต่ำ (LI) ต่อ	- Peak vertical force - Herat rate (Polar Sport tester)	-	- บันทึก Ground reaction force (GRF) ในทุกๆ 4 นาที โดยบันทึกเป็นระยะเวลา 30 วินาที - บันทึก Heart rate (HR) ทุก 5 วินาที และเชื่อมต่อ	- GRF และ HR ในท่า HI สูงกว่า ท่า LI อย่างมีนัยสำคัญ - GRF ท่า LI ประมาณ 1.4-2.2 เท่าของน้ำหนักตัว

ผู้วิจัย และ ปีที่วิจัย	ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม	ระยะเวลา	วิธีการ	ผล
	ด้วย แอโรบิกแรง กระแทกสูง (HI) 15 นาที และ ผ่อนคลายร่างกาย 5 นาที			สัญญาณกับ GRF	- GRF ทำ HI ประมาณ 2.6-2.8 เท่าของ น้ำหนักตัว
Bunout et al., 2006	ผู้สูงอายุที่มีระดับวิตามินดี $\leq 16\text{ng/ml}$ 1) ฝึกแบบต้านร่วมกับการทาน Ca 800 mg 2) ฝึกแบบต้านร่วมกับการทานวิตามินดี (Vitamin D ₃ : cholecalciferol 400 IU) และ Ca 3) Ca อย่างเดียว 4) D ₃ และ Ca	- body composition - hand grip strength - 1 RM - 12 minute walk test - body sway - TSH and PTH	2 ครั้ง/สัปดาห์ 90 นาที/9 เดือน	รูปแบบการออกกำลังกายมีดังนี้ - ฝึกแบบแรงต้าน ด้วยยางยืด (Thera-bands) - ฝึกแบบแอโรบิกด้วยการเดินช่วงก่อนและหลังการฝึกแบบแรงต้าน - การฝึกยืนบนพื้นผิวนิ่ม	กลุ่มที่มีการออกกำลังกายมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ quadriceps, ความคล่องแคล่วเพิ่มขึ้นและเห็นได้ชัดในกลุ่มที่ได้รับวิตามินดีเสริม ผู้วิจัยสรุปว่า การทานวิตามินดีเสริมช่วยปรับ ประสิทธิภาพในการเดิน การทรงตัว ส่วนการออกกำลังกายช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
Cao et al., 2007	หญิงผู้สูงอายุ อายุ 65-79 ปี จำนวน 20 คน (เป็นการทดลองกลุ่มเดียว โดยทำการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการทดลอง)	- ลุกนั่งเก้าอี้ 30 วินาที - ยืนขาข้างเดียว - การเดิน 10 เมตร - ความว่องไว - นั่งจ่อตัว - วิเคราะห์การเดิน และ ROM	12 สัปดาห์ 2 ครั้ง/สัปดาห์	- อบอุ่นร่างกาย 10 นาที - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 15 นาที - ฝึกแบบวงจร 40 นาที - ฝึกการทรงตัวด้วยบอล 30 นาที - ผ่อนคลายร่างกาย 10 นาที - พักระหว่างฝึกแต่ละช่วง 5 นาที	- ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาดีขึ้น - ความสามารถในการเดินและความว่องไวทำเวลาดีขึ้น - ไม่มีการเปลี่ยนในด้าน การทรงตัวและความอ่อนตัว - ช่วงการเคลื่อนไหวบริเวณข้อเท้าเพิ่มขึ้น
Klentrou et al., 2007	หญิงวัยหมดประจำเดือน - กลุ่มทดลองที่ออกกำลังกายหลายรูปแบบ คือ การเดิน การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และ ฝึกการทรงตัว - กลุ่มควบคุม	- Osteocalcin - NTx - ความแข็งแรงของหัวเข่าและข้อเท้า	12 สัปดาห์	การออกกำลังกายหลากหลายวิธี และเพิ่มความหนักของสื่อในแต่ละสัปดาห์จนถึง 15% ของน้ำหนักร่างกาย ฝึก 1 วันต่อสัปดาห์	ในกลุ่มที่ออกกำลังกายโดยใส่เสื้อเพิ่มน้ำหนัก - ความแข็งแรงของข้อเท้าเพิ่มขึ้น - NTx ลดลง 15% - Osteocalcin ไม่เปลี่ยนแปลง
Shen et al., 2007	ผู้สูงอายุ จำนวน 28 คน 1) ฝึกไทชิ (TC) 2) ฝึกด้วยแรงต้าน (RE)	- BAP - PYD - PTH และ Ca	3 ครั้งต่อสัปดาห์ 24 สัปดาห์	ออกกำลังกายครั้งละ 40 นาที	การฝึกไทชิมีผลต่อการสร้างกระดูกในผู้สูงอายุ

ผู้วิจัย และ ปีที่วิจัย	ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม	ระยะเวลา	วิธีการ	ผล
Park et al., 2008	ผู้สูงอายุหญิง (65-70ปี) จำนวน 50 คน (25*2) 1) กลุ่มออกกำลังกาย 2) กลุ่มควบคุม	- ความเร็วสูงสุดในการเดิน 10ม. - ความยาวก้าว - การยืนขาเดียว - body sway - body composition - BMD - Oc - PTH - Dpy-r - Calcium intake	48 สัปดาห์ 3 ครั้ง/สัปดาห์	กลุ่มออกกำลังกาย (combined exercise) - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 9 นาที - ฝึกความแข็งแรง 10 นาที - ฝึกแอโรบิก ด้วยการเดินหรือวิ่งที่ความหนัก 65-75%HRmax 23 นาที - ฝึกการทรงตัว 18 นาที	- Dpy-r ในกลุ่มที่ออกกำลังกายดีขึ้น - BMD บริเวณกระดูกสะโพกในกลุ่มที่ออกกำลังกายเพิ่มขึ้น - ความสามารถในการทรงตัว (body sway) ในกลุ่มที่ออกกำลังกายดีขึ้น
Wu et al., 2011	ทำการสำรวจภาคตัดแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำ ในผู้หญิงอายุระหว่าง 50-70 ปี จำนวน 38 คนแบ่งเป็น 1. กลุ่มเดินแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำ: DG 2. กลุ่มควบคุม: CG	- BMD - องค์ประกอบทางกาย - ROM - แรงสูงสุดในท่าเหยียดเข่า (knee joint extension torque test)		เกณฑ์ในการคัดเลือกเข้า - กลุ่ม DG คือต้องมีการฝึกมาอย่างน้อย 3 ปี (ฝึกแต่ละครั้งใช้เวลา 30 นาที 3-5 ครั้ง/สัปดาห์) - กลุ่ม CG คือมีการออกกำลังกายน้อยกว่า 20 นาที/สัปดาห์	ROM และ ความแข็งแรงของขา ในกลุ่ม DG ดีกว่ากลุ่ม CG
Marques et al., 2011	ผู้สูงอายุหญิง (60-75ปี) จำนวน 71 คน 1) ออกกำลังกายแบบแรงต้าน (RE=23) 2) ออกกำลังกายแบบแอโรบิก (AE=24) 3) กลุ่มควบคุม (Con=24)	- ความหนาแน่นของกระดูก (BMD) - ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ - การทรงตัวและความคล่องแคล่ว - OPG, RANKL - องค์ประกอบทางกาย - การประเมินทางโภชนาการ - จำนวนก้าว	ใช้เวลา 60 นาที ฝึก 3 วัน ต่อ สัปดาห์ 8 เดือน	- การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (AE) เช่น การเดิน การวิ่ง การก้าวขึ้นบันได การเดิน ช่วงเริ่มต้นใช้ความหนัก 50-60 %HRR และปรับเพิ่มขึ้นเป็น 65-85 %HRR - การออกกำลังกายแบบแรงต้าน 8 ท่าๆละ 2 เซตๆ 10-15 ครั้ง ช่วงเริ่มต้นใช้ความหนัก 60-70 % of 1RM และปรับ เพิ่มขึ้น เป็น 75-80 % of 1RM	- จำนวนก้าวไม่แตกต่างกัน - ความสามารถในการทรงตัวของกลุ่มที่ออกกำลังกายดีขึ้น - ระหว่างกลุ่มความหนาแน่นของกระดูกไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบภายในกลุ่มที่ฝึกแบบแรงต้าน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงดีขึ้น - OPG และ RANKL ไม่มี ความแตกต่างกัน
Tan et al., 2012	ผู้ป่วยเบาหวาน ชนิดที่ 2 จำนวน 25 คน อายุเฉลี่ย 66 ปี	- BMI - WHR - Body composition	3 ครั้ง/สัปดาห์ 6 เดือน	กลุ่มออกกำลังกาย (combined aerobic and resistant training)	กลุ่มออกกำลังกายมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้ - มีไขมันสะสมใน

ผู้วิจัย และ ปีที่วิจัย	ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม	ระยะเวลา	วิธีการ	ผล
	1) กลุ่มออกกำลังกาย 2) กลุ่มควบคุม	- VO ₂ max - Blood glucose - Serum insulin - HbA _{1c} - HDL, LDL - Muscle strength - เดิน 6 นาที		- Warm-up 10 นาที - เดินหรือวิ่งที่ความหนัก 55-70 % of HR max 30 นาที - ฝึกแบบแรงต้าน 10 นาที - Cool-down 10 นาที	ร่างกายและอัตราส่วนเอวต่อสะโพกลดลง - Plasma glucose, serum insulin, HbA _{1c} และ LDL ดีขึ้น - ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความสามารถในการเดินดีขึ้น
Marques et al., 2013	ผู้สูงอายุ จำนวน 47 คน แบ่งออกเป็น กลุ่มผู้หญิง 24 คน และ ชาย 23 คน	-BMD - ลุกยืนและเดิน 8 ฟุต - ลุกนั่งเก้าอี้ - OC - CTx - OPG - RANKL - Hs-CRP - TNF- α - IFN- γ - บันทึกข้อมูล การรับประทาน อาหาร 4 วัน	60 นาที 2 ครั้ง/สัปดาห์ 32 สัปดาห์	ฝึกออกกำลังกายแบบ combined loading ดังนี้ 1.อบอุ่นร่างกายและยืดกล้ามเนื้อ 10 นาที 2.ก้าวขึ้น- ลง step (15 cm) ในท่าต่างๆ ด้วย จังหวะ 120-125 ครั้ง/ นาที 15 นาที 3.ฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยยางยืด และดัมเบลล์ 10 นาที 4.ฝึกการทรงตัว เช่น การเดินด้วยสันเท้า ปลายเท้า 10 นาที 5.ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 5 นาที	- OC, CTx และ OPG/RANKL ไม่มีการเปลี่ยนแปลง - ก่อนและหลังการทดลอง OPG ในกลุ่มผู้หญิงดีกว่ากลุ่มผู้ชาย - IL-6 มีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม โดยในกลุ่มผู้ชายมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ - ความแข็งแรง การทรงตัว และBMD มีการเปลี่ยนแปลงดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ
Ramirez-Campillo et al., 2014	ผู้สูงอายุเพศหญิง จำนวน 45 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม 1. ฝึกแรงต้านแบบเร็ว (EG) 2. ฝึกแรงต้านแบบช้า (SG) 3. กลุ่มควบคุม (CG)	- 1 RM - แรงบีบมือ - เดิน 10 เมตร - Time up & go 8 foot - Chair sit to stand 30 s - กระโดดสูง - โยนลูกบอล 2 กก - คุณภาพชีวิต	12 สัปดาห์ ฝึก 3 ครั้ง/สัปดาห์	- ฝึกแรงต้านที่ความหนัก 40-75 % of 1 RM ทำละ 8 ครั้ง 3 เซต พักระหว่างเซต 1 นาที - กลุ่ม SG ใช้เวลา Concentric muscle ภายใน 3 วินาที และ Eccentric muscle ภายใน 3 วินาที สำหรับการยกในแต่ละครั้ง - กลุ่ม EG ใช้เวลา Concentric muscle ให้เร็วที่สุดที่สามารถทำได้ และEccentric muscle ภายใน 3 วินาที สำหรับการยกในแต่ละครั้ง	- ในกลุ่มที่ได้รับการฝึกแรงต้านความแข็งแรงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ - ระหว่างกลุ่ม EG และ SG ในด้านความสามารถในการโยนลูกบอล (20% vs. 11%) การเดิน 10 เมตร (14% vs. 9%) และการลุกยืนแล้วเดิน 8 ฟุต (18% vs. 10%) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ - กลุ่มควบคุมไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ผู้วิจัย และ ปีที่วิจัย	ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม	ระยะเวลา	วิธีการ	ผล
de Oliveira et al., 2014	ผู้สูงอายุหญิงจำนวน 74 คน แบ่งออกเป็น 1. กลุ่ม minitempoline (MT) 23 คน 2. กลุ่ม aquatic gymnastics (AG) 28 คน 3. กลุ่ม general floor gymnastics (GG) 23 คน	- Postural balance (ยืน 2 ขา, ยืนขาเดียว แบบเปิด และ ปิดตา) - แบบสอบถาม สุขภาพจิต และการก้ำกักรทกล้ม - ดัชนีมวลกาย	12 สัปดาห์ ฝึก 2 ครั้ง/สัปดาห์ ครั้งละ 60 นาที	รูปแบบการฝึกประกอบด้วย - ฝึกการทรงตัว ความคล่องตัว ปฏิบัติการตอบสนอง 15 นาที - ฝึกแบบแรงต้าน 25-30 นาที - ฝึกความอ่อนตัว ด้วยการยืดเหยียดค้างไว้ในแต่ละท่า 20 วินาที เป็นเวลา 15-20 นาที - ฝึกแบบแอโรบิก	- ทุกกลุ่มมีพัฒนาการของการทรงตัวดีขึ้น

ตารางที่ 13 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรับประทานยา วิตามินดี และแคลเซียม

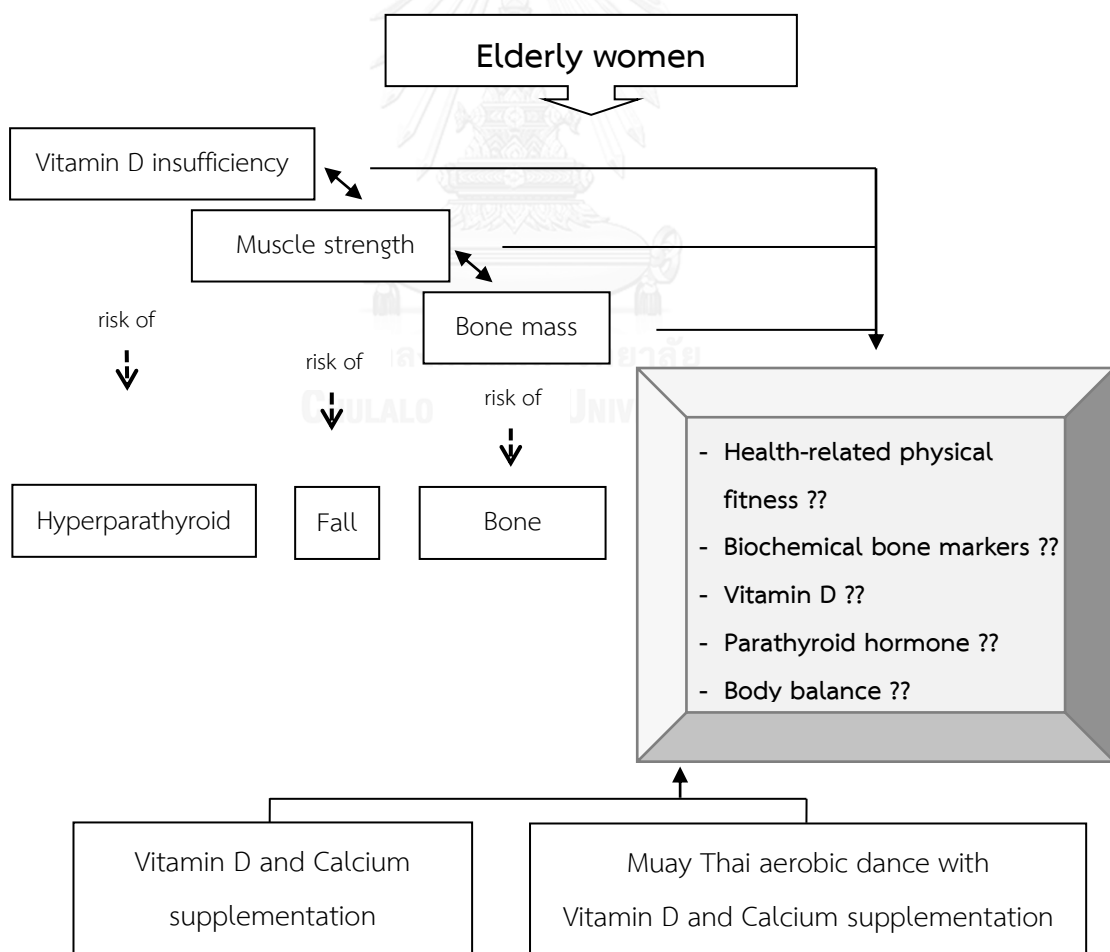
ผู้วิจัย และ ปีที่วิจัย	ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม	ระยะเวลา	วิธีการ	ผล
Grados et al., 2003	ผู้สูงอายุที่มีระดับวิตามินต่ำกว่า 12 ng/ml จำนวน 192 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม 1. ได้รับ Vitamin D (Cholecalciferol 800 IU/d) และ Calcium carbonate (1,000 mg/d Calcium element) 2. ได้รับยาหลอก	- 25(OH)D - i-PTH - BAP - S-CTX - U-NTx - f-DPD - U-Ca - U-Cr - BMD	12 เดือน	ทำการทดสอบสารชีวเคมี ทุก 3 เดือน	- กลุ่มที่ได้รับวิตามินดี และแคลเซียมเสริม BMD และ ระดับวิตามินดี เพิ่มขึ้น และ PTH ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ - CTx, NTx ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ
Holick et al., 2008	กลุ่มตัวอย่างที่มีสุขภาพดี อายุ 18-84 ปี กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 68 คน แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม เข้าร่วมการทดลองเกี่ยวกับประสิทธิภาพของวิตามินวิตามินดี 1. Placebo (n = 14) 2. Vitamin D ₃ 500	- 25(OH)D ₂ - 25(OH)D ₃ - ข้อมูลที่เก็บเป็น baseline ประกอบด้วยข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา, ข้อมูลสุขภาพ และการรับประทานวิตามิน	11 สัปดาห์	กลุ่มที่ทานวิตามินดี รับประทานทุกวัน เริ่มดำเนินการทดลองหลังจากสิ้นสุดฤดูหนาว	- ร้อยละ 60 ของกลุ่มตัวอย่าง มีภาวะขาดวิตามินดี - ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ได้รับวิตามินดี (ng/ml) เพิ่มขึ้น กลุ่ม 2 จาก 20.2 เป็น 28.4 กลุ่ม 3 จาก 19.6 เป็น 28.9 กลุ่ม 4 จาก 16.9 เป็น 26.8 ผู้วิจัยได้สรุปว่าประสิทธิภาพของ

ผู้วิจัย และ ปีที่วิจัย	ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม	ระยะเวลา	วิธีการ	ผล
	IU +D ₂ 500 IU/d (n = 18) 3. Vitamin D ₃ 1,000 IU/d (n = 20) 4. Vitamin D ₂ 1,000 IU/d (n = 16)				Vitamin D ₃ และ D ₂ ทำให้วิตามินดีเพิ่มได้ไม่แตกต่างกัน แต่ขนาดดังกล่าวไม่สามารถทำให้วิตามินดีเพิ่มถึง 30 ng/ml ได้ และ Vitamin D ₂ ขนาดดังกล่าวไม่ส่งผลกระทบต่อ catabolism ของ D ₃
Grieger et al., 2009	ผู้ป่วยที่พักรักษาตัวในโรงพยาบาล (Barwon health) จำนวน 287 คน รับประทานนมที่มีแคลเซียมเสริม 190 mg, vitamin D (cholecalciferol 5 µg) และ โฟเลท (75 µg)	- bone quality (heel ultrasound) - PTH - P1CP - ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ - 25(OH)D - ประวัติการหกล้ม	6 เดือน	กลุ่มตัวอย่างรับประทานนมช่วงอาหารเช้า (210 ml)	- ระดับวิตามินดีเพิ่มขึ้น - ลดระดับ PTH ได้ 24% ผู้วิจัยสรุปว่าการรับประทานเสริมแคลเซียมในปริมาณดังกล่าวช่วยเพิ่มระดับวิตามินดีได้แต่ยังไม่สามารถลดความเสี่ยงของการเกิดกระดูกหักได้ ควรที่จะมีการเสริมแคลเซียมและวิตามินในกลุ่มผู้ป่วยที่ต้องรักษาตัวในโรงพยาบาล
Kruger et al., 2010	ผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน ในประเทศอินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ 1) รับประทานนมเสริมแคลเซียม (1,200 mg) แมกนีเซียม (96 mg) ซิงค์ (2.4 mg) และวิตามินดี (9.6 µg) 2) กลุ่มควบคุม	- PTH - 25(OH)D ₃ - CTx - P1NP - OC	4 เดือน	นมผง สำหรับชงกับน้ำ ปริมาตร 200 ml โดยให้ดื่มช่วงอาหารเช้า และก่อนเข้านอน (หลัง 9.00 น.)	ผลการทดลองในประเทศอินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ตามลำดับ - หลังทานนม 2 สัปดาห์พบว่า PTH ลดลง 22% และ 11% และ CTx ลดลง 34% และ 27% - จำนวนคนที่มีระดับวิตามินดีต่ำ (<50 nmol/L) จาก 70% เป็น 22% ในอินโดนีเซีย และ 20% เป็น 0% ในฟิลิปปินส์
Bischoff-Ferrari et al., 2010	ผู้สูงอายุที่มีอายุมากกว่า 65-99 ปี สามารถช่วยเหลือตนเองได้ หรือเคยมี	- ความแข็งแรงของขาในท่าเหยียดและงอเข่า - แรงแบบบีบมือ	12 เดือน	- ฝึกกายภาพแบบปกติ คือ ได้รับการฝึก 30 นาทีที่ศูนย์บำบัด - ฝึกกายภาพแบบ	- กลุ่มที่ได้รับการฝึกแบบเพิ่มเติมมีอัตราการหกล้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (25%)

ผู้วิจัย และ ปีที่วิจัย	ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม	ระยะเวลา	วิธีการ	ผล
	ประวัติ กระดูกหัก และอยู่ในช่วงฟื้นฟู จำนวน 173 คน แบ่งเป็น 1. ฝีกกายภาพแบบ ปกติ+Vitamin D ₃ 2,000 IU/d 2. ฝีกกายภาพแบบ เพิ่มเติม+Vitamin D ₃ 2,000 IU/d 3. ฝีกกายภาพแบบ ปกติ+Vitamin D ₃ 800 IU/d 4. ฝีกกายภาพแบบ เพิ่มเติม+Vitamin D ₃ 800 IU/d	- ลุกยืนและเดิน - 25(OH)D - ประวัติการหกล้ม		เพิ่มเติมคือ ได้รับการ ฝีก 30 นาทีที่ศูนย์ บำบัด และได้รับ โปรแกรมสำหรับการ ฝีกที่บ้านอีก 30 นาที - ทำการทดสอบ 3 ครั้ง คือก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 เดือน และ 12 เดือน	- ระหว่างกลุ่มทดลองไม่ พบความแตกต่างในด้าน สมรรถภาพทางกาย - ภายในกลุ่มที่ฝีกกายภาพ แบบเพิ่มเติม พบว่ามีการ เปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น - กลุ่มที่ได้รับ Vitamin D 800 IU/d มีระดับวิตามินดี เพิ่มขึ้นจาก 12.1 เป็น 37.7 และ 35.4 - กลุ่มที่ได้รับ Vitamin D 2,000 IU/d มีระดับ วิตามินดีเพิ่มขึ้นจาก 13.1 เป็น 45.4 และ 44.7 ตามลำดับ
Kukuljan et al., 2011	เพศชาย อายุระหว่าง 50-79 จำนวน 180 คน 1. ออกกำลังกาย+ ทานนม 2. ออกกำลังกาย 3. ทานนม 4. กลุ่มควบคุม	-BMD -25(OH)D -PTH	18 เดือน	- ทานนมวันละ 400 ml/d (Ca 1000 mg, Vitamin D ₃ 800 IU, Na 200 mg, P 500 mg) - ออกกำลังกายครั้งละ 60-75 นาที 1) อบอุ่นร่างกาย 5-10 นาที 2) ฝีกแรงต้านแบบ ก้าวหน้า ที่ความหนัก ปานกลาง-หนัก 3) ฝีก impact weight-bearing exercise ความหนัก ปานกลาง	หลังการทดลอง 18 เดือน พบว่า - ระดับวิตามินดีไม่มีการ เปลี่ยนแปลงอย่างมี นัยสำคัญ - ในกลุ่มที่ออกกำลังกาย ร่วมกับทานนม PTH ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ - กลุ่มที่ออกกำลังกาย BMD กระดูกสันหลัง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

กรอบแนวคิดงานวิจัย

ผู้สูงอายุหญิงมีการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างร่างกาย เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความหนาแน่นของกระดูกลดลงเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคกระดูกพรุน ส่งผลทำให้มีอาการปวดและมีความเสี่ยงต่อการหกล้ม และเกิดการหักของกระดูกได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้แล้วปัญหาในด้านกิจวัตรประจำวันที่ทำให้มีการสัมผัสแสงแดดน้อยลง และด้านโภชนาการคือการได้รับสารอาหารที่มีวิตามินดี และแคลเซียมไม่เพียงพอ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกระดูก กล้ามเนื้อ และระดับฮอร์โมน การออกกำลังกายที่มีการลงน้ำหนัก เป็นวิธีที่สามารถเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เพิ่มความสามารถในการทรงตัว และชะลอการสลายของกระดูกได้ ซึ่งการออกกำลังกายเป็นการป้องกัน ชะลอการเกิดโรคกระดูกพรุนในผู้สูงอายุ และลดความเสี่ยงของการหกล้มในผู้สูงอายุ นอกจากนี้แล้วการเต้นมวยไทยแอโรบิกสำหรับผู้สูงอายุยังไม่มีการศึกษาที่ชัดเจน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาถึงผลของการฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมว่ามีผลอย่างไรต่อสารชีวเคมีของกระดูก ระดับวิตามินดี สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในหญิงสูงอายุ อายุระหว่าง 60-77 ปี



แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียม ต่อสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในหญิงสูงอายุ เป็นวิธีการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research design) โดยออกแบบการทดลองให้มีการทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test) และหลังการทดลอง 16 สัปดาห์ (Post-test) ทุกกลุ่ม

ประชากร

ผู้สูงอายุหญิง อายุระหว่าง 60-77 ปี

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้สูงอายุ เพศหญิง อายุระหว่าง 60-77 ปี การเลือกกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ใช้ การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ที่อาศัยอยู่ในสถานสงเคราะห์คนชรา (อยู่ภายใต้สังกัดของรัฐ หรือหน่วยงานที่ไม่หวังผลกำไร) ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล ที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัย มีสุขภาพแข็งแรง สามารถเข้าร่วมโครงการวิจัยได้ตามระยะเวลาที่กำหนด และผ่านการคัดกรองตามเกณฑ์การคัดเลือกของกลุ่มตัวอย่าง ทำการแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยพิจารณาจากสถานสงเคราะห์คนชราที่มีส่วนร่วมในการวิจัยอาศัยอยู่ เพื่อให้สะดวกแก่การทำกิจกรรม จำนวนของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ผู้วิจัยใช้วิธีการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจากตารางของ Cohen (2009) โดยค่าแอลฟาที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 กำหนดค่าขนาดของผลกระทบ (Effect size) ที่ .40 และค่าอำนาจการทดสอบ (Power of the test) ที่ .70 ได้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มละ 20 คน รวมทั้งหมด 40 คน และเนื่องจากงานวิจัยมีระยะเวลาในการทดลอง 16 สัปดาห์ ผู้วิจัยจึงกำหนดกลุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นเป็นกลุ่มละ 22 คน เพื่อทดแทนการถอนตัวออกจากการวิจัยดังนั้นกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งหมด 44 คน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการขออนุญาตจากทางสถานสงเคราะห์คนชราเพื่อทำการสำรวจ และคัดกรองผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์ จากการสำรวจผู้สูงอายุจากสถานสงเคราะห์คนชราภายใต้สังกัดของรัฐ คือ ศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุบ้านบางแค 1 จำนวน 59 คน ศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุจังหวัดปทุมธานี จำนวน 46 คน และบ้านพักคนชราหญิง ภายใต้การดูแลของมูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์ จำนวน 35 คน รวมทั้งหมด 140 คน ได้อาสาสมัครผู้สูงอายุที่เข้าร่วมโครงการวิจัย และผ่านเกณฑ์การคัดเลือก จำนวน 45 คน จากศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุบ้านบางแค 1 จำนวน 17 คน ศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุจังหวัดปทุมธานี จำนวน 16 คน และบ้านพักคนชราหญิง มูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์ จำนวน 12 คน

แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม โดยผู้วิจัยกำหนดให้อาสาสมัครที่อาศัยอยู่ที่ศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุบ้านบางแค 1 จำนวน 17 คน เป็นกลุ่มที่ 1 แต่เนื่องด้วยจำนวนกลุ่มตัวอย่างไม่เพียงพอตามที่กำหนดไว้ จึงได้ติดต่อสอบถามผู้สูงอายุจากศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุปทุมธานี และได้มีผู้สูงอายุที่สมัครใจเข้าร่วมกลุ่มที่ 1 เพิ่มขึ้น จำนวน 6 คน รวมเป็น 23 คน ส่วนกลุ่มที่ 2 กำหนดให้อาสาสมัครที่อาศัยอยู่ที่บ้านพักคนชราหญิง จำนวน 12 คน และศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุปทุมธานี จำนวน 10 คน รวมเป็น 22 คน

กลุ่มที่ 1 (กลุ่มทดลอง) ฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม (Muay Thai aerobic dance with vitamin D and calcium supplementation: MADC)

กลุ่มที่ 2 (กลุ่มควบคุม) ได้รับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม (Vitamin D and calcium supplementation: DC)

หลังจากการทดลอง 16 สัปดาห์ มีผู้ออกจากโครงการจำนวน 5 คน เนื่องจากมี ภาวะการทำงานของไตผิดปกติ (ประเมินจากค่า creatinine มากกว่า 1.1 mg/dl) จำนวน 1 คน (ปทุมธานี) ไม่ได้งดอาหารก่อนเจาะเลือดจำนวน 1 คน (บ้านพักคนชราหญิง) และไม่ประสงค์ที่จะเข้าร่วมโครงการต่อจำนวน 3 คน (บ้านบางแค 1 จำนวน 2 คน และบ้านพักคนชราหญิง จำนวน 1 คน) เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองมีกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 40 คน

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์การคัดเลือกเข้าของกลุ่มตัวอย่าง (Inclusion criteria)

1. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นเพศหญิง อาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัย มีอายุระหว่าง 60-77 ปี
2. มีสุขภาพแข็งแรง ไม่เป็นอุปสรรคในการออกกำลังกาย และผ่านการประเมินแบบคัดกรองอาสาสมัคร
3. กลุ่มตัวอย่างไม่ได้ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอหรือไม่เกิน 2 ครั้งต่อสัปดาห์
4. ไม่ดื่ม ชา หรือกาแฟดำ มากกว่า 2 แก้วต่อวัน
5. ไม่ดื่มสุรา สูบบุหรี่ และรับประทานยาหรือฮอร์โมนที่มีผลต่อกระดูกมาก่อนเข้าร่วมการศึกษาอย่างน้อย 1 ปี
6. กลุ่มตัวอย่างไม่มีประวัติเป็นโรคตับ โรคไต
7. ผู้สูงอายุที่มีโรคประจำตัว อาทิเช่น โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคไขมันในเลือดสูง โรคหัวใจ หรือโรคอื่นๆที่อยู่ในภาวะควบคุมได้ด้วยยา

เกณฑ์การคัดออกของกลุ่มตัวอย่าง (Exclusion criteria)

1. กลุ่มตัวอย่างไม่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดของการวิจัย
2. กลุ่มตัวอย่างไม่สมัครใจหรือเข้าร่วมการวิจัยอีกต่อไป
3. กลุ่มตัวอย่างที่ออกกำลังกายขาดการออกกำลังกายติดต่อกันมากกว่า 2 สัปดาห์
4. (ติดต่อกันมากกว่า 6 ครั้ง) หรือขาดการออกกำลังกาย มากกว่า 10 ครั้ง (คิดเป็น 20 % ของจำนวนครั้งในการออกกำลังกายทั้งหมด) ขณะทำการทดลอง
5. กลุ่มตัวอย่างเกิดเหตุสุดวิสัยไม่สามารถเข้าร่วมทำการวิจัยต่อไปได้ เช่น เกิดอุบัติเหตุในช่วงทำการทดลองจนไม่สามารถเข้าร่วมการทดลองต่อไปได้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการคัดกรองกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย
 - 1.1 แบบคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย (ภาคผนวก ง)
 - 1.2 แบบสอบถามประวัติสุขภาพ (ภาคผนวก จ)
2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ
 - 2.1 เครื่องมือในการทดสอบค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา
 - 2.1.1 เครื่องวัดส่วนสูง
 - 2.1.2 เครื่องชั่งน้ำหนัก
 - 2.1.3 เครื่องวัดความดันโลหิตแบบดิจิตอล
 - 2.1.4 เครื่องตรวจความหนาแน่นของมวลกระดูกที่สันแทะยี่ห้อ SAHARA^R ของบริษัทไฮโลจิค ประเทศสหรัฐอเมริกา
 - 2.2 เครื่องมือในการทดสอบสุขสมรรถนะ
 - 2.2.1 เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Bioelectrical impedance analyzer: BIA ยี่ห้อ Tanita ประเทศญี่ปุ่น)
 - 2.2.2 เครื่องวัดความอ่อนตัว (Sit and reach box)
 - 2.2.3 เครื่องวัดระยะการเคลื่อนไหวของข้อต่อ (Goniometer)
 - 2.2.4 นาฬิกาจับเวลา
 - 2.2.5 เครื่องส่งสัญญาณ และวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor) ยี่ห้อ โพลาร์ M53 ประเทศฟินแลนด์
 - 2.2.6 เก้าอี้ที่มีพนักพิง (สูง 48 เซนติเมตร)
 - 2.2.7 ไม้บรรทัด (แบ่งระยะเป็นเซนติเมตร)

- 2.2.8 ดัมเบลล์ ขนาด 2 กิโลกรัม
- 2.2.9 เครื่องวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนและมือ (Hand grip)
- 2.3 เครื่องมือในการทดสอบการทรงตัว
- 2.3.1 ตลับเมตรวัดระยะทาง
- 2.3.2 เก้าอี้ที่มีพนักพิง (สูง 48 เซนติเมตร)
- 2.4 เครื่องมือในการทดสอบสภาวะกระดูก และวิตามินดี
- 2.4.1 เครื่องมือในการทดสอบสารชีวเคมีของกระดูก
- เครื่องตรวจวิเคราะห์แบบอัตโนมัติ (Cobas e 411 ยี่ห้อ Hitachi ประเทศญี่ปุ่น)
 - น้้ายาตรวจชีวเคมีในเลือดด้วยหลักการ eletrochemiluminescence immunoassay ของบริษัทโรชไดแอกโนติกส์จำกัด ประเทศไทย
- 2.4.2 เครื่องมือในการทดสอบระดับวิตามินดี
- เครื่องตรวจวิเคราะห์แบบอัตโนมัติ (Cobas e 411 ยี่ห้อ Hitachi ประเทศญี่ปุ่น)
 - น้้ายาตรวจชีวเคมีในเลือดด้วยหลักการ eletrochemiluminescence immunoassay ของบริษัทโรชไดแอกโนติกส์จำกัด ประเทศไทย
- 2.4.3 เครื่องมือในการทดสอบฮอร์โมนพาราไทรอยด์
- เครื่องตรวจวิเคราะห์แบบอัตโนมัติ (Cobas e 411 ยี่ห้อ Hitachi ประเทศญี่ปุ่น)
 - น้้ายาตรวจชีวเคมีในเลือดด้วยหลักการ eletrochemiluminescence immunoassay ของบริษัทโรชไดแอกโนติกส์จำกัด ประเทศไทย
- 2.4.4 เครื่องมือในการทดสอบระดับแคลเซียมในเลือด
- เครื่องตรวจวิเคราะห์แบบอัตโนมัติ (Cobas Integra 400 plus ยี่ห้อ Roche ประเทศญี่ปุ่น)
- 2.4.5 เครื่องมือในการทดสอบสภาวะการทำงานของตับ
- เครื่องตรวจวิเคราะห์แบบอัตโนมัติ (Cobas Integra 400 plus ยี่ห้อ Roche ประเทศญี่ปุ่น)
- 2.4.6 เครื่องมือในการทดสอบสภาวะการทำงานของไต
- เครื่องตรวจวิเคราะห์แบบอัตโนมัติ (Cobas Integra 400 plus ยี่ห้อ Roche ประเทศญี่ปุ่น)
3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

- 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการออกกำลังกาย และเก็บข้อมูลขณะทำการทดลอง
 - 3.1.1 แบบบันทึกข้อมูลการออกกำลังกาย และแบบบันทึกข้อมูลการรับประทานอาหาร
 - 3.1.2 เครื่องส่งสัญญาณ และวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor) ยี่ห้อโพลาร์ M53 ประเทศฟินแลนด์
 - 3.1.3 เครื่องนับก้าว ยี่ห้อ โอนรอน รุ่น HJ-113 ประเทศญี่ปุ่น
 - 3.1.4 เครื่องเล่น MP3 และลำโพง
- 3.2 วิตามินดี และแคลเซียม (ชนิดเม็ด)
 - 3.2.1 วิตามินดีสอง (Ergocalcifeol) ขนาด 20,000 IU
 - 3.2.2 แคลเซียม (Calcium carbonate) ขนาด 1,000 mg

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น ก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 16 ดังนี้

1. การคัดกรองกลุ่มตัวอย่าง (ใช้เวลาในการสัมภาษณ์ประมาณ 15-20 นาที)
 - 1.1 ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์อาสาสมัครโดยสอบถามตามแบบคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
 - 1.2 ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์อาสาสมัคร โดยสอบถามตามแบบสอบถามประวัติสุขภาพ
2. เก็บข้อมูลก่อนการทดลองและหลังการทดลอง
 - 2.1 ข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา
 - 2.1.1 อายุ (ปี)
 - 2.1.2 ส่วนสูง (เซนติเมตร)
 - 2.1.3 น้ำหนัก (กิโลกรัม)
 - 2.1.4 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)
 - 2.1.5 ความดันโลหิตขณะพัก (มิลลิเมตรปรอท)
 - 2.1.6 ความหนาแน่นของกระดูกบริเวณสันเท้า
 - 2.2 ข้อมูลด้านสุขสมรรถนะ
 - 2.2.1 องค์ประกอบของร่างกาย
 - 2.2.2 ความอ่อนตัว
 - ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อส่วนล่าง (Sit and reach) และส่วนหัวไหล่ (Shoulder girdle flexibility test) (เซนติเมตร)

- ความอ่อนตัวของข้อต่อไหล่ (Flexion/Extension/Abduction) และ สะโพก (Flexion/Extension/Abduction) (องศา)

- 2.2.3 ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อขา (ลุก-นั่งเก้าอี้ 30 วินาที) (ครั้ง/นาที)
- 2.2.4 ความแข็งแรงและความอดทนของกลุ่มกล้ามเนื้อแขน (Seated biceps curl 30 วินาที) (ครั้ง/นาที)
- 2.2.5 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนวัดแรงบีบมือ (Hand grip)
- 2.2.6 สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Peak VO₂) (6 min walk test) (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)
- 2.3 ความสามารถในการทรงตัว
 - 2.3.1 ยืนขาเดียว (Single leg stance test with eyes open)
 - 2.3.2 ลุกขึ้นและเดิน 3 เมตร (3 Meter Up-And-Go)
- 2.4 ข้อมูลสภาวะกระดูก และวิตามินดีประกอบด้วย
 - 2.4.1 สารชีวเคมีของกระดูก (Biochemical bone markers)
 1. ค่าการสร้างของกระดูก (P1NP)
 2. ค่าการสลายของกระดูก (CTX)
 3. ค่าโบนเทียร์นโอเวอร์ของกระดูก (N-MID osteocalcin)
 - 2.4.2 ระดับวิตามินดี ทำการทดสอบระดับของแคลซีไดออล (25(OH)D หรือ 25-hydroxyvitamin D หรือ Calcidiol)
 - 2.4.3 ระดับฮอร์โมนพาราไทรอยด์ (Parathyroid hormone, PTH)
 - 2.4.4 ระดับแคลเซียมในเลือด (Serum calcium, Ca)
 - 2.4.5 สภาวะการทำงานของตับ (Alkaline phosphatase, ALP)
 - 2.4.6 สภาวะการทำงานของไต (Serum creatinine, Cr)

สารชีวเคมีในเลือดทำการทดสอบที่ห้อง ปฏิบัติการของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ โดยเก็บ ตัวอย่างเลือดปริมาณ 6 ซีซี

3. เก็บข้อมูลระหว่างการทดลอง

- 3.1 บันทึกค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกายจากการแสดง ผลของ เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Polar M 53)
- 3.2 บันทึกข้อมูลจำนวนก้าวในการออกกำลังกาย (โดยบันทึกข้อมูลจากเครื่องนับก้าว)
- 3.3 บันทึกข้อมูลการรับประทานอาหารในแต่ละสัปดาห์ (โดยผู้วิจัยบันทึกจากการ สัมภาษณ์ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย และจากแม่ครัวที่จัดเมนูอาหารของสถานสงเคราะห์คนชรา)

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนในการวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมการก่อนการทดลอง

1. ทำการศึกษาค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการรับประทานวิตามินดี แคลเซียม และการออกกำลังกาย ที่ส่งผลต่อกระดูก

2. ทำการออกแบบโปรแกรมการออกกำลังกาย ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

2.1 การออกกำลังกายแบบแอโรบิก ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบการออกกำลังกายโดยใช้การเดินมวยไทยแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำ โดยพัฒนาจาก ฌโนมวงค์ ฤกษ์พันธ์ และคณะ (2549) ซึ่งใช้ท่ามวยไทยทั้งหมด 18 ท่า และสุดา กาญจนะวณิชย์ (2550) ซึ่งใช้ท่ามวยไทยทั้งหมด 20 ชุด โดยการวิจัยครั้งนี้ใช้ท่ามวยไทย 10 ท่า ประยุกต์ให้เป็นท่าชุด 13 ชุด เพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถจำทำได้ง่าย ท่ามวยไทยที่ใช้ประกอบด้วย การใช้หมัด 4 ท่า การใช้ศอก 3 ท่า การใช้เท้า 2 ท่า คือ ท่าเตะ และ ท่าถีบ และการใช้เข้า 1 ท่า ผสมผสานกับการเคลื่อนไหวพื้นฐานตามรูปแบบการเดินแอโรบิก โดยแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 14

2.2 การอบอุ่นร่างกาย และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ โดยกำหนดให้มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในทุกส่วนของร่างกาย จำนวน 10 ท่า

3. ผู้วิจัยนำโปรแกรมการออกกำลังกาย ให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน ได้แก่ แพทย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านออร์โธปิดิกส์ 1 ท่าน, แพทย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเวชศาสตร์ฟื้นฟูและการกีฬา 1 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านสรีรวิทยา 1 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านแอโรบิก 1 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านกีฬา ภูมิปัญญาไทย 1 ท่าน เพื่อพิจารณาความเหมาะสม โดยกำหนดค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ยอมรับที่ระดับ 0.6 ขึ้นไป ทั้งนี้ ค่าความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ ได้ค่า IOC = 0.81 และในบางรายการที่ค่า IOC ต่ำกว่า 0.6 ทางผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขและปรับปรุงให้เหมาะสม ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ และผ่านความเห็นชอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังรายละเอียดในภาคผนวก ข

4. ผู้วิจัยมีการทำโครงการศึกษานำร่อง (Pilot study) ผลของการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิก โดยใช้จังหวะเพลง 120-125 ครั้ง/นาที ทำการทดสอบ 2 ครั้ง ในระยะเวลา 1 สัปดาห์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างหญิงสูงอายุจำนวน 5 คน และทำการเก็บข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย เพื่อหาความสัมพันธ์โดยกำหนดค่า $r = 0.75$ ผลจากการโครงการศึกษานำร่องพบว่าค่า $r = 0.81$ จึงได้นำรูปแบบการเดินมวยไทยแอโรบิกสำหรับผู้สูงอายุไปใช้กับการทดลองจริง (ภาคผนวก ข)

5. ผู้วิจัยจัดทำหนังสือเพื่อขอการรับรองจริยธรรมการทำวิจัยของมนุษย์ จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และได้รับการอนุมัติเมื่อวันที่ 9 มิถุนายน 2557 (ภาคผนวก ก)

6. ผู้วิจัยทำหนังสือจากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา เพื่อขออนุญาตใช้สถานที่ และเก็บข้อมูลการวิจัย และรับสมัครอาสาสมัครโดยขอความร่วมมือจากเจ้าหน้าที่สถานสงเคราะห์คนชราในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล (ศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุบ้านบางแค 1, ศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุจังหวัดปทุมธานี, บ้านพักคนชราหญิง มูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์) ในการประชาสัมพันธ์ และสำรวจสอบถามผู้สูงอายุที่สนใจเข้าร่วมโครงการวิจัย

7. คัดกรองกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองโดยให้อาสาสมัครตอบแบบคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย และแบบสอบถามประวัติสุขภาพ (ใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที) โดยผู้วิจัย และผู้ช่วยวิจัยจะเป็นผู้สัมภาษณ์สอบถามตามหัวข้อที่กำหนดไว้จากแบบสอบถาม สำหรับกรณีที่อาสาสมัครไม่ผ่านการคัดกรองผู้วิจัยผู้วิจัยจะให้คำแนะนำในการดูแลสุขภาพ และของที่ระลึกเพื่อชดเชยการเสียเวลา อาทิเช่น ถุงผ้า หรือ ผ้าเช็ดหน้า เป็นต้น

8. ผู้วิจัยชี้แจงให้ผู้เข้าร่วมการทดลอง ทราบถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการทดลอง และการขอความร่วมมือ ให้ผู้เข้าร่วมการทดลองปฏิบัติตามข้อกำหนด

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบก่อนการทดลอง

1. บันทึกข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา คือ อายุ ส่วนสูง น้ำหนักตัว ความดันโลหิต ไขมันคอเลสเตอรอล การเต้นของหัวใจขณะพัก และความหนาแน่นของกระดูกบริเวณข้อเท้า

2. ทดสอบสุขสมรรถนะ คือ ความอ่อนตัว ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อขา ความแข็งแรงและความอดทนของกลุ่มกล้ามเนื้อแขน มวลกล้ามเนื้อปราศจากไขมัน ไขมันเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย และสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

3. ทดสอบการทรงตัว

4. ทดสอบสารชีวเคมีของกระดูก ระดับวิตามินดี ฮอร์โมนพาราไทรอยด์ ระดับแคลเซียม สภาวะการทำงานของตับและไต โดยทำการเจาะเลือดที่สถานสงเคราะห์คนชรา และนำมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

ขั้นตอนที่ 3 ขณะทำการทดลอง

1. ผู้วิจัยได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมการวิจัย ออกกำลังกายในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ ในช่วงเวลา 7.00-8.00 น. ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2557-กุมภาพันธ์ 2558 โดยใช้ที่ภายในสถานสงเคราะห์คนชราที่มีผู้เข้าร่วมการวิจัยอาศัยอยู่เป็นที่ทำกิจกรรม

2. ผู้เข้าร่วมการวิจัย ทำการออกกำลังกายก่อนการรับประทานอาหารเช้า และแต่งกายด้วยเสื้อและกางเกงที่สวมใส่สบาย พร้อมรองเท้าผ้าใบ ทำการออกกำลังกายตามรูปแบบ และ

ระยะเวลาที่กำหนดโดยทำการอบอุ่นร่างกาย และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที ต่อด้วยการเต้นมวยไทยแอโรบิก 20 นาที และการผ่อนคลายร่างกาย 10 นาที รวมเวลาทั้งหมดประมาณ 40 นาที (ท่าเต้นมวยไทยแอโรบิกแสดงรายละเอียดใน ภาคผนวก ฉ)

3. รูปแบบการเต้นมวยไทยแอโรบิก เป็นการเต้นแอโรบิกโดยมีการใช้เพลงไทยสากล ประกอบการเต้นแอโรบิก (เพลงจังหวะ 120-125 ครั้ง/นาที) มีรายละเอียดในการฝึกดังนี้

3.1 สัปดาห์ที่ 1-2 เป็นช่วงเริ่มต้นของการฝึกเพื่อให้ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยสามารถปรับตัว สำหรับการออกกำลังกาย ผู้วิจัยใช้การเต้นมวยไทยแอโรบิก จำนวน 10 ท่าชุด ในระยะเวลา 15 นาที โดยมีความหนักอยู่ในระดับ เบา-ปานกลาง (60-69 % of HRmax) ผู้วิจัยทำการแนะนำท่าการใช้หมัด และการเคลื่อนไหวด้วยท่าอย่างละเอียด โดยฝึกการเคลื่อนไหวของท่าพื้นฐานของการเต้นแอโรบิกก่อน เมื่อผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยสามารถปฏิบัติได้แล้วจึงผสมผสานการใช้หมัด ศอก เข่า ถีบ และเตะ ในแต่ละท่าชุด แต่ละท่าชุดจะฝึก $1\frac{1}{2}$ รอบ (รอบละ 8 ครั้ง) หรือประมาณ 12 ครั้ง ในการเปลี่ยนท่าจะใช้การย่อเท้า (Marching 2 จังหวะนับเป็น 1 ครั้ง) ประมาณ 16 ครั้ง ทั้งนี้เพื่อให้ผู้วิจัยสามารถแนะนำท่าต่อไป และเพื่อป้องกันการบาดเจ็บจากการเปลี่ยนท่าทางในการเต้นมวยไทยแอโรบิก

3.2 สัปดาห์ที่ 3-4 ผู้วิจัยใช้ท่าเต้นมวยไทยแอโรบิก จำนวน 10 ท่าชุด ในระยะเวลา 20 นาที โดยมีความหนักอยู่ในระดับ เบา-ปานกลาง (60-69 % of HRmax) แต่ละท่าจะฝึก 2 รอบ (รอบละ 8 ครั้ง) หรือประมาณ 16 ครั้ง (เพิ่มจำนวนการเคลื่อนไหว) และการย่อเท้า ประมาณ 8-10 ครั้ง เพื่อเตรียมเปลี่ยนท่าต่อไป

3.3 สัปดาห์ที่ 5-6 ผู้วิจัยใช้ท่าเต้นมวยไทยแอโรบิก จำนวน 11 ท่าชุด

3.4 สัปดาห์ที่ 7-8 ผู้วิจัยใช้ท่าเต้นมวยไทยแอโรบิก จำนวน 12 ท่าชุด

3.5 สัปดาห์ที่ 9-16 ผู้วิจัยใช้ท่าเต้นมวยไทยแอโรบิก จำนวน 13 ท่าชุด

ในสัปดาห์ที่ 5-16 ใช้ระยะเวลาฝึก 20 นาที โดยมีความหนักอยู่ในระดับ ปานกลาง (70-75 % of HRmax) แต่ละท่าจะฝึก 2 รอบ และเพื่อให้สามารถฝึกท่าชุดได้เพิ่มขึ้น ผู้วิจัยได้ลดจำนวนการย่อเท้าเพื่อเตรียมเปลี่ยนท่า ทำให้สามารถฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิกได้ตามที่กำหนดไว้ โดยแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 14

กรณีที่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยบางรายที่มีความสามารถในการทรงตัวไม่ค่อยดีผู้วิจัยจะจัดเตรียมเก้าอี้ไว้สำหรับยึดเกาะขณะทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

4. ผู้วิจัยทำการบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ยขณะเต้นมวยไทยแอโรบิก และจำนวนก้าวในการเต้นมวยไทยแอโรบิก โดยสรุปข้อมูลดังกล่าวอยู่ในภาคผนวก ฎ ส่วนข้อมูลการรับประทานอาหารจากข้อมูลรายการอาหารของสถานสงเคราะห์คนชราที่จัดทำไว้ และจากการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการรับประทานอาหารของผู้สูงอายุในแต่ละสถานสงเคราะห์ ซึ่งพบว่า

ผู้สูงอายุในแต่ละสถานสงเคราะห์มีการรับประทานอาหารที่คล้ายคลึงกัน เช่น มื้อเช้าจะเป็นอาหารประเภทข้าวต้ม หรือโจ๊กทรงเครื่อง มื้อเที่ยงจะเป็นประเภทอาหารจานเดียว หรือข้าวสวย และกับข้าว ส่วนมื้อเย็นจะคล้ายคลึงกับมื้อเที่ยง โดยข้อมูลการรับประทานอาหารสรุปอยู่ในภาคผนวก ต

5. สำหรับกลุ่มทดลองที่มีการรับประทานวิตามินดี และแคลเซียมเสริม ผู้วิจัยได้กำหนดขนาดดังนี้ (ภาคผนวก ฅ)

5.1 Vitamin D₂ (Ergocalciferol) ขนาด 20,000 IU โดยกำหนดให้รับประทาน 1 เม็ดต่อสัปดาห์ (20,000 IU/wk) รับประทานวันเดียวกันในทุกๆสัปดาห์หลังอาหารมื้อเช้า

5.2 แคลเซียม (Calcium carbonate) ขนาด 1,000 มิลลิกรัม โดยกำหนดให้รับประทานทุกวัน (1,000 mg/day) หลังอาหารมื้อเช้า

6. ผู้วิจัยดำเนินการติดตามการรับประทานวิตามินดีและแคลเซียมเสริมโดยการสอบถามหลังจากทำกิจกรรมการออกกำลังกายเสร็จสิ้นในแต่ละสัปดาห์ สำหรับกลุ่มที่ไม่ได้ออกกำลังกาย ผู้วิจัยจะใช้การโทรสอบถามในทุกสัปดาห์ และกรณีที่มีผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยลี้มรับประทาน ผู้วิจัยจะระบุคำแนะนำในกล่องบรรจุภัณฑ์ไว้ ดังนี้

- หากลี้มรับประทานวิตามินดีในวันที่กำหนดให้รับประทานในวันถัดไป และในสัปดาห์ต่อไปให้กลับมารับประทานในวันเดิม

- หากลี้มรับประทานแคลเซียมหลังอาหารมื้อเช้า ให้รับประทานในวันถัดไป และในวันถัดไปให้กลับมารับประทานหลังอาหารมื้อเช้าเช่นเดิม

ขั้นตอนที่ 4 หลังการทดลอง

ดำเนินการทดสอบและเก็บข้อมูลเหมือนขั้นตอนที่ 2 (ข้อที่ 1-4)

ตารางที่ 14 รูปแบบการเต้นมวยไทยแอโรบิก สำหรับผู้สูงอายุ

กิจกรรม	รายละเอียด	เวลา	ความหนัก
อบอุ่นร่างกาย และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Warm up and stretching)	อบอุ่นร่างกาย 4 นาที (ทำพื้นฐานของการเต้น แอโรบิก) 1. ปลายเท้าแตะด้านข้าง (Side tap) 2. ส้นเท้าแตะพื้น (Heel touch) 3. วิสตัดป์ (V-step) 4. เมมโบ (Membo)	4 นาที	- 55-65 % of HRmax
	ยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 6 นาที 1. ทำยืนยืดกล้ามเนื้อคอ (Neck) 2. ทำยืนยืดกล้ามเนื้อแขนด้านหน้า และหลัง (Biceps and triceps) 3. ทำยืนยืดกล้ามเนื้อไหล่ (Deltoid) 4. ทำยืนยืดกล้ามเนื้อหน้าอก (Pectoralis) 5. ทำยืนยืดกล้ามเนื้อหลัง (Back) 6. ทำยืนยืดกล้ามเนื้อลำตัว (Torso) 7. ทำยืนยืดกล้ามเนื้อขาด้านหน้า (Quadriceps) 8. ทำยืนยืดกล้ามเนื้อขาด้านหลัง (Hamstring) 9. ทำยืนยืดกล้ามเนื้อน่อง (Gastrocnemius) 10. ยืนเขย่งปลายเท้า (Ankle)	6 นาที	ยืดเหยียดแต่ละท่าค้าง ไว้ 10 วินาที
การเต้นมวยไทยแอโรบิก (Muay Thai aerobic dance)	ท่าการใช้หมัด (ทำทั้งซ้าย-ขวา) 4 ท่า 1. หมัดตรง+เมมโบ (Straight punch+Membo) 2. หมัดตัวด+ส้นเท้าแตะพื้น (Swing/Hook+ Heel touch) 3. หมัดตั้ง+วิสตัดป์ (Uppercut-short+V-step) 4. หมัดเสย+ปลายเท้าแตะด้านข้าง (Uppercut+ Side tap) ท่าการใช้ศอก (ทำทั้งซ้าย-ขวา) 3 ท่า 5. ศอกกลับ+งอเข่า (Reverse elbow strike +Leg curl) 6. ศอกตัด+ปลายเท้าแตะด้านข้าง (Round elbow strike+Side tap) 7. ศอกปัก+ปลายเท้าแตะด้านข้าง (Elbow +	15 นาที (สัปดาห์ ที่ 1-2) 20 นาที (สัปดาห์ ที่ 3-16)	สัปดาห์ที่ 1-2 - 60-69 % of HRmax - ฝึก 10 ท่าชุด แต่ละท่า ทำ $\sim 1\frac{1}{2}$ รอบๆละ 8 ครั้ง (อย่าทำรอเพื่อ เปลี่ยนท่า ~ 16 ครั้ง) สัปดาห์ที่ 3-4 - 60-69 % of HRmax - ฝึก 10 ท่าชุด แต่ละท่า ทำทั้งหมด 2 รอบๆละ 8 ครั้ง (อย่าทำรอเพื่อ เปลี่ยนท่า $\sim 8-10$ ครั้ง) สัปดาห์ที่ 5-6

กิจกรรม	รายละเอียด	เวลา	ความหนัก
	Side tap) ท่าการใช้ขา (ทำทั้งซ้าย-ขวา) 3 ท่า 8. เข้าตรง+เดินหน้า-ถอยหลัง (Straight knee strike+Walking forward) 9. เตะตัดล่าง+ย่อเท้า (Low round kick+ Marching) 10. ถีบหน้าและหลัง+ย่อเท้า (Pecking foot-thrust+ Marching) ท่ารวมหมัดและศอก 11. ท่ารวมหมัด และศอก+ปลายเท้าเตะด้านข้าง (All punching and elbow+Side tap) ท่าผสมทักษะมวยไทย 12. หมัดตรง+เข้าตรง (Straight punch+Straight knee strike) 13. หมัดจัด+ถีบหน้า-หลัง (Uppercut-short+Pecking foot-thrust)		- 70-75 % of HRmax - ฝึก 11 ท่าชุด แต่ละท่าทำทั้งหมด 2 รอบๆละ 8 ครั้ง (ลดการย่อเท้าเพื่อเปลี่ยนท่า) สัปดาห์ที่ 7-8 - ฝึก 12 ท่าชุด (ลดการย่อเท้าเพื่อเปลี่ยนท่า) สัปดาห์ที่ 9-16 - ฝึก 13 ท่าชุด (ลดการย่อเท้าเพื่อเปลี่ยนท่า)
ผ่อนคลายร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Cool down and stretching)	- ย่อเท้าช้าๆอยู่กับที่ และสูดลมหายใจเข้า-ออก ลึกๆ (8 ครั้ง 2 รอบ) - ยืดเหยียดกล้ามเนื้อเช่นเดียวกับช่วงอบอุ่นร่างกาย	10 นาที	ยืดเหยียดแต่ละท่าค้างไว้ 15 วินาที

หมายเหตุ: ชื่อท่ามวยไทยภาษาอังกฤษอ้างอิงจาก Kantamara (2010)

การพิทักษ์สิทธิ

1. ผู้วิจัยพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยทำหนังสือชี้แจงอธิบายวัตถุประสงค์และขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งขอความร่วมมือในการทำวิจัย ข้อมูลทุกอย่างจะถือเป็นความลับ และนำมาใช้ตามวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เท่านั้น ผลการวิจัยจะนำเสนอในภาพรวม

2. หากกลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ได้รับบาดเจ็บเนื่องจากการศึกษาทดลองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ต้องแจ้งให้ผู้วิจัยทราบโดยทันที ซึ่งจะได้รับความช่วยเหลือเบื้องต้น โดยการให้หยุดพักเพื่อสังเกตอาการ หรือปฐมพยาบาลเบื้องต้น และหากอาการไม่ดีขึ้นจะนำส่งโรงพยาบาล โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ได้รับการดูแลรักษาอย่างเหมาะสม

3. ขนาดของการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมในการวิจัยเรื่องนี้อยู่ในเกณฑ์ที่มีความปลอดภัย และผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้งนี้ระดับวิตามินดีในเลือดที่ถือว่าอยู่ในเกณฑ์เป็น

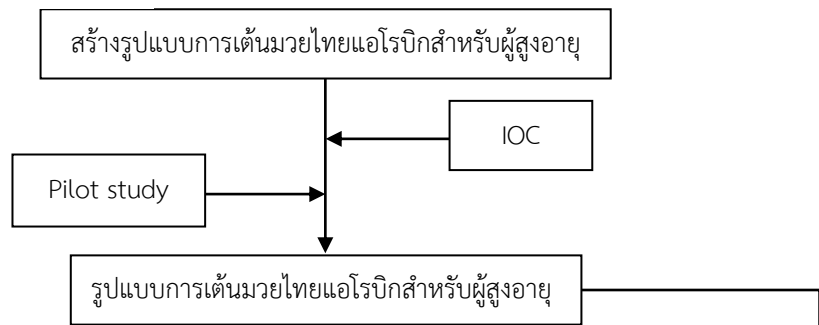
พิษคือ มากกว่า 100 ng/ml (Holick, 2010) ซึ่งก่อนทำการทดลองผู้วิจัยจะทำการทดสอบระดับวิตามินดีในเลือดก่อนและผู้วิจัยได้ทำการประเมินสภาพการทำงานของตับ (ALP) และไต (Cr) เบื้องต้น แต่สำหรับกรณีที่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยมีภาวะความผิดปกติของร่างกายหลังจากรับประทานวิตามินดี และแคลเซียม เช่น คลื่นไส้ วิงเวียนศีรษะ กล้ามเนื้ออ่อนแรง ปัสสาวะมากกว่าปกติ หรือมีอาการท้องผูก ผู้วิจัยจะให้ทำการหยุดรับประทานวิตามินดีและแคลเซียม และนำข้อมูลดังกล่าวไปปรึกษาขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม (รองศาสตราจารย์ นายแพทย์พงศ์ศักดิ์ ยุক্তะนันท์) เพื่อพิจารณาว่าสามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อไปได้หรือไม่

การวิเคราะห์ข้อมูล

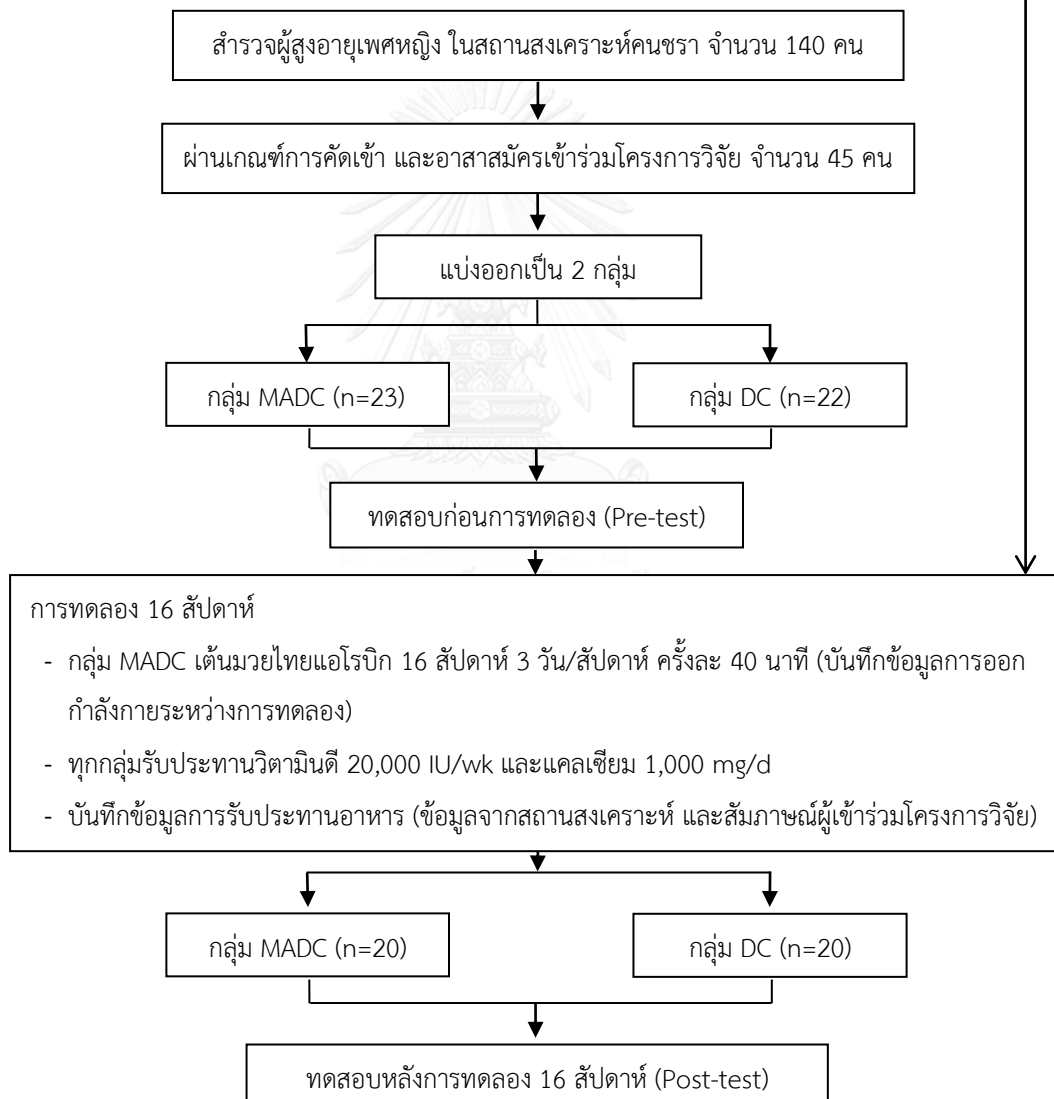
ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อหาค่าต่างๆ ดังนี้

1. นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดย หาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
2. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรก่อนการทดลอง และหลังการทดลองโดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t test) ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรระหว่างกลุ่มการทดลอง และกลุ่มควบคุม เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (One-way analysis of covariance: ANCOVA) ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ขั้นตอนการเตรียมการก่อนทดลอง



ขั้นตอนการทดลอง



แผนภูมิที่ 2 สรุปขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลของการฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียมต่อสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะและการทรงตัวในหญิงสูงอายุ โดยทำการทดสอบก่อน และหลังการทดลอง 16 สัปดาห์ และทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม และภายในกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม (Muay Thai aerobic dance with vitamin D and calcium supplementation: MADC) จำนวน 20 คน กลุ่มควบคุมได้รับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมอย่างเดียว โดยไม่ต้องฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิก (Vitamin D and calcium supplementation: DC) จำนวน 20 คน โดยนำผลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมทางสถิติ และนำผลการวิเคราะห์นำเสนอในรูปแบบตาราง และแผนภูมิ ประกอบความเรียง โดยแบ่งการนำเสนอออกเป็นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของข้อมูลพื้นฐาน ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t test) การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (ANCOVA) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง ของสารชีวเคมีในเลือด ค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา สุขสมรรถนะ และการทรงตัว ระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 16 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 3 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ย ของสารชีวเคมีในเลือดค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา สุขสมรรถนะ และการทรงตัว ในรายการที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 4 แผนภูมิสรุปกลไกการเปลี่ยนแปลงของสารชีวเคมีของกระดูก

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของข้อมูลพื้นฐาน ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของข้อมูลพื้นฐาน ของกลุ่มทดลองฝึกเดินมวยไทย แอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม: MADC และกลุ่มควบคุมได้รับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม: DC

ข้อมูลพื้นฐาน	MADC (n=20)	DC (n=20)	P-value
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	
1. อายุ (ปี)	70.75 \pm 4.39	71.00 \pm 5.18	0.84
2. ส่วนสูง (ซม.)	149.80 \pm 8.59	148.30 \pm 7.97	0.57
3. ความหนาแน่นของกระดูกสันหลัง (T-Score)			
3.1 ข้างขวา	-3.20 \pm 0.89	-3.69 \pm 0.94	0.07
3.2 ข้างซ้าย	-3.20 \pm 0.86	-3.67 \pm 0.76	0.10

จากตารางที่ 15 แสดงข้อมูลพื้นฐาน ของกลุ่มตัวอย่าง โดยกลุ่ม MADC และ กลุ่ม DC มีอายุเฉลี่ย 70.75 ปี และ 71.00 ปี มีส่วนสูงเฉลี่ย 149.80 ซม. และ 148.30 ซม. มีค่าความหนาแน่นของกระดูก (T-Score) ข้างขวา -3.20 และ -3.69 ข้างซ้าย -3.20 และ -3.67 ตามลำดับ

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t test) การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (ANCOVA) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของสารชีวเคมีในเลือด ค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา สุขสมรรถนะ และการทรงตัว ระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 16 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 16 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t test) การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (ANCOVA) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของสารชีวเคมีในเลือด ระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 16 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม: MADC และกลุ่มควบคุมได้รับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม: DC

ตัวแปร	MADC (n=20)			DC (n=20)		
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	%	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	%
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	Change	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	Change
CTx (ng/ml)	0.662±0.316	0.482±0.185*#	-27.19	0.659±0.242	0.567±0.252*	-13.96
P1NP (ng/ml)	58.25±22.64	54.85±20.09	-5.83	57.62±22.36	57.61±18.57	-0.03
OC (ng/ml)	28.94±11.04	27.10±9.27	-6.78	33.31±11.69	30.74±10.17	-7.71
25(OH)D (ng/ml)	36.49±6.57	33.88±8.44	-7.15	37.22±8.03	34.50±9.52	-7.32
PTH (pg/ml)	39.49±13.02	42.87±14.34	8.54	48.30±11.82	47.57±12.09	-1.51
S-Ca (mg/dl)	9.01±0.38	9.15±0.47	1.55	8.91±0.34	9.08±0.39	1.91
S-Cr (mg/dl)	0.72±0.17	0.74±0.28	2.78	0.73±0.16	0.73±0.16	0
ALP (U/L)	75.20±16.69	77.50±17.34	3.06	75.55±22.93	79.95±24.94	5.82

หมายเหตุ: CTx, Serum cross-linked C-terminal telopeptides of collagen type 1 (การสลายของกระดูก); P1NP, Serum N-terminal propeptides of collagen type 1 (การสร้างของกระดูก); OC, Serum osteocalcin (การเทิร์นโอเวอร์ของกระดูก); 25(OH)D, 25-hydroxyvitamin D หรือ Calcidiol (ระดับวิตามินดีในเลือด); PTH, Parathyroid hormone; S-Ca, Serum calcium (ระดับ calcium ในเลือด); S-Cr, Serum creatinine (สภาวะการทำงานของไต); ALP, Alkaline phosphatase (สภาวะการทำงานของตับ)

* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 16 แสดงผลการทดสอบ Paired t test ทั้งกลุ่ม MADC และกลุ่ม DC พบว่า ค่าเฉลี่ยของการสลายของกระดูก (CTX) ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 16 สัปดาห์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่า CTx ในกลุ่ม MADC และกลุ่ม DC มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง ลดลง 27.09% และ 13.96% ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ ANCOVA พบว่าค่าเฉลี่ยของการสลายของกระดูก (CTX) ของกลุ่ม MADC และกลุ่ม DC มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สามารถเขียนเป็นแผนภูมิ และแสดงรายละเอียดดังแผนภูมิที่ 3



ตารางที่ 17 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t test) การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว (ANCOVA) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของ ข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา ระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 16 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	MADC (n=20)			DC (n=20)		
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	%	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	%
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	Change	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	Change
ข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา						
1. น้ำหนักตัว (กก.)	57.34±13.96	57.59±14.62	0.44	52.73±13.96	57.59±14.62	9.22
2. อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	78.60±8.70	78.65±9.07	0.06	75.90±8.78	74.85±10.44	-1.38
3. ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก (มม.ปรอท)	132.90±18.47	125.80±14.31*#	-5.34	132.55±19.65	134.35±17.71	1.36
4. ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพัก (มม.ปรอท)	70.40±11.44	65.10±9.20*	-7.53	67.35±9.90	67.15±8.27	-0.30

* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 17 แสดงผลการทดสอบ Paired t test ทั้งกลุ่ม MADC และกลุ่ม DC พบว่า ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัวขณะพัก ในกลุ่ม MADC มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และคลายตัวขณะพัก ในกลุ่ม MADC มีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลง ลดลง 5.34% และ 7.53% ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ ANCOVA พบว่าค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก ของกลุ่ม MADC และกลุ่ม DC มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สามารถเขียนเป็นแผนภูมิ และแสดงรายละเอียดดังแผนภูมิที่ 4 และ 5

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบรายคู่ (Paired t test) และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของสุขสมรรถนะ และการทรงตัว ระหว่างก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 16 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	MADC (n=20)			DC (n=20)		
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	%	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	%
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	Change	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	Change
ข้อมูลสุขสมรรถนะ						
องค์ประกอบของร่างกาย						
1. ดัชนีมวลกาย (กก./ตร.ม.)	25.59±5.91	25.68±6.15	0.35	23.97±11.77	24.63±5.36	2.75
2. อัตราส่วนเอวต่อสะโพก	0.85±0.07	0.86±0.05	1.18	0.88±0.08	0.87±0.06	-1.14
3. เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (%)	33.25±6.43	34.39±6.12	3.43	34.10±7.76	34.95±8.49	2.49
ความอ่อนตัว						
4. ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อส่วนล่าง-นั่งงอตัว (ชม.)	8.16±6.97	10.79±8.20*#	32.23	5.29±11.29	4.60±10.79	-13.04
5. ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อส่วนบน-มือแตะกันด้านหลัง (ชม.)						
5.1 ขวอยู่ด้านบน	-11.57±12.10	-9.70±10.88*	-16.16	-16.50±17.25	-17.00±15.47	-3.03
5.2 ซ้ายอยู่ด้านบน	-16.65±13.49	-15.80±10.27	-5.10	-25.85±16.52	-23.25±16.77	-10.06
6. ความอ่อนตัวของข้อต่อ (ROM-องศา)						
6.1 ท่างอข้อไหล่	: ขวา 163.90±25.16	164.35±9.51#	0.27	154.70±17.81	149.15±23.45	-3.59
	: ซ้าย 156.80±26.40	160.5±11.36#	2.36	147.55±22.06	146.4±23.92	-0.78
6.2 ท่าเหยียดข้อไหล่	: ขวา 55.70±9.51	54.45±9.41	-2.24	58.5±12.80	59.60±8.97	1.88
	: ซ้าย 58.15±8.52	54.65±8.56	-6.02	61.25±15.29	59.75±11.24	-2.45
6.3 ท่ากางข้อไหล่	: ขวา 37.40±10.55	38.00±10.93	1.60	36.60±10.10	35.30±8.06	-3.55
	: ซ้าย 36.90±11.05	35.90±12.18	-2.71	35.45±3.60	33.60±7.22	-5.22
6.4 ท่างอข้อสะโพก	: ขวา 114.06±13.25	120.22±8.34*	5.40	115.93±22.56	120.20±12.71	3.68
	: ซ้าย 113.78±14.01	118.83±11.98*	4.44	114.53±17.88	118.40±11.19	3.38
6.5 ท่าเหยียดข้อสะโพก	: ขวา 24.89±10.55	26.06±7.68	4.70	17.87±8.00	17.47±6.97	-2.24
	: ซ้าย 26.50±10.14	25.67±7.04	-3.13	21.53±8.78	17.93±7.55	-16.72
6.6 ท่ากางข้อสะโพก	: ขวา 40.85±15.83	43.47±11.59#	6.41	37.06±13.03	35.12±12.25	-5.23
	: ซ้าย 36.79±14.65	41.79±13.03*#	13.59	35.53±14.68	34.65±12.35	-2.48

ตารางที่ 18 (ต่อ)

ตัวแปร	MADC (n=20)			DC (n=20)			
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	%	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	%	
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	Change	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	Change	
ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ							
7. แร่งปีบมือ (กก.)	: ขวา	16.95±4.91	19.40±5.27*#	14.45	16.12±5.84	16.17±5.84	0.31
	: ซ้าย	17.10±3.09	19.60±4.97*	14.62	15.50±5.58	16.60±6.60	7.10
8. นั่งจอแขน (ครั้ง/นาที)	: ขวา	18.20±3.64	21.95±5.54*#	20.60	14.58±5.10	14.95±5.05	2.54
	: ซ้าย	19.30±3.66	23.00±5.44*#	19.17	13.72±4.62	15.28±4.93	11.37
9. ท่าลูกนั่ง-เก้าอี้ 30 วินาที (ครั้ง/นาที)		14.75±4.55	19.70±6.78*#	33.56	10.58±5.37	10.37±3.99	-1.98
ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ							
10. เดิน 6 นาที							
10.1 สมรรถภาพการใช้ออกซิเจน (มล./กก./นาที)		10.18±2.79	11.89±3.16*#	16.80	7.77±3.61	8.11±3.82	4.38
10.2 ระยะทาง		362.60±103.28	410.00±108.30*#	13.07	267.65±128.15	274.55±132.27	2.58
การทรงตัว							
11. ยืนขาเดียว	: ขวา	17.68±21.65	30.79±29.97*#	74.15	11.98±11.96	11.53±11.01	-3.76
	: ซ้าย	18.51±22.69	34.65±33.02*#	87.20	12.31±12.92	10.80±11.30	-12.27
12. ลูกยืนและเดิน 3 เมตร		10.57±1.99	8.37±2.66*#	-20.81	17.19±10.24	16.36±10.36	-4.83

* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

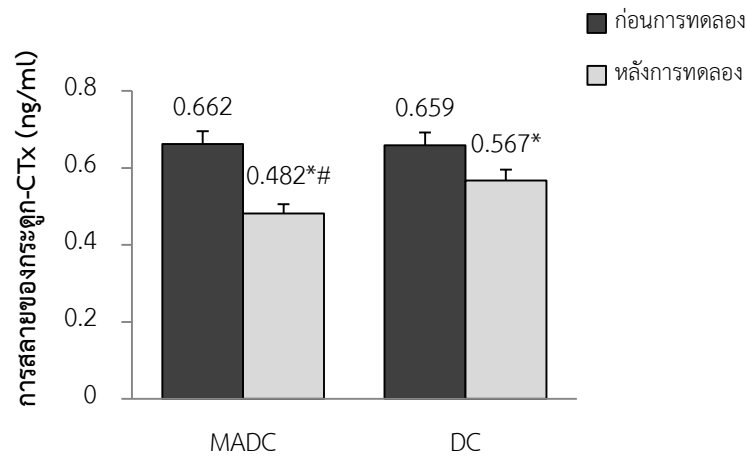
จากตารางที่ 18 แสดงผลการทดสอบ Paired t test ทั้งกลุ่ม MADC และกลุ่ม DC พบว่า สุขสมรรถนะในด้านความอ่อนตัว ประกอบด้วย การนั่งงอตัว, มือแตะกันด้านหลัง ความอ่อนตัวของข้อต่อในท่างอข้อสะโพก และท่ากางข้อสะโพก ในด้านความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย แรงบีบมือ, นั่งอแขน และลูกนั่งเก้าอี้ ในด้านความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต (เดิน 6 นาที) และการทรงตัว ประกอบด้วย การยืนขาเดียว และการลุกยืนเดิน 3 เมตร ในกลุ่ม MADC มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ ANCOVA พบว่าค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัว ประกอบด้วย การนั่งงอตัว ความอ่อนตัวของข้อต่อในท่างอข้อไหล่ ท่ากางข้อสะโพก ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ประกอบด้วย แรงบีบมือข้างขวา, นั่งอแขน และลูกนั่งเก้าอี้ ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต (เดิน 6 นาที) และการทรงตัว ประกอบด้วย การยืนขาเดียว และการลุกยืนเดิน 3 เมตร ของกลุ่ม MADC และกลุ่ม DC มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สามารถเขียนเป็นแผนภูมิ และแสดงรายละเอียดดังแผนภูมิที่ 6 – แผนภูมิที่ 22



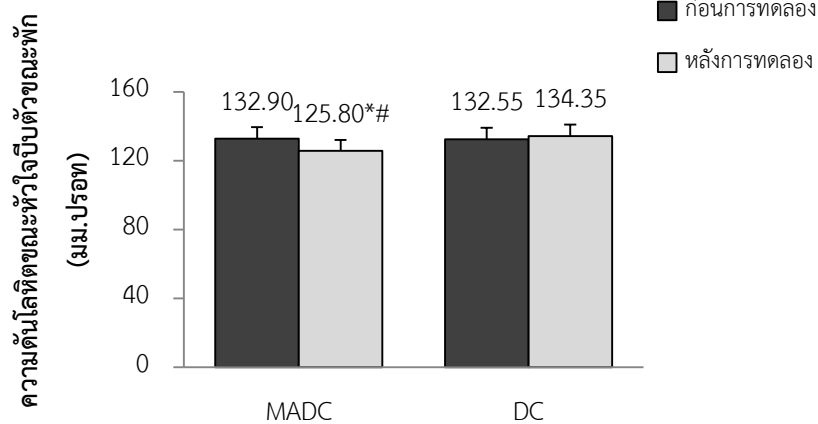
ตอนที่ 3 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ยก่อน และหลังการทดลอง 16 สัปดาห์ ของสารชีวเคมีในเลือดค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา สุขสมรรถนะ และการทรงตัว ในรายการที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

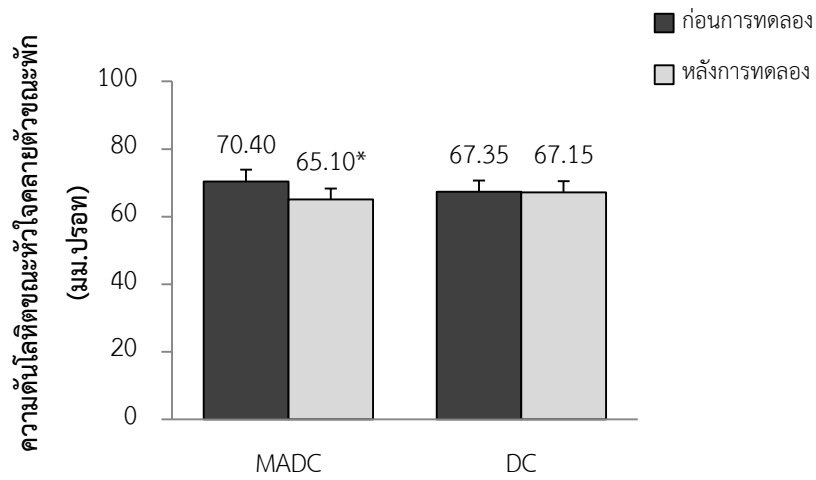
แผนภูมิที่ 3 ค่าเฉลี่ยของการสลายของกระดูก



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

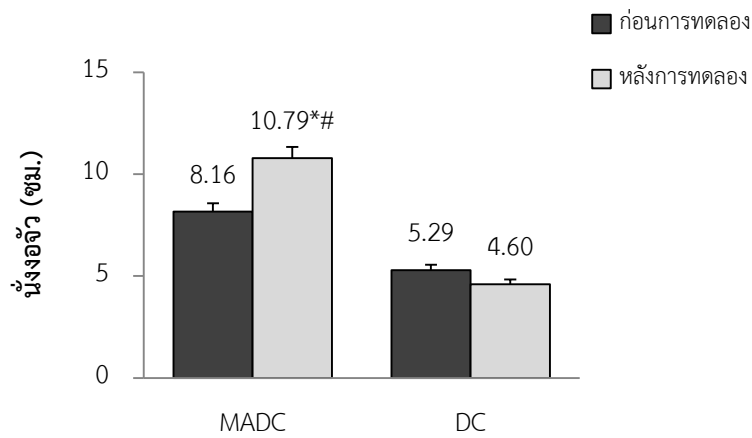
แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 4 ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

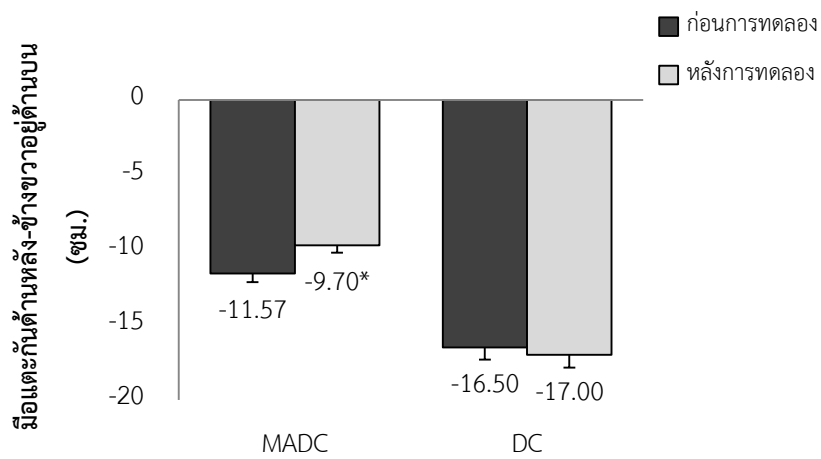
แผนภูมิที่ 5 ค่าเฉลี่ยของความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพัก



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

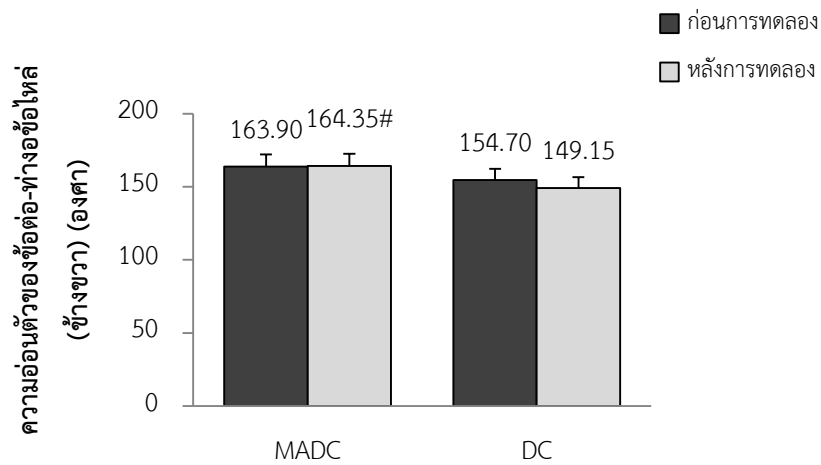
แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 6 ค่าเฉลี่ยของการนั่งอตัว



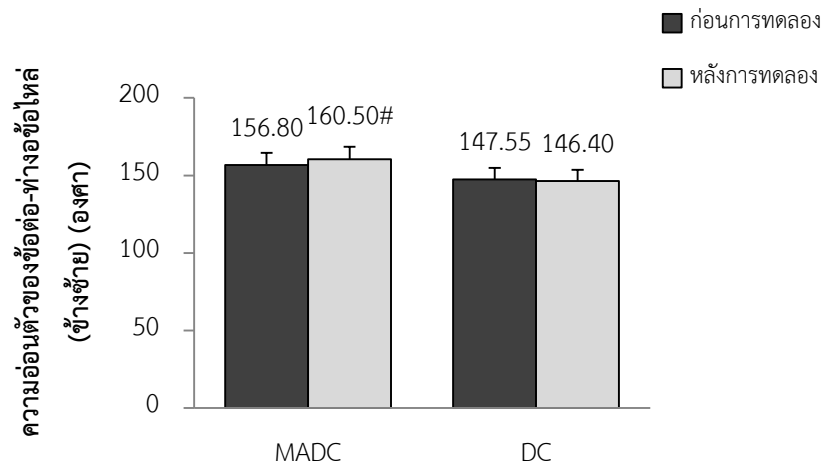
* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 7 ค่าเฉลี่ยของมือแต่ละกันด้านหลัง (ข้างขวาอยู่ด้านบน)



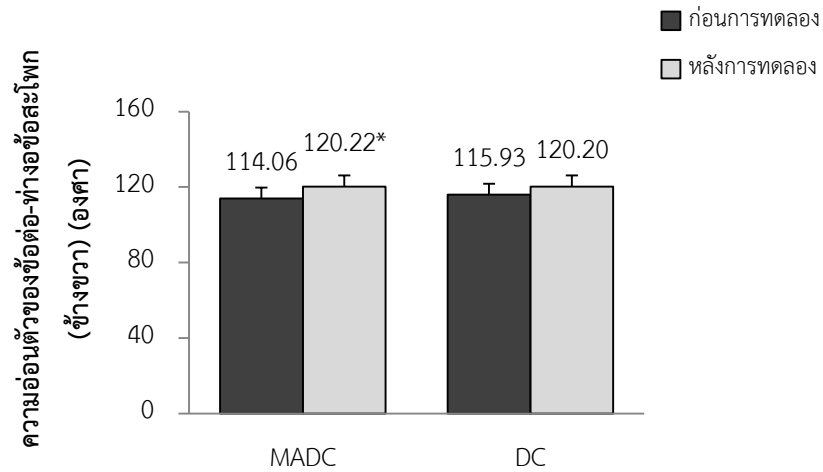
แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 8 ค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวของข้อต่อ-ท่างข้อไหล่ (ข้างขวา)



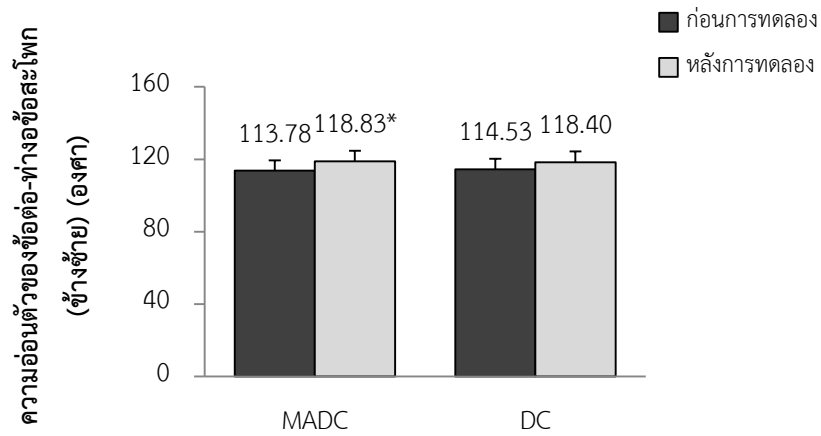
แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 9 ค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวของข้อต่อ-ท่างข้อไหล่ (ข้างซ้าย)



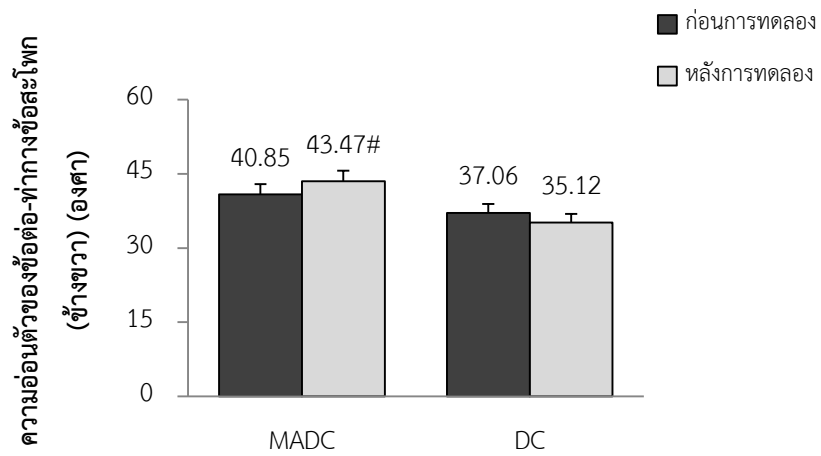
* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 10 ค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวของข้อต่อ-ท่างข้อสะโพก (ข้างขวา)



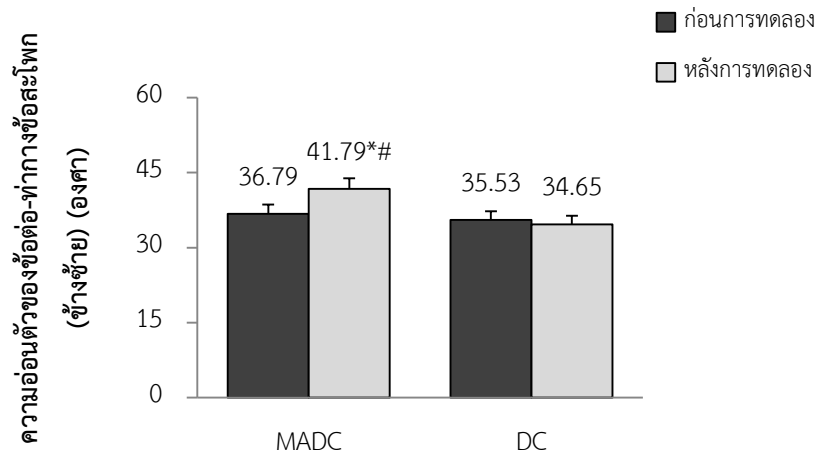
* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 11 ค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวของข้อต่อ-ท่าของข้อสะโพก (ข้างซ้าย)



แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

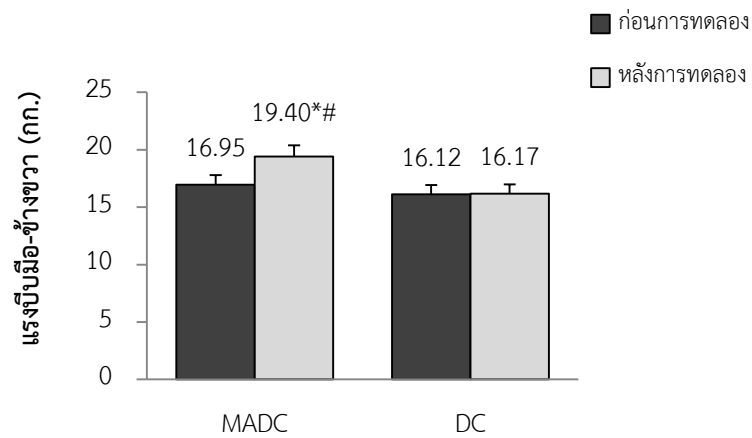
แผนภูมิที่ 12 ค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวของข้อต่อ-ท่าทางข้อสะโพก (ข้างขวา)



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

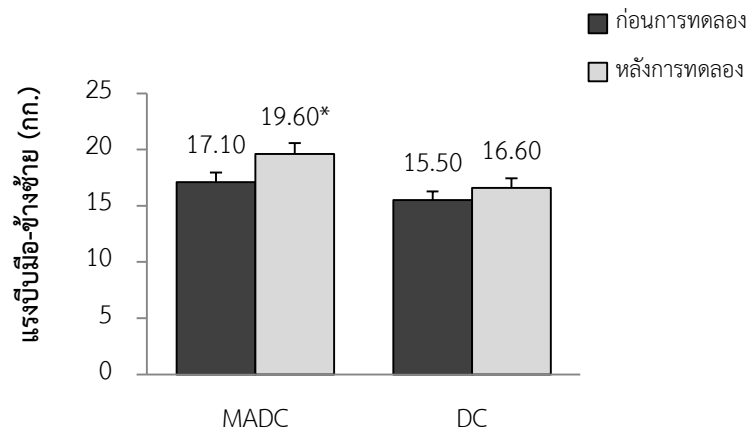
แผนภูมิที่ 13 ค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวของข้อต่อ-ท่าทางข้อสะโพก (ข้างขวา)



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

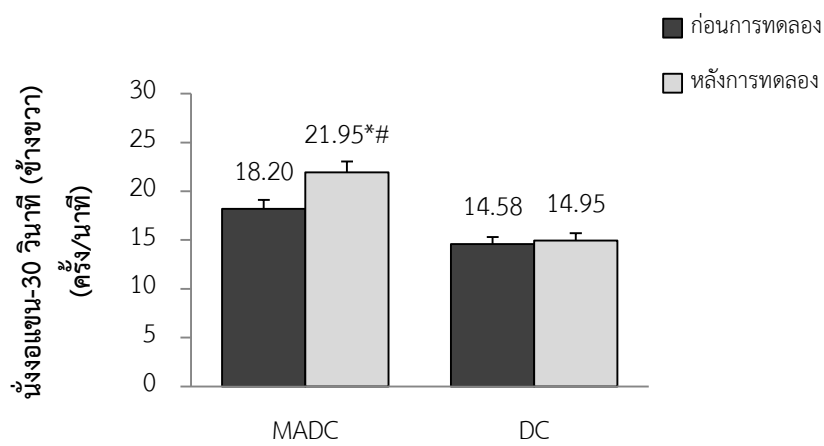
แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 14 ค่าเฉลี่ยของแรงบีบมือ (ข้างขวา)



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

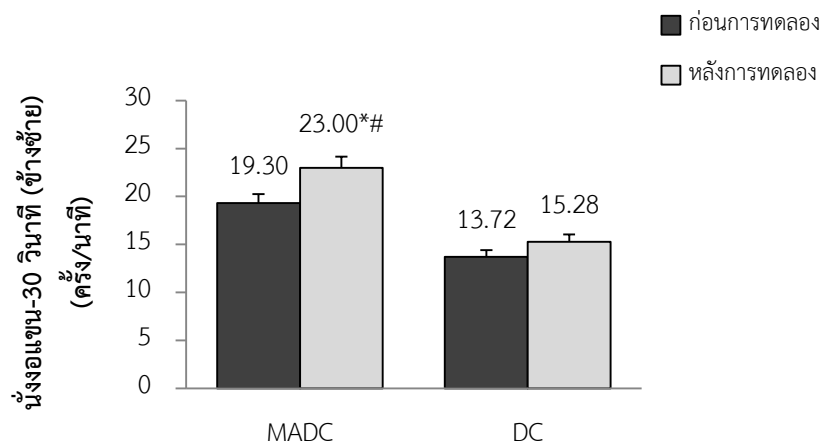
แผนภูมิที่ 15 ค่าเฉลี่ยของแรงบีบมือ (ข้างซ้าย)



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

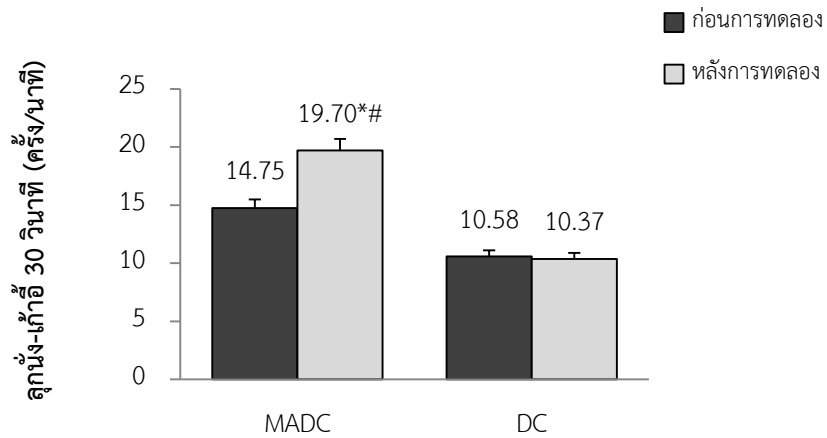
แผนภูมิที่ 16 ค่าเฉลี่ยของการนั่งอแขน-30 วินาที (ข้างขวา)



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

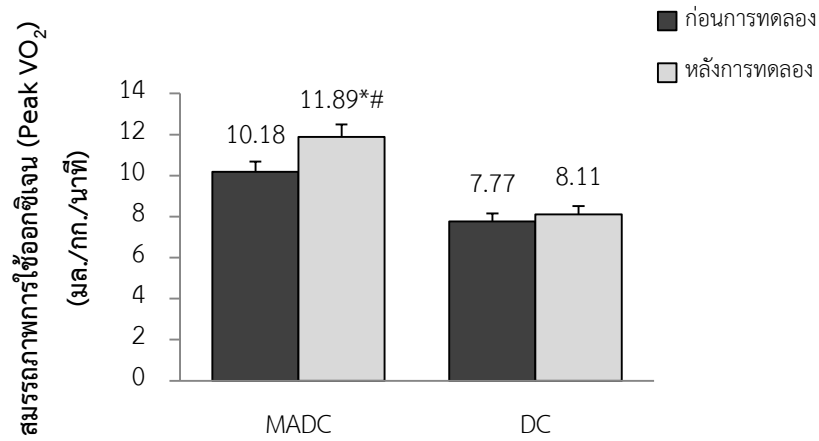
แผนภูมิที่ 17 ค่าเฉลี่ยของการนังงอแขน-30 วินาที (ข้างซ้าย)



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

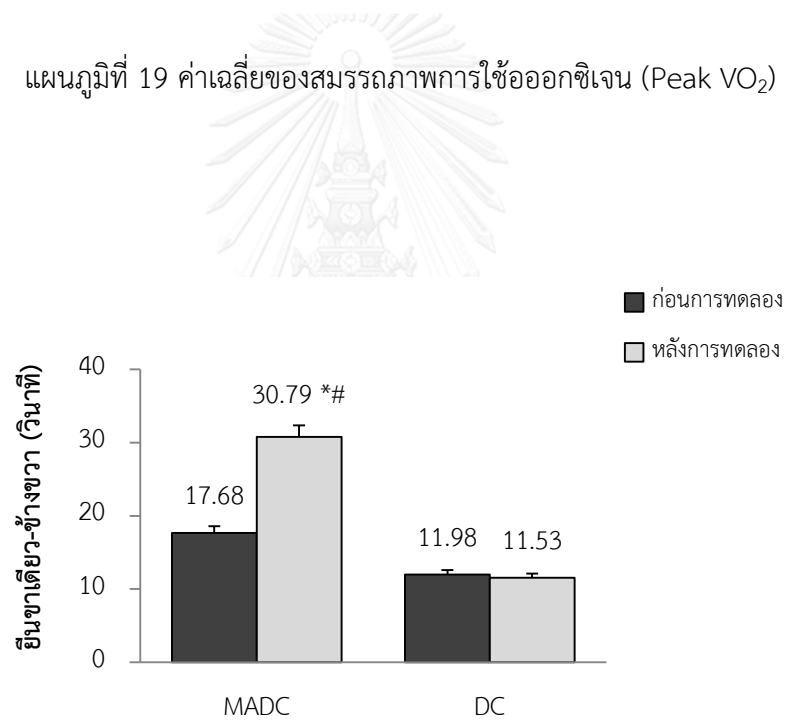
แผนภูมิที่ 18 ค่าเฉลี่ยของการลุกนั่ง-เก้าอี้ 30 วินาที



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

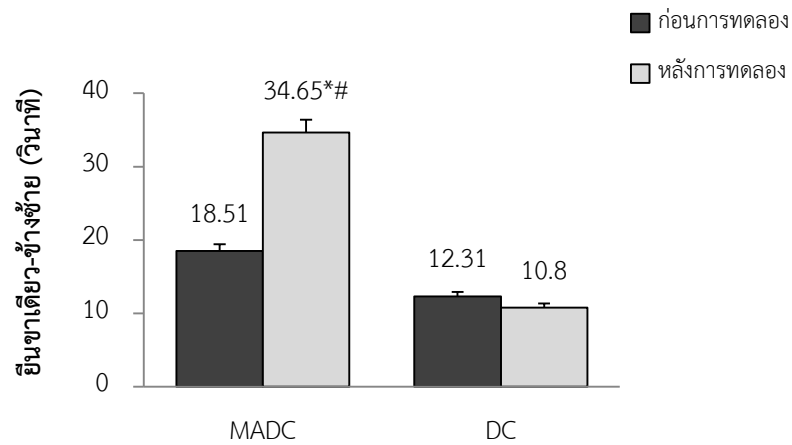
แผนภูมิที่ 19 ค่าเฉลี่ยของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน (Peak VO₂)



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

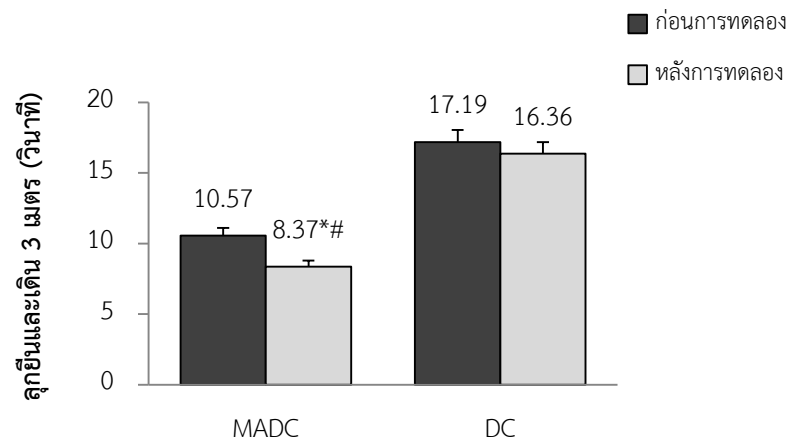
แผนภูมิที่ 20 ค่าเฉลี่ยของการยืนขาเดียว (ข้างขวา)



* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แผนภูมิที่ 21 ค่าเฉลี่ยของการยืนขาเดียว (ข้างซ้าย)



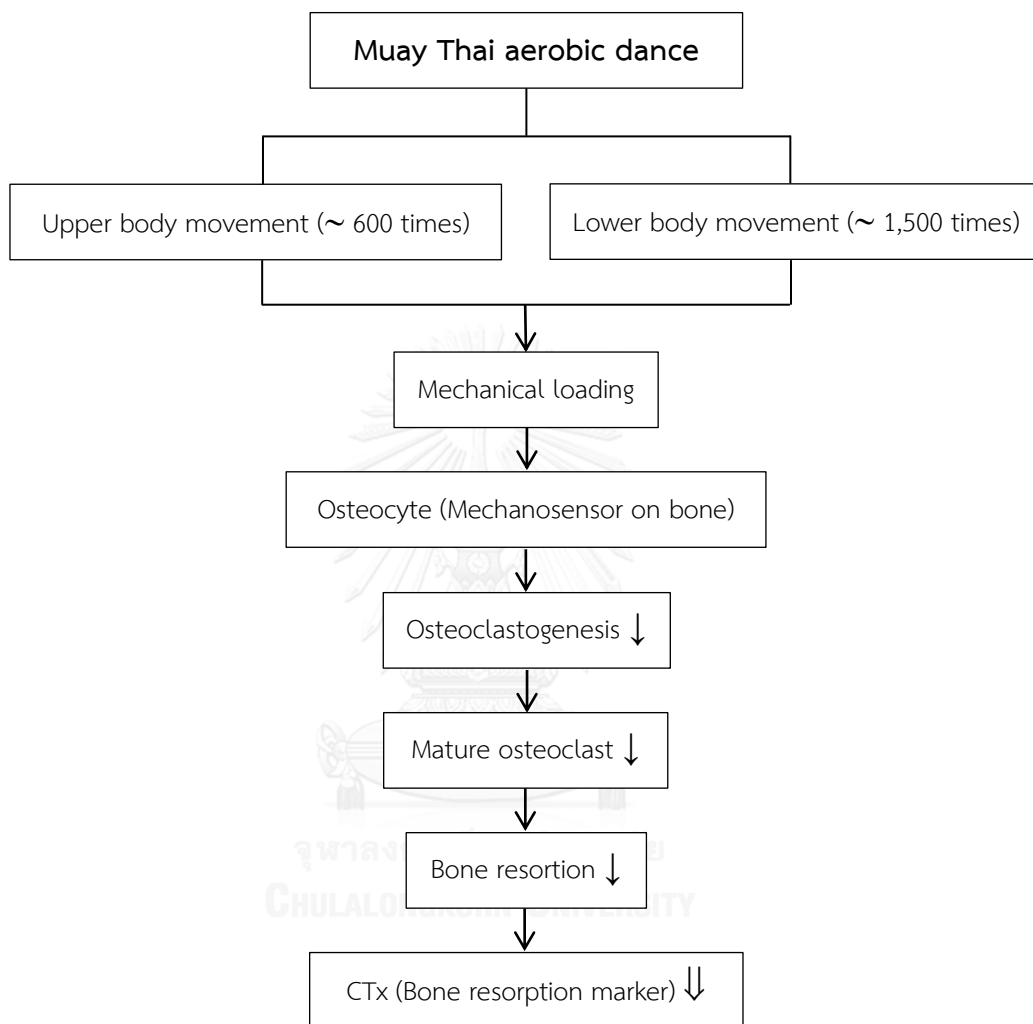
* แตกต่างจากก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

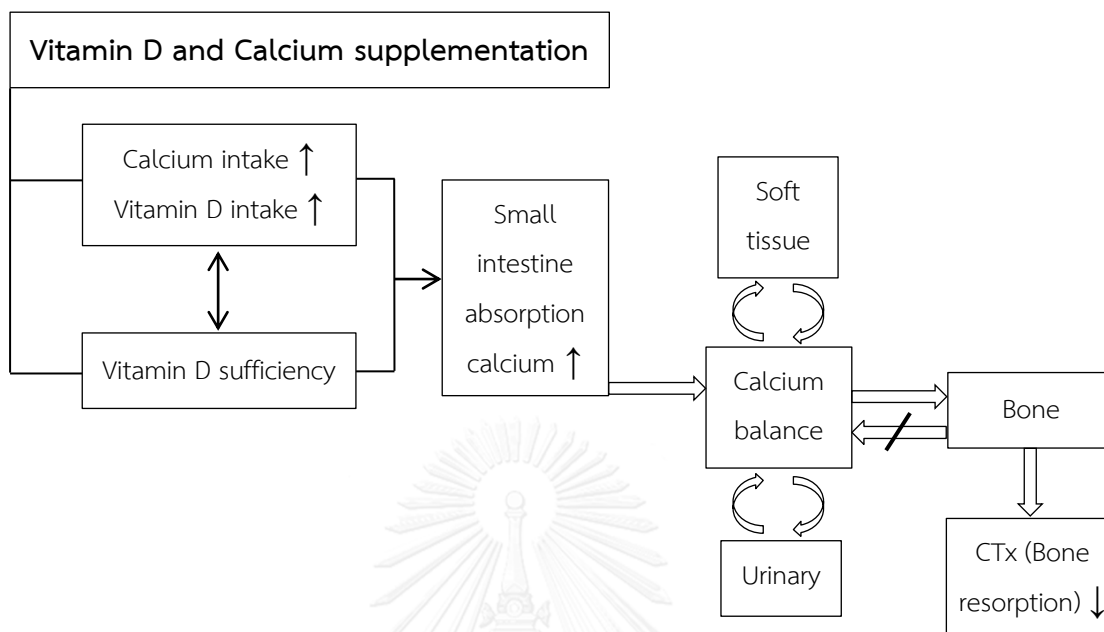
แผนภูมิที่ 22 ค่าเฉลี่ยของการลุกยืนและเดิน 3 เมตร

ตอนที่ 4 แผนภูมิสรุปกลไกการเปลี่ยนแปลงของสารชีวเคมีของกระดูก

จากผลการวิจัยพบว่าการเต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียม ทำให้การสลายของกระดูกลดลงมากกว่าการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียมอย่างเดียว



แผนภูมิที่ 23 สรุปกลไกการเปลี่ยนแปลงของกระดูกจากการฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิก



แผนภูมิที่ 24 สรุปกลไกการเปลี่ยนแปลงของกระดูกจากการเสริมด้วยวิตามินดี (20,000 IU/wk) และ แคลเซียม (1,000 mg/d)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการของการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียมต่อสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในหญิงสูงอายุ และเปรียบเทียบผลของการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม กับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมโดยไม่ได้รับการฝึก ต่อสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในหญิงสูงอายุ การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research design) แบบมีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบการเดินมวยไทยแอโรบิก โดยผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ และการตรวจหาความเที่ยงของโปรแกรมการเดินมวยไทยแอโรบิกกับกลุ่มทดลองที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง กลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ที่อาศัยอยู่ในสถานสงเคราะห์คนชราที่อยู่ในเขตกรุงเทพและปริมณฑล (บ้านบางแค 1, ปทุมธานี และมูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์) โดยอาสาสมัครที่เข้าร่วมวิจัยเป็นผู้สูงอายุ เพศหญิงอายุระหว่าง 60-77 ปี ที่มีสุขภาพแข็งแรง สามารถช่วยเหลือตนเองได้ และผ่านการประเมินแบบคัดกรองอาสาสมัคร จำนวน 45 คน มีผู้ออกจากโครงการจำนวน 5 คน เนื่องจากมีสภาวะการทำงานของไตผิดปกติ (ประเมินจากค่า Creatinine) จำนวน 1 คน ไม่ได้งดอาหารก่อนเจาะเลือดจำนวน 1 คน และไม่ประสงค์ที่จะเข้าร่วมโครงการต่อจำนวน 3 คนเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองมีกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 40 คน

ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มการทดลองจากสถานสงเคราะห์คนชราที่ผู้สูงอายุอาศัยอยู่ โดยกำหนดให้อาสาสมัครที่อาศัยอยู่ที่บ้านบางแค 1 จำนวน 15 คน และ ปทุมธานี จำนวน 5 คน เป็นกลุ่ม MADC จำนวน 20 คน ส่วนที่มูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์ จำนวน 10 คน และปทุมธานี จำนวน 10 คน เป็นกลุ่ม DC จำนวน 20 คน ทั้ง 2 กลุ่มได้รับแคลเซียม (Calcium carbonate) ขนาด 1,000 mg/d และ Vitamin D₂ (Ergocalciferol) ขนาด 20,000 IU/wk กลุ่มที่ฝึกเดินมวยไทยแอโรบิก ทำการออกกำลังกายครั้งละ 40 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ระยะเวลา 16 สัปดาห์ ที่ความหนัก 70-75% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด

ผู้วิจัยทำการทดสอบสารชีวเคมีในเลือด สุขสมรรถนะ และการทรงตัว 2 ครั้ง คือ ก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 16 สัปดาห์ นำผลที่ได้จากการทดสอบของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบค่าที่แบบรายคู่ และวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว หลังการทดลอง 16 สัปดาห์ โดยใช้ค่าเฉลี่ยก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม ทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองที่ฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม (MADC) และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการเสริมด้วยวิตามินและแคลเซียมอย่างเดียว (DC) หลังการทดลอง 16 สัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของค่าการสลายของกระดูก (CTX) ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก สุขสมรรถนะในส่วนของความอ่อนตัว ประกอบด้วย นั่งงอตัว ความอ่อนตัวของข้อต่อท่างอข้อไหล่ ท่ากางข้อสะโพก ในส่วนของความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขนและขา ประกอบด้วย แรงบีบมือข้างขวา การนั่งงอแขน การลุกนั่งเก้าอี้ สมรรถภาพการใช้ออกซิเจน และการทรงตัว ประกอบด้วย การยืนขาเดียว และการลุกยืนและเดิน 3 เมตร มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การเปรียบเทียบก่อนการทดลอง และหลังการทดลอง 16 สัปดาห์ ภายในกลุ่มทดลอง MADC พบว่า ค่าการสลายของกระดูก ความดันโลหิตขณะพัก ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และส่วนหัวไหล่ ความอ่อนตัวของข้อต่อสะโพก ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขนและขา สมรรถภาพการใช้ออกซิเจน และการทรงตัว มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงดังนี้ ค่าการสลายของกระดูก ลดลง 27.2% ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และคลายตัวขณะพัก ลดลง 5.3% และ 7.5% ตามลำดับ ความอ่อนตัวในส่วนของ การนั่งงอตัว เพิ่มขึ้น 32.2% มือแตะกันด้านหลัง (แขนขวายูบ่น) เพิ่มขึ้น 16.2% ความอ่อนตัวของข้อสะโพกท่างอข้อสะโพกข้างขวา และซ้าย เพิ่มขึ้น 5.4% และ 4.4% ตามลำดับ ท่ากางข้อสะโพกข้างซ้าย เพิ่มขึ้น 13.6% ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อในส่วนของแรงบีบมือข้างขวา และซ้าย เพิ่มขึ้น 14.5% และ 14.6% ตามลำดับ การนั่งงอแขน ข้างขวา และซ้าย เพิ่มขึ้น 20.6% และ 19.2% ตามลำดับ การลุกนั่งเก้าอี้ เพิ่มขึ้น 33.6% สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น 16.8% และการทรงตัวแบบอยู่กับที่คือ การยืนขาเดียวข้างขวา และซ้าย เพิ่มขึ้น 74.2% และ 87.2% ตามลำดับ ส่วนการทรงตัวแบบเคลื่อนที่หรือความคล่องแคล่วคือ การลุกยืนและเดิน 3 เมตร ใช้เวลาลดลง 20.8% ภายในกลุ่มควบคุม DC พบว่า ค่าการสลายของกระดูก มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยค่าการสลายของกระดูกมีเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของลดลง 14.0 แต่ในด้านของสุขสมรรถนะ และการทรงตัว พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมส่งผลต่อสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัว แตกต่างจากการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม โดยไม่ได้รับการฝึก ผลการวิจัยพบว่า หลังจากการทดลอง 16 สัปดาห์ ผลของ

การสลายของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัว ในกลุ่ม MADC ที่ได้รับการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิก ร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากกลุ่ม DC ที่ได้รับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม โดยไม่ได้รับการฝึก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้การเดินมวยไทยแอโรบิก ร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม ส่งผลต่อการชะลอการสลายกระดูกมากกว่าการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมโดยไม่ได้รับการฝึก และพบว่า ในกลุ่ม MADC ความอ่อนตัว ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต และการทรงตัว มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่กลุ่ม DC ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสุขสมรรถนะ และการทรงตัว

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของสารชีวเคมีของกระดูก ในกลุ่ม MADC และกลุ่ม DC การเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยา สุขสมรรถนะ และการทรงตัว ในกลุ่ม MADC หลังการทดลอง 16 สัปดาห์ ที่มีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น ซึ่งอภิปรายผลดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. สารชีวเคมีของกระดูก

ผู้สูงอายุมีแนวโน้มได้รับปริมาณแคลเซียมในแต่ละวันไม่เพียงพอ เนื่องจากการรับประทานอาหารที่ลดลง ทำให้ได้รับแคลเซียมลดลง และการได้รับวิตามินดีไม่เพียงพอ (Kruavit et al., 2012) ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการดูดซึมแคลเซียมในลำไส้ลดลง (ศุภศิลา สุนทรภา, 2550) จากผลการทดลองของทั้ง 2 กลุ่ม แสดงให้เห็นว่า การได้รับแคลเซียม 1,000 mg/d และ วิตามิน D₂ 20,000 IU/wk นั้นทำให้การสลายของกระดูกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Grados et al. (2003) ได้เสริมวิตามินและแคลเซียมในผู้สูงอายุเป็นระยะเวลา 1 ปี และ Kruger et al. (2010) ได้ใช้ขนมที่เสริมแคลเซียมและวิตามินให้กับกลุ่มผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ ในประเทศไทยมีการสำรวจเกี่ยวกับปริมาณการได้รับแคลเซียม จากการรับประทานอาหาร พบว่าในผู้สูงอายุได้รับแคลเซียมประมาณ 300 mg/d ซึ่งถือว่าต่ำเมื่อเทียบกับปริมาณที่ The US National Institute of Health แนะนำไว้คือ 1,500 mg/d (Chailurkit et al., 2011; Kruavit et al., 2012) เป็นที่ทราบกันว่าแคลเซียมนั้นเป็นแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของกระดูก และช่วยควบคุมการทำงานของเนื้อเยื่อต่างๆในร่างกาย การได้รับแคลเซียมเพิ่มขึ้นจากการบริโภค ทำให้ร่างกายสามารถดูดซึมแคลเซียมได้เพิ่มขึ้น และร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ โดยไม่ต้องสลายแคลเซียมจากกระดูก จึงทำให้มีการสลายของกระดูกลดลง (Bevilacqua et al., 2013; Grados et al., 2003; Kruger et al., 2006) ซึ่งเห็นผลได้ชัดจากค่าการสลายของกระดูกที่ลดลง นำไปสู่การชะลอการลดลงของมวลกระดูกได้ เมื่อพิจารณาถึงการออกกำลังกาย ในกลุ่มที่ได้รับการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิก ร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม นั้น พบว่า ค่าการสลายของกระดูกลดลง 27% เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียมที่ลดลง 14% การลดลงของ

กลุ่มทดลองที่มากกว่ากลุ่มควบคุม อาจกล่าวได้ว่าเป็นผลมาจากการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกสำหรับผู้สูงอายุที่มีแรงกระแทก ซึ่งรูปแบบการฝึกในการวิจัยครั้งนี้จัดอยู่ในประเภทการเดินแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำ (Low impact aerobic dance) รูปแบบดังกล่าวจะมีแรงปฏิกิริยาระหว่างพื้นและตัวบุคคล (Ground reaction force) เพิ่มขึ้น ประมาณ 1.5 เท่าของน้ำหนักตัว (Ricard and Veatch, 1990; Rousanoglou and Boudolos, 2005) ทั้งนี้แรงกระทำที่เกิดขึ้นจะเกิดจากการเคลื่อนที่ไปด้านหน้า ด้านข้าง และถอยหลัง การยืนขาเดียวเพื่อตีเข้า ถีบ และเตะ นอกจากนั้นแล้วจากการประเมินรูปแบบการเดินมวยไทยแอโรบิกจะมีการเคลื่อนที่ทั้งหมด 1,468 ครั้ง และผู้สูงอายุที่เข้าร่วมการฝึกมีจำนวนก้าวเฉลี่ยจากการเคลื่อนที่ คือ 1,180 ครั้งคิดเป็น 80.38% (ภาคผนวก ฎ) การใช้กล้ามเนื้อในการเคลื่อนไหวนั้นขณะฝึกทำให้กล้ามเนื้อเกิดการยืดและหดตัว ด้วยแรงที่เกิดขึ้นดังกล่าวน่าจะส่งผลต่อกระดูก ได้เช่นเดียวกับการออกกำลังกายที่มีแรงกระทำต่อกระดูก ในรูปแบบอื่น เช่น การเดิน การเดินเร็ว (มีแรงปฏิกิริยาระหว่างพื้นและตัวบุคคลเกิดขึ้นเพิ่มขึ้นประมาณ 1.2-1.6 เท่าของน้ำหนักตัว) (Nordin and Frankel, 2001; Rose and Gamble, 1994) การวิ่ง การกระโดด การฝึกโยคะแบบลงน้ำหนัก การฝึกด้วยแรงต้าน ที่ทำให้การสลายของกระดูกลดลง และชะลอการสูญเสียของมวลกระดูกได้ (Klentrou et al., 2007; Kohrt et al., 1997; Kukuljan et al., 2011; Phoosuwan et al., 2009; Tantiwiboonchai et al., 2011; Yamazaki et al., 2004) การเดินมวยไทยแอโรบิกมีการเคลื่อนไหวในทิศทางต่างๆ ผสมผสานกับท่ามวยไทยซึ่งใช้การเคลื่อนไหวทั้งร่างกาย แรงที่เกิดจากการฝึกนั้นทำให้กระดูกส่วนต่างๆได้รับแรงที่กระทำต่อกระดูกเพิ่มขึ้น โดยผ่านการถ่ายโอนเชิงกล (Mechanotransduction) (Plowman and Smith, 2014; Robling et al., 2006; Turner and Robling, 2005) ทำให้เซลล์ Osteoclast (เซลล์สลายกระดูก) ทำงานลดลง โดยกลไกดังกล่าวเป็นการส่งสัญญาณของ เซลล์ Osteocyte เป็นผลทำให้ลดการกระตุ้นที่ทำให้เกิด Osteoclastogenesis (Iolascon et al., 2013) เซลล์ Osteocyte คือเซลล์กระดูกที่เจริญเต็มที่ซึ่งเป็นการเปลี่ยนสภาพสุดท้ายจากเซลล์ Osteoblast (เซลล์สร้างกระดูก) การทำหน้าที่การติดต่อสื่อสารระหว่างเซลล์ Osteocyte อาจมีการส่งหรือปรับสัญญาณมาควบคุมการทำงานของเซลล์ Osteoblast และ Osteoclast ทำให้มีมวลกระดูกมากขึ้นในบริเวณที่ได้รับแรงกด แต่มวลกระดูกจะลดลงในบริเวณที่ไม่ได้รับแรงกด การตอบสนองทางชีวเคมีในระยะแรกต่อแรงกดเชิงกลอาจรวมไปถึงการกระตุ้นทำให้เพิ่ม Nitric oxide และ insulin-like growth factor (สิทธิศักดิ์ ธรรมชาติ, 2553) ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะส่งผลต่อการยับยั้งการทำงานของเซลล์ Osteoclast และแรงเฉือนที่เกิดขึ้นภายในจากของเหลวภายในไขกระดูกอาจส่งผลทำให้ ลดการทำงานของ RANK-L ซึ่งจะทำให้เกิด Mature osteoclast ลดลง ทำให้เซลล์ที่สามารถสลายกระดูกได้ลดลง (Bergstrom et al., 2012; Robling et al., 2006) ด้วยกลไกดังกล่าวทำให้ ค่า CTx ซึ่งเป็น Bone resorption marker ในกลุ่มที่เดินมวยไทยแอโรบิกมีค่าลดลงมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึก อย่างไรก็ตาม

ตามผลการวิจัยครั้งนี้ทั้งกลุ่มที่เดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม และกลุ่มที่ได้รับการเสริมด้วยวิตามินและแคลเซียมอย่างเดียว ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงต่อสารชีวเคมีตัวอื่นๆที่ได้ทำการศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ แต่เมื่อพิจารณาถึงการสร้างของกระดูกซึ่งพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงลดลงเพียงเล็กน้อย อาจเป็นผลจากกลไกควบคู่ของการเปลี่ยนแปลงของกระดูก (Coupling effect) คือเมื่อกระดูกมีการสลายลดลง การสร้างก็มีแนวโน้มลดลงตาม (Kruger et al., 2010) ทั้งนี้การสร้างและการสลายของกระดูกเป็นกลไกการปรับแต่งของกระดูกที่เกิดขึ้นตลอดเวลาทุกช่วงอายุ โดยกลไกดังกล่าวนี้มีหน้าที่หลักอยู่ 2 ประการคือ เพื่อรักษาคุณภาพของกระดูกให้มีความแข็งแรง และเพื่อควบคุมสมดุลของเกลือแร่ในร่างกาย กลไกการปรับแต่งของกระดูกถ้ามีการทำงานของเซลล์ Osteoclast มากขึ้น การทำงานของเซลล์ Osteoblast ก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วยซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นกลไกควบคู่ของกระดูก อย่างไรก็ตามการสร้างของกระดูกนั้นต้องใช้เวลานานกว่าการสลายของกระดูก 2-3 เท่าเพื่อที่จะสร้างเนื้อกระดูกทดแทนในส่วนที่เซลล์ Osteoclast ได้สลายกระดูกไป ดังนั้นด้วยกลไกดังกล่าวจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะกระดูกพรุนในผู้สูงอายุ และสตรีวัยหมดประจำเดือน เนื่องจากฮอร์โมนเอสโตรเจนลดลง และกิจกรรมทางกายลดลง รวมทั้งการได้รับสารอาหาร และการดูดซึมสารอาหารลดลง ส่งผลให้อัตราการสลายของกระดูกเพิ่มขึ้น (ทวี ทรงพัฒนาศิลป์, 2550) และไม่สามารถสร้างเนื้อกระดูกเพิ่มได้ทัน จึงเป็นสาเหตุทำให้ความหนาแน่นของกระดูกลดลง และเกิดกระดูกพรุน อย่างไรก็ตามด้วยกระบวนการกลไกควบคู่ของกระดูก หากมีการสลายของกระดูกลดลงอาจส่งผลทำให้การสร้างของกระดูกมีการเปลี่ยนแปลงด้วย ทั้งนี้เพื่อให้ทราบถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น สามารถพิจารณาจากอัตราส่วนของการสร้างและการสลายของกระดูกได้ (Marques et al., 2013; ณรงค์ บุนยะรัตเวช, 2552) โดยถ้าอัตราส่วนดังกล่าวเพิ่มขึ้น แสดงถึงกระดูกมีกระบวนการเปลี่ยนแปลงของกระดูกไปทางการสร้างของกระดูก ถ้าอัตราส่วนลดลงจะแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงที่มีแนวโน้มไปทางการสลายของกระดูก (Shen et al., 2007) จากผลการวิจัยครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าในกลุ่มที่ได้รับการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมทำให้ค่า CTx ลดลงได้มากกว่า เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมอย่างเดียว ส่วนค่า P1NP และ OC ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ค่า CTx ในกลุ่มที่ได้รับการฝึก ลดลงมากกว่าในกลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึกนี้บ่งชี้ให้เห็นว่ารูปแบบการเดินมวยไทยแอโรบิกสามารถคงสภาพความหนาแน่นของกระดูกและส่งผลดีต่อกระดูกได้

2. ค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา

ในกลุ่มที่ฝึกเดินมวยไทยแอโรบิก พบว่า หลังจากการฝึก 16 สัปดาห์ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลอง พบว่าในกลุ่มที่ได้รับการฝึกความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัวขณะพักลดลงอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jeon et al. (2009) ที่ได้ใช้การออกกำลังกายแบบเข้าจังหวะ ในผู้สูงอายุ และ Okura et al. (2003) ที่ได้ศึกษาผลของการเดินแอโรบิกและการเดิน การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอาจเป็นเพราะการเต้นมวยไทยแอโรบิกซึ่งจัดอยู่ในประเภทการออกกำลังกายแบบแอโรบิกทำให้ผนังของหลอดเลือดทำงานดีขึ้น (Plowman and Smith, 2014) ขณะออกกำลังกายร่างกายมีการตอบสนอง โดยการเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ และความดันโลหิตเพื่อเพิ่มการไหลเวียนของโลหิต ทำให้กล้ามเนื้อ และผิวหนังได้รับออกซิเจนมากขึ้น การฝึกออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของหลอดเลือด ทำให้หลอดเลือดมีความยืดหยุ่นมากขึ้น จึงทำให้แรงต้านของหลอดเลือดลดลงส่งผลทำให้ความดันโลหิตขณะพักลดลง (Swain and Leutholtz, 2007) นอกจากนั้นแล้วผลจากการออกกำลังกายจะทำให้ความดันโลหิตลดลง เนื่องจากหลอดเลือดส่วนปลายลดการหดตัวเป็นผลมาจากการทำงานของระบบซิมพาเทติกลดลง (McArdle et al., 2000)

3. สุขสมรรถนะ

ความอ่อนตัว

การเปลี่ยนแปลงของความอ่อนตัวในกลุ่มที่ได้รับการฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิก มีการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้นทั้งส่วนบนของร่างกาย คือ ความอ่อนตัวของหัวไหล่ และส่วนล่างของร่างกาย คือความอ่อนตัวของหลังส่วนล่าง และข้อต่อสะโพก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Shigematsu et al. (2002) และ AJAYI (2014) ซึ่งได้ฝึกเต้นแอโรบิกในผู้สูงอายุ ผลที่ได้พบว่า ความอ่อนตัวของหลังส่วนล่างและสะโพกเพิ่มขึ้น นอกจากนี้แล้วผลการศึกษาของ Wu et al. (2011) ยังพบว่าการฝึกเต้นแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำทำให้องศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อ (ROM) ดีขึ้น ทั้งนี้รูปแบบการฝึกมวยไทยมีการเคลื่อนไหวทั้งร่างกาย โดยการเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนบน คือ การใช้ท่าหมัดในรูปแบบต่างๆ เช่น หมัดตรงคือการเหยียดแขนไปด้านหน้า หมัดตัวคือ เหวี่ยงแขนจากด้านข้าง หมัดเสย คือการเหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะ การเหวี่ยงศอกไปด้านหลังและด้านหน้า ทำให้ได้ยืดกล้ามเนื้อหน้าอก หัวไหล่ และลำตัวด้านข้าง การเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนล่าง คือการเดินในทิศทางต่างๆ ทั้งด้านหน้า การเหยียดปลายเท้าไปด้านข้าง ถอยหลัง และการงอสะโพก ด้วยการยกเข่า (ท่าตีเข่า และท่าถีบ) ด้วยการฝึกการเคลื่อนไหวในรูปแบบดังกล่าวทำให้ความอ่อนตัวของกลุ่มที่ได้รับการฝึกมีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น นอกจากนั้นแล้วขั้นตอนก่อนและหลังการออกกำลังกายยังประกอบด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อในส่วนต่างๆทั่วร่างกายทำให้กล้ามเนื้อมีความอ่อนตัวเพิ่มขึ้น ทำให้ไม่เกิดการบาดเจ็บขณะออกกำลังกาย ซึ่งความอ่อนตัวที่ดีขึ้นส่งผลดีต่อการป้องกันการบาดเจ็บ และการหกล้มได้ (Plowman and Smith, 2014; Signorile, 2011)

ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ

การฝึกมวยไทยแอโรบิกมีการเคลื่อนไหวของร่างกายทั้งส่วนบนและส่วนล่างของร่างกาย จากการประเมินจากรูปแบบการเต้นมวยไทยแอโรบิก (ภาคผนวก ก) การเคลื่อนไหวร่างกายส่วนบนโดยการใช้ท่าหมัด และศอกในรูปแบบต่างๆประมาณ 500-600 ครั้ง ในระยะเวลา 20 นาที การเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนล่าง ซึ่งประกอบด้วย การเดินไปข้างหน้า ด้านข้าง และถอยหลัง รวมทั้งการใช้เข่า การเตะ และถีบ รวมทั้งหมดประมาณ 1,468 ครั้ง ผลจากการฝึกพบว่า สามารถพัฒนาทั้งความแข็งแรงของแขน ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ใช้การทดสอบแรงบีบมือ การยกดัมเบลล์ ขนาด 2 กก. และการลุกนั่งเก้าอี้ เพื่อประเมินความแข็งแรงสำหรับผู้สูงอายุ (ACSM, 2014; Signorile, 2011) ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขน ผลการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้โดย เสาวภา เทียมศรี (2539) ได้ทำการฝึกการเต้นแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำในผู้สูงอายุ และสุดา กาญจนวณิชย์ (2543) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการเต้นแอโรบิกแบบศิลปะมวยไทยกับการเต้นแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำที่มีต่อสมรรถภาพทางกาย ผลการฝึกพบว่า การออกกำลังกายด้วยรูปแบบดังกล่าวเพิ่มความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อแขนได้ นอกจากนี้แล้ว Ramirez-Campillo et al. (2014) ได้ทำการศึกษาศึกษาเกี่ยวกับการฝึกแบบแรงต้าน โดยใช้ความหนัก 75% of 1 RM และฝึกโยนลูกบอลน้ำหนัก 2 กก. ฝึก 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ในผู้สูงอายุ พบว่าแรงบีบมือเพิ่มขึ้นประมาณ 9% ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้พบว่าแรงบีบมือเพิ่มขึ้นประมาณ 14% ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าการฝึกการเคลื่อนไหวของแขนในรูปแบบมวยไทย และการกำมืออยู่ตลอดเวลาในท่าที่ใช้หมัด สามารถเพิ่มความแข็งแรงของแขนได้เช่นเดียวกับการฝึกด้วยแรงต้านในผู้สูงอายุ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนนั้นมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการเคลื่อนที่ และปัญหาสุขภาพในผู้สูงอายุ ซึ่งการพัฒนาความสามารถดังกล่าวจะส่งผลต่อคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นในผู้สูงอายุ (Benavent-Caballer et al., 2014) เมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อขา พบว่าในกลุ่มที่ได้รับการฝึกมีความแข็งแรงและความอดทนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับการวิจัยก่อนหน้านี้ที่ทำการฝึกออกกำลังกายในผู้สูงอายุ (Cao et al., 2007; Pereira et al., 2012; Wu et al., 2011) ทั้งนี้การฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิกเป็นการเคลื่อนไหวโดยการใช้น้ำหนักตัวเป็นแรงต้าน (Body weight) การฝึกนี้ทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงขึ้นซึ่งอาจเป็นผลจากการที่ระบบประสาทมีการทำงานเพิ่มขึ้น (Howley and Thompson, 2012) โดยระบบประสาทได้รับการกระตุ้นจากการฝึกทำให้มีการส่งงานไปยังกล้ามเนื้อได้ดีขึ้น ส่งผลทำให้กล้ามเนื้อสามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (Radaelli et al., 2013; Ramirez-Campillo et al., 2014) ในผู้สูงอายุความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อจะลดลง และจะลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากอายุ 60 ปี ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ลดลงทำให้ความเร็วในการเดิน การขึ้นบันไดลดลง

และมีโอกาสในการทหล้มมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทำให้เป็นอุปสรรคในการดำรงชีวิต เช่น การเดิน การยกของ ดังนั้นการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนล่างมีส่วนสำคัญที่ทำให้ป้องกันการทหล้ม และลดอุปสรรคในการดำรงชีวิต (Lee et al., 2015)

ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต

การเปลี่ยนแปลงของความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตจากการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิก พบว่าสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนแตกต่างจากกลุ่มควบคุม และเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการทดลองสอดคล้องกับการวิจัยก่อนหน้านี้ที่ได้ฝึกการออกกำลังกาย แล้วส่งผลทำให้สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นเช่นกัน (Engels et al., 1998; Park et al., 2008; Tan et al., 2012; Uusi-Rasi et al., 2003) ทั้งนี้การฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกฝึกที่ความหนักระดับปานกลางคือ 60-75% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด เป็นความหนักระดับปานกลาง ในระยะเวลา 20 นาที ซึ่งเป็นระยะเวลาที่สามารถพัฒนาสมรรถภาพการไหลเวียนของโลหิตได้ (ACSM, 2010) ในการฝึกแบบแอโรบิกในผู้สูงอายุสามารถเพิ่มสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุดได้ถึง 15-30% (Plowman and Smith, 2014) ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้เพิ่มขึ้น 16.8% ในการวิจัยนี้ได้ใช้การทดสอบเดิน 6 นาที และนำผลของอัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และระยะทางที่สามารถเดินได้จากการทดสอบ มาคำนวณในสมการเพื่อใช้ในการประเมินสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน (ภาคผนวก ญ) (ACSM, 2014) และเมื่อพิจารณาถึงระยะทางที่ผู้เข้าร่วมการทดสอบสามารถเดินได้ใน 6 นาที ก็พบว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกสามารถเดินได้ระยะทางเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน การเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนเป็นผลมาจากการฝึกออกกำลังกาย เนื่องจากการออกกำลังกายทำให้ร่างกายมีความต้องการในการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น ทำให้หัวใจเพิ่มการสูบฉีดเลือดมากขึ้นโดยหัวใจมีการยึดและหดตัวมากขึ้นเพื่อให้ปริมาณของเลือดที่หัวใจบีบออกมาแต่ละครั้งเพิ่มขึ้น (Howley and Thompson, 2012; Plowman and Smith, 2014) นอกจากนั้นแล้วกล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกจะสามารถใช้ออกซิเจนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Lee et al., 2015) ทำให้สมรรถภาพทางกายดีขึ้น ส่งผลทำให้ลดความเสี่ยงในการทหล้มได้ (Penzer et al., 2015)

4. การทรงตัว

การเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการทรงตัวของกลุ่มที่ฝึกเดินมวยไทยแอโรบิก พบว่าความสามารถในการทรงตัวแบบอยู่กับที่ และแบบเคลื่อนที่มีการพัฒนาที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการทรงตัวแบบอยู่กับที่ (การยืนขาเดียว) ผู้สูงอายุที่ได้รับการฝึกสามารถยืนได้นานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Cao et al. (2007) และ Park et al. (2008) ที่ได้ใช้รูปแบบการออกกำลังกาย

กายแบบแอโรบิกร่วมกับแรงต้านในผู้สูงอายุ และการออกกำลังกายแบบต้นแอโรบิกในการวิจัยก่อนหน้านี้อาจให้ผลเช่นเดียวกัน (AJAYI, 2014; Hopkins et al., 1990) นอกจากนั้นแล้วผลของการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ หรือความคล่องแคล่วในการเคลื่อนที่ (ลุกยืนและเดิน 3 เมตร) ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้สูงอายุที่ได้รับการฝึกใช้เวลาในการเดินไปกลับ 3 เมตรน้อยลง แสดงให้เห็นถึงความคล่องตัวมากขึ้น ซึ่งการฝึกต้นมวยไทยแอโรบิกนี้ให้ผลเช่นเดียวกับการฝึกออกกำลังกายแบบต้นแอโรบิกของ Hopkins et al. (1990) และการฝึกแบบแรงต้านของ Pereira et al. (2012) และ Ramirez-Campillo et al. (2014) ทั้งนี้ความสามารถในการทรงตัวนั้นขึ้นอยู่กับหลายๆปัจจัยเช่น ความแข็งแรง การมองเห็น การรับรู้ความรู้สึก ภาวะอาการเจ็บป่วย ความอ่อนตัว และสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวย เมื่อพิจารณาจากองค์ประกอบดังกล่าวแล้วแสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายสามารถพัฒนาความสามารถในการทรงตัว และลดการหกล้มได้ เพราะการฝึกออกกำลังกายทำให้ความแข็งแรงและความอ่อนตัวดีขึ้น รูปแบบการออกกำลังกายสำหรับการฝึกการทรงตัวนั้นควรประกอบด้วยการฝึกความแข็งแรงที่ระดับปานกลาง 90 นาทีต่อสัปดาห์ และการเดินที่ความหนักปานกลางประมาณ 60 นาทีต่อสัปดาห์ นอกจากนั้นแล้วรูปแบบการออกกำลังกายนั้นควรมีการเดินไปด้านหน้า ด้านข้าง การเดินด้วยส้นเท้า และปลายเท้า (Howley and Thompson, 2012) ซึ่งรูปแบบดังกล่าวสอดคล้องกับรูปแบบการเคลื่อนที่ของมวยไทยแอโรบิก ที่มีการเคลื่อนที่ไปด้านหน้า ด้านข้าง ด้านหลัง รวมทั้งท่ามวยไทยที่มีการยืนทรงตัวด้วยขาเดียว เช่น การตีเข้า การเตะ และ การถีบ และระยะเวลาในการต้นมวยไทยแอโรบิกในการวิจัยครั้งนี้เพียงพอสำหรับการฝึกเพื่อพัฒนาสมรรถภาพร่างกาย นอกจากนี้แล้ว de Oliveira et al. (2014) ได้กล่าวว่า การออกกำลังกายทำให้ระบบประสาทมีการปรับตัว ส่งผลต่อการเพิ่มความสามารถของปฏิกิริยาการตอบสนอง (Reflex respond) และความสามารถในการรับรู้ของข้อเท้า (Proprioception) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการทรงตัวของร่างกาย

การวิจัยนี้ผู้เข้าร่วมการวิจัยรับประทานวิตามิน D₂ ขนาด 20,000 IU/wk อาจไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับวิตามินดีในเลือดของผู้สูงอายุที่เข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้ได้ เนื่องจากระดับวิตามินดีเฉลี่ยของผู้สูงอายุในกลุ่ม MADC และ DC คือ 36.49 และ 37.72 ng/ml ซึ่งจัดอยู่ในระดับที่เพียงพอ คือ มากกว่า 30 ng/ml (Holick, 2010) ทั้งนี้การได้รับวิตามินดีเสริมในปริมาณดังกล่าว อาจไม่เพียงพอที่จะทำให้เพิ่มระดับวิตามินดีในเลือดได้ ดังเช่นการศึกษาวิจัยก่อนหน้าของ Kruger et al. (2006) ได้ทำการศึกษาผลของการเสริมนมที่มีแคลเซียม 1,000 mg/d, วิตามิน D₃ 5 µg/d และสังกะสี 495 µg/d ในกลุ่มผู้หญิงที่มีอายุระหว่าง 20-30 ปี เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ ผลที่ได้พบว่า ระดับวิตามินดีในเลือดไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผู้วิจัยได้ให้เหตุผลว่า อาจเป็นเพราะก่อนการทดลองผู้เข้าร่วมมีระดับวิตามิน D₃ ที่เพียงพออยู่แล้ว คือ ~60 ng/ml ทำให้

ระดับวิตามินดีที่รับประทานเสริมในปริมาณดังกล่าวไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง นอกจากนั้นแล้ว Kukuljan et al. (2011) ก็ให้เหตุผลเช่นเดียวกัน ซึ่งในงานวิจัยดังกล่าวได้ใช้แคลเซียม 1,000 mg/d และวิตามิน D₃ 800 IU/d โดยก่อนการทดลองกลุ่มตัวอย่างมีระดับวิตามินดีอยู่ในช่วง 34-36 ng/ml และหลังการทดลองก็ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของระดับวิตามินดี แต่อย่างไรก็ตามการได้รับวิตามินดีเสริมในกลุ่มที่มีระดับวิตามินดีไม่เพียงพอก็สามารถทำให้ระดับวิตามินเพิ่มขึ้นได้ ดังเช่นในงานวิจัยของ Bunout et al. (2006) ได้ใช้วิตามินดี 400 IU/d และแคลเซียม 800 mg/d ทำให้ระดับวิตามินดีจาก 12.4 เพิ่มขึ้นเป็น 25.8 ng/ml และในงานวิจัยของ Bischoff-Ferrari et al. (2010) ได้เปรียบเทียบผลของการเสริมวิตามิน D₃ (Cholecalciferol) ขนาด 800 กับ ขนาด 2,000 IU/d และทำการทดสอบ 3 ครั้ง คือ ก่อนการทดลอง หลังการทดลอง 6 เดือน และ 12 เดือน ก่อนเริ่มการทดลอง ผู้เข้าร่วมมีระดับวิตามินดีประมาณ 12-13 ng/ml ในกลุ่มที่ได้รับขนาด 800 IU/d พบว่าหลังการทดลอง 6 และ 12 เดือน ระดับวิตามินดี เพิ่มขึ้นเป็น 37.7 และ 35.4 ตามลำดับ ส่วนในกลุ่มที่ได้รับขนาด 2,000 IU/d หลังการทดลอง 6 และ 12 เดือน ระดับวิตามินดีเพิ่มขึ้นเป็น 45.4 และ 44.7 ng/ml ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าการเสริมวิตามินดีทั้ง 2 ขนาด สามารถเพิ่มระดับวิตามินดีในกลุ่มคนที่มีระดับวิตามินดีต่ำได้ และเมื่อระดับวิตามินดีเพิ่มขึ้นมาในระดับที่เพียงพอ คือมากกว่า 30 ng/ml การได้รับการเสริมในปริมาณเดิมก็พบว่าไม่สามารถเพิ่มระดับวิตามินดีในเลือดได้ แต่สามารถรักษาระดับวิตามินดีเท่ากับช่วง 6 เดือนแรกได้ ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงสามารถสรุปได้ว่าการได้รับวิตามิน D₂ ขนาด 20,000 IU/wk อาจไม่เพียงพอที่จะทำให้ผู้ที่มีระดับวิตามินดีที่เกิน 30 ng/ml เพิ่มระดับวิตามินดีได้ แต่อาจช่วยทำให้รักษาระดับวิตามินดีให้อยู่ในระดับที่เพียงพอได้ และเมื่อพิจารณาถึงสภาวะการทำงานของตับและไตก็พบว่า ค่าบ่งชี้สภาวะการทำงานของตับ (ALP) และไต (Cr) ของทั้ง 2 กลุ่ม อยู่ในช่วงค่าปกติ คือ 30-120 U/l และ 0.5-1.1 mg/dl ค่าเฉลี่ยของแคลเซียมในเลือด (Ca) อยู่ในช่วงค่าปกติ คือ 9.0-10.5 mg/dl และพาราไทรอยด์ฮอร์โมน (PTH) อยู่ในช่วงค่าปกติ คือ 10-65 pg/ml (ประสาร เปรมาสกุล, 2552) ทั้งนี้การรักษาสมดุลของระดับแคลเซียมในเลือดที่ปกติขึ้นอยู่กับ การดูดซึมแคลเซียมในลำไส้ การขับออกทางไต และการเคลื่อนย้ายไปมาในกระดูก หรือการดูดซึมแคลเซียม ซึ่งระดับแคลเซียมในเลือดที่ปกติมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการทำงานของเซลล์ปกติ (สิทธิตักต์ ทรราชเวก, 2553) แสดงให้เห็นว่าปริมาณแคลเซียมขนาด 1,000 mg/d และวิตามิน D₂ ขนาด 20,000 IU/wk สำหรับผู้สูงอายุที่มีภาวะการทำงานของตับและไตปกติ ไม่ก่อให้เกิดภาวะแคลเซียมในเลือดสูง (Hypercalcemia) (ณรงค์ บุญยรัตเวช, 2554) และผู้สูงอายุที่ได้รับแคลเซียมเพิ่มขึ้นทำให้ร่างกายไม่ต้องสลายแคลเซียมออกจากกระดูกส่งผลทำให้การสลายของกระดูกลดลงได้

สรุปได้ว่ารูปแบบการเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมสามารถลดการสลายของกระดูก และจะส่งผลทำให้คงสภาพความหนาแน่นของกระดูกไว้ได้มากกว่า

การรับประทานวิตามินดี และแคลเซียมเสริมอย่างเดียว นอกจากนั้นแล้วการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิก นั้นยังสามารถพัฒนาสุขสมรรถนะ และการทรงตัว ได้มากกว่าการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียม อย่างเดียว ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของสุขสมรรถนะ และการทรงตัวนั้นจะนำไปสู่การลดความเสี่ยง และสามารถป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. การเดินมวยไทยแอโรบิก ร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม ช่วยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระดูกดีขึ้น ซึ่งการเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม ส่งผลดีต่อกระดูกมากกว่าการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมอย่างเดียว
2. การเดินมวยไทยแอโรบิกช่วยทำให้สุขสมรรถนะในด้านความแข็งแรงและความอดทน ของกล้ามเนื้อแขนและขา ความอ่อนตัว ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต และการทรงตัวใน ผู้สูงอายุ ดีขึ้นทำให้ลดความเสี่ยง และป้องกันการหกล้มได้

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาเกี่ยวกับแรงปฏิกิริยาระหว่างพื้น และตัวบุคคล (Ground reaction force) ที่ เกิดจากการเคลื่อนไหวขณะเดินมวยไทยแอโรบิกของผู้สูงอายุ
2. ควรศึกษาผลของการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกต่อการเปลี่ยนแปลงของสารชีวเคมีที่เกี่ยวข้อง กับกระดูกนอกเหนือจากการวิจัยในครั้งนี้ เช่น OPG, RANK, RANK-L หรือสารชีวเคมีตัวอื่นๆเพื่อให้ สามารถเข้าใจถึงกลไกการเปลี่ยนในเชิงลึกได้มากยิ่งขึ้น
3. ควรมีการศึกษาการเดินมวยไทยแอโรบิกในระยะยาวในผู้สูงอายุ เพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของกระดูก

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2545). แคลเซียมและสุขภาพสำหรับนักวิชาการและเจ้าหน้าที่สาธารณสุข. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- ฉกาจ ผ่องอักษร. (2552). สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย และผลต่อสุขภาพของกระดูก Physiology of exercise and bone health effects. ใน ธรรมนูญ บุญยะรัตเวช (บรรณาธิการ), ประชุมวิชาการ Bone Forum 2009, 1-36. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: คอนเซ็ปท์ เมดิคัล.
- ช่อราตรี สิริวัตถานันต์. (2539). การพยาบาลโรคกระดูกและข้อที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: คิว. พี. การพิมพ์.
- โชติชัย สุวรรณภรณ์. (2555). อนาคตสังคมและประชากรโลก (1) [ออนไลน์]. คมชัดลึก. แหล่งที่มา: [http://www.komchadluek.net/detail/20121102/143737/อนาคตสังคมและประชากรโลก\(1\).html](http://www.komchadluek.net/detail/20121102/143737/อนาคตสังคมและประชากรโลก(1).html) [2555, 9 ธันวาคม]
- ธรรมนูญ บุญยะรัตเวช. (2543). วิตามินดี. ใน สมทรง เลขะกุล (บรรณาธิการ), ชีวิตเคมีของวิตามิน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ศุภานิชการพิมพ์.
- ธรรมนูญ บุญยะรัตเวช. (2550). Bone markers. ใน ธรรมนูญ บุญยะรัตเวช (บรรณาธิการ), ประชุมวิชาการ Bone Forum 2007, 37-50. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: คอนเซ็ปท์ เมดิคัล.
- ธรรมนูญ บุญยะรัตเวช. (2551). Clinical application of bone markers. ใน ธรรมนูญ บุญยะรัตเวช (บรรณาธิการ), ประชุมวิชาการ Bone Forum 2008, 80-98. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: คอนเซ็ปท์ เมดิคัล.
- ธรรมนูญ บุญยะรัตเวช. (2552). Tutorial bone markers. ใน ธรรมนูญ บุญยะรัตเวช (บรรณาธิการ), ประชุมวิชาการ Bone Forum 2009, 48-58. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: คอนเซ็ปท์ เมดิคัล.
- ธรรมนูญ บุญยะรัตเวช. (2554). Proper uses and facts of orthopaedic drugs. ใน ธรรมนูญ บุญยะรัตเวช (บรรณาธิการ), การประชุมวิชาการ Bone Forum 2011, 109-142. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: คอนเซ็ปท์ เมดิคัล.
- ถนนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร. (2554). สรีรวิทยาการออกกำลังกาย. กรุงเทพมหานคร: บริษัทติรณสาร จำกัด.
- ถนนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร, ถนนอมขวัญ ทวีบุรณ์ สุจิตรา สุคนธ์ทรัพย์ และ สิทธา พงษ์พิบูลย์. (2549). รายงานวิจัยโครงการประเมินรูปแบบการเดินมวยไทยแอโรบิกที่เหมาะสมกับกลุ่มอายุ, ชุด

- โครงการวิจัยเพื่อป้องกันและควบคุมโรคหัวใจและหลอดเลือด. เครือข่ายวิจัยสุขภาพ สกว. โดยมูลนิธิสาธารณสุขแห่งชาติ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร และกุลธิดา เจริญฉลาด. (2544). ปทานานุกรมศัพท์กีฬา พลศึกษา และวิทยาศาสตร์การกีฬา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทวี ทรงพัฒนาศิลป์. (2548). Bone remodeling: An update. ใน ฌรงค์ บุญยะรัตเวช และทวีทรงพัฒนาศิลป์ (บรรณาธิการ), ประชุมวิชาการ Bone Forum 2005, 1-46. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: คอนเซ็ปท์ เมดิคัล.
- ทวี ทรงพัฒนาศิลป์. (2550). Progress in bone biology: The reviews and new insights. ใน ฌรงค์ บุญยะรัตเวช (บรรณาธิการ), ประชุมวิชาการ Bone Forum 2007, 1-35. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: คอนเซ็ปท์ เมดิคัล.
- ทัศนาศ จารุชาติ. (2552). การรับรู้ความรู้สึกเกี่ยวกับตำแหน่งของข้อเท้าในผู้สูงอายุที่ออกกำลังกายชนิดต่างๆ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาเวชศาสตร์การกีฬา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทนายท บูรณกาล. (2549). Osteoporotic Spine Fracture. ใน ธเนศ วรรธนอภิสิทธิ์, พิชัย สันต์สวัสดิ์ และเมษันท์ ปริมาธิกุล (บรรณาธิการ), Comprehensive Spine Course 2006, 175-188. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: S.M, Circuit Press.
- ธวัช ประสาทฤทธา. (2549). รอบรู้เรื่องกระดูกพรุน. กรุงเทพมหานคร: เรือนปัญญา.
- นงลักษณ์ เพชรกระจายแสง. (2554). ประสิทธิภาพของการให้วิตามินดีทดแทนในระยะสั้นในผู้ป่วยกลุ่มอาการเมแทบอลิก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาเภสัชกรรมคลินิก ภาควิชาเภสัชกรรมปฏิบัติ คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิमित เตชไกรชนะ. (2543). ฮอร์โมนทดแทนและโรคกระดูกพรุน. ใน นิमित เตชไกรชนะ (บรรณาธิการ), ฮอร์โมนทดแทนในวัยหมดระดู. กรุงเทพมหานคร: ปิยอนด์ เอ็นเทอร์ไพรซ์.
- บรรลุ ศิริพานิช. (2551). การออกกำลังกายเพื่อสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร: พิมพ์ดี.
- บุญส่ง องค์กรพัฒนกุล. (2544). การหาอัตราการลดลงของความหนาแน่นของกระดูกในสตรีไทยหลังวัยหมดประจำเดือนและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง. ใน รัชตะ รัชตะนาวิณ และคณะ, รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์: โครงการวิจัยเรื่อง การป้องกันและรักษาโรคกระดูกพรุนในคนไทย, 28-29 คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี, มหาวิทยาลัยมหิดล. 2544.
- บุญส่ง องค์กรพัฒนกุล. (2544). วิธีการป้องกันการลดลงของความหนาแน่นของกระดูกในสตรีไทยวัยหมดประจำเดือนระยะต้น. ใน รัชตะ รัชตะนาวิณ และคณะ, รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์:

- โครงการ วิจัยเรื่อง การป้องกันและรักษาโรคกระดูกพรุนในคนไทย, 24-25. คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- บุญส่ง องค์กรพัฒนกุล และละออ ชัยลือกิจ. (2556). ภาวะการขาดวิตามินดี (Vitamin D Deficiency) และสถานการณ์ในประเทศไทย. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://mims.com/Thailand/pub/topic/Medical%20Progress/2012-06/D%20Deficiency>. [2556, 15ตุลาคม].
- ประวีตร เจนวรธนะกุล. (2551). ภาพภาพบำบัดทางการกีฬา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประसार เปรมะสกุล. (2552). คู่มือ แพลตผล ตรวจเลือด. เล่มที่ 1, พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์.
- ประเสริฐ อัสสันตชัย. (2544). ภาวะกระดูกพรุนในผู้สูงอายุ. ใน สุทธิชัย จิตะพันธ์กุล (บรรณาธิการ), การประชุมวิชาการ “Prevention and Remedies of Disability” วันที่ 28-30 พฤศจิกายน 2544, 47-59. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พงศ์ศักดิ์ ยุกตะนันท์. (2550). *Bone care kit* กระดูก 206 ชั้นที่ควรใส่ใจ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: 1759 ดับเบิลเอ ปริ้นท์เอ็กซ์เพรส.
- ภนารี บุษราคัมตระกูล. (2553). สรีรวิทยา-พยาธิสรีรวิทยากระดูกและเนื้อเยื่อและกระดูก. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัตนา ลีลาวัฒนา. (2551). Management of osteoporosis. ใน ชัยชาญ ดีโรจนวงศ์ (บรรณาธิการ), โรคต่อมไร้ท่อในเวชปฏิบัติ, 239-255. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: เรือนแก้วการพิมพ์.
- ราชวิทยาลัยแพทยออร์โธปิดิกส์แห่งประเทศไทยและมูลนิธิโรคกระดูกพรุนแห่งประเทศไทย. (2553). แนวทางปฏิบัติบริการดูแลรักษาโรคกระดูกพรุน พ.ศ. 2553. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.rcost.or.th/thai/data/2554/Guideline_osteoporosis2011.pdf [2555, 1 ธันวาคม].
- วิหวัศ สุขแก้ว. (2554). การเปรียบเทียบระหว่างผลของการฝึกเดินแอโรบิกบนมินิแทรมโพลีนและบนพื้นแข็งต่อการสลายมวลกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในหญิงวัยทำงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิภา วีรวัฒน์นภากุล. (2552). ระบบต่อมไร้ท่อ. ใน ชุมพล ผลประมุข และสุรวัฒน์ จริยาวัฒน์ (บรรณาธิการ), สรีรวิทยา ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 4. เล่มที่ 2, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด.

- วิลโล คูปต์นิรัตติชัยกุล. (2552). โรคกระดูกพรุน: ภัยเงียบของสุขภาพ. ใน มณี รัตนไชยานนท์ และธีรพงษ์ ตันขวิเชียร (บรรณาธิการ), เวชศาสตร์ร่วมสมัย: วิชาการแพทย์ก้าวหน้า ประสานใจพัฒนาคุณภาพชีวิตไทย, 217-225. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: พี.เอ.ลีฟวิ่ง.
- ศุภศิลาป์ สุนทรามา. (2550). Vitamins and minerals for bone health. ใน ณรงค์ บุญยรัตเวช (บรรณาธิการ), ประชุมวิชาการ Bone Forum 2007, 66-129. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: คอนเซ็ปท์ เมดิคัล.
- ศุภศิลาป์ สุนทรามา. (2552). Panel discussion on vitamin D and vitamin K2. ใน ณรงค์ บุญยรัตเวช (บรรณาธิการ), ประชุมวิชาการ Bone Forum 2009, 133-157. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: คอนเซ็ปท์ เมดิคัล.
- ศุภศิลาป์ สุนทรามา, สุกรี สุนทรามา, จริญญาศักดิ์ สมบูรณ์พร และวงลักษณ์ สมบูรณ์พร. (2544). การขาดวิตามินดีและความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกระดูกพรุนในสตรีสูงอายุ. คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สกายบุ๊กส์. (2550). แอโรบิกแดนซ์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: พี เอ็น เค แอนด์ สกายพรีนติ้งส์.
- สถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. (2549). โครงการวิจัย การสำรวจและศึกษาภาวะผู้สูงอายุ 4 ภาคของไทย. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สมชาย เอื้อรัตนวงศ์. (2544). โรคกระดูกพรุนในโรคข้อ (*Osteoporosis in rheumatic diseases*). กรุงเทพมหานคร: เรือนแก้วการพิมพ์.
- สมนึก กุลสถิตพร. (2549). กายภาพบำบัดในผู้สูงอายุ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ออฟเซ็ท เพรส.
- สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ กระทรวงศึกษาธิการ. (2540). ศิลปะมวยไทย. กรุงเทพมหานคร: ศุภสภา.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2553). บทสรุปสำหรับผู้บริหารสำมะโนประชากรและเคหะพ.ศ. 2553 (รายงานผลล่วงหน้า). [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://popcensus.nso.go.th/file/popcensus-20-12-54.pdf>. [2555, 9 ธันวาคม].
- สำนักวิชาการแพทย์ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. (2548). แนวทางเวชปฏิบัติเรื่อง โรคกระดูกพรุน. กรุงเทพมหานคร: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา สำนักงานพัฒนาการกีฬาและนันทนาการ กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2549). การออกกำลังกายสไตร์แอโรบิกต้านซ์. กรุงเทพมหานคร: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สิทธิศักดิ์ หารรักษาเวก. (2553). ชีวิตวิทยาของกระดูก: ชีวิตเคมีระดับเซลล์และโรคที่พบได้บ่อย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: จามจุรีโปรดักท์.

- สุขพัชรา ชัมเจริญ. (2546). แอโรบิกแดนซ์. พิมพ์ครั้งที่ 1. ฉะเชิงเทรา: ประสานมิตร.
- สุดา กาญจนะวณิชย์. (2543). การเปรียบเทียบผลของการเดินแอโรบิกแบบศิลปะมวยไทยกับการเดินแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำที่มีต่อสมรรถภาพทางกาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษา ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุดา กาญจนะวณิชย์. (2550). การพัฒนาโปรแกรมการเดินแอโรบิกมวยไทยที่ทำให้เกิดการใช้พลังงานและสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาพลศึกษา ภาควิชาหลักสูตรการสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนมา ชมพูทวีป. (2546). เกสซ์วิทยาของฮอว์โมน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: เท็กซ์ แอนด์เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด.
- เสก อักษรานุเคราะห์. (2543). โรคกระดูกโป่งบาง กระดูกพรุน กระดูกทรุด. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: เอ็ม เอส ดี.
- เสาวภา เทียมศรี. (2539). ผลของการเดินแอโรบิกแบบแรงกระแทกต่ำเสริมด้วยน้ำหนักที่มีต่อสมรรถภาพทางกายของผู้สูงอายุ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพลศึกษา ภาควิชาพลศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- แสงจันทร์ ทองมาก. (2541). สุขภาพวัยผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ ในคณาจารย์สถาบันพระบรมราชชนก (บรรณารักษ์), การพยาบาลผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ เล่มที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี: ยุทธรินทร์การพิมพ์ จำกัด.
- อรอนงค์ พัฒนพงศ์ไพบูลย์, สุจิตรา สุคนธ์ทรัพย์ ลักษณะ เอกบุตร คมสัน เสมวิมล ภมร รักษาทรัพย์ และ รุจน์ เลหาภักดี. (2553). ภูมิปัญญากีฬาไทย : *More than sport*: แปลนพรัตน์ตั้ง.
- อานันท์ รุ่งเรือง และถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร. (2557). ผลของการฝึกออกกำลังกายด้วยการรำมวยไทยที่มีต่อสุขสมรรถนะและการทรงตัวของผู้สูงอายุ. วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ, 15(3), 61-74.
- อารีรัตน์ สัจจรวงษ์พนา. (2540). โรคกระดูกโป่งบางกับวัยทอง: ภาควิชาสุขภาพจิตและการพยาบาลจิตเวช คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อรุษา เทพพิสัย, มยุรี จิรภิญโญ, อภิชาติ จิตต์เจริญ และจิตติมา มโนทัย. (2547). สุขภาพองค์รวมในชาย-หญิงวัยทอง. กรุงเทพมหานคร: ข้าวฝ่าง.
- อรุษา เทพพิสัย, มยุรี จิรภิญโญ, อภิชาติ จิตต์เจริญ และจิตติมา มโนทัย. (2546). ความก้าวหน้าของการรักษาชาย-หญิงวัยทอง. กรุงเทพมหานคร: ข้าวฝ่าง.
- เอี่ยมพร สกุลแก้ว. (2549). กระดูกพรุน. กรุงเทพมหานคร: ไกล่หมอ.

ภาษาอังกฤษ

- American College of Sports Medicine. (2008). *ACSM's Health-Related Physical Fitness Assessment Manual* (2 ed.). Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
- American College of Sports Medicine. (2010). *ACSM's Resource manual for guidelines for exercise testing and prescription* (6 ed.). Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
- American College of Sports Medicine. (2012). *ACSM's Advanced exercise physiology* (2 Ed.). China: Lippincott Williams & Wilkins.
- American College of Sports Medicine. (2014). *ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription* (9 ed.). Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
- AJAYI, O. A. (2014). Effect of aerobic dance exercise on the improvement of falling risk in older women. *International Journal of the 13th West Africa University Games*, 1(1).
- Anek, A., Kanungsukasem, V., and Bunyaratavej, N. (2011). Effects of the circuit box jumping on bone resorption, health-related to physical fitness and balance in the premenopausal women. *J Med Assoc Thai*, 94 Suppl 5, S17-23.
- Barrett-Connor, E., Chang, J. C., and Edelstein, S. L. (1994). Coffee-associated osteoporosis offset by daily milk consumption. The Rancho Bernardo Study. *JAMA*, 271(4), 280-283.
- Benavent-Caballer, V., Rosado-Calatayud, P., Segura-Orti, E., Amer-Cuenca, J. J., and Lison, J. F. (2014). Effects of three different low-intensity exercise interventions on physical performance, muscle CSA and activities of daily living: a randomized controlled trial. *Exp Gerontol*, 58, 159-165.
- Bergstrom, I., Parini, P., Gustafsson, S. A., Andersson, G., and Brinck, J. (2012). Physical training increases osteoprotegerin in postmenopausal women. *J Bone Miner Metab*, 30(2), 202-207.
- Bevilacqua, M., Righini, V., Certan, D., Gandolini, G., and Alemanni, M. (2013). Effect of a mixture of calcium, vitamin D, inulin and soy isoflavones on bone metabolism in post-menopausal women: a retrospective analysis. *Aging Clin Exp Res*, 25(6), 611-617.

- Bischoff-Ferrari, H. A. , Dawson-Hughes, B., Platz, A, Orav, E. J. , Stähelin, H. B. , Willett, W. C., Can, U., Egli, A., Mueller, N. J. , Looser, S., Bretscher, B., Minder, E., Vergopoulos, A., and Theiler, R. (2010). Effect of High-Dosage Cholecalciferol and Extended Physiotherapy on Complications After Hip Fracture. *Arch Intern Med*, 170(9), 813-820.
- Borer, K. T., Fogleman, K., Gross, M., La New, J. M., and Dengel, D. (2007). Walking intensity for postmenopausal bone mineral preservation and accrual. *Bone*, 41(4), 713-721.
- Bunout, D., Barrera, G., Leiva, L., Gattas, V., de la Maza, M. P., Avendano, M., and Hirsch, S. (2006). Effects of vitamin D supplementation and exercise training on physical performance in Chilean vitamin D deficient elderly subjects. *Exp Gerontol*, 41(8), 746-752.
- Bunyaratavej, N. (2011). Recommended dose of alfacacidol for osteoporosis. *J Med Assoc Thai*, 94 Suppl 5, S7-9.
- Cao, Z. B., Maeda, A., Shima, N., Kurata, H., and Nishizono, H. (2007). The effect of a 12-week combined exercise intervention program on physical performance and gait kinematics in community-dwelling elderly women. *J Physiol Anthropol*, 26(3), 325-332.
- Chailurkit, L. O., Kruavit, A., and Rajatanavin, R. (2011). Vitamin D status and bone health in healthy Thai elderly women. *Nutrition*, 27(2), 160-164.
- Cohen, J. (2009). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Science* 1988 (2 ed.). New York: Psychology Press.
- de Oliveira, M. R., da Silva, R. A., Dascal, J. B., and Teixeira, D. C. (2014). Effect of different types of exercise on postural balance in elderly women: a randomized controlled trial. *Arch Gerontol Geriatr*, 59(3), 506-514.
- Engels, H. J., Drouin, J., Zhu, W., and Kazmierski, J. F. (1998). Effects of low-impact, moderate-intensity exercise training with and without wrist weights on functional capacities and mood states in older adults. *Gerontology*, 44(4), 239-244.
- Garnero, P., Borel, O., and Delmas, P. D. (2001). Evaluation of a fully automated serum assay for C-terminal cross-linking telopeptide of type I collagen in osteoporosis. *Clin Chem*, 47(4), 694-702.

- Garnero, P., Sornay-Rendu, E., Claustrat, B., and Delmas, P. D. (2000). Biochemical markers of bone turnover, endogenous hormones and the risk of fractures in postmenopausal women: the OFELY study. *J Bone Miner Res*, 15(8), 1526-1536.
- Garnero, P., Sornay-Rendu, E., Duboeuf, F., and Delmas, P. D. (1999). Markers of bone turnover predict postmenopausal forearm bone loss over 4 years: the OFELY study. *J Bone Miner Res*, 14(9), 1614-1621.
- Grados, F., Brazier, M., Kamel, S., Mathieu, M., Hurtebize, N., Maamer, M., Garabedian, M., Sebert, J. L., and Fardellone, P. (2003). Prediction of bone mass density variation by bone remodeling markers in postmenopausal women with vitamin D insufficiency treated with calcium and vitamin D supplementation. *J Clin Endocrinol Metab*, 88(11), 5175-5179.
- Greendale, G. A., Salem, G. J., Young, J. T., Damesyn, M., Marion, M., Wang, M. Y., and Reuben, D. B. (2000). A randomized trial of weighted vest use in ambulatory older adults: strength, performance, and quality of life outcomes. *J Am Geriatr Soc*, 48(3), 305-311.
- Grieger, J. A. and Nowson, C. A. (2009). Use of calcium, folate, and vitamin D(3)-fortified milk for 6 months improves nutritional status but not bone mass or turnover, in a group of Australian aged care residents. *J Nutr Elder*, 28(3), 236-254.
- Guilliams, T. G. (2009). Osteoporosis: protecting and strengthening bones naturally. Retrieved 27 July, 2009, from http://www.clarysageorganics.com/article_osteoporosis.html
- Hatori, M., Hasegawa, A., Adachi, H., Shinozaki, A., Hayashi, R., Okano, H., Mizunuma, H., and Murata, K. (1993). The effects of walking at the anaerobic threshold level on vertebral bone loss in postmenopausal women. *Calcif Tissue Int*, 52(6), 411-414.
- Holick, M. F. (2010). *Vitamin D Physiology, Molecular Biology and Clinical Applications* (2 ed.). New York: Humana Press.
- Holick, M. F., Biancuzzo, R. M., Chen, T. C., Klein, E. K., Young, A., Bibuld, D., Reitz, R., Salameh, W., Ameri, A., and Tannenbaum, A. D. (2008). Vitamin D₂ is as effective as vitamin D₃ in maintaining circulating concentrations of 25-hydroxyvitamin D. *J Clin Endocrinol Metab*, 93(3), 677-681.

- Hopkins, D. R., Murrah, B., Hoeger, W. W., and Rhodes, R. C. (1990). Effect of low-impact aerobic dance on the functional fitness of elderly women. *Gerontologist*, 30(2), 189-192.
- Howley, E.T. and Thompson, D.L. (2012). *Fitness professional's handbook* (6 ed.). United States of America: Human Kinetics.
- Institute of Medicine. (2011). Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. Retrieved 2 January, 2013, from <http://www.iom.edu/~media/Files/Report%20Files/2010/Dietary-Reference-Intakes-for-Calcium-and-Vitamin-D/Vitamin%20D%20and%20Calcium%202010%20Report%20Brief.pdf>
- Iolascon, G., Resmini, G., and Tarantino, U. (2013). Mechanobiology of bone. *Aging Clin Exp Res*, 25 Suppl 1, S3-7.
- Jeon, E. Y., Kim, S. Y., and Yoo, H. S. (2009). Effects of music therapy and rhythmic exercise on quality of life, blood pressure and upper extremity muscle strength in institution-dwelling elderly women. *J Korean Acad Nurs*, 39(6), 829-839.
- Kantamara, K. (2010). *Mae Mai Muay Thai the art of self-defense*. Bangkok: Chulalongkorn Press.
- Klentrou, P., Slack, J., Roy, B., and Ladouceur, M. (2007). Effects of exercise training with weighted vests on bone turnover and isokinetic strength in postmenopausal women. *J Aging Phys Act*, 15(3), 287-299.
- Kohrt, W. M., Ehsani, A. A., and Birge, S. J., Jr. (1997). Effects of exercise involving predominantly either joint-reaction or ground-reaction forces on bone mineral density in older women. *J Bone Miner Res*, 12(8), 1253-1261.
- Kruavit, A., Chailurkit, L., Thakkinian, A., Sriphrapadang, C., and Rajatanavin, R. (2012). Prevalence of vitamin D insufficiency and low bone mineral density in elderly Thai nursing home residents. *BMC Geriatrics*, 12(49).
- Kruger, M. C., Booth, C. L., Coad, J., Schollum, L. M., Kuhn-Sherlock, B., and Shearer, M. J. (2006). Effect of calcium fortified milk supplementation with or without vitamin K on biochemical markers of bone turnover in premenopausal women. *Nutrition*, 22(11-12), 1120-1128.

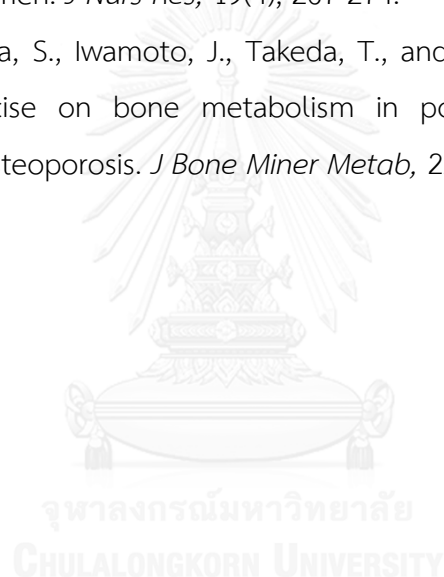
- Kruger, M. C., Schollum, L. M., Kuhn-Sherlock, B., Hestiantoro, A., Wijanto, P., Li-Yu, J., Agdeppa, I., Todd, J. M., and Eastell, R. (2010). The effect of a fortified milk drink on vitamin D status and bone turnover in post-menopausal women from South East Asia. *Bone*, 46(3), 759-767.
- Kukuljan, S., Nowson, C. A., Sanders, K. M., Nicholson, G. C., Seibel, M. J., Salmon, J., and Daly, R. M. (2011). Independent and combined effects of calcium-vitamin D3 and exercise on bone structure and strength in older men: an 18-month factorial design randomized controlled trial. *J Clin Endocrinol Metab*, 96(4), 955-963.
- Lappe, J. M. (1994). Bone fragility: assessment of risk and strategies for prevention. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs*, 23(3), 260-268.
- Lee, J. S., Kim, C. G., Seo, T. B., Kim, H. G., and Yoon, S. J. (2015). Effects of 8-week combined training on body composition, isokinetic strength, and cardiovascular disease risk factors in older women. *Aging Clin Exp Res*, 27(2), 179-186.
- Marques, E. A., Mota, J., Viana, J. L., Tuna, D., Figueiredo, P., Guimaraes, J. T., and Carvalho, J. (2013). Response of bone mineral density, inflammatory cytokines, and biochemical bone markers to a 32-week combined loading exercise programme in older men and women. *Arch Gerontol Geriatr*, 57(2), 226-233.
- Marques, E. A., Wanderley, F., Machado, L., Sousa, F., Viana, J. L., Moreira-Goncalves, D., Moreira, P., Mota, J., and Carvalho, J. (2011). Effects of resistance and aerobic exercise on physical function, bone mineral density, OPG and RANKL in older women. *Exp Gerontol*, 46(7), 524-532.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., and Katch, V. L. (2000). *Essentials of exercise physiology* (2 ed.). Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
- Micozzi, M. S. and Maryland, B. (2008). Confronting the Worldwide Epidemic of Vitamin D Deficiency. Retrieved 9 December, 2012, from [http://www.douglaslabs.com/pdf/nutrineews/Vitamin%20D%20Deficiency%20N%20\(10-08\).pdf](http://www.douglaslabs.com/pdf/nutrineews/Vitamin%20D%20Deficiency%20N%20(10-08).pdf)
- Milliken, L. A., Going, S. B., Houtkooper, L. B., Flint-Wagner, H. G., Figueroa, A., Metcalfe, L. L., Blew, R. M., Sharp, S. C., and Lohman, T. G. (2003). Effects of exercise training on bone remodeling, insulin-like growth factors, and bone mineral

- density in postmenopausal women with and without hormone replacement therapy. *Calcif Tissue Int*, 72(4), 478-484.
- Namboolu, C., Kritpet, T., and Bunyaratavej, N. (2013). Effects of outdoor mini-trampoline aerobic dance training on bone resorption and vitamin D in working women. *International Journal of Asian Society for Physical Education, Sport and Dance*, 11(2), 11-16.
- Nordin, M. and Frankel, V. H. (2001). *Basic biomechanics of the musculoskeletal system* (3 ed.). Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
- Okura, T., Nakata, Y., and Tanaka, K. (2003). Effects of exercise intensity on physical fitness and risk factors for coronary heart disease. *Obes Res*, 11(9), 1131-1139.
- Park, H., Kim, K. J., Komatsu, T., Park, S. K., and Mutoh, Y. (2008). Effect of combined exercise training on bone, body balance, and gait ability: a randomized controlled study in community-dwelling elderly women. *J Bone Miner Metab*, 26(3), 254-259.
- Penzer, F., Duchateau, J., and Baudry, S. (2015). Effects of short-term training combining strength and balance exercises on maximal strength and upright standing steadiness in elderly adults. *Exp Gerontol*, 61, 38-46.
- Pereira, A., Izquierdo, M., Silva, A. J., Costa, A. M., Bastos, E., Gonzalez-Badillo, J. J., and Marques, M. C. (2012). Effects of high-speed power training on functional capacity and muscle performance in older women. *Exp Gerontol*, 47(3), 250-255.
- Phoosuwan, M., Kritpet, T., and Yuktanandana, P. (2009). The effects of weight bearing yoga training on the bone resorption markers of the postmenopausal women. *J Med Assoc Thai*, 92 Suppl5, S102-108.
- Plianbangchang, S. (2012). Good health adds life to years for world population. Retrieved 9 December, 2012, from http://www.searo.who.int/linkfiles/whd-12_indo.pdf
- Plowman, S. A. and Smith, D. L. (2014). *Exercise physiology for health, fitness, and performance* (4 ed.). China: Lippincott Williams & Wilkins.
- Radaelli, R., Botton, C. E., Wilhelm, E. N., Bottaro, M., Lacerda, F., Gaya, A., Moraes, K., Peruzzolo, A., Brown, L. E., and Pinto, R. S. (2013). Low-and high-volume

- strength training induces similar neuromuscular improvements in muscle quality in elderly women. *Exp Gerontol*, 48(8), 710-716.
- Ramirez-Campillo, R., Castillo, A., de la Fuente, C. I., Campos-Jara, C., Andrade, D. C., Alvarez, C., Martinez, C., Castro-Sepulveda, M., Pereira, A., Marques, M. C., and Izquierdo, M. (2014). High-speed resistance training is more effective than low-speed resistance training to increase functional capacity and muscle performance in older women. *Exp Gerontol*, 58, 51-57.
- Ricard, M. D. and Veatch, S. (1990). Comparison of impact forces in high and low impact aerobic dance movements. *International Journal of Sport Biomechanics*, 6(1), 67-77.
- Robling, A. G., Castillo, A. B., and Turner, C. H. (2006). Biomechanical and molecular regulation of bone remodeling. *Annu. Rev. Biomed. Eng.*, 8, 455-498.
- Rose, J. and Gamble, J. G. (1994). *Human walking* (2 ed.). Baltimore: Williams and Wilkins.
- Rousanoglou, E. N. and Boudolos, K. D. (2005). Ground reaction forces and heart rate profile of aerobic dance instructors during a low and high impact exercise programme. *J Sports Med Phys Fitness*, 45(2), 162-170.
- Sato, Y., Iwamoto, J., Kanoko, T., and Satoh, K. (2005). Low-dose vitamin D prevents muscular atrophy and reduces falls and hip fractures in women after stroke: a randomized controlled trial. *Cerebrovasc Dis*, 20(3), 187-192.
- Shen, C. L., Chyu, M. C., Yeh, J. K., Zhang, Y., Pence, B. C., Felton, C. K., Brismee, J. M., Arjmandi, B. H., Doctolero, S., and Wang, J. S. (2012). Effect of green tea and Tai Chi on bone health in postmenopausal osteopenic women: a 6-month randomized placebo-controlled trial. *Osteoporos Int*, 23(5), 1541-1552.
- Shen, C. L., Williams, J. S., Chyu, M. C., Paige, R. L., Stephens, A. L., Chauncey, K. B., Prabhu, F. R., Ferris, L. T., and Yeh, J. K. (2007). Comparison of the effects of Tai Chi and resistance training on bone metabolism in the elderly: a feasibility study. *Am J Chin Med*, 35(3), 369-381.
- Shigematsu, R., Chang, M., Yabushita, N., Sakai, T., Nakagaichi, M., Nho, H., and Tanaka, K. (2002). Dance-based aerobic exercise may improve indices of falling risk in older women. *Age Ageing*, 31(4), 261-266.

- Signorile, J. F. (2011). *Bending the aging curve: the complete exercise guide for older adults*. Illinois: Human Kinetics.
- Snow, C. M., Shaw, J. M., Winters, K. M., and Witzke, K. A. (2000). Long-term exercise using weighted vests prevents hip bone loss in postmenopausal women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 55(9), M489-491.
- Songpatanasilp, T., Chailurkit, L. O., Nichachotsalid, A., and Chantarasorn, M. (2009). Combination of alfacalcidol with calcium can improve quadriceps muscle strength in elderly ambulatory Thai women who have hypovitaminosis D: a randomized controlled trial. *J Med Assoc Thai*, 92 Suppl5, S30-41.
- Soontrapa, S., Soontrapa, S., and Chailurkit, L. O. (2009). Hypovitaminosis D in Thailand. *J Med Assoc Thai*, 92 Suppl 5, S26-29.
- Swain, D. P. and Leutholtz, B. C. (2007). *Exercise prescription: A case study approach to the ACSM Guidelines* (2 ed.). Illinois: Human Kinetics.
- Tan, S., Li, W., and Wang, J. (2012). Effects of six months of combined aerobic and resistance training for elderly patients with a long history of type 2 diabetes. *J Sports Sci Med*, 11(3), 495-501.
- Tang, B. M., Eslick, G. D., Nowson, C., Smith, C., and Bensoussan, A. (2007). Use of calcium or calcium in combination with vitamin D supplementation to prevent fractures and bone loss in people aged 50 years and older: a meta-analysis. *Lancet*, 370(9588), 657-666.
- Tantiwiboonchai, N., Kritpet, T., and Yuktanandana, P. (2011). A comparison between the effects of the walking exercise with and without weighted vests on bone resorption and health-related physical fitness in the working women. *J Med Assoc Thai*, 94 Suppl 5, S24-30.
- Turner, C. H. and Robling, A. G. (2005). Mechanisms by which exercise improves bone strength. *J Bone Miner Metab*, 23 Suppl, 16-22.
- Uusi-Rasi, K., Kannus, P., Cheng, S., Sievanen, H., Pasanen, M., Heinonen, A., Nenonen, A., Halleen, J., Fuerst, T., Genant, H., and Vuori, I. (2003). Effect of alendronate and exercise on bone and physical performance of postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Bone*, 33(1), 132-143.

- WHO, World Health Organization. (1999). Osteoporosis: Both health organizations and individuals must act now to avoid an impending epidemic. Retrieved 9 December, 2012, from <http://www.who.int/inf-pr-1999/en/pr99-58.html>
- WHO, World Health Organization. (2012). Interesting facts about ageing. Retrieved 9 December, 2012, from <http://www.who.int/ageing/about/facts/en/index.html>
- Williamson, P. (2011). *Exercise for special populations* (1 ed.). Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
- Wu, H. Y., Tsao, T. H., Hsu, C. H., Tu, J. H., and Yang, C. B. (2011). The effects of low-impact dance on knee torque and lower extremity mobility in middle-aged and older women. *J Nurs Res*, 19(4), 267-274.
- Yamazaki, S., Ichimura, S., Iwamoto, J., Takeda, T., and Toyama, Y. (2004). Effect of walking exercise on bone metabolism in postmenopausal women with osteopenia/osteoporosis. *J Bone Miner Metab*, 22(5), 500-508.





ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก
ใบรับรองโครงการวิจัย

AF 02-12



The Ethics Review Committee for Research Involving Human Research Subjects,
Health Science Group, Chulalongkorn University
Institute Building 2, 4 Floor, Soi Chulalongkorn 62, Phyat hai Rd., Bangkok 10330, Thailand,
Tel: 0-2218-8147 Fax: 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

COA No. 084/2014

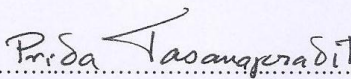

Certificate of Approval

Study Title No.051.1/57 : EFFECTS OF MUAY THAI AEROBIC DANCE WITH VITAMIN D AND CALCIUM SUPPLEMENT ON BIOCHEMICAL BONE MARKERS, HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS AND BODY BALANCE OF THE ELDERLY WOMEN IN THAI NURSING HOME RESIDENTS

Principal Investigator : MS. NISAKORN TANTIWIWONCHAI

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

The Ethics Review Committee for Research Involving Human Research Subjects, Health Science Group, Chulalongkorn University, Thailand, has approved constituted in accordance with the International Conference on Harmonization – Good Clinical Practice (ICH-GCP) and/or Code of Conduct in Animal Use of NRCT version 2000.

Signature:  Signature: 
(Associate Professor Prida Tasanapradit, M.D.) (Assistant Professor Dr. Nuntaree Chaichanawongsaroj)
Chairman Secretary

Date of Approval : 9 June 2014

Approval Expire date : 8 June 2015

The approval documents including

- 1) Research proposal
 - 2) Patient/Participant Information Sheet and Informed Consent Form
 - 3) Researcher
 - 4) Questionnaire
- Protocol No. 051.1/57
Date of Approval - 9 JUN 2014
Approval Expire Date - 8 JUN 2015

The approved investigator must comply with the following conditions:

1. The research/project activities must end on the approval expired date of the Ethics Review Committee for Research Involving Human Research Subjects, Health Science Group, Chulalongkorn University (ECCU). In case the research/project is unable to complete within that date, the project extension can be applied one month prior to the ECCU approval expired date.
2. Strictly conduct the research/project activities as written in the proposal.
3. Using only the documents that bearing the ECCU's seal of approval with the subjects/volunteers (including subject information sheet, consent form, invitation letter for project/research participation (if available)).
4. Report to the ECCU for any serious adverse events within 5 working days
5. Report to the ECCU for any change of the research/project activities prior to conduct the activities.
6. Final report (AF 03-12) and abstract is required for a one year (or less) research/project and report within 30 days after the completion of the research/project. For thesis, abstract is required and report within 30 days after the completion of the research/project.
7. Annual progress report is needed for a two- year (or more) research/project and submit the progress report before the expire date of certificate. After the completion of the research/project processes as No. 6.

ภาคผนวก ข

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากร หรือผู้มีส่วนร่วมในโครงการวิจัย

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

(กลุ่ม MADC)

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียมต่อสาร

ชีวเคมีของกระดูก, สุขสมรรถนะ และการทรงตัวของหญิงสูงอายุในสถานสงเคราะห์

คนชรา

EFFECTS OF MUAY THAI AEROBIC DANCE WITH VITAMIN D

AND CALCIUM SUPPLEMENT ON BIOCHEMICAL BONE

MARKERS, HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS AND BODY

BALANCE OF THE ELDERLY WOMEN IN THAI NURSING HOME

RESIDENTS

ชื่อผู้วิจัย นิสากร ดันดิวิบูลย์ ตำแหน่ง นิสิตระดับคุณวุฒิบัณฑิต แขนงวิชาวิทยาการส่งเสริมสุขภาพ

สถานที่ติดต่อผู้วิจัย (ที่ทำงาน) คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ที่บ้าน) 87 ถนนราษฎร์บำรุง อำเภอดงเค็งใหญ่ จังหวัดพังงา 83110

โทรศัพท์ (ที่ทำงาน) - โทรศัพท์ (ที่บ้าน) 076-425140

โทรศัพท์มือถือ 086-6272552 E-mail : minima_am@hotmail.com



เลขที่โครงการวิจัย..... 051.1/57

เลขที่ลงทะเบียน ผู้วิจัยรับรอง..... - 9 ล.ย. 2557

วันหมดอายุ..... - 8 ล.ย. 2558

เรียนผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกท่าน

ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัยก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม่ชัดเจน ได้ตลอดเวลา

โครงการนี้เกี่ยวข้องกับ การวิจัยผลของการฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียมต่อสารชีวเคมีของกระดูก, สุขสมรรถนะ และการทรงตัวของหญิงสูงอายุ อายุระหว่าง 60-75 ปี ที่อาศัยอยู่ในสถานสงเคราะห์คนชรา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลการของการฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียมต่อสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในหญิงสูงอายุ และเพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมเพียงอย่างเดียวต่อสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในหญิงสูงอายุ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษารูปแบบการออกกำลังกายร่วมกับการรับประทานวิตามินดีและแคลเซียมเสริม เพื่อนำมาใช้เป็นทางเลือกสำหรับหญิงสูงอายุ มีรายละเอียดของวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. รายละเอียดของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเป็นผู้สูงอายุเพศหญิงที่อาศัยอยู่ในสถานสงเคราะห์คนชราในเขต
กรุงเทพ และปริมณฑล อายุระหว่าง 60-75 ปี

โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้ดำเนินการขออนุญาตจากสถานสงเคราะห์คนชรา เพื่อทำการรับสมัคร
อาสาสมัครที่ต้องการจะเข้าร่วมในการวิจัย และทำการคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ณ สถาน
สงเคราะห์คนชราที่อาสาสมัครอาศัยอยู่ (สำหรับกรณีที่อาสาสมัครไม่ผ่านการคัดกรองผู้วิจัยผู้วิจัยจะให้
คำแนะนำในการดูแลสุขภาพ และของที่ระลึกเพื่อชดเชยการเสียเวลา อาทิเช่น ถุงผ้า หรือ ผ้าเช็ดหน้า เป็น
ต้น) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย โดยการตอบแบบประเมินแบบคัดกรองอาสาสมัคร
และแบบสอบถามประวัติสุขภาพ ใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที

เกณฑ์การคัดเข้าของกลุ่มตัวอย่าง

- ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยครั้งนี้เป็นเพศหญิง อาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัย มีอายุระหว่าง 60-75 ปี
- มีสุขภาพแข็งแรง ไม่เป็นอุปสรรคในการออกกำลังกาย และผ่านการประเมินแบบคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
- ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่ได้ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอหรือไม่เกิน 2 ครั้งต่อสัปดาห์
- ไม่ดื่ม ชา หรือกาแฟดำ มากกว่า 2 แก้วต่อวัน
- ไม่ดื่มสุรา สูบบุหรี่ และรับประทานยาหรือฮอร์โมนที่มีผลต่อกระดูกมาก่อนเข้าร่วมการศึกษาอย่างน้อย 1 ปี
- ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่มีประวัติเป็นโรคตับ โรคไต

เกณฑ์การคัดออกของกลุ่มตัวอย่าง

- ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดของการวิจัย
- ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ไม่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัยอีกต่อไป
- ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่อยู่ในกลุ่มออกกำลังกายขาดการออกกำลังกายติดต่อกันมากกว่า 2 สัปดาห์ ขณะทำการทดลอง
- ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเกิดเหตุสุดวิสัยไม่สามารถเข้าร่วมทำการวิจัยต่อไปได้ เช่น เกิดอุบัติเหตุในช่วงทำการทดลองจนไม่สามารถเข้าร่วมการทดลองต่อไป

1.2 สำหรับผู้ที่มีคุณสมบัติไม่ครบถ้วนตามเกณฑ์การคัดกรอง แต่มีความเสี่ยงเกี่ยวกับปัญหาสุขภาพ ผู้วิจัยจะให้คำแนะนำในการดูแลสุขภาพ หรือหากมีความประสงค์ต้องการข้อมูลในการดูแลรักษาโรคกระดูกพรุน ผู้วิจัยจะทำการขอคำแนะนำจาก รongศาสตราจารย์ นพ.พงศ์ศักดิ์ ยุคตะนันท์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม สำหรับการให้คำแนะนำเบื้องต้น

1.3 เมื่อได้ผู้เข้าร่วมในการวิจัยครบ 60 คน ผู้วิจัยจะเป็นผู้กำหนดกลุ่มทดลอง โดยจะแบ่งกลุ่มตามสถานสงเคราะห์คนชราที่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยอาศัยอยู่ เพื่อให้สะดวกแก่การเดินทางและการทำกิจกรรม โดยทำการแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้



เลขที่โครงการวิจัย..... 051-1/57

วันที่รับรอง..... - 9 ส.ย. 2557

วันหมดอายุ..... - 8 ส.ย. 2558

- กลุ่มที่ 1 ฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการรับประทานวิตามินดีและแคลเซียมเสริม (MADC) (จำนวน 30 คน)
 - กลุ่มที่ 2 รับประทานวิตามินดีและแคลเซียมเสริมอย่างเดี่ยว (DC) (จำนวน 30 คน)
2. การเก็บรวบรวมข้อมูลทำการทดสอบ 2 ครั้ง ประกอบด้วย การทดสอบก่อนการทดลอง และ หลังการทดลอง 16 สัปดาห์ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา

- 2.1.1 อายุ (ปี)
- 2.1.2 ส่วนสูง (เซนติเมตร)
- 2.1.3 น้ำหนัก (กิโลกรัม)
- 2.1.4 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)
- 2.1.5 ความดันโลหิตขณะพัก (มิลลิเมตรปรอท)
- 2.1.6 ความหนาแน่นของกระดูกบริเวณสันเท้า



โครงการวิจัย..... 051.1/57
วันที่รับรอง..... - 9 ส.ย. 2557
วันหมดอายุ..... - 8 ส.ย. 2558

2.2 ข้อมูลด้านสุขสมรรถนะ

- 2.2.1 องค์ประกอบของร่างกาย
- 2.2.2 ความอ่อนตัว
 - ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และส่วนหัวไหล่ (เซนติเมตร)
 - ความอ่อนตัวของข้อต่อไหล่ และสะโพก (องศา)
- 2.2.3 ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อขา (ลุก-นั่งเก้าอี้ 30 วินาที) (ครั้ง/นาที)
- 2.2.4 ความแข็งแรงและความอดทนของกลุ่มกล้ามเนื้อแขน (ครั้ง/นาที)
- 2.2.5 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนมัดแรงบีบมือ
- 2.2.6 สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (ทดสอบเดิน 6 นาที) (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)

2.3 ความสามารถในการทรงตัว

- 2.3.1 ยืนขาเดียว
- 2.3.2 ลูกยืนและเดิน 8 ฟุต

2.4 ข้อมูลสภาวะกระดูก และวิตามินดี ทำการเจาะเลือดในช่วงเช้า 8.00-9.00 น. ที่สถานสงเคราะห์คนชราที่มีส่วนร่วมในการวิจัยอาศัยอยู่ โดยเก็บตัวอย่างเลือดปริมาณ 3 ซ้อนชา (หลังการเจาะเลือดผู้เข้าร่วมในการวิจัยจะได้รับอาหารบำรุง) ทำการเจาะเลือดโดยพยาบาลวิชาชีพหรือเจ้าหน้าที่เทคนิคการแพทย์ และผู้วิจัยนำเลือดไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ มีรายละเอียดดังนี้

- 2.4.1 สารชีวเคมีของกระดูก
 - 1) ค่าการสร้างของกระดูก (PINP)
 - 2) ค่าการสลายของกระดูก (β -crossLaps)
 - 3) ค่าโบนเทริน โอเวอร์ของกระดูก (N-MID osteocalcin)

- 2.4.2 ข้อมูลเกี่ยวกับระดับวิตามินดี ทำการทดสอบระดับของแคลซีไดโอด (25(OH)D)
- 2.4.3 ข้อมูลเกี่ยวกับระดับฮอร์โมนพาราไทรอยด์ (PTH)
- 2.4.4 ข้อมูลเกี่ยวกับระดับแคลเซียมในเลือด (Ca)
- 2.4.5 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาวะการทำงานของตับ (ALP)
- 2.4.6 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาวะการทำงานของไต (Cr)

3. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกคนจะได้รับแบบบันทึกข้อมูลการรับประทานอาหารเช้าแบบบันทึกรายการอาหารที่รับประทานนอกเหนือจากการจัดเตรียมให้จากสถานสงเคราะห์คนชรา โดยทำการบันทึกข้อมูลสัปดาห์ละ 3 วัน เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์

4. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกคนจะได้รับประทานวิตามินดี และแคลเซียมเสริม โดยผู้วิจัยได้กำหนดขนาดดังนี้

- 4.1 วิตามิน D₂ (Ergocalciferol) ขนาด 20,000 IU โดยกำหนดให้รับประทาน 1 เม็ดต่อสัปดาห์ (20,000 IU/week) รับประทานวันเดียวกันในทุกๆ สัปดาห์หลังอาหารเช้า
- 4.2 แคลเซียม (Calcium carbonate) ขนาด 1,000 มิลลิกรัม โดยกำหนดให้รับประทานทุกวัน (1,000 mg/day) หลังอาหารเช้า

5. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย กลุ่มที่ 1 MADC จะได้รับการออกกำลังกายในรูปแบบของการเดินมวยไทยแอโรบิก รวมทั้งหมด 40 นาที 3 วัน/สัปดาห์ จำนวน 16 สัปดาห์นับตั้งแต่วันที่

- 5.1 การอบอุ่นร่างกาย และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที
- 5.2 การเดินมวยไทยแอโรบิก 20 นาที
- 5.3 พ่อนคลายร่างกายและยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 10 นาที

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะทำการออกกำลังกายในช่วงเช้า ที่สถานสงเคราะห์คนชราที่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยอาศัยอยู่ (ศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุบ้านบางแค 1 และสถานสงเคราะห์คนชราบ้านบางแค 2) โดยผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุมและดูแลการออกกำลังกายด้วยตนเอง

6. ความเสี่ยงของกลุ่มประชากร หรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่อาจได้รับจากการเข้าร่วมการวิจัยมีดังนี้

ความเสี่ยงจากการเจาะเลือด การเจาะเลือดที่เส้นเลือดดำที่แขนมักจะทำให้เจ็บขณะแทงเข็ม และอาจเป็นรอยเขียวช้ำได้ อาการดังกล่าวจะดีขึ้นเมื่อได้รับการประคบเย็น ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่เข้าร่วมการวิจัยบางคนอาจมีอาการวิงเวียนศีรษะ มึนงงหรืออาจเป็นลมได้ เนื่องจากมีความวิตกกังวลขณะทำการเจาะเลือด หากมีอาการดังกล่าว ผู้วิจัยจะให้นั่งพักพ่อนคลายเพื่อลดความตึงเครียดและสังเกตอาการ หากอาการไม่ดีขึ้นจะทำการส่งต่อไปยังหน่วยพยาบาลของสถานสงเคราะห์คนชราเพื่อทำการปฐมพยาบาลต่อไป ทั้งนี้ผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ผลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้เท่านั้น

อนึ่ง ปริมาณเลือดที่เจาะออกมาของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่เข้าร่วมการวิจัยจะทำการศึกษาเฉพาะงานวิจัยนี้เท่านั้น และจะทำลายทิ้งโดยผู้เชี่ยวชาญทางคลินิกเลือด หากผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่เข้าร่วมการวิจัยต้องการทราบผลตรวจเลือดอื่นๆ ที่นอกเหนือจากการวิจัยนี้ กรุณาแจ้งความจำนงค์ต่อผู้วิจัย พร้อมทั้งต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการตรวจวิเคราะห์ผลนั้นๆเอง ในกรณีที่ผลเลือดผิดปกติจะมีการแนะนำให้พบแพทย์เพื่อดำเนินการวินิจฉัยต่อไป

ความเสี่ยงจากการออกกำลังกายโดยการเดินมวยไทยแอโรบิก ในขณะที่ทำการเดินมวยไทยแอโรบิก ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยอาจมีอาการปวดเมื่อยตามร่างกาย แต่อาการดังกล่าวจะหายไปในเวลาอันสั้น ทั้งนี้ก่อนและหลังการออกกำลังกายทุกครั้งจะมีการอบอุ่นร่างกายและผ่อนคลายร่างกายเพื่อป้องกันการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้น

หากกลุ่มตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ได้รับบาดเจ็บเนื่องจากการศึกษาทดลอง ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ต้องแจ้งให้ผู้วิจัยทราบ โดยทันที ซึ่งจะได้รับความช่วยเหลือเบื้องต้น โดยการให้หยุดพัก เพื่อสังเกตอาการ หรือปฐมพยาบาลเบื้องต้น และหากอาการไม่ดีขึ้นจะนำส่งโรงพยาบาล โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้ดูแลรับผิดชอบให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ได้รับการดูแลรักษาอย่างเหมาะสม

ความเสี่ยงจากการรับประทานวิตามินดีและแคลเซียมเสริม ขนาดของการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมในการวิจัยเรื่องนี้อยู่ในเกณฑ์ที่มีความปลอดภัย ทั้งนี้ระดับวิตามินดีในเลือดที่ถือว่าอยู่ในเกณฑ์เป็นพิษคือ มากกว่า 100 ng/ml (Holick, 2010) ซึ่งก่อนทำการทดลองผู้วิจัยจะทำการทดสอบระดับวิตามินดีในเลือดก่อน และผู้วิจัยได้ทำการประเมินสภาพการทำงานของตับ (ALP) และไต (Cr) เบื้องต้น แต่สำหรับกรณีที่มีผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยมีภาวะความผิดปกติของร่างกายหลังจากรับประทานวิตามินดี และแคลเซียม เช่น คลื่นไส้ วิงเวียนศีรษะ กล้ามเนื้ออ่อนแรง ปัสสาวะมากกว่าปกติ หรือมีอาการท้องผูก ผู้วิจัยจะให้ทำการหยุดรับประทานวิตามินดีและแคลเซียม และนำข้อมูลดังกล่าวไปปรึกษาขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม (รองศาสตราจารย์ ดร.นพ.พงศ์ศักดิ์ ยุคตะนันท์) เพื่อพิจารณาว่าสามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อไปได้หรือไม่



ชื่อที่โครงการวิจัย..... 051.1/57
- 9 ส.ย. 2557
ชื่อที่รับรอง.....
- 8 ส.ย. 2558
วันหมดอายุ.....

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

ทำให้ทราบถึงผลของการเดินมวยไทยแอโรบิก ร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมต่อการเปลี่ยนแปลงของสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในผู้สูงอายุ และทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของการรับประทานวิตามินดี และแคลเซียมเสริมในผู้สูงอายุ นอกจากนั้นแล้วผลที่ได้จากการศึกษาเป็นองค์ความรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการออกกำลังกายในหญิงสูงอายุเพื่อบรรเทาอาการ และชะลอการสูญเสียความหนาแน่นของกระดูก เพื่อลดอุบัติการณ์ของภาวะกระดูกหักที่เกิดจากโรคกระดูกพรุน รวมทั้งเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุเพื่อชะลอการเกิดโรคกระดูกพรุน และเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการทรงตัวเพื่อป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุ

การเข้าร่วมในการวิจัยของท่านเป็น **โดยสมัครใจ** และสามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผลและไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ

หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัย ได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็วเพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่านจะเก็บเป็นความลับ หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

ประโยชน์ของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่เข้าร่วมการวิจัย

ผู้เข้าร่วมจะได้รับ การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของกระดูก โดยการตรวจวัดการสร้าง การสลาย และการเทิร์นโอเวอร์ของกระดูก ระดับวิตามินดี โซรโมโนพาราไทรอยด์ และแคลเซียม ในเลือด รวมทั้ง การตรวจสถานะการทำงานของขงตับและไต ว่าอยู่ในภาวะปกติตามวัยหรือไม่ และได้รับการฝึกการ ออกกำลังกายและข้อมูลในการออกกำลังกายที่ถูกต้องจากการเข้าร่วมโครงการ

ภายหลังการเข้าร่วมโครงการ ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่สามารถเข้าร่วมโครงการได้ครบ (เข้าร่วม ทำกิจกรรมได้มากกว่า 80% หรือมากกว่า 39 ครั้ง และทำการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง) จะได้รับ ค่าชดเชยการเสียเวลา 700 บาท และของที่ระลึกเป็นเสื้อยืดคอกลม 1 ตัว ในกรณีที่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ไม่สามารถเข้าร่วมโครงการได้ครบตามกำหนด ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยจะได้รับของที่ระลึกเป็นเสื้อยืดคอ กลม 1 ตัว เท่านั้น

หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอย จุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ โทรศัพท 0-2218-8147 หรือ 0-2218-8141 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th



เลขที่โครงการวิจัย..... 051.1/57
- 9 ส.ย. 2557
วันที่รับรอง.....
- 8 ส.ย. 2558
วันหมดอายุ.....

ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

(กลุ่ม DC)

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียมต่อสารชีวเคมีของกระดูก, สุขสมรรถนะ และการทรงตัวของหญิงสูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา
EFFECTS OF MUAY THAI AEROBIC DANCE WITH VITAMIN D AND CALCIUM SUPPLEMENT ON BIOCHEMICAL BONE MARKERS, HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS AND BODY BALANCE OF THE ELDERLY WOMEN IN THAI NURSING HOME RESIDENTS

ชื่อผู้วิจัย นิสากกร ต้นติวิบูลชัย ตำแหน่ง นิสิตระดับคุษฎีบัณฑิต แขนงวิชาวิทยาการส่งเสริมสุขภาพ
สถานที่ติดต่อผู้วิจัย (ที่ทำงาน) คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
(ที่บ้าน) 87 ถนนราษฎร์บำรุง อำเภอดงตาล จังหวัดมุกดาหาร 49110

โทรศัพท์ (ที่ทำงาน) - **โทรศัพท์** (ที่บ้าน) 076-425140

โทรศัพท์มือถือ 086-6272552 **E-mail** : minima_am@hotmail.com



ที่โครงการวิจัย

051.1/57

ที่รับรอง

- 9. ส.ย. 2557

วันหมดอายุ

- 8. ส.ย. 2558

เรียนผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกท่าน

ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัยก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้ทำเพราะเหตุใด และเกี่ยวข้องกับอะไร กรุณาใช้เวลาในการอ่านข้อมูลต่อไปนี้อย่างละเอียดรอบคอบ และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมหรือข้อมูลที่ไม้ชัดเจนได้ตลอดเวลา

โครงการนี้เกี่ยวข้องกับ การวิจัยผลของการฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียมต่อสารชีวเคมีของกระดูก, สุขสมรรถนะ และการทรงตัวของหญิงสูงอายุ อายุระหว่าง 60-75 ปี ที่อาศัยอยู่ในสถานสงเคราะห์คนชรา

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลการของการฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียมต่อสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในหญิงสูงอายุ และเพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายร่วมกับ การเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมเพียงอย่างเดียวต่อสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในหญิงสูงอายุ

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษารูปแบบการออกกำลังกายร่วมกับการรับประทานวิตามินดีและแคลเซียมเสริม เพื่อนำมาใช้เป็นทางเลือกสำหรับหญิงสูงอายุ มีรายละเอียดของวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. รายละเอียดของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเป็นผู้สูงอายุ เพศหญิงที่อาศัยอยู่ในสถานสงเคราะห์คนชราในเขต กรุงเทพมหานคร และปริมณฑล อายุระหว่าง 60-75 ปี

โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้ดำเนินการขออนุญาตจากสถานสงเคราะห์คนชราเพื่อทำการรับสมัครอาสาสมัครที่ต้องการจะเข้าร่วมในการวิจัย และทำการคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ณ สถานสงเคราะห์คนชราที่อาสาสมัครอาศัยอยู่ (สำหรับกรณีที่อาสาสมัครไม่ผ่านการคัดกรองผู้วิจัยผู้วิจัยจะให้คำแนะนำในการดูแลสุขภาพ และของที่ระลึกเพื่อชดเชยการเสียเวลา อาทิเช่น ถุงผ้า หรือ ผ้าเช็ดหน้า เป็นต้น) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 การคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย โดยการตอบแบบประเมินแบบคัดกรองอาสาสมัคร และแบบสอบถามประวัติสุขภาพ ใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที

เกณฑ์การคัดเข้าของกลุ่มตัวอย่าง

- ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยครั้งนี้เป็นเพศหญิง อาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัย มีอายุระหว่าง 60-75 ปี
- มีสุขภาพแข็งแรง ไม่เป็นอุปสรรคในการออกกำลังกาย และผ่านการประเมินแบบคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
- ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่ได้ออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอหรือไม่เกิน 2 ครั้งต่อสัปดาห์
- ไม่ดื่ม ชา หรือกาแฟดำ มากกว่า 2 แก้วต่อวัน
- ไม่ดื่มสุรา สูบบุหรี่ และรับประทานยาหรือฮอร์โมนที่มีผลต่อกระดูกมาก่อนเข้าร่วมการศึกษาอย่างน้อย 1 ปี
- ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่มีประวัติเป็น โรคตับ โรคไต

เกณฑ์การคัดออกของกลุ่มตัวอย่าง

- ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดของการวิจัย
- ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ไม่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัยอีกต่อไป
- ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่อยู่ในกลุ่มออกกำลังกายขาดการออกกำลังกายติดต่อกันมากกว่า 2 สัปดาห์ ขณะทำการทดลอง
- ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยเกิดเหตุสุดวิสัยไม่สามารถเข้าร่วมทำการวิจัยต่อได้ เช่น เกิดอุบัติเหตุในช่วงทำการทดลองจนไม่สามารถเข้าร่วมการทดลองต่อได้

1.2 สำหรับผู้ที่มีคุณสมบัติไม่ครบถ้วนตามเกณฑ์การคัดกรอง แต่มีความเสี่ยงเกี่ยวกับปัญหาสุขภาพ ผู้วิจัยจะให้คำแนะนำในการดูแลสุขภาพ หรือหากมีความประสงค์ต้องการข้อมูลในการดูแลรักษาโรคกระดูกพรุน ผู้วิจัยจะทำการขอคำแนะนำจาก รองศาสตราจารย์ นพ.พงศ์ศักดิ์ ยุคตะนันท์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม สำหรับการให้คำแนะนำเบื้องต้น

1.3 เมื่อได้ผู้เข้าร่วมในการวิจัยครบ 60 คน ผู้วิจัยจะเป็นผู้กำหนดกลุ่มทดลอง โดยจะแบ่งกลุ่มตามสถานสงเคราะห์คนชราที่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยอาศัยอยู่ เพื่อให้สะดวกแก่การเดินทางและการทำกิจกรรม โดยทำการแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้



- **กลุ่มที่ 1** ผู้ฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการรับประทานวิตามินดีและแคลเซียมเสริม (MADC) (จำนวน 30 คน)
 - **กลุ่มที่ 2** รับประทานวิตามินดีและแคลเซียมเสริมอย่างเดียว (DC) (จำนวน 30 คน)
2. การเก็บรวบรวมข้อมูลทำการทดสอบ 2 ครั้ง ประกอบด้วย การทดสอบก่อนการทดลอง และ หลังการทดลอง 16 สัปดาห์ มีรายละเอียดดังนี้

2.1 ข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา

- 2.1.1 อายุ (ปี)
- 2.1.2 ส่วนสูง (เซนติเมตร)
- 2.1.3 น้ำหนัก (กิโลกรัม)
- 2.1.4 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)
- 2.1.5 ความดันโลหิตขณะพัก (มิลลิเมตรปรอท)
- 2.1.6 ความหนาแน่นของกระดูกบริเวณสันเท้า

2.2 ข้อมูลด้านสุขสมรรถนะ

- 2.2.1 องค์ประกอบของร่างกาย
- 2.2.2 ความอ่อนตัว
 - ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อส่วนล่าง และส่วนหัวไหล่ (เซนติเมตร)
 - ความอ่อนตัวของข้อต่อไหล่ และสะโพก (องศา)
- 2.2.3 ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อขา (ลุก-นั่งเก้าอี้ 30 วินาที) (ครั้ง/นาที)
- 2.2.4 ความแข็งแรงและความอดทนของกลุ่มกล้ามเนื้อแขน (ครั้ง/นาที)
- 2.2.5 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนวัดแรงบีบมือ
- 2.2.6 สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (ทดสอบเดิน 6 นาที) (มิลลิลิตร/กิโลกรัม/นาที)

2.3 ความสามารถในการทรงตัว

- 2.3.1 ยืนขาเดียว
- 2.3.2 ลุกยืนและเดิน 8 ฟุต

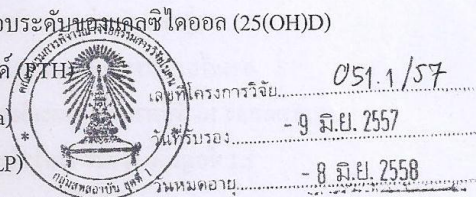


วันที่โครงการวิจัย..... 051.1/57
วันที่รับรอง..... - 9 มิ.ย. 2557
วันหมดอายุ..... - 8 มิ.ย. 2558

2.4 ข้อมูลสภาวะกระดูก และวิตามินดี ทำการเจาะเลือดในช่วงเช้า 8.00-9.00 น. ที่สถานสงเคราะห์คนชราที่มีส่วนร่วมในการวิจัยอาศัยอยู่ โดยเก็บตัวอย่างเลือดปริมาณ 3 ซ้อนชา (หลังการเจาะเลือดผู้เข้าร่วมในการวิจัยจะได้รับอาหารบำรุง) ทำการเจาะเลือดโดยพยาบาลวิชาชีพหรือเจ้าหน้าที่เทคนิคการแพทย์ และผู้วิจัยนำเลือดไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ มีรายละเอียดดังนี้

- 2.4.1 สารชีวเคมีของกระดูก
 - 1) ค่าการสร้างของกระดูก (PINP)
 - 2) ค่าการสลายของกระดูก (β -crossLaps)
 - 3) ค่าไบโอมาร์กเกอร์โอเวอร์ของกระดูก (N-MID osteocalcin)

- 2.4.2 ข้อมูลเกี่ยวกับระดับวิตามินดี ทำการทดสอบระดับวิตามินดี 25(OH)D
- 2.4.3 ข้อมูลเกี่ยวกับระดับฮอร์โมนพาราไทรอยด์ (PTH)
- 2.4.4 ข้อมูลเกี่ยวกับระดับแคลเซียมในเลือด (Ca)
- 2.4.5 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาวะการทำงานของไต (ALP)
- 2.4.6 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาวะการทำงานของไต (Cr)



3. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกคนจะได้รับแบบบันทึกข้อมูลการรับประทานอาหารเพื่อบันทึกรายการอาหารที่รับประทานนอกเหนือจากการจัดเตรียมให้จากสถานสงเคราะห์คนชรา โดยทำการบันทึกข้อมูลสัปดาห์ละ 3 วัน เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์

4. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทุกคนจะได้รับประทานวิตามินดี และแคลเซียมเสริม โดยผู้วิจัยได้กำหนดขนาดดังนี้

- 4.1 วิตามิน D₂ (Ergocalciferol) ขนาด 20,000 IU โดยกำหนดให้รับประทาน 1 เม็ดต่อสัปดาห์ (20,000 IU/week) รับประทานวันเดียวกันในทุกๆ สัปดาห์หลังอาหารมื้อเช้า
- 4.2 แคลเซียม (Calcium carbonate) ขนาด 1,000 มิลลิกรัม โดยกำหนดให้รับประทานทุกวัน (1,000 mg/day) หลังอาหารมื้อเช้า

5. ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่อาศัยอยู่ในสถานสงเคราะห์คนชรา (ศูนย์บริการผู้สูงอายุดินแดง และศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุจังหวัดปทุมธานี) สามารถดำเนินกิจกรรมประจำวันได้ตามปกติ

6. ความเสี่ยงของกลุ่มประชากร หรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่อาจได้รับการเข้าร่วมการวิจัยมีดังนี้

ความเสี่ยงจากการเจาะเลือด การเจาะเลือดที่เส้นเลือดดำที่แขนมักจะทำให้เจ็บขณะแทงเข็ม และอาจเป็นรอยเขียวช้ำได้ อาการดังกล่าวจะดีขึ้นเมื่อได้รับการประคบเย็น ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่เข้าร่วมการวิจัยบางคนอาจมีอาการเวียนศีรษะ มึนงงหรืออาจเป็นลมได้ เนื่องจากมีความวิตกกังวลขณะทำการเจาะเลือด หากมีอาการดังกล่าว ผู้วิจัยจะให้นั่งพักผ่อนคลายเพื่อลดความตึงเครียดและสังเกตอาการ หากอาการไม่ดีขึ้นจะทำการส่งต่อไปยังหน่วยพยาบาลของสถานสงเคราะห์คนชราเพื่อทำการปฐมพยาบาลต่อไป ทั้งนี้ผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ผลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้เท่านั้น

อนึ่ง ปริมาณเลือดที่เจาะออกมาของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่เข้าร่วมการวิจัยจะทำการศึกษาเฉพาะงานวิจัยนี้เท่านั้น และจะทำลายทิ้ง โดยผู้เชี่ยวชาญทางคลินิกเลือด หากผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่เข้าร่วมการวิจัยต้องการทราบผลตรวจเลือดอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากการวิจัยนี้ กรุณาแจ้งความจำนงค์ต่อผู้วิจัย พร้อมทั้งต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการตรวจวิเคราะห์ผลนั้นๆเอง ในกรณีที่ผลเลือดผิดปกติจะมีการแนะนำให้พบแพทย์เพื่อดำเนินการวินิจฉัยต่อไป

ความเสี่ยงจากการรับประทานวิตามินดีและแคลเซียมเสริม ขนาดของการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมในการวิจัยเรื่องนี้อยู่ในเกณฑ์ที่มีความปลอดภัย ทั้งนี้ระดับวิตามินดีในเลือดที่ถือว่าอยู่ในเกณฑ์เป็นพิษคือ มากกว่า 100 ng/ml (Holick, 2010) ซึ่งก่อนทำการทดลองผู้วิจัยจะทำการทดสอบระดับวิตามินดีในเลือดก่อน และผู้วิจัยได้ทำการประเมินสภาพการทำงานของตับ (ALP) และไต (Cr) เบื้องต้น แต่สำหรับกรณีที่มีผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยมีภาวะความผิดปกติของร่างกายหลังจากรับประทานวิตามินดี และแคลเซียม เช่น คลื่นไส้ วิงเวียนศีรษะ กล้ามเนื้ออ่อนแรง ปัสสาวะมากกว่าปกติ หรือมีอาการท้องผูก ผู้วิจัยจะให้ทำการหยุดรับประทานวิตามินดีและแคลเซียม และนำข้อมูลดังกล่าวไปปรึกษาขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม (รองศาสตราจารย์ ดร. นพ. พงศ์ศักดิ์ ยุทธะนันท์) เพื่อพิจารณาว่าสามารถเข้าร่วมการวิจัยต่อไปได้หรือไม่



ที่โครงการวิจัย..... 051.1/57
 วันที่รับรอง..... - 9 ส.ย. 2557
 วันหมดอายุ..... - 8 ส.ย. 2558

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

ทำให้ทราบถึงผลของการเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียมต่อการเปลี่ยนแปลงของสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวในผู้สูงอายุ และทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของการรับประทานวิตามินดี และแคลเซียมเสริมในผู้สูงอายุ นอกจากนี้แล้วผลที่ได้จากการศึกษาเป็นองค์ความรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการออกกำลังกายในหญิงสูงอายุเพื่อบรรเทาอาการ และชะลอการสูญเสียความหนาแน่นของกระดูก เพื่อลดอุบัติการณ์ของภาวะกระดูกหักที่เกิดจากโรคกระดูกพรุน รวมทั้งเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการออกกำลังกายสำหรับผู้สูงอายุเพื่อชะลอการเกิดโรคกระดูกพรุน และเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการทรงตัวเพื่อป้องกันการหกล้มในผู้สูงอายุ

การเข้าร่วมในการวิจัยของท่านเป็นโดยสมัครใจ และสามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผลและไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ

หากท่านมีข้อสงสัยให้สอบถามเพิ่มเติมได้โดยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลา และหากผู้วิจัยมีข้อมูลเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์หรือโทษเกี่ยวกับการวิจัย ผู้วิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบอย่างรวดเร็วเพื่อให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยทบทวนว่ายังสมัครใจจะอยู่ในงานวิจัยต่อไปหรือไม่

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่านจะเก็บเป็นความลับ หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน

ประโยชน์ของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่เข้าร่วมการวิจัย

ผู้เข้าร่วมจะได้รับการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของกระดูก โดยการตรวจวัดการสร้าง การสลาย และการเทิร์นโอเวอร์ของกระดูก ระดับวิตามินดี ฮอรัโมนพาราไทรอยด์ และแคลเซียม ในเลือด รวมทั้งการตรวจสภาวะการทำงานของตับและไต ว่าอยู่ในภาวะปกติตามวัยหรือไม่ และจะได้รับการข้อมูลการเดินมวยไทยแอโรบิกหลังจากเสร็จสิ้นการเข้าร่วมโครงการ

ภายหลังการเข้าร่วมโครงการ ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยที่สามารถเข้าร่วมโครงการได้ครบ (เข้าร่วมทำกิจกรรมได้มากกว่า 80% หรือมากกว่า 39 ครั้งและทำการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง) จะได้รับค่าชดเชยการเสียเวลา 500 บาท และของที่ระลึกเป็นเสื้อยืดคอกลม 1 ตัว ในกรณีที่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยไม่สามารถเข้าร่วมโครงการได้ครบตามกำหนด ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยจะได้รับของที่ระลึกเป็นเสื้อยืดคอกลม 1 ตัว เท่านั้น

หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร โทรศัพท์ 0-2218-8147 หรือ 0-2218-8141 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th



เลขที่โครงการวิจัย..... 051.1/57
 วันที่รับรอง..... - 9 ส.ย. 2557
 วันหมดอายุ..... - 8 ส.ย. 2558

ภาคผนวก ค

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

(กลุ่ม MADC)

สถานที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่ง ได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วม โครงการวิจัย

ชื่อ โครงการวิจัย ผลของการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียมต่อสาร

ชีวเคมีของกระดูก, สุขสมรรถนะ และการทรงตัวของหญิงสูงอายุในสถานสงเคราะห์

คนชรา

ชื่อผู้วิจัย นิสากร ดันติวิบูลชัย

ที่อยู่ติดต่อ 87 ถนนราษฎร์บำรุง อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา 82110

โทรศัพท์บ้าน 076-425140 โทรศัพท์มือถือ 086-6272552 E-mail: minima_am@hotmail.com

ข้าพเจ้า ได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้อง ปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และ ประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัยจนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมใน โครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอม ตอบแบบสอบถามประวัติสุขภาพ รับประทานวิตามินดีขนาด 20,000 IU/สัปดาห์ และแคลเซียมเสริม ขนาด 1,000 มิลลิกรัม/วัน เข้าร่วมการออกกำลังกายตามรูปแบบที่กำหนดเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ ละ 3 วันๆละ 40 นาที (วันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์) และทำการทดสอบทั้งหมด 2 ครั้ง คือครั้งที่ 1 ก่อนการทดลอง และครั้งที่ 2 หลังการทดลอง 16 สัปดาห์ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดูแล และควบคุมการทดสอบด้วยตนเอง รายละเอียดการทดสอบประกอบด้วย

1. ข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา
2. ข้อมูลด้านสุขสมรรถนะ
3. ข้อมูลด้านความสามารถในการทรงตัว
4. ข้อมูลสารชีวเคมีในเลือด โดยทำการเจาะเลือด ประมาณ 3 ซ้อนชา ทำการทดสอบในช่วงเช้า 8.00-9.00 น. ที่สถานสงเคราะห์คนชราที่มีส่วนร่วม ในการวิจัยพักอาศัยอยู่ และนำไปการทดสอบที่ห้องปฏิบัติการของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

ข้าพเจ้ามีสิทธิถอนตัวออกจากกรวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อข้าพเจ้าทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับ โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า และห้องปฏิบัติการของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์จะทำลายเลือดทิ้งหลังสิ้นสุดการวิจัย

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคนรากลุ่มสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147, 0-2218-8141 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ.....

(นางสาวนิศากร ตันติวิบูลย์)

ผู้วิจัยหลัก



เลขที่โครงการวิจัย..... 051.1/57

วันที่รับรอง..... - 9 ส.ย. 2557

วันหมดอายุ..... - 8 ส.ย. 2558

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ลงชื่อ.....

(.....)

พยาน

หนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

(กลุ่ม DC)

สถานที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามทำหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

ชื่อโครงการวิจัย ผลของการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียมต่อสาร

ชีวเคมีของกระดูก, สุขสมรรถนะ และการทรงตัวของหญิงสูงอายุในสถานสงเคราะห์

คนชรา

ชื่อผู้วิจัย นิสากร ตันดิวิบูลชัย

ที่อยู่ติดต่อ 87 ถนนราษฎร์บำรุง อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา 82110

โทรศัพท์บ้าน 076-425140 โทรศัพท์มือถือ 086-6272552 E-mail: minima_am@hotmail.com

ข้าพเจ้า ได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้อง ปฏิบัติหรือ ได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัยจนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอม ตอบแบบสอบถามประวัติสุขภาพ รับประทานวิตามินดีขนาด 20,000 IU/สัปดาห์ และแคลเซียมเสริม ขนาด 1,000 มิลลิกรัม/วัน เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ และทำการทดสอบทั้งหมด 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ก่อนการทดลอง และครั้งที่ 2 หลังการทดลอง 16 สัปดาห์ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดูแล และควบคุมการทดสอบด้วยตนเอง รายละเอียดการทดสอบประกอบด้วย

1. ข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา
2. ข้อมูลด้านสุขสมรรถนะ
3. ข้อมูลด้านความสามารถในการทรงตัว
4. ข้อมูลสารชีวเคมีในเลือด โดยทำการเจาะเลือด ประมาณ 3 ซ่อนชา ทำการทดสอบในช่วงเช้า 8.00-9.00 น. ที่สถานสงเคราะห์คนชราที่ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยพักอาศัยอยู่ และนำไปการทดสอบที่ห้องปฏิบัติการของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

ข้าพเจ้ามีสิทธิถอนตัวออกจากกรวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากกรวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ ต่อข้าพเจ้าทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับ โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า และห้องปฏิบัติการของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์จะทำลายเลือดทิ้งหลังสิ้นสุดการวิจัย

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147, 0-2218-8141 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ.....

(นางสาวนิศากร ตันตวิญญูชัย)
ผู้วิจัยหลัก



เลขที่โครงการวิจัย..... 051-1157

วันที่รับรอง..... - 9 มิ.ย. 2557

วันหมดอายุ..... - 8 มิ.ย. 2558

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ลงชื่อ.....

(.....)

พยาน

ภาคผนวก ง
แบบคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

รหัสของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

วันที่ทำการเก็บข้อมูล...../...../.....

สถานที่เก็บข้อมูล/หน่วยงาน.....

แบบคัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ผลของการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียมต่อสารชีวเคมีของกระดูก
 สุขสมรรถนะ และการทรงตัวของหญิงสูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา

กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ที่ถูกต้อง (สำหรับเจ้าหน้าที่ดำเนินการสัมภาษณ์คัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย)

- | | ไม่ใช่ | ใช่ |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1. อายุระหว่าง 60-75 ปี (โปรดระบุ อายุ.....ปี) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. มีสุขภาพแข็งแรงสามารถช่วยเหลือตนเองได้ | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. ไม่เป็นโรคตับ หรือโรคไต | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. ไม่ดื่ม หรือเลิกดื่มแอลกอฮอล์มาแล้วมากกว่า 1 ปี หรือดื่มเฉลี่ยไม่เกิน 2 เป๊ก/วัน (ประมาณ 60 มิลลิลิตร) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. ไม่ดื่มชา หรือกาแฟดำ หรือคิมไม่เกิน 2 ถ้วยมาตรฐาน/วัน (250 ซีซี ต่อแก้ว/คอตถ้วย) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. ไม่สูบบุหรี่ หรือเลิกสูบบุหรี่มาแล้วมากกว่า 1 ปี | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. ในช่วง 1 ปี ที่ผ่านมา ไม่ได้รับฮอร์โมนทดแทน เช่น เอสโตรเจน หรือ โปรเจสเตอโรน | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. ในช่วง 1 ปี ที่ผ่านมา ไม่ได้รับยาที่ส่งผลกระทบต่อการสร้างหรือการรสลายของกระดูก เช่น บิสฟอสเฟต อีแลนโดรเนท ยาถูกกลอน | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. ในช่วง 1 ปี ที่ผ่านมา ไม่ได้รับประทานหรือเล็กรับประทานวิตามินดีและแคลเซียมเสริม | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

หมายเหตุ ในกรณีที่ไม่มีเครื่องหมาย ✓ ในช่อง ไม่ใช่ หมายถึงอาสาสมัครไม่สามารถเข้าร่วมโครงการ

สรุปการคัดกรอง สามารถเข้าร่วมโครงการ ไม่สามารถเข้าร่วมโครงการ



..... (ลายมือชื่อ)

วันที่โครงการวิจัย..... 051-1/57

วันที่รับรอง..... - 9 มิ.ย. 2557

วันหมดอายุ..... - 8 มิ.ย. 2558

ภาคผนวก จ
แบบสอบถามประวัติสุขภาพ

รหัสของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

วันที่ทำการเก็บข้อมูล...../...../.....

สถานที่เก็บข้อมูล/หน่วยงาน.....

แบบสอบถามประวัติสุขภาพ

แบบสอบถามข้อมูลประวัติสุขภาพเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการ โครงการวิจัย แบบสอบถามประกอบด้วย 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ส่วนที่ 2 ประวัติสุขภาพ

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ที่ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด และเติมรายละเอียดในช่องว่างดังต่อไปนี้
(สำหรับเจ้าหน้าที่ดำเนินการสัมภาษณ์คัดกรองผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย)



เลขที่โครงการวิจัย 051-1/57

วันที่รับรอง - 9 มี.ย. 2557


วันหมดอายุ - 8 มี.ย. 2558

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. ส่วนสูงในปัจจุบัน..... ซม. ส่วนสูงในช่วง 3-5 ปีที่ผ่านมา..... ซม.
2. น้ำหนักตัว..... กก.

ส่วนที่ 2 ประวัติสุขภาพ

1. โรคประจำตัว โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิต
 โรคหัวใจ อื่นๆ โปรดระบุ.....
2. ประวัติครอบครัว เคยมีบุคคลในครอบครัวกระดูกหักจากการล้มเล็กน้อย หรือ ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคกระดูกพรุนหรือไม่
 ไม่มี มี โปรดระบุความเกี่ยวข้อง.....
3. ประวัติของท่านเคยกระดูกหักจากการล้มเล็กน้อยเมื่อมีอายุระหว่าง 20-ปัจจุบัน
 ไม่เคย เคย โปรดระบุสาเหตุ.....
4. หลังหมดประจำเดือนได้รับฮอร์โมนเพศเสริมหรือไม่
 ไม่เคยได้รับ เคยได้รับ ไม่แน่ใจ
เมื่อ หมดประจำเดือนช่วงแรกๆ
 หมดประจำเดือนนาน.....ปี
รูปแบบของยาฮอร์โมนเพศที่ได้รับ
 ขารับประทาน ยาทา อื่นๆ.....


 เลขที่โครงการวิจัย..... 051-1157
 * วันที่รับรอง..... 9 ส.ย. 2557
 วันหมดอายุ..... 8. ส.ย. 2558

5. ประวัติการดื่มไม้

ไม่ดื่ม

ดื่ม ไม่สม่ำเสมอ อย่างน้อย..... แก้ว/สัปดาห์ มานาน.....ปี

ดื่มสม่ำเสมอ อย่างน้อย..... แก้ว/วัน มานาน.....ปี

เฉพาะผู้ที่ดื่ม โปรดระบุประเภทของนมที่ดื่ม.....

6. การออกกำลังกาย

ไม่ออกกำลังกาย

ออกกำลังกายสม่ำเสมอ ออกกำลังกายไม่สม่ำเสมอ

โปรดระบุชนิดของการออกกำลังกาย.....

ออกกำลังกาย.....ครั้ง/สัปดาห์ นาน.....นาที/ครั้ง

7. การได้รับแสงแดด(ระยะเวลาที่ทำกิจกรรมต่างๆ กลางแจ้ง)

ไม่สม่ำเสมอ นาน.....นาที/วัน สม่ำเสมอ นาน.....นาที/วัน

8. ท่านเคยใช้ยาข้อใดเป็นประจำในรอบ 1 ปี ที่ผ่านมา

ไม่เคยใช้ยาชนิดใดเป็นประจำ

เคย ระบุประเภทยา ไทรอยด์ฮอร์โมน เฮพฟาริน

ยากันชัก เตตราไซคลิน

อื่นๆ ไม่ทราบ

9. รายละเอียดอื่นๆ (โปรดระบุ เช่น มีอาการปวดหลัง ปวดเข่า สายตาปกติหรือไม่ เป็นต้น)

.....

.....

ภาคผนวก ฉ
ข้อมูลประวัติสุขภาพ

ประวัติสุขภาพ	กลุ่ม				ร้อยละ โดยรวม (n= 40)
	กลุ่ม MADC		กลุ่ม DC		
	จำนวนคน	ร้อยละ	จำนวนคน	ร้อยละ	
1. โรคประจำตัว					
1.1 โรคเบาหวาน	6	15	4	10	25
1.2 โรคความดันโลหิต	7	17.5	7	17.5	35
1.3 โรคหัวใจ	3	7.5	1	2.5	10
1.4 อื่นๆ	15	37.5	11	27.5	65
2. ประวัติครอบครัว เคยมีบุคคลในครอบครัว กระตุกหักจากการล้มเล็กน้อย หรือได้รับการ วินิจฉัยว่าเป็นโรคกระดูกพรุนหรือไม่					
2.1 ไม่มี	19	47.5	19	47.5	95
2.2 มี	1	2.5	1	2.5	5
3. ประวัติของท่านเคยกระตุกหักจากการหกล้ม เล็กน้อยเมื่ออายุระหว่าง 20-ปัจจุบัน					
3.1 ไม่เคย	18	45	17	42.5	87.5
3.2 เคย	2	5	3	7.5	12.5
4. หลังหมดประจำเดือนได้รับฮอร์โมนเพศเสริม หรือไม่					
4.1 ไม่เคยได้รับ	16	40	15	37.5	77.5
4.2 ไม่แน่ใจ	0	0	1	2.5	2.5
4.3 เคยได้รับ	4	10	4	10	20
4.3.1 หมดประจำเดือนช่วงแรกๆ	1	2.5	4	10	12.5
4.3.2 หมดประจำเดือนนานหลายปี	3	7.5	0	0	7.5
<u>รูปแบบฮอร์โมนที่ได้รับ</u>					
4.3.3 ยารับประทาน	4	10	3	7.5	17.5
4.3.4 ยาทา	0	0	0	0	0
4.3.5 อื่นๆ	0	0	1	2.5	2.5

ตารางแสดงข้อมูลประวัติสุขภาพ (ต่อ)

ประวัติสุขภาพ	กลุ่ม				ร้อยละ โดยรวม (n= 40)
	กลุ่ม MADC		กลุ่ม DC		
	จำนวนคน	ร้อยละ	จำนวนคน	ร้อยละ	
5. ประวัติการดื่มนม					
5.1 ไม่ดื่ม	5	12.5	5	12.5	25
5.2 ดื่มไม่สม่ำเสมอ	11	27.5	12	30	57.5
5.2.1 ระยะเวลา (ปี)*	2.6	-	2.5	-	-
5.3 ดื่มสม่ำเสมอ	4	10	3	7.5	17.5
5.3.1 ระยะเวลา (ปี)*	6.5	-	1.67	-	-
6. การออกกำลังกาย					
6.1 ไม่ออกกำลังกาย	0	0	1	2.5	2.5
6.2 ออกกำลังกายไม่สม่ำเสมอ	5	12.5	11	27.5	40
6.3 ออกกำลังกายสม่ำเสมอ	15	37.5	8	20	57.5
7. การได้รับแสงแดด					
7.1 ไม่สม่ำเสมอ	7	17.5	15	37.5	55
7.1.1 ระยะเวลา (นาที/วัน)*	6.4	-	5.7	-	-
7.2 สม่ำเสมอ	13	32.5	5	12.5	45
7.2.1 ระยะเวลา (นาที/วัน)*	8.5	-	7.0	-	-
8. ท่านเคยใช้ยาข้อใดเป็นประจำในรอบ 1 ปีที่ผ่านมา					
8.1 ไม่เคยใช้ยาชนิดใดเป็นประจำ	2	5	6	15	20
8.2 เคย	18	45	14	35	80
<u>ระบุประเภทยา</u>					
8.2.1 ไทรอยด์ฮอร์โมน	0	0	0	0	0
8.2.2 เฮฟฟาริน	0	0	0	0	0
8.2.3 ยากันชัก	0	0	0	0	0
8.2.4 เตตราไซคลิน	0	0	0	0	0
8.2.5 อื่นๆ	18	45	12	30	75
8.2.6 ไม่ทราบ	0	0	2	5	5

หมายเหตุ: เครื่องหมาย * แสดงถึงค่าเฉลี่ยของข้อมูลในบางรายการ แต่ไม่ได้แสดงเป็นค่าร้อยละ

ภาคผนวก ข

ผลประเมินในการตรวจสอบค่าความตรงเชิงเนื้อหา

ผลการประเมินในการตรวจสอบค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมิน เกณฑ์ในการตัดสินใจ คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item Objective Congruence, IOC) ของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งมีรายชื่อดังนี้

1. รองศาสตราจารย์ นพ.ปัญญา ไช้มุก
2. อาจารย์ ดร.นพ.ฉกาจ ผ่องอักษร
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชรภรณ์
4. ดร.สุดา กาญจนะวณิชย์
5. อาจารย์ วิชิต ชี้เชิญ

เนื้อหา	ระดับความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	
1. รูปแบบการเดินมวยไทยแอโรบิกสำหรับผู้สูงอายุ				
ช่วงอบอุ่นร่างกาย				
1.1 เวลาในการอบอุ่นร่างกาย 10 นาที	4	1	0	0.8
1.2 การยืดเหยียดกล้ามเนื้อและข้อต่อครบทุกส่วน	4	1	0	0.8
1.3 ท่าอบอุ่นร่างกายใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่	5	0	0	1
ช่วงการฝึก				
1.4 ท่าเดินเริ่มจากท่าง่ายๆ	5	0	0	1
1.5 ท่าการใช้หมัด ศอก เข่า และ เท้า	5	0	0	1
1.6 การเคลื่อนไหวครบถ้วนปลอดภัย	5	0	0	1
1.7 ท่าศิลปะมวยไทยมีเพียงพอ	4	1	0	0.8
1.8 เวลาที่ใช้ในการฝึก 20 นาที	5	0	0	1
1.9 ความหนักในการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิก 70-75 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด	2	3	0	0.4
1.10 จังหวะดนตรี 120-125 ครั้ง/นาที	2	3	0	0.4
1.11 การฝึก 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ระยะเวลา	5	0	0	1

เนื้อหา	ระดับความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			ค่าดัชนีความ สอดคล้อง
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	
16 สัปดาห์				
ช่วงผ่อนคลายร่างกาย				
1.12 เวลาที่ใช้ในการผ่อนคลายร่างกาย 10 นาที	5	0	0	1
1.13 ท่าผ่อนคลายกล้ามเนื้อและข้อต่อทำ ได้ครบถ้วน	3	2	0	0.6
2. วิตามินดีและแคลเซียมเสริม				
2.1 รับประทานวิตามินดี (Ergocalcifeol) ขนาด 20,000 IU/wk	4	1	0	0.8
2.2 รับประทานแคลเซียม (Calcium carbonate) ขนาด 1,000 mg/d	4	1	0	0.8
3. การวินิจฉัยกระดูกโดยการตรวจทางสารชีวเคมีในเลือด				
3.1 ตรวจการสร้างของกระดูก โดยการตรวจ PINP	3	2	0	0.6
3.2 ตรวจการสลายของกระดูก โดยการ CTx	3	2	0	0.6
3.3 ตรวจกระบวนการเทิร์นโอเวอร์ของ กระดูก โดยการตรวจ N-MID osteocalcin	3	2	0	0.6
3.4 ตรวจระดับวิตามินดี โดยการตรวจค่า Caldiol (25(OH)D) ด้วยวิธีการอเล็ก โทรเคมีลูมิเนสเซนซ์อิมมูโนเอสเสย์ (ECLIA)	4	1	0	0.8
3.5 ตรวจฮอร์โมนพาราไทรอยด์ (PTH)	4	1	0	0.8
3.6 ตรวจระดับแคลเซียม (Ca)	4	1	0	0.8
3.7 ตรวจสภาวะการทำงานของตับ (ALP)	4	1	0	0.8
3.8 ตรวจสภาวะการทำงานของไต (Cr)	4	1	0	0.8
4. การทดสอบสุขภาพสมรรถนะ				
4.1 องค์ประกอบของร่างกาย ด้วยวิธี Bioelectrical impedance analyzer (BIA)	5	0	0	1

เนื้อหา	ระดับความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			ค่าดัชนีความสอดคล้อง
	เหมาะสม (1)	ไม่แน่ใจ (0)	ไม่เหมาะสม (-1)	
4.2 ความอ่อนตัว ด้วยวิธี - นั่งงอตัว (Sit and reach; ซม.) - แตะมือด้านหลัง (Shoulder girdle flexibility; ซม.) - องศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อ(Range of motion: ROM; องศา)	5	0	0	1
4.3 ความแข็งแรงและความอดทนของกลุ่มกล้ามเนื้อขา ด้วยวิธี ลูกนั่งเก้าอี้ 30 วินาที (Chair sit to stand; ครั้ง/นาที)	4	0	1	0.6
4.4 ความแข็งแรงและความอดทนของกลุ่มกล้ามเนื้อแขน ด้วยวิธี การงอศอก (Seated bicep curl; ครั้ง/นาที)	5	0	0	1
4.5 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน ด้วยวิธี วัดแรงบีบมือ โดยเครื่อง Hand grip dynamometer (กก.)	5	0	0	1
4.6 สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (Peak VO ₂) ด้วยวิธี การทดสอบเดิน 6 นาที (6 minute walk test; เมตร)	3	2	0	0.6
5. การทดสอบการทรงตัว				
5.1 การทรงตัวแบบอยู่กับที่ ด้วยวิธี ยืนขาเดียว (Single leg and stand; วินาที)	4	1	0	0.8
5.2 การทรงตัวแบบเคลื่อนที่ ด้วยวิธี ลูกยืนเดิน 3 เมตร (3 meter up-and go; วินาที)	4	1	0	0.8
ค่าเฉลี่ย				0.81

หมายเหตุ: ผลของค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ยอมรับที่ระดับ 0.6 ขึ้นไป ส่วนในบางรายการที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ต่ำกว่า 0.6 ทางผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขและปรับปรุงให้เหมาะสม ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ

รายละเอียดข้อแก้ไขจากข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ	รายละเอียดการแก้ไข
<p>1. เนื้อหาข้อที่ 1.9 ความหนักในการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิก 70-75 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด</p> <ul style="list-style-type: none"> - อาจารย์ ดร.นพ.ฉกาจ ผ่องอักษร เสนอแนะว่า ควรควบคุมความหนักจากตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งระหว่างควบคุมด้วยอัตราการเต้นของหัวใจ หรือควบคุมจากจังหวะเพลง - รองศาสตราจารย์ นพ. ปัญญา ไช่มุก เสนอแนะว่าความหนักที่ใช้ไม่ควรเกิน 70 % ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด - อาจารย์ วิชิต ชีชีโย เสนอแนะว่าควรพิจารณาความเหมาะสมของความหนักในระดับดังกล่าว โดยการอ้างอิงจากการทบทวนวรรณกรรม 	<p>1. จากการปรึกษาร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยได้พิจารณาแล้วว่าควรจะใช้การควบคุมความหนักจากอัตราการเต้นของหัวใจขณะทำการเดินมวยไทยแอโรบิก เนื่องจากการกำหนดความหนักอัตราการเต้นของหัวใจ เป็นการกำหนดโดยอาศัยผลการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่เกิดขึ้นขณะทำการออกกำลังกายซึ่งมีความสอดคล้องและปลอดภัยมากกว่าการกำหนดจากจังหวะของเพลง ทั้งนี้จากผลการศึกษาพบว่า จังหวะเพลงที่ระดับ 120-125 ครั้ง/นาที สามารถทำให้ผู้เข้าร่วมในการวิจัยมีอัตราการเต้นของหัวใจตามเกณฑ์ความหนักที่กำหนดในโครงร่างวิทยานิพนธ์</p> <p>2. จากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวข้องกับระดับความหนักที่เหมาะสมสำหรับการออกกำลังกายในผู้สูงอายุ พบว่าผู้สูงอายุควรออกกำลังกายที่ระดับความหนักปานกลาง (64-76% HR max) 3-5 ครั้ง/สัปดาห์ (ACSM, 2014) ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยของผู้เข้าร่วมในการวิจัย ในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 ผู้วิจัยได้กำหนดความหนักอยู่ที่ระดับเบา และกำหนดระยะเวลาในการออกกำลังกายให้สั้นลงเพื่อให้ผู้เข้าร่วมในการวิจัยสามารถปรับตัวได้</p>
<p>2. เนื้อหาข้อที่ 1.10 จังหวะดนตรี 120-125 ครั้ง/นาที</p> <ul style="list-style-type: none"> - อาจารย์ ดร.นพ.ฉกาจ ผ่องอักษร เสนอแนะว่าควรควบคุมความหนักจากตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งระหว่างควบคุมด้วยอัตราการเต้นของหัวใจ หรือควบคุมจากจังหวะเพลง - รองศาสตราจารย์ นพ.ปัญญา ไช่มุก เสนอแนะว่าจังหวะที่ใช้อาจเร็วเกินไปสำหรับผู้สูงอายุ - ดร.สุดา กาญจนวณิชย์ เสนอแนะว่า จังหวะที่ใช้ อาจช้าเกินไป ควรมีการทดลองก่อนนำไปใช้จริง 	<p>รายละเอียดข้อแก้ไขและคำชี้แจงตามรายละเอียดที่ชี้แจงในเนื้อหาข้อที่ 1.9</p>

ภาคผนวก ซ







ผลการศึกษานำร่อง (Pilot study)







ผลของการฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิก 2 ครั้ง ในระยะเวลา 1 สัปดาห์ โดยอาสาสมัครเป็นหญิง สูงอายุ อายุระหว่าง 60-75 จำนวน 5 คน และทำการเก็บข้อมูลอัตราการเต้นของหัวใจขณะออกกำลังกาย เพื่อหาค่าความเที่ยง (r)







ผู้วิจัยทำการบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจขณะทำการเต้นแอโรบิกมวยไทย ทุก 5 นาที และนำอัตราการเต้นของหัวใจของอาสาสมัครมาทำการหาค่าเฉลี่ย และค่า r ผลที่ได้ดังนี้

เวลาในการเต้นมวยไทยแอโรบิก (นาที)	อัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย (ครั้ง/นาที) (n=5)	
	การเต้นมวยไทยแอโรบิกครั้งที่ 1	การเต้นมวยไทยแอโรบิกครั้งที่ 2
5	125.2	102.2
10	109.4	108.6
15	104.4	106.6
20	102.6	106.6
ค่า r	0.81	

ภาคผนวก ฅ
การเต้นมวยไทยแอโรบิก

ลำดับท่า	จังหวะ	การปฏิบัติ	
		ภาพ	คำบรรยาย
การอบอุ่นร่างกาย การเคลื่อนที่จำนวน 4 ท่า (แต่ละท่าทำทั้งหมด 8 ครั้ง 2 รอบ)			
1. ปลายเท้าแตะด้านข้าง (Side tap)	1		<ul style="list-style-type: none"> - เริ่มต้นในทางยืนตรง - ปลายเท้าขวาแตะไปด้านข้าง
	2		ถอยเท้าขวากลับมาอยู่ในตำแหน่งเริ่มต้น
	3		ปลายเท้าซ้ายแตะไปด้านข้าง
	4		ถอยเท้าซ้ายกลับมาอยู่ในตำแหน่งเริ่มต้น
2. ส้นเท้าแตะพื้น (Heel touch)	1		<ul style="list-style-type: none"> - เริ่มต้นในทางยืนตรง - ส้นเท้าขวาแตะไปด้านข้าง
	2		ถอยเท้าขวากลับมาอยู่ในตำแหน่งเริ่มต้น







ลำดับท่า	จังหวะ	การปฏิบัติ	
		ภาพ	คำบรรยาย
2. ส้นเท้าแตะพื้น (Heel touch)	3		ส้นเท้าซ้ายแตะไปด้านข้าง
	4		ถอยเท้าซ้ายกลับมาอยู่ในตำแหน่งเริ่มต้น
3. วิสเต็ป (V-step) (ทำทั้งข้างซ้ายและข้างขวา) (สลับทำทั้งข้างซ้าย-ขวา)	1		<ul style="list-style-type: none"> - เริ่มต้นในทางยืนตรง - เท้าขวาก้าวเฉียงไปด้านหน้า
	2		เท้าซ้ายก้าวเฉียงไปด้านหน้า (วางเท้าในตำแหน่งที่ขนานกับเท้าขวา)
	3		เท้าขวาก้าวถอยไปด้านหลัง
	4		เท้าซ้ายก้าวถอยไปด้านหลัง (วางเท้าในตำแหน่งที่ขนานกับเท้าขวา)







ลำดับท่า	จังหวะ	การปฏิบัติ	
		ภาพ	คำบรรยาย
4. แมมโบ (Membo) (ทำทั้งข้างซ้ายและ ข้างขวา) (สลับท่าทั้ง ข้างซ้าย-ขวา)	1		- เริ่มต้นในทางยืนตรง - ก้าวเท้าข้างขวาไปด้านหน้า
	2		ย่อเท้าข้างซ้ายอยู่กับที่ 1 จังหวะ
	3		ก้าวเท้าข้างขวาถอยไปด้านหลัง (วางเท้าใน ตำแหน่งที่ขนานกับเท้าซ้าย)
	4		ย่อเท้าซ้ายอยู่กับที่ 1 จังหวะ
การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ จำนวน 10 ท่า			
1. ทำยื่นยืดกล้ามเนื้อคอ (Neck)			เอียงคอไปด้านข้าง ยืดค้างไว้ 10 วินาที (ทำสลับ ทั้งด้านซ้ายและด้านขวา)
			ก้มศีรษะไปด้านหน้า ค้างไว้ 10 วินาที







ลำดับท่า	จังหวะ	การปฏิบัติ	
		ภาพ	คำบรรยาย
2. ทำยืนยืดกล้ามเนื้อแขน ด้านหน้า และหลัง (Biceps and triceps)			พับแขนข้างขวาไปด้านหลัง และใช้มือข้างซ้ายดันข้อศอก ยืดค้างไว้ 10 วินาที (ทำสลับทั้งข้างซ้ายและข้างขวา)
			เหยียดแขนขวาไปทางด้านซ้าย และใช้แขนซ้ายดึงแขนขวาเข้าหาลำตัว ยืดค้างไว้ 10 วินาที (ทำสลับทั้งข้างซ้ายและข้างขวา)
3. ทำยืนยืดกล้ามเนื้อไหล่ (Deltoid)			ประสานมือทั้ง 2 ข้างไปด้านหน้า แล้วเหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะ ยืดค้างไว้ 10 วินาที
4. ทำยืนยืดกล้ามเนื้อ หน้าอก (Pectoralis)			ประสานมือทั้ง 2 ข้างไปด้านหลัง แล้วเหยียดแขนไปด้านหลัง ยืดค้างไว้ 10 วินาที
5. ทำยืนยืดกล้ามเนื้อหลัง (Back)			กางแขนขึ้นเสมอหัวไหล่ กระทบข้อมือแล้วบิดลำตัวไปด้านข้าง ยืดค้างไว้ 10 วินาที (ทำสลับทั้งด้านซ้ายและด้านขวา)
6. ทำยืนยืดกล้ามเนื้อ ลำตัว (Torso)			ชูมือข้างข้างขึ้นเหนือศีรษะ แล้วเอียงตัวไปทางซ้าย ยืดค้างไว้ 10 วินาที (ทำสลับทั้งด้านซ้ายและด้านขวา)







ลำดับท่า	จังหวะ	การปฏิบัติ	
		ภาพ	คำบรรยาย
7. ทำยืนยืดกล้ามเนื้อขา ด้านหน้า (Quadriceps)			งอเข่า พับขาไปด้านหลัง และใช้มืออีกข้างจับปลายเท้า ยืดค้างไว้ 10 วินาที (ทำสลับทั้งข้างซ้ายและข้างขวา) ในกรณีที่ผู้สูงอายุไม่สามารถยืนขาเดียวได้ ให้ใช้ปลายเท้าเหยียดแล้วตะปทางด้านหลัง
8. ทำยืนยืดกล้ามเนื้อขา ด้านหลัง (Hamstring)			กางขาให้กว้างที่สุดเท่าที่จะทำได้ ขาข้างหนึ่งงอเข่า และขาอีกข้างเหยียดตรง ยืดค้างไว้ 10 วินาที (ทำสลับทั้งข้างซ้ายและข้างขวา)
9. ทำยืนยืดกล้ามเนื้อ (Gastrocnemius)			เหยียดขากระดูกปลายเท้าและใช้สันเท้าแตะพื้นด้านหน้า ย่อตัวและงอเข่าอีกข้างเล็กน้อย (ให้กล้ามเนื้อน่องและต้นขาด้านหลังตึง) ยืดค้างไว้ 10 วินาที (ทำสลับทั้งข้างซ้ายและข้างขวา)
10. ยืนเขย่งปลายเท้า (Ankle)			เขย่งปลายเท้า 10 ครั้ง
การเดินมวยไทยแอโรบิก ท่าหมัด จำนวน 4 ท่า (แต่ละท่าทำทั้งหมด 8 ครั้ง 2 รอบ)			
1. หมัดตรง+แมมโบ (Straight punch +Membo) (สลับทำทั้ง ข้างซ้าย-ขวา)	1		- ท่าเริ่มต้นอยู่ในท่าตั้งการ์ดเตรียม (หมัดอยู่ในระดับหน้าอก-ปลายคาง) - ก้าวเท้าข้างขวาพร้อมกับต่อยหมัดข้างขวาตรงไปด้านหน้า (เหยียดแขนไปด้านหน้า)
	2		ย่อเท้าข้างซ้ายอยู่กับที่


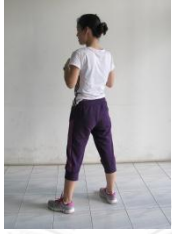




ลำดับท่า	จังหวะ	การปฏิบัติ	
		ภาพ	คำบรรยาย
1. หมัดตรง+แมมโบ (Straight punch +Membo) (สลับทำ ทั้งข้างซ้าย-ขวา)	3		ถอยขาข้างขวาพร้อมกับงอแขนกลับในตำแหน่ง เริ่มต้น
	4		ย่อเท้าข้างซ้ายอยู่กับที่
2. หมัดวัด+ส้นเท้าแตะ พื้น (Swing/Hook+ Heel touch)	1		- ทำเริ่มต้นอยู่ในท่าตั้งการ์ดเตรียม - กระดกปลายเท้าขวาพร้อมก้าวขาข้างขวาเฉียง ไปด้านหน้าแล้วใช้ส้นเท้าแตะพื้น พร้อมทั้ง เหวี่ยงหมัดขวาไปด้านหน้า
	2		ดึงแขนข้างขวา และถอยเท้าข้างขวากลับมาอยู่ใน ตำแหน่งเริ่มต้น
	3		กระดกปลายเท้าซ้ายพร้อมก้าวขาข้างซ้ายเฉียงไป ด้านหน้าแล้วใช้ส้นเท้าแตะพื้น พร้อมทั้งเหวี่ยงหมัด ซ้ายไปด้านหน้า
	4		ดึงแขนข้างซ้าย และเท้าข้างซ้ายกลับมาอยู่ใน ตำแหน่งเริ่มต้น




ลำดับท่า	จังหวะ	การปฏิบัติ	
		ภาพ	คำบรรยาย
3. หมัดจัด+วิสตีป (Upper-cut-short+ V-step) (ทำทั้งข้าง ซ้ายและข้างขวา)	1		- ท่าเริ่มต้นอยู่ในท่าตั้งการ์ดเตรียม - ก้าวเท้าข้างขวาเฉียงไปด้านข้าง พร้อมกับเหวี่ยงหมัดข้างขวาจากด้านล่าง (บริเวณสะโพก) ขึ้นมาด้านบน (บริเวณปลายคาง)
	2		- ก้าวเท้าข้างซ้ายเฉียงไปด้านข้าง พร้อมกับเหวี่ยงหมัดซ้ายจากด้านล่าง (บริเวณสะโพก) ขึ้นมาด้านบน (บริเวณปลายคาง)
	3		- ก้าวเท้าข้างขวาไปด้านหลัง (ตำแหน่งเริ่มต้น)
	4		- ก้าวเท้าข้างซ้ายไปด้านหลัง (ตำแหน่งเริ่มต้น)
4. หมัดเสย+ปลายเท้า แตะด้านข้าง (Upper-cut+ Side tap)	1		- ท่าเริ่มต้นอยู่ในท่าตั้งการ์ดเตรียม - ก้าวเท้าข้างขวาไปด้านข้าง ปลายเท้าแตะพื้น พร้อมกับเหวี่ยงหมัดข้างขวาจากด้านล่าง (บริเวณสะโพก) เสยขึ้นมาด้านบน (บริเวณเหนือศีรษะ)
	2		ดึงหมัดข้างขวา และเท้าข้างขวา กลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น








ลำดับท่า	จังหวะ	การปฏิบัติ	
		ภาพ	คำบรรยาย
4. หมัดเสย+ปลายเท้า แตะด้านข้าง (Upper cut+ Side tap)	3		ก้าวเท้าข้างซ้ายไปด้านข้าง ปลายเท้าแตะพื้น พร้อมกับเหวี่ยงหมัดซ้ายจากด้านล่าง (บริเวณสะโพก) เสยขึ้นมาด้านบน (บริเวณเหนือศีรษะ)
	4		ตั้งหมัดข้างซ้าย และเท้าข้างซ้าย กลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น
การเดินมวยไทยแอโรบิก ทำศอก จำนวน 3 ท่า (แต่ละท่าทำทั้งหมด 8 ครั้ง 2 รอบ)			
5. ศอกกลับ+งอเข่า (Reverse elbow strike +Leg curl)	1		- ท่าเริ่มต้นอยู่ในท่าตั้งการ์ดเตรียม - งอเข่าข้างขวาเตะเท้าไปด้านหลัง พร้อมกับเหวี่ยงศอกข้างขวาไปด้านหลัง
	2		ตั้งแขนข้างขวา และเท้าข้างขวา กลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น
	3		- งอเข่าข้างซ้ายเตะเท้าไปด้านหลัง พร้อมกับเหวี่ยงศอกข้างซ้ายไปด้านหลัง
	4		ตั้งแขนข้างซ้าย และเท้าข้างซ้าย กลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น








ลำดับท่า	จังหวะ	การปฏิบัติ	
		ภาพ	คำบรรยาย
6. สอกัด+ปลายเท้า แตะด้านข้าง (Round elbow strike+Side tap)	1		- ทำเริ่มต้นอยู่ในท่าตั้งการ์ดเตรียม - ก้าวเท้าข้างขวาไปด้านข้าง ปลายเท้าแตะพื้น พร้อมกับเหวี่ยงศอกข้างขวาไปด้านหน้าโดยให้ แขนขนานไปกับพื้น
	2		ดึงแขนข้างขวา และเท้าข้างขวากลับสู่ตำแหน่งเริ่ม ต้น
	3		ก้าวเท้าข้างซ้ายไปด้านข้าง ปลายเท้าแตะพื้น พร้อมกับเหวี่ยงศอกข้างซ้ายไปด้านหน้าโดยให้แขน ขนานไปกับพื้น
	4		ดึงแขนข้างซ้าย และเท้าข้างซ้ายกลับสู่ตำแหน่งเริ่ม ต้น
7. สอกัด+ปลายเท้า แตะด้านข้าง (Elbow + Side tap)	1		- ทำเริ่มต้นอยู่ในท่าตั้งการ์ดเตรียม - ก้าวเท้าข้างขวาไปด้านข้าง ปลายเท้าแตะพื้น พร้อมกับเหวี่ยงศอกข้างขวาลงด้านล่าง (ศอก ทิศทางชี้ลงพื้น)
	2		ดึงแขนข้างขวา และเท้าข้างขวากลับสู่ตำแหน่งเริ่ม ต้น







ลำดับท่า	จังหวะ	การปฏิบัติ	
		ภาพ	คำบรรยาย
7. ศอกปัก+ปลายเท้า แตะด้านข้าง (Elbow + Side tap)	3		ก้าวเท้าข้างซ้ายไปด้านข้าง ปลายเท้าแตะพื้น พร้อมกับเหวี่ยงศอกข้างซ้ายลงด้านล่าง (ศอก ทิศทางซ้ายพื้น)
	4		ดึงแขนข้างซ้าย และเท้าข้างซ้ายกลับสู่ตำแหน่งเริ่ม ต้น
การเดินมวยไทยแอโรบิก ทำการใช้ขา (เข้า แตะ ถีบ) จำนวน 3 ท่า (แต่ละท่าทำทั้งหมด 8 ครั้ง 2 รอบ)			
8. เข้าตรง+เดินหน้า-ถอย หลัง (Straight knee strike+Walking forward)	1		- ทำเริ่มต้นอยู่ในท่าตั้งการ์ดเตรียม - ก้าวเท้าข้างขวาไปด้านหน้า
	2		ก้าวเท้าข้างซ้ายไปด้านหน้า
	3		ก้าวเท้าข้างขวาไปด้านหน้า
	4		เหวี่ยงเข้าข้างซ้ายขึ้นด้านบน







ลำดับท่า	จังหวะ	การปฏิบัติ	
		ภาพ	คำบรรยาย
8. เข้าตรง+เดินหน้า-ถอยหลัง (Straight knee strike+Walking forward)	5		วางเท้าข้างซ้ายไปด้านหลัง
	6		ก้าวเท้าข้างขวาถอยไปด้านหลัง
	7		ก้าวเท้าซ้ายขวาถอยไปด้านหลัง
	8		เหวี่ยงเข้าข้างขวาขึ้นด้านบน
9. เตะตัดล่าง+ย่อเท้า (Low round kick+ Marching) (ทำทั้งข้างขวา-ซ้าย) (สลับทำทั้งข้างซ้าย-ขวา)	1		<ul style="list-style-type: none"> - ท่าเริ่มต้นอยู่ในท่าตั้งการ์ดเตรียม - ย่อเท้าข้างขวาอยู่กับที่
	2		ย่อเท้าข้างซ้ายอยู่กับที่







ลำดับท่า	จังหวะ	การปฏิบัติ	
		ภาพ	คำบรรยาย
9. เตะตัดล่าง+ย่อเท้า (Low round kick+ Marching) (ทำทั้งข้าง ขวา-ซ้าย) (สลับทำทั้ง ข้างซ้าย-ขวา)	3		เหยียดปลายเท้าข้างขวาเตะไปด้านหน้า (ปลายเท้า อยู่ในระดับเข่า)
10. ถีบหน้าและหลัง+ย่อ เท้า (Pecking foot- thrust+Marching) (สลับทำทั้งข้างซ้าย- ขวา)	1		- ทำเริ่มต้นอยู่ในท่าตั้งการ์ดเตรียม - กระทบเท้าข้างขวา ยก แล้วกลับไปด้านหน้า (สัน เท้าอยู่ในระดับหน้าแข้ง-หัวเข่า)
	2		วางเท้าข้างขวา
	3		กระทบเท้าข้างซ้าย ยก แล้วกลับไปด้านหลัง (สันเท้า อยู่ในระดับหน้าแข้ง-หัวเข่า)
	4		วางเท้าข้างซ้าย
การเดินมวยไทยแอโรบิก ทำรวมหมัด จำนวน 4 ท่า และศอก จำนวน 3 ท่า (แต่ละท่าทำทั้งหมด 8 ครั้ง 2 รอบ)			
11. รวมหมัดและศอก+ปลายเท้าเตะด้านข้าง (All punching and elbow+Side tap)			
11.1 หมัดตรง+ปลาย เท้าเตะด้านข้าง (Straight punch+Side tap)	1		- ทำเริ่มต้นอยู่ในท่าตั้งการ์ดเตรียม - ก้าวเท้าข้างขวาไปด้านข้าง ปลายเท้าเตะพื้น พร้อมกับต่อยหมัดข้างขวาตรงไปด้านหน้า (เหยียดแขนไปด้านหน้า)







ลำดับท่า	จังหวะ	การปฏิบัติ	
		ภาพ	คำบรรยาย
11.1 หมัดตรง+ปลาย เท้าเตะด้านข้าง (Straight punch +Side tap)	2		ตั้งแขนข้างขวา และเท้าข้างขวากลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น
	3		ก้าวเท้าข้างซ้ายไปด้านข้าง ปลายเท้าแตะพื้น พร้อมกับต่อยหมัดข้างซ้ายตรงไปด้านหน้า (เหยียดแขนไปด้านหน้า)
	4		ตั้งแขนข้างซ้าย และเท้าข้างซ้ายกลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น
11.2 หมัดตัวตวัด+ปลาย เท้าเตะด้านข้าง (Swing/Hook +Side tap)	1		ก้าวเท้าข้างขวาไปด้านข้าง ปลายเท้าแตะพื้นพร้อมกับเหวี่ยงหมัดข้างขวาไปด้านหน้า
	2		ตั้งแขนข้างขวา และเท้าข้างขวากลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น
	3		ก้าวเท้าข้างซ้ายไปด้านข้าง ปลายเท้าแตะพื้น พร้อมกับเหวี่ยงหมัดข้างซ้ายไปด้านหน้า
	4		ตั้งแขนข้างซ้าย และเท้าข้างซ้ายกลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น

ลำดับท่า	จังหวะ	การปฏิบัติ	
		ภาพ	คำบรรยาย
11.3 หมัดตั้ง+ปลาย เท้าแตะด้านข้าง (Uppercut-short +Side tap)	1		ก้าวเท้าข้างขวาไปด้านข้าง ปลายเท้าแตะพื้นพร้อมกับเหวี่ยงหมัดข้างขวาจากด้านล่าง (บริเวณสะโพก) ขึ้นมาด้านบน (บริเวณปลายคาง)
	2		ตั้งแขนข้างขวา และเท้าข้างขวากลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น
	3		ก้าวเท้าข้างซ้ายไปด้านข้าง ปลายเท้าแตะพื้นพร้อมกับเหวี่ยงหมัดข้างซ้ายจากด้านล่าง (บริเวณสะโพก) ขึ้นมาด้านบน (บริเวณปลายคาง)
	4		ตั้งแขนข้างซ้าย และเท้าข้างซ้ายกลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น
11.4 หมัดเสย+ปลาย เท้าแตะด้านข้าง (Uppercut+ Side tap)	1		ก้าวเท้าข้างขวาไปด้านข้าง ปลายเท้าแตะพื้นพร้อมกับเหวี่ยงหมัดข้างขวาจากด้านล่าง (บริเวณสะโพก) เสยขึ้นมาด้านบน (บริเวณเหนือศีรษะ)
	2		ตั้งแขนข้างขวา และเท้าข้างขวากลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น
	3		ก้าวเท้าข้างซ้ายไปด้านข้าง ปลายเท้าแตะพื้นพร้อมกับเหวี่ยงหมัดข้างซ้ายจากด้านล่าง (บริเวณสะโพก) เสยขึ้นมาด้านบน (บริเวณเหนือศีรษะ)

ลำดับท่า	จังหวะ	การปฏิบัติ	
		ภาพ	คำบรรยาย
11.4 หมัดเสย+ปลาย เท้าแตะด้านข้าง (Uppercut+Side tap)	4		ตั้งแขนซ้าย และเท้าข้างซ้ายกลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น
11.5 ศอกกลับ+ปลาย เท้าแตะด้านข้าง (Reverse elbow strike+Side tap)	1		ก้าวเท้าข้างขวาไปด้านข้าง ปลายเท้าแตะพื้นพร้อมกับเหวี่ยงศอกข้างขวาไปด้านหลัง
	2		ตั้งแขนข้างขวา และเท้าข้างขวากลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น
	3		ก้าวเท้าข้างซ้ายไปด้านข้าง ปลายเท้าแตะพื้นพร้อมกับเหวี่ยงศอกข้างซ้ายไปด้านหลัง
	4		ตั้งแขนข้างซ้าย และเท้าข้างซ้ายกลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น
11.6 ศอกตัด+ปลาย เท้าแตะด้านข้าง (Round elbow strike+Side tap)	1		ก้าวเท้าข้างขวาไปด้านข้าง ปลายเท้าแตะพื้นพร้อมกับเหวี่ยงศอกข้างขวาไปด้านหน้าโดยให้แขนขนานไปกับพื้น

ลำดับท่า	จังหวะ	การปฏิบัติ	
		ภาพ	คำบรรยาย
11.6 ศอกตัด+ปลาย เท้าแตะด้านข้าง (Round elbow strike+Side tap)	2		ตั้งแขนขวา และเท้าข้างขวากลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น
	3		ก้าวเท้าข้างซ้ายไปด้านข้าง ปลายเท้าแตะพื้น พร้อมกับเหวี่ยงศอกข้างซ้ายไปด้านหน้าโดยให้แขนขนานไปกับพื้น
	4		ตั้งแขนซ้าย และเท้าข้างซ้ายกลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น
11.7 ศอกปัก+ปลาย เท้าแตะด้านข้าง (Elbow+Side tap)	1		ก้าวเท้าข้างขวาไปด้านข้าง ปลายเท้าแตะพื้น พร้อมกับเหวี่ยงศอกข้างขวาลงด้านล่าง (ศอกทิศทางข้างพื้น)
	2		ตั้งแขนขวา และเท้าข้างขวากลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น
	3		ก้าวเท้าข้างซ้ายไปด้านข้าง ปลายเท้าแตะพื้น พร้อมกับเหวี่ยงศอกข้างซ้ายลงด้านล่าง (ศอกทิศทางข้างพื้น)

ลำดับท่า	จังหวะ	การปฏิบัติ	
		ภาพ	คำบรรยาย
11.7 คอกปัก+ปลาย เท้าแตะด้านข้าง (Elbow+Side tap)	4		ดึงแขนซ้าย และเท้าข้างซ้ายกลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้น
การเดินมวยไทยแอโรบิก ท่าผสม หมัดตรง และเข่า (แต่ละท่าทำทั้งหมด 8 ครั้ง 2 รอบ)			
12. หมัดตรง+เข่าตรง (Straight punch +Straight knee strike)	1		- ทำเริ่มต้นอยู่ในท่าตั้งการ์ดเตรียม - ปลายเท้าข้างขวาแตะไปด้านข้าง พร้อมกับตอย หมัดข้างขวาตรงไปด้านหน้า (เหยียดแขนไป ด้านหน้า)
	2		ปลายเท้าข้างซ้ายแตะไปด้านข้าง พร้อมกับตอย หมัดข้างซ้ายตรงไปด้านหน้า (เหยียดแขนไป ด้านหน้า)
	3		เหยียดเข่าข้างขวาขึ้นด้านบน 2 ครั้ง ต่อเนื่องกัน
	4		
	5		ปลายเท้าข้างซ้ายแตะไปด้านข้าง พร้อมกับตอย หมัดข้างซ้ายตรงไปด้านหน้า (เหยียดแขนไป ด้านหน้า)

ลำดับท่า	จังหวะ	การปฏิบัติ	
		ภาพ	คำบรรยาย
12. หมัดตรง+เข้าตรง (Straight punch +Straight knee strike)	6		ปลายเท้าข้างขวาแตะไปด้านข้าง พร้อมกับต้อยหมัดข้างขวาตรงไปด้านหน้า (เหยียดแขนไปด้านหน้า)
	7		เหยียดเข้าข้างซ้ายขึ้นด้านบน 2 ครั้ง ต่อเนื่องกัน
	8		
การเดินมวยไทยแอโรบิก ท่าผสม หมัดจัด และถีบหน้า-หลัง			
13. หมัดจัด+ถีบหน้า และหลัง (Upper-cut- short+Pecking foot-thrust)	1		- ทำเริ่มต้นอยู่ในท่าตั้งการ์ดเตรียม - ปลายเท้าข้างขวาแตะไปด้านข้าง พร้อมกับเหยียดหมัดข้างขวาจากด้านล่าง (บริเวณสะโพก) ขึ้นมาด้านบน (บริเวณปลายคาง)
	2		ปลายเท้าข้างซ้ายแตะไปด้านข้าง พร้อมกับเหยียดหมัดข้างซ้ายจากด้านล่าง (บริเวณสะโพก) ขึ้นมาด้านบน (บริเวณปลายคาง)
	3		กระดกเท้าข้างขวา ยก แล้วถีบไปด้านหน้า (สันเท้าอยู่ในระดับหน้าแข้ง-หัวเข่า)

ลำดับท่า	จังหวะ	การปฏิบัติ	
		ภาพ	คำบรรยาย
13. หมัดจัด+ถีบหน้า และหลัง (Uppercut- short+Pecking foot- thrust)	4		กระดกเท้าข้างซ้าย ยก แล้วถีบไปด้านหลัง (สันเท้า อยู่ในระดับหน้าแข้ง-หัวเข่า)
ผ่อนคลายร่างกาย และยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Cool down and stretching)			
1. ย่ำเท้าอยู่กับที่			ย่ำเท้าอยู่กับที่พร้อมกับสูดลมหายใจเข้า-ออก ลึกๆ (8 ครั้ง 2 รอบ)
2. ทำยืดเหยียดเหมือนกับช่วงอบอุ่นร่างกาย			ปฏิบัติเช่นเดียวกับยืดเหยียดร่างกายในช่วงอบอุ่น ร่างกาย โดยยืดเหยียดแต่ละท่าค้างไว้ 15 วินาที



ภาคผนวก ญ

การทดสอบค่าพื้นฐานทางสรีรวิทยา สุขสมรรถนะ และการทรงตัว

ลำดับการทดสอบ (ก่อนเริ่มการทดสอบให้ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยนั่งพัก 5-10 นาที)

1. อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก
2. ความดันโลหิตขณะพัก
3. ส่วนสูง
4. น้ำหนัก และองค์ประกอบของร่างกาย
5. ความอ่อนตัว
6. ความสามารถในการทรงตัว
7. ความแข็งแรง และความอดทนของกล้ามเนื้อ
8. สมรรถภาพการใช้ออกซิเจน



อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (Heart rate resting)



เครื่องมือ

1. นาฬิการับสัญญาณอัตราการเต้นของหัวใจ (Polar รุ่น M 53)
2. สายคาดส่งสัญญาณอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor)

วิธีการ

1. ให้ผู้ทดสอบสวมสายคาด และเครื่องส่งสัญญาณอัตราการเต้นของหัวใจ บริเวณใต้รักบอก ปรับขนาดให้กระชับพอดี
2. กดปุ่ม start ที่นาฬิกาเพื่อทำการเชื่อมต่อสัญญาณ

การบันทึกผล

บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจที่ปรากฏบนหน้าจอนาฬิกา

ความดันโลหิตขณะพัก (Blood pressure)



เครื่องมือ

1. เครื่องวัดความดันโลหิต แบบอัตโนมัติ (Omrom รุ่น HEM-7117)

วิธีการ

1. ให้ผู้ทดสอบสวมปลอกวัดความดันบริเวณต้นแขน ปรับขนาดให้กระชับพอดี
2. กดปุ่ม start เพื่อให้เครื่องวัดความดันโลหิตทำงาน

การบันทึกผล

บันทึกค่าความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และคลายตัว

องค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)

เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย



เครื่องมือ

1. เครื่องวัดองค์ประกอบภายในร่างกาย (Bioelectrical impedance analyzer) ยี่ห้อ Tanita (รุ่น BC-532)

วิธีการ

1. ให้ผู้ทดสอบถอดรองเท้า และถุงเท้า
2. ใส่ข้อมูลของผู้ทดสอบ ได้แก่ เพศ อายุ และ ส่วนสูง
3. ยืนตรง และวางเท้าให้ตรงกับตำแหน่งของที่วางเท้า 5- 10 วินาที

การบันทึกผล

1. บันทึกผลน้ำหนักตัว และเปอร์เซ็นต์ไขมันที่ปรากฏบนหน้าจอเครื่อง

อัตราส่วนเอวต่อสะโพก (Waist-hip ratio)(Signorile, 2011)

เครื่องมือ

1. สายวัดตัว

วิธีการ

1. ให้ผู้ทดสอบยืนตรง
2. ใช้สายวัด วัดรอบเอวในตำแหน่งประมาณสะดือ
3. ใช้สายวัด วัดรอบสะโพกในตำแหน่งที่กว้างที่สุดของสะโพก

การบันทึกผล

บันทึกเส้นรอบวงของเอว และสะโพก แล้วนำมาหาอัตราส่วน
สูตรคำนวณ $WHR = \text{เส้นรอบวงของเอว} \div \text{เส้นรอบวงของสะโพก}$

ความอ่อนตัว (Flexibility)

นั่งงอตัว (Sit and reach) (ACSM, 2014)



เครื่องมือ

Sit and reach box

วิธีการ

1. ให้ผู้ทดสอบนั่งเหยียดขาไปด้านหน้า โดยให้ฝ่าเท้าติดกับ Sit and reach box
2. วางมือบน Sit and reach box แล้วโน้มตัวและเหยียดมือไปด้านหน้าให้ได้มากที่สุด โดยไม่งอขา และค้างไว้ 2 วินาที
3. ทำการทดสอบ 2 ครั้ง

การบันทึกผล

บันทึกระยะทางที่ปลายนิ้วสามารถเหยียดไปถึงได้ แล้วนำค่าทั้ง 2 ครั้ง มาหาค่าเฉลี่ย

ความอ่อนตัว (Flexibility)

มือแตะกันด้านหลัง (Back scratch) (Signorile, 2011)



เครื่องมือ

ไม้บรรทัด แบ่งระยะเป็นเซนติเมตร

วิธีการ

1. ให้ผู้ทดสอบยืนตรง และยกแขนขวาขึ้นเหนือศีรษะ แล้วงอข้อศอกลงให้ฝ่ามือ และนิ้วแตะด้านหลังมากที่สุด (คว่ำมือ)
2. แขนซ้ายงอศอกขึ้นแนบหลังแล้วยกให้สูงที่สุด (หงายมือ) พยายามให้นิ้วและมือทั้ง 2 ข้างใกล้กัน หรือทับกันมากที่สุด (มือขวาทับมือซ้าย) และทำค้างไว้
3. ปฏิบัติซ้ำตั้งแต่ข้อแรกแต่สลับเปลี่ยนมือด้านตรงข้าม

การบันทึกผล

วัดระยะทางปลายนิ้วกลางของมือทั้ง 2 ข้าง

- ถ้าปลายนิ้วแตะกันพอดี ระยะทางเป็น 0
- ถ้าปลายนิ้วทับกัน ระยะทางเป็น +
- ถ้าปลายนิ้วไม่ถึงกัน ระยะทางเป็น -

ความอ่อนตัว (Flexibility)

ความอ่อนตัวของข้อต่อ (Range of motion: ROM) (ACSM, 2008)

เครื่องมือ

เครื่องวัดระยะการเคลื่อนไหวของข้อต่อ (Goniometer)

วิธีการ

ให้ผู้ทดสอบ ทดสอบการเคลื่อนไหวของข้อต่อในท่าดังต่อไปนี้

1.1 ข้อไหล่ (Shoulder)

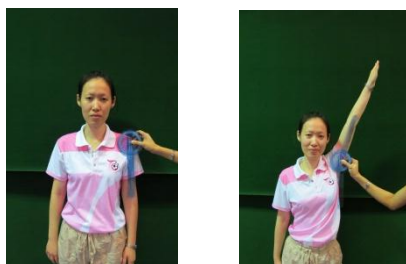
- ท่างข้อไหล่ (Shoulder flexion)



- ท่าเหยียดข้อไหล่ (Shoulder extension)

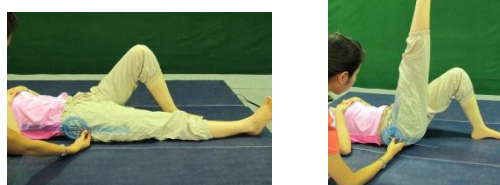


- ท่ากางข้อไหล่ (Shoulder abduction)



1.2 ข้อสะโพก (Hip)

- ท่างข้อสะโพก (Hip flexion)



- ท่าเหยียดข้อสะโพก (Hip extension)



- ท่ากางข้อสะโพก (Hip abduction)



การบันทึกผล

บันทึกค่ามุมการเคลื่อนไหวในแต่ละท่า



ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscle strength and endurance)

แรงบีบมือ (Hand grip)(ACSM, 2008)



เครื่องมือ

เครื่องวัดแรงบีบมือ (Hand grip dynamometer) ยี่ห้อ Takei (รุ่น T.K.K.5001 ประเทศ

ญี่ปุ่น)

วิธีการ

1. ปรับเครื่องวัดแรงบีบมือ ให้เข็มอยู่ในตำแหน่งเริ่มต้น คือ 0
2. ปรับระดับที่จับให้มีขนาดพอดีกับมือ
3. ให้ผู้ทดสอบออกแรงบีบให้มากที่สุด
4. ทดสอบทั้งมือข้างขวา และซ้าย

การบันทึกผล

บันทึกค่าตัวเลขในตำแหน่งที่ตรงกับเข็ม

นั่งจอแขน ด้วยดัมเบลล์ 2 กก. 30 วินาที (Arm curl with dumbbell 2 kg.) (Signorile, 2011)



เครื่องมือ

1. เก้าอี้ที่มีพนักพิง
2. ดัมเบลล์ ขนาด 2 กิโลกรัม
3. นาฬิกาจับเวลา

วิธีการ

1. ให้ผู้ทดสอบนั่งบนเก้าอี้ และถือน้ำหนักปล่อยข้างลำตัว
2. เมื่อได้รับเสียงสัญญาณ ให้เริ่มทำการทดสอบ โดยทำการงอข้อศอก ในลักษณะหงายมือขึ้น ทำต่อเนื่องกันให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้ใน 30 วินาที ทดสอบทั้งแขนข้างขวา และซ้าย

การบันทึกผล

บันทึกจำนวนครั้งที่สามารถทำได้ใน 30 วินาที

ลุกนั่งเก้าอี้ 30 วินาที (Chair sit to stand) (Signorile, 2011)



เครื่องมือ

1. เก้าอี้ที่มีพนักพิง
2. นาฬิกาจับเวลา

วิธีการ

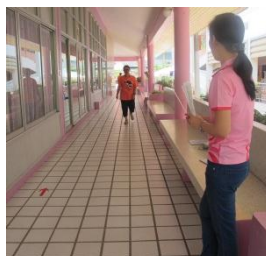
1. ให้ผู้ทดสอบนั่งบนเก้าอี้
2. เมื่อได้รับเสียงสัญญาณ ให้เริ่มทำการทดสอบ โดยทำการลุกขึ้น และนั่งต่อเนื่องกันจนครบ 30 วินาที

การบันทึกผล

บันทึกจำนวนครั้งที่สามารถทำได้มากที่สุดในเวลา 30 วินาที

ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิต และระบบหายใจ (Cardiorespiratory fitness)

ทดสอบเดิน 6 นาที (6 min walk test) (ACSM, 2014; Signorile, 2011)



เครื่องมือ

1. นาฬิกาจับสัญญาณอัตราการเต้นของหัวใจ (Polar รุ่น M 53)
2. สายคาดส่งสัญญาณอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor)
3. เครื่องวัดความดันโลหิต แบบอัตโนมัติ
4. สถานที่เพื่อใช้ในการเดินทดสอบ (กำหนดระยะทางที่ใช้ 50 เมตร และทำเครื่องหมายในระยะทุก 5 เมตร)
5. นาฬิกาจับเวลา
6. ตลับเมตร

วิธีการ

1. ให้ผู้ทดสอบสวมสายคาด และเครื่องส่งสัญญาณอัตราการเต้นของหัวใจ บริเวณใต้รอบอก ปรับขนาดให้กระชับพอดี
2. กดปุ่ม start ที่นาฬิกาเพื่อทำการเชื่อมต่อสัญญาณ
3. ให้สัญญาณเริ่มต้นสำหรับการเดินทดสอบ พร้อมทั้งเริ่มจับเวลา 6 นาที

การบันทึกผล

1. ระยะทางที่สามารถเดินได้ใน 6 นาที
2. อัตราการเต้นของหัวใจหลังจากเดินที่เดินเสร็จสิ้นทันที
3. ความดันโลหิตหลังจากเดินที่เดินเสร็จสิ้นทันที

นำมาคำนวณสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด ตามสูตรดังนี้ (ACSM, 2014)

$$\text{Peak VO}_2 = [0.02 \times \text{ระยะทาง (m)}] - [0.191 \times \text{อายุ}] - [0.07 \times \text{น้ำหนัก (kg)}] + [0.09 \times \text{ส่วนสูง (cm)}] + [0.26 \times \text{อัตราการเต้นของหัวใจ} \times \text{ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว} \times (10^{-3})] + 2.45$$

การทรงตัว (Body balance)

การทรงตัวแบบอยู่กับที่ (Static balance)

ยืนขาเดียว (Single leg stance test with eyes open: SLS) (Signorile, 2011)

เครื่องมือ

นาฬิกาจับเวลา

วิธีการ

1. ผู้ทดสอบยืนตรง และใช้มือจับที่เอว
2. เริ่มจับเวลาเมื่อผู้ทดสอบยกข้างหนึ่งเท้าขึ้นจากพื้น (ประมาณ 15 ซม.)
3. หยุดจับเวลาเมื่อผู้ทดสอบมีอาการเซ มือหลุดออกจากเอว หรือ ต้องการหยุดทดสอบ

การบันทึกผล

บันทึกระยะเวลาที่ผู้ทดสอบสามารถยืนขาเดียวได้ (บันทึกเป็นวินาที)



การทรงตัว (Body balance)

การทรงตัวแบบเคลื่อนที่-ความคล่องแคล่ว (Dynamic balance)

ลุกยืนและเดิน 3 เมตร (3 Meter Up-And-Go: TUG) (Signorile, 2011)



เครื่องมือ

1. เก้าอี้ที่มีพนักพิง
2. แท่งกรวย 2 อัน
3. นาฬิกาจับเวลา
4. ตลับเมตร

วิธีการ

1. วางกรวยห่างจากเก้าอี้ 3 เมตร
2. ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยนั่งเก้าอี้หลังตรงเท้าวางพื้นราบ
3. เริ่มจับเวลาพร้อมกับให้สัญญาณผู้ทดสอบลุกขึ้นจากเก้าอี้ และเดินไปอ้อมกรวยด้วยความเร็วที่มากที่สุดเท่าที่ทำได้ และกลับมานั่งที่เก้าอี้ แล้วหยุดจับเวลา

การบันทึกผล

บันทึกระยะเวลาที่ผู้เข้าร่วมโครงการใช้ในการลุกยืนแล้วเดิน ในระยะทาง 3 เมตร

การทดสอบความหนาแน่นของกระดูกสันเท้า



เครื่องมือ

1. เครื่องตรวจวัดความหนาแน่นของกระดูก คลื่นเสียงความถี่สูง เครื่องมือที่ใช้เรียกว่า “Broadband ultrasonic attenuation (BUA)” ยี่ห้อซาฮารา (SAHARA)

2. เก้าอี้ที่มีพนักพิง

วิธีการ

1. วางสันเท้าระหว่าง Transducer 2 ตัว ซึ่งตัวหนึ่งเป็นต้นกำเนิดเสียงให้เสียงวิ่งผ่านกระดูกสันเท้าไปยัง Transducer อีกตัวที่อยู่ตรงข้ามเพื่อรับสัญญาณเสียง โดยการผ่านคลื่นเสียงในระดับ 0.2-0.6 MHz ไปยังกระดูกสันเท้า (Calcaneus) ใช้เวลาในการตรวจเพียง 1-10 นาที

2. ทำการทดสอบทั้งข้างขวา และข้างซ้าย

การบันทึกผล

บันทึกค่า T-score ที่ปรากฏบนหน้าจอ

ภาคผนวก ก
แบบบันทึกข้อมูลการทดสอบ

รหัส.....วันที่ทดสอบ.....

สถานที่ทำการทดสอบ.....

ข้อมูลพื้นฐานทางสรีรวิทยา (ก่อนการทดสอบ – นั่งพักเป็นเวลา 5 นาที เพื่อทำการทดสอบดังต่อไปนี้)

วัน-เดือน-ปีเกิด อายุปี
 ส่วนสูงปัจจุบัน ซม. ส่วนสูง 3-5 ปีที่ผ่านมา ซม.
 น้ำหนัก กก. เปอร์เซ็นต์ไขมัน % ดัชนีมวลกาย (BMI)
 อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ครั้ง/นาที ความดันโลหิตขณะพัก มม.ปรอท

ข้อมูลความหนาแน่นของกระดูกข้อเท้า

Left			Right		
T-Score	QUI/STF	BMD	T-Score	QUI/STF	BMD

ข้อมูลด้านสุขสมรรถนะ และการทรงตัว

องค์ประกอบทางกาย

1. อัตราส่วน (เอว:สะโพก) เอว ซม. สะโพก ซม.

ความอ่อนตัว

1. นั่งงอตัว (Sit & reach) ครั้งที่ 1 ซม. ครั้งที่ 2 ซม.
2. มือแตะด้านหลัง (Back scratch) (ขวา/ซ้าย) ซม. (ซ้าย/ขวา) ซม.
3. องศาการเคลื่อนไหว (Range of motion: ROM)

ข้อต่อ (Joint)	Flexion		Extension		Abduction	
	Right	Left	Right	Left	Right	Left
Shoulder						
Hip						

ความสามารถในการทรงตัว

1. ยืนขาเดียว (Single leg stance) (ขวา) วินาที (ซ้าย) วินาที
2. ลูกยืนและเดินไปกลับ (3 meters up and go) วินาที

ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ

1. แรงบีบมือ (Hand grip strength) (ขวา) กก. (ซ้าย) กก.
2. นั่งอแขน (30 second arm curl) (ขวา) ครั้ง (ซ้าย) ครั้ง
3. ลูกนั่งเก้าอี้ (30 second chair stand) ครั้ง

สมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (6 min walk test)

1. ข้อมูลในขณะพัก (หลังจากนั่งพัก 5 นาที)		หมายเหตุ
1.1 ความดันโลหิต (Blood pressure - มม.ปรอท)		
1.2 ระดับความเหนื่อย (RPE)		
1.3 อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate - ครั้ง/นาที)		
2. ข้อมูลหลักจากการเดิน 6 นาที (หลังจากเดินเสร็จทันที)		
2.1 ความดันโลหิต (Blood pressure - มม.ปรอท)		- ในนาทีที่ 3 บันทึกค่า HR และ RPE นาที ขณะทดสอบ - บันทึกจำนวนที่ผู้เข้าร่วมวิจัยหยุดพักขณะทดสอบ
2.2 ระดับความเหนื่อย (RPE)		
2.3 อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate - ครั้ง/นาที)		
2.4 ระยะทางที่สามารถเดินได้ (เมตร)		
2.5 จำนวนก้าว		
3. ข้อมูลหลักจากการนั่งพัก (หลังจากที่เดินเสร็จและนั่งพักเป็นเวลา 5-10 นาที)		
3.1 ความดันโลหิต (Blood pressure - มม.ปรอท)		
3.2 ระดับความเหนื่อย (RPE)		
3.3 อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate - ครั้ง/นาที)		

** กรณีที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยไม่สามารถทำการทดสอบได้ครบถ้วนตามระยะเวลาที่กำหนด ให้บันทึกระยะเวลาและระยะทางที่สามารถทำการทดสอบได้ และให้บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด (HR Max) และระดับความเหนื่อย (RPE) จากการทดสอบด้วย **

ข้อสังเกตอื่นๆ

.....

.....

ภาคผนวก ก
ข้อมูลการเดินมวยไทยแอโรบิก 16 สัปดาห์

ข้อมูล	อัตราการเต้นของหัวใจ		จำนวนก้าว	
	เป้าหมาย	เฉลี่ย	เป้าหมาย	เฉลี่ย
ความหนัก 70 – 75 % ของอัตราการเต้นของหัวใจ สูงสุด (bpm)	104-112	108±14.16		
การเคลื่อนไหวจากการเดินมวยไทยแอโรบิก (จำนวนก้าว)			1,468	1,180.07±340.43



ภาคผนวก รฐ

ความพึงพอใจในการออกกำลังกายมวยไทยแอโรบิกของผู้เข้าร่วมโครงการ

ความพึงพอใจต่อการออกกำลังกายมวยไทยแอโรบิก	ร้อยละของระดับความพึงพอใจ (n=20)				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
1. ทำมวยไทยในการออกกำลังกายแบบแอโรบิกทำได้ง่าย	0	0	10	55	35
2. ทำมวยไทยแอโรบิกมีความน่าสนใจ	0	0	5	55	40
3. ทำมวยไทยในการออกกำลังกายแบบแอโรบิกเหมาะสมสำหรับวัยสูงอายุ	0	0	10	65	25
4. ทำมวยไทยในการออกกำลังกายแอโรบิกไม่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บ	0	0	25	50	25
5. มวยไทยแอโรบิกทำให้ร่างกายแข็งแรงขึ้น	0	0	5	45	50
6. มวยไทยแอโรบิกมีรูปแบบเหมาะสมกับคนไทย	0	0	5	55	40
7. มวยไทยแอโรบิกเป็นส่วนหนึ่งในการอนุรักษ์ภูมิปัญญาไทย	0	0	5	45	50
8. มวยไทยแอโรบิกมีคุณค่าทางการสืบสานวัฒนธรรมไทย	0	0	5	55	40
9. มวยไทยแอโรบิกให้คุณค่าทางจิตใจ	0	0	5	50	45
10. มวยไทยแอโรบิกให้ความเพลิดเพลิน และสนุกสนาน	0	0	5	35	60

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างบันทึกข้อความขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล และยืมอุปกรณ์การวิจัย

ที่ ศธ ๐๕๑๒.๒๔/๐๐๘๒๗



คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพระราม ๑ ปทุมวัน กทม. ๑๐๓๓๐

๘ กรกฎาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลงานวิจัย

เรียน อธิบดีกรมพัฒนาสังคมและสวัสดิการ

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
๑. สำเนาใบรับรองโครงการวิจัย
 ๒. โครงร่างวิทยานิพนธ์ (ฉบับย่อ)
 ๓. ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
 ๔. ตารางแผนการดำเนินงานโครงการวิจัย

ด้วย นางสาวนิศากร ตันติวิบูลชัย นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ชั้นปีที่ ๓ แผนกวิชาวิทยาการส่งเสริมสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลของการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิก ร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียมต่อสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวของหญิง ผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การดูแลของ ศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การดำเนินการวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้ นางสาวนิศากร ตันติวิบูลชัย เข้าทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบสอบถามแก่ผู้สูงอายุเพศหญิง อายุระหว่าง ๖๐ - ๗๕ ปี และทำการทดสอบ สุขสมรรถนะ การทรงตัว และสารชีวเคมีในเลือดของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ก่อนและหลังการทดลอง รวมทั้งทำการฝึก การเดินมวยไทยแอโรบิก ๓ ครั้งต่อสัปดาห์ จำนวน ๑๖ สัปดาห์ และได้รับประทานวิตามินดีและแคลเซียมเสริมตาม ปริมาณที่กำหนดในงานวิจัย ณ ศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุบ้านบางแค (บ้านบางแค ๑) โดยจะทำการ ดำเนินการวิจัยในระหว่างเดือนกรกฎาคม - ธันวาคม ๒๕๕๗ ซึ่งมีรายละเอียดดังสิ่งที่ส่งมาด้วย ทั้งนี้ ผู้วิจัยจะเป็น ผู้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์อนุญาตให้ดำเนินการวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง และ ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิษฐ์ชัย อินทிரากรณ์)

คณบดี

หน่วยจัดการศึกษา งานวิชาการและวิจัย

โทร. ๐-๒๒๑๘-๑๐๔๗

โทรสาร ๐-๒๒๑๘-๑๐๒๔

ที่ศธ๐๕๑๒.๒๔/๐๐๑๕๕



คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพระราม ๑ แขวงวังใหม่ กทม. ๑๐๓๓๐

๑๗ กรกฎาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลงานวิจัยและสถานที่สำหรับเก็บข้อมูลงานวิจัย

เรียน อธิบดีกรมพัฒนาสังคมและสวัสดิการ

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
๑. สำเนาใบรับรองโครงการวิจัย
 ๒. โครงร่างวิทยานิพนธ์
 ๓. ข้อมูลสำหรับกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย
 ๔. ตารางแผนการดำเนินงานโครงการวิจัย

ด้วย นางสาวนิศากร ตันติวิบูลชัย นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ชั้นปีที่ ๓ แขนงวิชาวิทยาการส่งเสริมสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการฝึกเดินมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียมต่อสารชีวเคมีของกระดูก, สุขสมรรถนะ และการทรงตัวของหญิงผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา ภายใต้การดูแลของศาสตราจารย์ ดร.ณอมวงค์ กฤษณ์เพ็ชร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

เพื่อให้การศึกษามีความถูกต้องและสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ในการนี้ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้ นางสาวนิศากร ตันติวิบูลชัย เข้าทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบบสอบถามกับผู้สูงอายุเพศหญิง อายุระหว่าง ๖๐-๗๕ ปี และทำการทดสอบสุขสมรรถนะ การทรงตัว และสารชีวเคมีในเลือดของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยก่อนและหลังการทดลอง รวมทั้งรับประทานวิตามินดีและแคลเซียมเสริมตามปริมาณที่กำหนดในงานวิจัย และขอความอนุเคราะห์ลานจัดกิจกรรม ณ ศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุ จังหวัดปทุมธานี เพื่อใช้สำหรับทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและทดสอบสุขสมรรถนะ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม - เดือนธันวาคม ๒๕๕๗ ทั้งนี้ ผู้วิจัยจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ชัย อินทிரากรณ์)
คณบดี

หน่วยจัดการศึกษา งานวิชาการและวิจัย

โทร.๐-๒๒๑๘-๑๐๔๐

โทรสาร ๐-๒๒๑๘-๑๐๔๐

ที่ ศธ ๐๕๑๒.๒๔/๐๑๐๒๔



คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพระราม ๑ ปทุมวัน กทม. ๑๐๓๓๐

๔ กันยายน ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เก็บข้อมูลงานวิจัยและสถานที่สำหรับเก็บข้อมูลงานวิจัย

เรียน ผู้จัดการมูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์ (บ้านพักคนชราหญิง)

ด้วย นางสาวนิศากร ตันติวิบูลชัย นิสิตระดับปริญญาตรีบัณฑิต ชั้นปีที่ ๔ แขนงวิชาวิทยาการส่งเสริมสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้รับอนุมัติโครงการวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียมต่อสารชีวเคมีของกระดูก สุขสมรรถนะ และการทรงตัวของหญิงสูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชรา” (EFFECTS OF MUAY THAI AEROBIC DANCE WITH VITAMIN D AND CALCIUM SUPPLEMENT ON BIOCHEMICAL BONE MARKERS, HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS AND BALANCE OF THE ELDERLY WOMEN IN THAI NURSING HOME RESIDENTS) ภายใต้การดูแลของ ศาสตราจารย์ ดร.ธนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รองศาสตราจารย์ นายแพทย์พงศ์ศักดิ์ ยุกตะนันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

เพื่อให้การศึกษามีความถูกต้องและสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ในกรณีนี้ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์ให้นางสาวนิศากร ตันติวิบูลชัย เข้าทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบสอบถามแก่ผู้สูงอายุเพศหญิง อายุระหว่าง ๖๐ - ๗๗ ปี และทำการทดสอบสุขสมรรถนะ การทรงตัว และสารชีวเคมีในเลือดของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ก่อนและหลังการทดลอง รวมทั้งให้รับประทานวิตามินดีและแคลเซียมเสริมตามปริมาณที่กำหนดในงานวิจัย ณ มูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์ (บ้านพักคนชราหญิง) และขอความอนุเคราะห์ใช้ลานจัดกิจกรรม หรือในบริเวณที่ทางมูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์ (บ้านพักคนชราหญิง) เห็นสมควร เพื่อใช้สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล และทดสอบสุขสมรรถนะ ตั้งแต่วันที่ ๒๕๕๗ ถึงเดือนกุมภาพันธ์ ๒๕๕๘ ทั้งนี้ ผู้วิจัยจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์และอนุญาตให้ดำเนินการวิจัยด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนิทรชัย อินทிரากรณ์)

คณบดี

หน่วยจัดการศึกษา งานวิชาการและวิจัย

โทร.๐-๒๒๑๘-๑๐๔๗

โทรสาร ๐-๒๒๑๘-๑๐๒๔



ที่ ศธ ๐๕๑๒.๒๔/๐๑๒๐๔

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพระราม ๑ ปทุมวัน กทม. ๑๐๓๓๐

๑๕ ตุลาคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขออนุญาตเผยแพร่ข้อมูลเพื่อประกอบการวิจัย

เรียน ผู้จัดการ บริษัท เบอร์ลี ยุคเกอร์ จำกัด (มหาชน)

ด้วย นางสาวนิศากร ดันติวิบูลชัย นิสิตระดับดุขฎิบัณฑิต ชั้นปีที่ ๔ แขนงวิชาวิทยาการส่งเสริมสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง “ผลของการฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิก ร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดี และแคลเซียมต่อสารชีวเคมีของกระดูก, สุขสมรรถนะ และการทรงตัวของหญิงสูงอายุ ในสถานสงเคราะห์คนชรา” (EFFECTS OF MUAY THAI AEROBIC DANCE WITH VITAMIN D AND CALCIUM SUPPLEMENT ON BIOCHEMICAL BONE MARKERS, HEALTH-RELATED PHYSICAL FITNESS AND BALANCE OF THE ELDERLY WOMEN IN THAI NURSING HOME RESIDENTS) ภายใต้การดูแลของ ศาสตราจารย์ ดร.ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพชร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รองศาสตราจารย์ นพ.พงศ์ศักดิ์ ยุกตะนันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

เพื่อให้การศึกษามีความถูกต้องและสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ในกรณีนี้ จึงใคร่ขออนุญาตเผยแพร่เครื่องมือวัดความหนาแน่นของกระดูกสันหลัง เพื่อทำการประเมินให้กับผู้สูงอายุ ณ สถานสงเคราะห์ เพื่อประกอบการทำวิจัยดังกล่าว ระหว่างวันที่ ๒๔ - ๒๗ ตุลาคม ๒๕๕๗ จำนวน ๓ แห่ง ดังนี้

๑. ศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุบ้านบางแค
๒. ศูนย์พัฒนาการจัดสวัสดิการสังคมผู้สูงอายุปทุมธานี
๓. บ้านพักคนชราหญิง มูลนิธิมิตรภาพสงเคราะห์

ทั้งนี้ ผู้วิจัยจะเป็นผู้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์อุปการะดังกล่าวด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนินทรชัย อินทிரากรณ์)

คณบดี

หน่วยจัดการศึกษา งานวิชาการและวิจัย

โทร.๐-๒๒๑๘-๑๐๔๗

โทรสาร ๐-๒๒๑๘-๑๐๒๔

ภาคผนวก ๗
เครื่องนับก้าว



เครื่องมือ

1. เครื่องนับก้าว ยี่ห้อ โอมรอน รุ่น HJ-113

วิธีการ

1. ใช้ปลายปากกาหรือวัตถุปลายแหลม กดที่ปุ่ม reset ด้านหลังเครื่อง เพื่อตั้งค่าข้อมูลครั้งใหม่
2. กดปุ่ม set จำนวน จนหน้าจอขึ้นดังภาพ พร้อมสำหรับการใช้งาน (หน้าจอจะขึ้น

เลข 0 และมีคำว่า step อยู่ด้านล่าง)

3. นำเครื่องนับก้าวห้อยไว้ที่คอ

การบันทึก

บันทึกจำนวนก้าวที่ปรากฏบนหน้าจอ

ภาคผนวก ณ

Vitamin D และ Calcium สำหรับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

การจัดเตรียม Vitamin D₂ และ Calcium

อุปกรณ์

1. Vitamin D₂ (Calciferol) ชนิดแคปซูล ขนาด 20,000 IU ของบริษัทอังกฤษตรางู
2. Calcium carbonate ชนิดเม็ด ขนาด 1,000 mg ของบริษัทจรรยาเภสัช จำกัด
3. ถุงซิปปกั้นน้ำ
4. ฉลาก

ตัวอย่าง ฉลาก วิตามินดี และแคลเซียม

โครงการวิจัย	
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	
	2557
ชื่อ-สกุล	
วิตามิน D ₂ CAP. 20,000 IU. (จำนวน 10 เม็ด)	
ชื่อสามัญ VITAMIN D ₂ (ERGOCALCIFEROL)	
รับประทานครั้งละ 1 เม็ด	
สัปดาห์ละ 1 ครั้ง หลังอาหารเช้า	
หากลืมรับประทานวิตามินดีในวันที่กำหนดให้รับประทานในวันถัดไป และในสัปดาห์ต่อไปให้กลับมารับประทานในวันเดิม	

โครงการวิจัย	
คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	
	2557
ชื่อ-สกุล	
แคลเซียม คาร์บอเนต TAB. 1,000 mg. (จำนวน 40 เม็ด)	
ชื่อสามัญ CALCIUM CARBONATE	
รับประทานครั้งละ 1 เม็ด	
วันละ 1 ครั้ง หลังอาหารเช้า	
หากลืมรับประทานแคลเซียมหลังอาหารเช้าให้รับประทานในวันถัดไปและในวันถัดไปให้กลับมารับประทานหลังอาหารเช้าเช่นเดิม	

ภาคผนวก ด

รายละเอียดผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมทางเดียว

สารชีวเคมีในเลือด

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าสารชีวเคมีในเลือด หลังการทดลอง 16 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองฝึกต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม: MADC และกลุ่มควบคุมได้รับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม: DC เมื่อใช้ตัวแปรก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
1. การสลายของกระดูก (CTX) (ng/ml)	ตัวแปรร่วม (Covariance)	1.212	1	1.212	69.554	.00
	รูปแบบ (Main effect)	.076	1	.076	4.381	.04 [#]
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	.645	37	.017		
	รวม	12.933	40			
2. การสร้างของกระดูก (P1NP) (ng/ml)	ตัวแปรร่วม (Covariance)	9001.370	1	9001.370	63.818	.00
	รูปแบบ (Main effect)	101.094	1	101.094	.717	.40
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	5218.741	37	141.047		
	รวม	140761.725	40			
3. การโบนเทิร์นโอเวอร์ของกระดูก (N-MID OC) (ng/ml)	ตัวแปรร่วม (Covariance)	2411.846	1	2411.846	75.397	.00
	รูปแบบ (Main effect)	3.217	1	3.217	.101	.75
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	1183.5820	37	31.989		
	รวม	37187.750	40			
4. วิตามินดีในเลือด [25(OH)D] (ng/ml)	ตัวแปรร่วม (Covariance)	1241.661	1	1241.661	25.035	.00
	รูปแบบ (Main effect)	0.25	1	0.25	0.000	.98
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	1835.101	37	49.597		
	รวม	49830.694	40			
5. พาราไทรอยด์ฮอร์โมน (PTH) (pg/ml)	ตัวแปรร่วม (Covariance)	3596.432	1	3596.432	43.108	.00
	รูปแบบ (Main effect)	42.286	1	42.286	0.507	.48
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	3086.870	37	83.429		
	รวม	88686.805	40			
6. แคลเซียมในเลือด (Serum calcium) (mg/dl)	ตัวแปรร่วม (Covariance)	2.203	1	2.203	16.460	.00
	รูปแบบ (Main effect)	0.000	1	0.000	.002	.97
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	4.592	37	.134		
	รวม	3332.350	40			
7. สมรรถภาพการทำงานของไต (Serum creatinine) (mg/dl)	ตัวแปรร่วม (Covariance)	1.574	1	1.574	122.223	.00
	รูปแบบ (Main effect)	.004	1	.004	.319	.58
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	.476	37	.013		
	รวม	23.676	40			

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
8. สมรรถภาพการทำงานของตับ (Alkaline phosphatase)	ตัวแปรร่วม (Covariance)	13212.493	1	13212.493	113.124	.00
	รูปแบบ (Main effect)	45.136	1	45.136	.386	.54
(U/I)	ความคลาดเคลื่อน (Error)	4321.457	37	116.796		
	รวม	265499.000	40			

#P ≤ .05



ข้อมูลพื้นฐานทางสถิติ

เปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลพื้นฐานทางสถิติ หลังการทดลอง 16 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองฝึกเต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม: MADC และกลุ่มควบคุมได้รับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม: DC เมื่อใช้ตัวแปรก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ข้อมูลพื้นฐานทางสถิติ						
1. น้ำหนักตัว (กก.)	ตัวแปรร่วม (Covariance)	6700.371	1	6400.371	633.4	.00
	รูปแบบ (Main effect)	16.034	1	16.034	79	.23
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	391.353	37	10.577	1.516	
	รวม	132035.850	40			
2. อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้ง/นาที)	ตัวแปรร่วม (Covariance)	1989.226	1	1989.226	44.66	.00
	รูปแบบ (Main effect)	23.887	1	23.887	4	.47
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	1647.874	37	44.537	.536	
	รวม	239404.00	40			
3. ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวขณะพัก (มม.ปรอท)	ตัวแปรร่วม (Covariance)	4761.197	1	4761.197	34.59	.00
	รูปแบบ (Main effect)	766.512	1	766.512	3	.02 [#]
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	5092.553	37	137.637	5.569	
	รวม	687365.000	40			
4. ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวขณะพัก (มม.ปรอท)	ตัวแปรร่วม (Covariance)	1195.421	1	1195.421	25.82	.00
	รูปแบบ (Main effect)	130.414	1	130.414	2	.10
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	1712.929	37	46.295	2.817	
	รวม	177851.000	40			

#P ≤ .05

สุขสมรรถนะ และการทรงตัว

เปรียบเทียบความแตกต่างของสุขสมรรถนะ และการทรงตัว หลังการทดลอง 16 สัปดาห์ ของกลุ่มทดลองฝึกต้นมวยไทยแอโรบิกร่วมกับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม: MADC และ กลุ่มควบคุมได้รับการเสริมด้วยวิตามินดีและแคลเซียม: DC เมื่อใช้ตัวแปรก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P	
ข้อมูลสุขสมรรถนะ							
องค์ประกอบของร่างกาย							
1. ดัชนีมวลกาย (กก./ตร.ม.)	ตัวแปรร่วม (Covariance)	1168.063	1	1168.063	448.713	.00	
	รูปแบบ (Main effect)	3.485	1	3.485	1.339	.26	
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	96.316	37	2.603			
	รวม	26590.930	40				
2. อัตราส่วนเอวต่อสะโพก	ตัวแปรร่วม (Covariance)	.064	1	.064	49.616	.00	
	รูปแบบ (Main effect)	.000	1	.000	.116	.74	
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	.048	37	.001			
	รวม	30.282	40				
3. เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (%)	ตัวแปรร่วม (Covariance)	4000.433	1	4000.433	578.915	.00	
	รูปแบบ (Main effect)	.792	1	.792	.115	.74	
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	255.678	37	6.910			
	รวม	47654.130	40				
ความอ่อนตัว							
4. ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อส่วนล่าง-นั่งงอตัว (ชม.)	ตัวแปรร่วม (Covariance)	2829.060	1	2829.060	171.013	.00	
	รูปแบบ (Main effect)	135.986	1	135.986	8.220	.01 [#]	
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	595.547	37	16.543			
	รวม	5964.500	40				
5 ความอ่อนตัวของกล้ามเนื้อส่วนบน-มือแตะกันด้านหลัง (ชม.)	5.1 ขวอยู่ด้านบน	ตัวแปรร่วม (Covariance)	4012.494	1	4012.494	53.294	.00
	รูปแบบ (Main effect)	148.172	1	148.172	1.968	.17	
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	2785.706	37	75.289			
	รวม	14460.000	40				
5.2 ซ้ายอยู่ด้านบน	ตัวแปรร่วม (Covariance)	4313.595	1	4313.595	52.581	.00	
	รูปแบบ (Main effect)	8.247	1	8.247	.101	.75	
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	3035.355	37	82.037			
	รวม	23153.000	40				

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
6. ความอ่อนตัวของข้อต่อ (ROM-องศา)						
6.1 ท่างอข้อไหล่: ขวา	ตัวแปรร่วม (Covariance)	3590.496	1	3590.496	15.490	.00
	รูปแบบ (Main effect)	1176.496	1	1176.496	5.075	.03 [#]
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	8576.604	37	231.800		
	รวม	997300.000	40			
: ซ้าย	ตัวแปรร่วม (Covariance)	5813.160	1	5813.160	28.622	.00
	รูปแบบ (Main effect)	850.678	1	850.678	4.189	.05 [#]
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	7514.640	37	203.098		
	รวม	957132.000	40			
6.2 ท่าเหยียดข้อไหล่ : ขวา	ตัวแปรร่วม (Covariance)	706.948	1	706.948	10.493	.00
	รูปแบบ (Main effect)	163.700	1	163.700	2.430	.13
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	2492.802	37	67.373		
	รวม	133539.000	40			
: ซ้าย	ตัวแปรร่วม (Covariance)	660.591	1	600.591	6.958	.01
	รูปแบบ (Main effect)	165.737	1	165.737	1.920	.17
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	3193.709	37	86.316		
	รวม	134928.000	40			
6.3 ท่ากางข้อไหล่ : ขวา	ตัวแปรร่วม (Covariance)	9526.794	1	9526.794	80.061	.00
	รูปแบบ (Main effect)	236.054	1	236.054	1.984	.17
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	4402.806	37	118.995		
	รวม	1054308.000	40			
: ซ้าย	ตัวแปรร่วม (Covariance)	12307.148	1	12307.148	115.055	.00
	รูปแบบ (Main effect)	108.016	1	108.016	1.010	.32
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	3957.802	37	106.968		
	รวม	1045565.000	40			
6.4 ท่างอข้อสะโพก: ขวา	ตัวแปรร่วม (Covariance)	33861.230	1	33861.230	58.763	.00
	รูปแบบ (Main effect)	527.996	1	527.996	.916	.35
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	21320.770	37	576.237		
	รวม	512354.000	40			
: ซ้าย	ตัวแปรร่วม (Covariance)	33668.693	1	33668.693	59.457	.00
	รูปแบบ (Main effect)	616.474	1	616.474	1.089	.30
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	20952.007	37	566.270		
	รวม	500748.000	40			

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
6.5 ทำเหยียดข้อสะโพก: ขวา	ตัวแปรร่วม (Covariance)	759.035	1	759.035	10.431	.00
	รูปแบบ (Main effect)	201.264	1	201.264	2.766	.11
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	2629.465	37	72.769		
	รวม	19040.000	40			
: ซ้าย	ตัวแปรร่วม (Covariance)	927.192	1	927.192	13.769	.00
	รูปแบบ (Main effect)	186.184	1	186.184	2.765	.11
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	2491.608	37	67.341		
	รวม	18896.000	40			
6.6 ท่ากางข้อสะโพก: ขวา	ตัวแปรร่วม (Covariance)	7779.787	1	7779.787	145.456	.00
	รูปแบบ (Main effect)	327.893	1	327.893	6.131	.02 [#]
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	1978.963	37	53.485		
	รวม	61693.000	40			
: ซ้าย	ตัวแปรร่วม (Covariance)	8214.633	1	8214.633	151.931	.00
	รูปแบบ (Main effect)	382.074	1	382.074	7.067	.01 [#]
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	2000.517	37	54.068		
	รวม	59083.000	40			
ความแข็งแรงและความอดทนของกล้ามเนื้อ						
7. ความแข็งแรงของแขน-แรงบีบมือ (กก.)						
7.1 มือขวา	ตัวแปรร่วม (Covariance)	836.334	1	836.334	90.189	.00
	รูปแบบ (Main effect)	62.494	1	62.494	6.739	.01 [#]
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	343.104	37	9.273		
	รวม	13939.250	40			
7.2 มือซ้าย	ตัวแปรร่วม (Covariance)	978.708	1	978.708	67.330	.00
	รูปแบบ (Main effect)	29.522	1	29.522	3.031	.16
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	537.829	37	14.536		
	รวม	14176.750	40			
8. นิ่งอแขน 30 วินาที (ครั้ง/นาที)						
8.1 แขนขวา	ตัวแปรร่วม (Covariance)	554.497	1	554.497	40.956	.00
	รูปแบบ (Main effect)	121.037	1	121.037	8.940	.01 [#]
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	487.400	37	13.539		
	รวม	14923.000	40			
8.2 แขนซ้าย	ตัวแปรร่วม (Covariance)	487.132	1	487.132	24.420	.00
	รูปแบบ (Main effect)	118.315	1	118.315	5.931	.02 [#]
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	733.068	37	19.948		
	รวม	15838.000	40			

ตัวแปร	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
9. ทำลูกนั่ง-เก้าอี้ 30 วินาที (ครึ่ง/นาที)	ตัวแปรร่วม (Covariance)	843.563	1	843.563	53.704	.00
	รูปแบบ (Main effect)	262.729	1	262.729	16.726	.00 [#]
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	581.187	37	15.708		
	รวม	11127.3000	40			
ความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและระบบหายใจ						
10. เดิน 6 นาที						
10.1 สมรรถภาพการใช้ ออกซิเจน (มล./กก./นาที)	ตัวแปรร่วม (Covariance)	409.316	1	409.316	262.157	.00
	รูปแบบ (Main effect)	15.628	1	15.628	10.009	.00 [#]
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	57.770	37	1.561		
	รวม	4608.904	40			
10.2 ระยะทาง	ตัวแปรร่วม (Covariance)	513692.338	1	513692.338	457.328	.00
	รูปแบบ (Main effect)	14021.422	1	14021.422	12.483	.00 [#]
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	41560.112	37	1123.246		
	รวม	5424806.500	40			
การทรงตัว						
11. ยืนขาเดียว : ข้างขวา	ตัวแปรร่วม (Covariance)	11687.793	1	11687.793	58.098	.00
	รูปแบบ (Main effect)	1594.787	1	1594.787	7.927	.01 [#]
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	7443.412	37	201.173		
	รวม	39215.970	40			
: ข้างซ้าย	ตัวแปรร่วม (Covariance)	14083.962	1	14083.962	59.887	.00
	รูปแบบ (Main effect)	2488.642	1	2488.642	10.582	.00 [#]
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	8701.456	37	23		
	รวม	47784.722	40			
12. ลูกยืนและเดิน 3 เมตร	ตัวแปรร่วม (Covariance)	2027.739	1	2027.739	690.224	.00
	รูปแบบ (Main effect)	17.062	1	17.062	5.808	.02 [#]
	ความคลาดเคลื่อน (Error)	108.698	37	2.938		
	รวม	8889.404	40			

#P ≤ .05

ภาคผนวก ต
สรุปข้อมูลการรับประทานอาหาร

ช่วงเวลา (มื้ออาหาร)	รายการอาหาร			หมายเหตุ
	อาหารจานหลัก	ผลไม้	ของหวาน	
เช้า	<ul style="list-style-type: none"> - ข้าวต้ม + กับข้าว 1 อย่าง (ไข่เจียว ไข่เค็ม ผัดผักบุ้ง ยำเต้าหู้ยี้ ผัดถั่วงอก หมูหยอง ปลาสด ต้มจับฉ่าย ผัดเลือดหมู ผัดไข่โป๊ ไก่กระเทียม ผัดพริกขิง ฯลฯ) - ข้าวต้มทรงเครื่อง (หมู ไก่ กุ้ง และ ปลา) - โจ๊กทรงเครื่อง (หมู ไก่ กุ้ง และ ปลา) - ซุปผักกะโรนี 	-	-	-
เที่ยง	<ul style="list-style-type: none"> - ข้าวสวย + กับข้าว 1-2 อย่าง (ผัดถั้วฝักยาว ผัดผักรวม ต้มยำ แกงเลียง แกงพะแนง ต้มข่าไก่ ผัดพริกขิง ผัดปลาตุ๋นผัดกระเพรา ลาบหมู เต้าเจี้ยวหลน ปลาทอด หมูอบ ฉู่ฉี่ปลา ต้มจืด ผัดฟักทอง ผัดมะระ ผัดบวบ แกงส้ม แกงเทโพ ไข่เจียว ไข่ตุ๋น น้ำพริก ยำถั้วพู ไข่พะโล้ ทอดมัน ปลาสามรส ต้มส้มปลา ปลานึ่งซีอิ๊ว ผัดสายบัว ต้มจับฉ่าย ฯลฯ) - อาหารจานเดียว เช่น ก๋วยเตี๋ยว/เส้นหมี่น้ำ ราดหน้า ผัดซีอิ๊ว ข้าวผัดทรงเครื่อง (หมู 	<ul style="list-style-type: none"> - แดงโม - ส้ม - มะละกอ - ชมพู่ - กล้วย - แก้วมังกร - สับปะรด - ผลไม้ตามฤดูกาล เช่น ลองกอง มังคุด เงาะ เป็นต้น 	<ul style="list-style-type: none"> - ลูกเต๋อย - มันต้มนึ่ง - เผือกแกงบวด - กล้วยบวดซี - ซาหริ่ม - ข้าวโพดเปียก - รวมมิตร - ถั่วเขียวต้มน้ำ - วุ้น - ขนมตาล - ขนมชั้น - ขนมกล้วย ฯลฯ 	<ul style="list-style-type: none"> - ผลไม้ จะ สลับกับ ขนมหวาน

	ไก่ กุ้ง) ข้าวคลุกกะปิ ผัด มักกะโรนี ขนมจีน แกง เขียวหวาน วุ้นเส้นสุกี้ (หมู ไก่ กุ้ง) กวยจั๊บ ข้าวหน้าเป็ด ข้าว มันไก่ ข้าวขาหมู เป็นต้น			
เย็น	ข้าวสวย + ก๋วยจั๊บ 1-2 อย่าง (ลักษณะเช่นเดียวกันกับมือเพียง)	-	-	-
อื่นๆ	ในบางมือมีการจัดเลี้ยงจากผู้ บริจาค ซึ่งลักษณะของอาหารมี รูปแบบคล้ายคลึงกับที่ทางสถาน สงเคราะห์จัดเตรียมให้ผู้สูงอายุ	-	-	-

จากข้อมูลรายการอาหารของสถานสงเคราะห์คนชราที่จัดทำไว้ และจากการสัมภาษณ์
ผู้สูงอายุ ในสถานสงเคราะห์แต่ละที่มีการบริโภคอาหารที่คล้ายคลึงกัน โดยได้รับสารอาหารครบทั้ง 5
หมู่ คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามิน และเกลือแร่ ทั้งนี้ในโครงการวิจัยมีข้อจำกัดในการเก็บ
ข้อมูลปริมาณอาหารที่ผู้สูงอายุได้รับประทานในแต่ละวัน แต่อย่างไรก็ตาม จากการสอบถาม
พฤติกรรมการบริโภคของผู้สูงอายุที่เข้าร่วมโครงการวิจัย ผู้สูงอายุสามารถรับประทานอาหารตามที่
สถานสงเคราะห์จัดให้ได้ตามปกติ

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ-นามสกุล: นางสาวนิศากร ตันติวิบูลชัย เกิดวันที่ 13 พฤศจิกายน พ.ศ. 2528
สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 87 ถนนราษฎร์บำรุง อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา 82110

ประวัติการศึกษา:

สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษา จากโรงเรียนสุทธาริษาอนุสรณ์ จังหวัดพังงา ปีการศึกษา 2540 ระดับมัธยมศึกษา จากโรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย จังหวัดตรัง ปีการศึกษา 2546 ระดับปริญญาตรี ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา เกียรตินิยมอันดับ 2 จากคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2550 ระดับปริญญาโท ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา แขนงวิชาสรีรวิทยาการกีฬา คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2552

เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาเอก: ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา แขนงวิชาวิทยาการส่งเสริมสุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2554