

ผลของการออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานร่วมกับการออกกำลังกายแบบสั้นเป็นเวลา 12 สัปดาห์  
ต่อการสร้างและการสลายกระดูก (bone markers) ในผู้หญิงไทยวัยหมดประจำเดือน



นางสาววิศนียา ศิวพิทักษ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต


สาขาวิชาเวชศาสตร์การกีฬา

คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECT OF 12 WEEKS TREADMILL TRAINING WITH WHOLE BODY VIBRATION ON  
BONE MARKERS IN POSTMENOPAUSAL THAI WOMEN



Miss Wisaneeya Siwapituk

ศูนย์วิทยทรัพยากร

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Sports Medicine

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
Faculty of Medicine

Chulalongkorn University

Academic Year 2009

Copyright of Chulalongkorn University

521849



วศินิยา ศิวพิทักษ์ : ผลของการออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานร่วมกับการออกกำลังกายแบบสั่นเป็นเวลา 12 สัปดาห์ต่อการสร้างและการสลายกระดูก (bone markers) ในผู้หญิงไทยวัยหมดประจำเดือน. (EFFECT OF 12 WEEKS TREADMILL TRAINING WITH WHOLE BODY VIBRATION ON BONE MARKERS IN POSTMENOPAUSAL THAI WOMEN) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ.นพ.วสุวัฒน์ กิตติสมประยูรกุล, 77 หน้า.

**วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานร่วมกับการออกกำลังกายแบบสั่นต่อการสร้างและการสลายกระดูก (bone markers) หลัง 12 สัปดาห์ในผู้หญิงไทยวัยหมดประจำเดือน

**วิธีดำเนินการ:** อาสาสมัครผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนที่มีสุขภาพดี อายุระหว่าง 55-65 ปี จำนวน 46 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพาน 23 คน กลุ่มที่ออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานร่วมกับการออกกำลังกายแบบสั่น 23 คน ทำการฝึกออกกำลังกาย 3 วันต่อสัปดาห์ เป็น 12 สัปดาห์ โดยกลุ่มที่ออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานจะออกกำลังกายนาน 30 นาที ที่ความหนักปานกลาง กลุ่มที่ออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานร่วมกับการออกกำลังกายแบบสั่นจะออกกำลังกายโดยการยืนอเข้า 20 องศาอยู่บนเครื่องสั่น ที่ความถี่ 30 เฮิร์ต และช่วงความกว้าง 4 มิลลิเมตร โดยยืนนาน 1 นาทีพักระหว่างครั้ง 1 นาที รวมเป็นเวลา 20 นาที ทั้ง 2 กลุ่มจะได้รับการทดสอบ ก่อนการฝึกและหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 12 โดยจะทดสอบค่าการสร้างและการสลายกระดูกจากการตรวจ bone markers รวมถึงการทดสอบการทรงตัวและความเร็วในการเดินด้วยวิธี single leg stance with opened eyes และ expand time up and go test และทดสอบสมรรถภาพร่างกาย ได้แก่ ความอ่อนตัว, ความทนทานของกล้ามเนื้อขา, ความทนทานของหัวใจและปอด

**ผลการทดสอบ:** ผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 43 คน (กลุ่มที่หนึ่ง 21 คน, กลุ่มที่สอง 22 คน) เข้าร่วมการศึกษาครบ 12 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานเพียงอย่างเดียวและกลุ่มที่ออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานร่วมกับการออกกำลังกายแบบสั่นมีการสร้างและการสลายกระดูกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้ง 2 กลุ่ม ( $p < 0.05$ ) หลังการฝึกครบ 12 สัปดาห์ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม โดยใช้ ANCOVA พบว่า ค่าของการสร้างและการสลายกระดูก ค่าการทรงตัว ความเร็วในการเดินและสมรรถภาพของร่างกายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

**สรุปผลการทดสอบ:** หลังการฝึก 12 สัปดาห์ การออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานเพียงอย่างเดียวและการออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานร่วมกับการออกกำลังกายแบบสั่นมีค่าของการสร้างและการสลายกระดูก ค่าการทรงตัว ความเร็วในการเดินและสมรรถภาพของร่างกายไม่แตกต่างกันทั้งสองกลุ่ม

สาขาวิชา.....เวชศาสตร์การกีฬา..... ลายมือชื่อนิสิต..... วศินิยา ศิวพิทักษ์.....  
ปีการศึกษา.....2552..... ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....



## 5074828030: MAJOR SPORTS MEDICINE

KEYWORDS: POSTMENOPAUSAL WOMEN/ OSTEOPOROSIS/ BONE MARKER/ TREADMILL TRAINING/ WHOLE BODY VIBRATION/ BALANCE

WISANEEYA SIWAPITUK: EFFECT OF 12 WEEKS TREADMILL TRAINING WITH WHOLE BODY VIBRATION ON BONE MARKERS IN POSTMENOPAUSAL THAI WOMEN.  
 THESIS ADVISOR: WASUWAT KITISOMPRAYOONKUL, M.D., 77 pp.

**Objectives:** To study effects of 12 weeks treadmill training with whole body vibration on bone markers in postmenopausal Thai women.

**Materials and methods:** The subjects were healthy Thai women with postmenopause at least 5 years aged between 55-65 years were recruited in this assessor-blinded randomized controlled trial. Forty-six (23 of treadmill training group (TM) and 23 of treadmill with whole body vibration group (TM + WBV). TM group walked in treadmill with moderate intensity, 30 minutes per day, 3 times a week, for 12 weeks and TM + WBV group added a WBV exercise (1-minute bouts of vibration separated by 1-minute resting period, total 20 minutes) on reciprocating vertical displacement machine (30 Hz, amplitude 4 mm.) by performing squat stance with knee-flexed 20° on platform after treadmill training. Biochemical bone markers ( $\beta$ -CrossLabs, PINP, NMID- Osteocalcin), Balance assessment (single leg stance with opened eyes), Walking speed (expand time up and go test), Physical performances (chair stand, step test and sit and reach test) were measured 1 week before training as baseline and after 12 weeks training.

**Results:** Forty-three (21 of TM and 22 of TM + WBV) were completed study. Bone resorption and formation markers were significantly increased in both groups after training ( $p < 0.05$ ). Balance and walking speed were increased in TM group but decreased in TM + WBV group. Bone markers, single leg stance with opened eyes, walking speed and physical performance were not significant difference between TM and TM + WBV groups (ANCOVA,  $p > 0.05$ ).

**Conclusion:** Effects on biochemical bone markers, balance, walking speed and physical performances after 12 weeks treadmill training with whole body vibration are not significant difference from treadmill training alone in postmenopausal Thai women.

Field of Study: .....Sports Medicine.....

Student's Signature.....

Academic year: .....2009.....

Advisor's Signature.....

Wisaneeya Siwapituk  
 Wasawat K.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The success of this thesis can be attributed to the extensive support and assistance from my advisor Wasuwat Kitisomprayoonkul, M.D., for his instruction, guidance and support during the working process and Associate Professor Pongsak Yuktanandana, M.D., Associate Professor Sompol Sa-nguanrungrasirikul, M.D., Msc., Assistant Professor Pasakorn Watanatada, M.D., Ph.D., Associate Professor Vilai Kuptniratsaikul, M.D. Thesis Examination Committee Protection for valuable advice and comments on my study. In addition, I would like to thank Associate Professor Vitaya Sridama, M.D., and Mrs. Prapai Srisawat. Moreover, my expression also extends to thank you the Powerplate Thailand Ltd., for allowing me in using whole body vibration to exercise and the Roche Diagnostics, Thailand Ltd., for their suggestions in this study.

I am very grateful to thank the entire volunteers for their participation as subjects in this study. I would like to gratefully acknowledge that this thesis is successfully completed by Ratchadapiseksompotch Fund., Faculty of Medicine, Chulalongkorn University.

I would like to express my extra special thank to faculty personnel who participate every day. Thank you for your cooperation in research as well have always been for their assistance, sincerity, friendship and encouragement.

Finally, my appreciation is also devoted to my family for their love, encouragement for good, kindness available to all and raising the research accomplished at this.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# CONTENTS

	PAGE
ABSTRACT (THAI).....	iv
ABSTRACT (ENGLISH).....	v
ACKNOWLEDGEMENTS.....	vi
CONTENTS.....	vii
LIST OF TABLES.....	x
LIST OF FIGURES.....	xi
CHAPTER	
I. INTRODUCTION.....	1
- Research Questions.....	4
- Objectives.....	4
- Hypothesis.....	4
- Conceptual Framework.....	5
- Scope of research.....	5
- Assumption.....	6
- Limitations.....	6
- Key Words.....	6
- Operational Definitions.....	6
- Expected benefits and applications.....	7
II. REVIEW OF LISTERATURE.....	8
- Postmenopausal women.....	8
- Biology of bone.....	10
- Osteoporosis.....	11
- Biochemical bone markers.....	15
- Walking exercise.....	15
- Whole body vibration exercise.....	17
III. RESEARCH METHODOLOGY.....	23
- Research design.....	23
- Population.....	23
- Screening visit.....	23
- Inclusion Criteria.....	23



CHAPTER	PAGE
- Exclusion Criteria.....	24
- Sampling technique.....	24
- Sample size determination.....	24
- Instruments.....	25
- Standard measurements.....	26
- Biochemical bone markers assessment.....	26
- Balance assessment.....	27
- Physical performance test.....	29
- Exercise Programs.....	31
- Treadmill training.....	31
- Whole body vibration training.....	32
- Statistical analysis.....	33
IV. RESULTS.....	34
V. DISCUSSION AND CONCLUSION.....	41
REFERENCES.....	45
APPENDICES.....	52
APPENDIX A.....	53
APPENDIX B.....	55
APPENDIX C.....	57
APPENDIX D.....	59
APPENDIX E.....	61
APPENDIX F.....	63
APPENDIX G.....	64
APPENDIX H.....	65
APPENDIX I.....	69
APPENDIX J.....	71
APPENDIX K.....	72
APPENDIX L.....	73

	PAGE
APPENDIX M.....	74
APPENDIX N.....	75
APPENDIX O.....	76
BIOGRAPHY.....	77



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
4.1	Baseline characteristics of subjects.....	36
4.2	Comparison of biochemical bone markers between treadmill exercise group and treadmill + whole body vibration (WBV) exercise group.....	37
4.3	Comparison of expanded timed get up and go test (ETGUG) between treadmill exercise group and treadmill + whole body vibration (WBV) exercise group.....	37
4.4	Comparison of physical performance between treadmill exercise group and treadmill + whole body vibration (WBV) exercise group.....	38
4.5	Comparison of single leg stance with eyes open (SLS) between treadmill exercise group and treadmill + whole body vibration (WBV) exercise group.....	39
4.6	Comparison of injury between treadmill exercise group and treadmill + whole body vibration (WBV) exercise group.....	39
4.7	Comparison of complacency of the participants between treadmill exercise group and treadmill + whole body vibration (WBV) exercise group.....	40

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
1.1	The pathogenesis of osteoporotic fractures.....	2
1.2	Conceptual framework.....	5
3.1	Biochemical bone markers assessment.....	27
3.2	Single leg stance test (SLS test) with eyes open test.....	28
3.3	Expanded timed get up and go test (ETGUG).....	29
3.4	Sit and reach device.....	29
3.5	Wells sit and reach test.....	29
3.6	Senior's chair stand test.....	30
3.7	Minute step test.....	31
3.9	Training exercise on the treadmill.....	31
3.11	Whole body vibration exercise.....	32
4.1	Diagram of participants in treadmill, treadmill + WBV exercise groups.....	35


  
 ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# CHAPTER I

## INTRODUCTION

### Background and Rationales

#### Osteoporosis

Postmenopausal women have abruptly deficiency of estrogen hormone due to deterioration of ovarian function. It led to rapidly decreased bone mineral density (BMD), especially in the first 5 years after menopause. Postmenopausal osteoporosis was developed. Osteoporotic fracture rate was increased. It is an important cause of disability and handicapped that burdens their family (Rose & Rose, 1994), increased overall public healthcare cost (มยุรี บัดตพงศ์, 2541; Kulak & Bilezikian, 1998; Christiansen, 1991), and increased mortality (Galindo-ciocan et al., 1995). Patients may loss their height, have a chronic back pain and ambulation problems (มยุรี บัดตพงศ์, 2541; Galindo-ciocan et al., 1995; Holmes, 1998; Speroff et al., 1994). Psychological aspects were also affected e.g. loss of self-confidence (Rose & Rose, 1994; มยุรี บัดตพงศ์, 2541; Holmes, 1998), poor family relationships (สมชาย เอื้อรัตนวงศ์, 2544). Postmenopausal osteoporosis is a public health problem of many countries and affected quality of life. Aging also lead to loss of BMD, decreased muscles strength and impaired neural control. Postmenopausal women and elderly are a high risk group for fracture (Figure. 1). (อุรษา เทพพิสัย, 2541). Prevention of osteoporosis can reduce fracture and disability.

According to Consensus Development Conference 1993, osteoporotic fracture was more than 1.3 million times per year in the United State of America. Osteoporosis was incidentally found in 50% at the spine, 25% at the hip and 25% at the forearm. The prevalence of osteoporosis in Europe was more than 30% of women aged more than 50 years (Consensus Development Conference, 1993). The prevalence of osteoporosis of women aged more than 40 years in Thailand was 19-21% at the lumbar spine and 11-13% at the femoral neck (Taechakraichana et al., 1998) Incidence of osteoporosis in both genders aged more than 50 years old in Thailand was 162 per 100,000 per year.

Incidence was increased to 851 per 100,000 per year in aged more than 75 years old (Limpaphayom et al., 2001). Analysis in female gender only showed an incidence was increased to 289 per 100,000 per year in women aged more than 50 years and 1,001 per 100,000 per year in aged more than 75 years. Incidence of hip fracture in Hong Kong's women was increased from 179 per 100,000 per year in 1965 to 389 per 100,000 per year in 1985. Estimated prevalence of osteoporosis in Asian countries in the next 40 years will be 3 million per year (Lau et al., 2001).

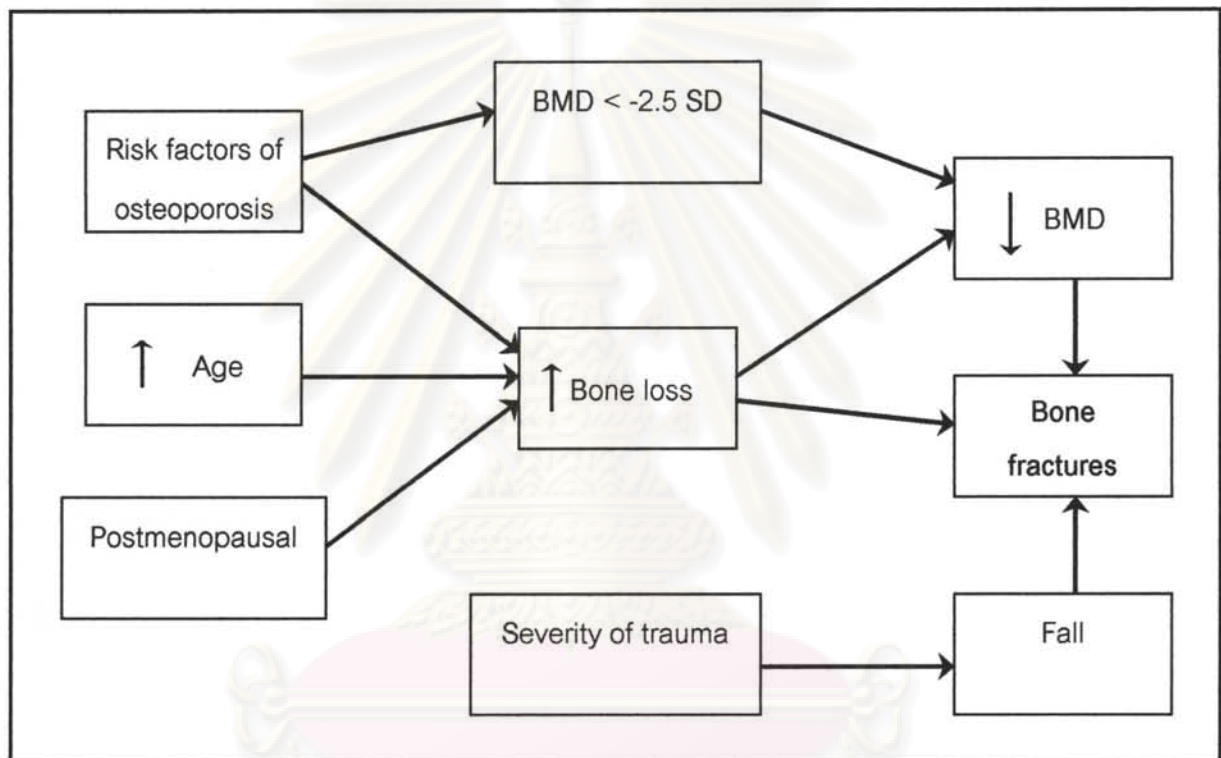


Fig. 1.1 Pathogenesis of fracture in postmenopausal women and elderly (อุรุษา เทพพิสัย, 2541)

One reason of increased prevalence of osteoporosis and fracture may be due to increased life expectancy. The average life expectancy of the world's population during year 2000-2005 was increased when compared with during year 1950-1955. Age was increased from 45.1 to 65.1 years in male and from 47.8 to 69.3 years in female (Lau et al., 1997). An average life expectancy of Thai male population was 62 years in year 1980-1985 and increased to 68 years in year 2000-2005. Life expectancy of Thai female



was increased from 68 to 72 years (United Nations Development, 1995). Peak bone mass was reached at aged 30-34 years old (Taechakraichana, 1998). Postmenopausal women and elderly were affected by rapid bone deterioration. They should receive treatment to delay bone loss and to reduce fracture risk in the future.

Aims of treatment are to retard bone resorption, improve bone quality and quantity and reduce osteoporotic fracture. Treatments consist of calcium and vitamin D supplement, exercise and medications. Weight bearing exercise and strengthening are important for prevention and treatment of osteoporosis. Weight-bearing and muscular contraction produce strain to the bone and encourages bone formation (อร่าม วิจารณ์สกุล, 2533; Marcus et al., 1998; Snow-Harter & Marcus, 1991). Exercise can increase bone mass nearly 1% per year (Jacobson et al., 1984). Modes of weight-bearing exercise are varied e.g. running, walking, Tai Chi, weight lifting, cycling etc. (Wolff et al., 1999; Layne & Nelson, 1999; เสก อักษรานุเคราะห์, 2543). Duration and frequency of exercise is approximately 20-30 minutes per day, 3-5 days a week.

### **Balance**

**Balance** is an ability to maintain the body's center of gravity within base of support either static or dynamic.

**Static balance** is a control of postural sway within base of support.

**Dynamic balance** is a moving body on the outside of the center of gravity or when the body position changed from one to another (Umphred, 2001; Judge, 2003; Harry et al., 2003).

Balance is associated with complex motor skill controlling posture. Postural control is defined as an ability to maintain balance (Ragnarsdottir et al., 1996). Balance problem was increased in elderly and patients who have neurological diseases. Poor balance co-existing with osteoporosis is major risk factor of fracture from falls.

### **Exercise**

Walking or running on treadmill (TM) is popular in Thai people. This exercise has some advantage e.g. convenience to do at home, needed small space, adjustable



exercise intensity, and needed no training because walking or running is an existing skill of everyone.

Whole body vibration (WBV) exercise is a new form of exercise. Vibration exercise can increase bone mass in postmenopausal women (Bonaiuti et al., 2004; Gusi et al., 2006). Recent study showed safety limitation of the whole body vibration in some specific frequency (Xiang-yan, 2008). BMD was significantly increased after 6-12 months of TM and after 6-8 months after WBV. Combination of TM with WBV may enhance positive effects of exercise on bone remodeling and balance, and shorten total exercise duration in postmenopausal women. There may be a new form of effective exercise to delay postmenopausal osteoporosis.

### Research Questions

**Primary research question:** Does the treadmill training with whole body vibration exercise has more benefit than treadmill training alone in postmenopausal women regarding biochemical bone markers (bone resorption, formation and remodeling)?

**Secondary research question:** Does the treadmill training with whole body vibration exercise has more benefit than treadmill training alone in postmenopausal women regarding physical performances and balance?

### Objectives

1. To compare effects of 12-week treadmill training with whole body vibration with treadmill training alone in postmenopausal women regarding biochemical bone markers (bone resorption, formation and remodeling).
2. To compare effects of 12-week treadmill training with whole body vibration with treadmill training alone in postmenopausal women regarding physical performances and balance.

### Hypothesis

Postmenopausal women who participated in treadmill training with whole body vibration exercise have more bone formation, less bone resorption and turnover, and

more improvement of physical performances and balance when compare with whom participated in treadmill training alone.

### Conceptual Framework

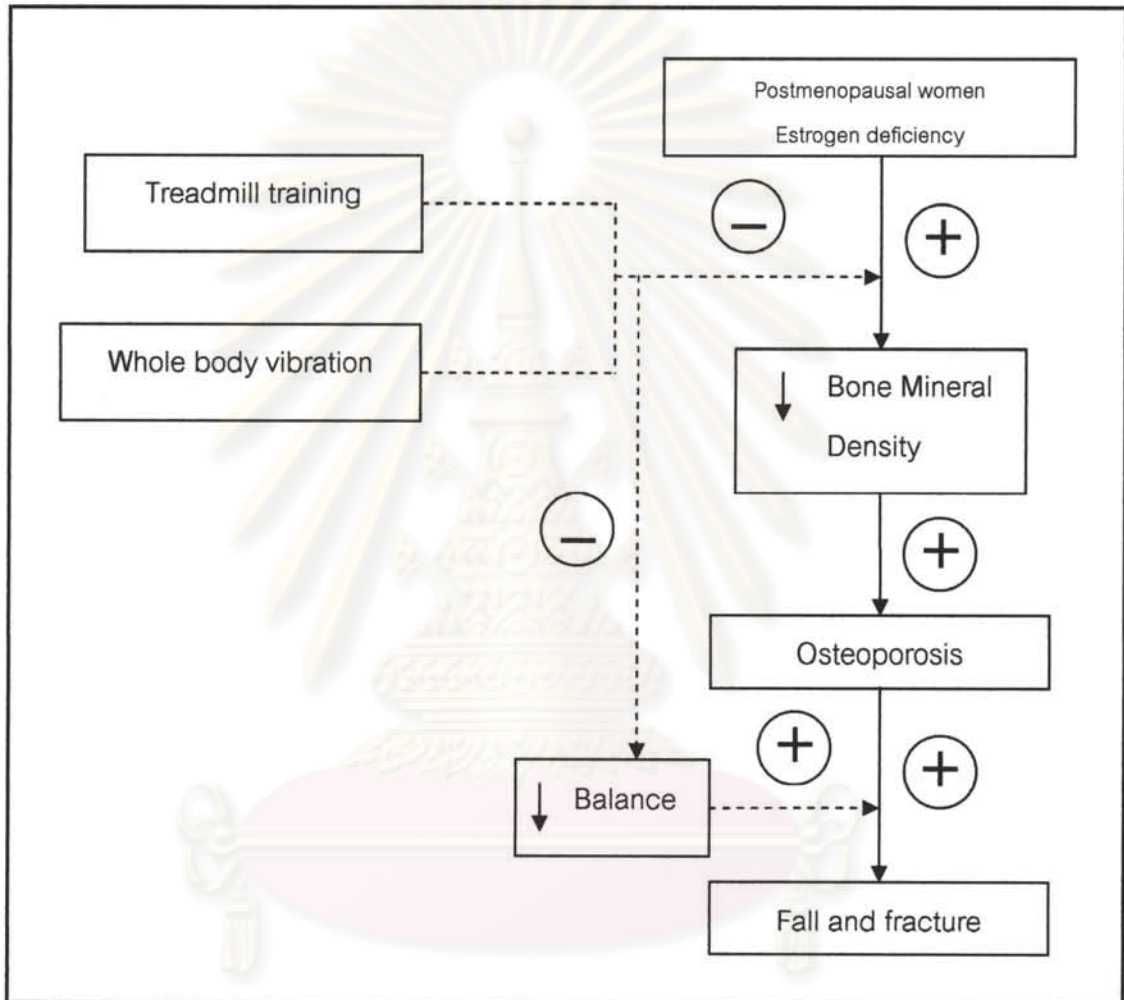


Fig. 1.2 Conceptual framework

### Scope of research

Postmenopausal women who do not exercise regularly participated in a randomized controlled trial. This study was approved by the Institutional Review Board of Faculty of Medicine, Chulalongkorn University. Written informed consent was obtained from each subject before participation. On attendance, subjects were given the details

of the research procedure and involving risk, and reminded of their right to withdraw at any stage of the study.

Participants were randomized into 2 groups. TM group participate 30-minute walking on treadmill. WBV participate 30-minute treadmill training plus 20-minute whole body vibration on vertically oscillation vibration machine. Both groups exercise 1 session per day, 3 days per week for 12 weeks.

### Assumption

1. All subjects are voluntarily participating in this study. All of them understand study methods. Informed consent was signed before participated in this study.
2. Participants must not perform any exercise other than exercise in study's protocol during 12-week training.
3. Bone resorption and formation are measured using biochemical bone markers i.e.  $\beta$ -CrossLaps, PINP and NMID-Osteocalcin.

### Limitations

1. Researchers can not control the daily activities of subjects such as diet, physical activities etc.
2. The results of this study cannot generally use in postmenopausal women in all age group and in who has less than 5 years postmenopausal.

### Key Words

Postmenopausal women, Osteoporosis, Biochemical bone marker, Treadmill training, Whole body vibration, Balance.

### Operational Definitions

**Postmenopausal women** are Thai women who have cessation of menstruation for at least 1 year.

**Osteoporosis** caused by a low bone mass with the degenerative changes and patterns of molecular profiling of tissue inside bones that makes the bones fragile and

decreased bone strength. There is resulted in high risk of fracture. Osteoporosis have BMD lower than -2.5 standard deviation ( $<-2.5$  SD) of the average of the young adult.

**Treadmill training** is exercise by walking or running on the treadmill. Speed and intensity can be set.

**Whole body vibration exercise** is an exercise that participant stand on vibrated machine. The vibrator generated a vertical oscillating vibration with specific frequency and amplitude setting.

**Biochemical bone marker** is a laboratory test to measure the biochemical substances represented bone resorption and formation.  $\beta$ -CrossLaps determines bone resorption (normal range 0.293-0.328 ng/mL). PINP and NMID-osteocalcin determine bone formation (normal range 40.78-48.35 ng/mL and 14.9-18.02 ng/mL, respectively) (ณรงค์ บุญระวีตเวท, 2550).

#### **Expected benefits and applications**

1. Effects of 12-week treadmill training with whole body vibration exercise and treadmill training alone on biochemical bone markers, physical performances and balance in postmenopausal women will distribute to public.
2. Results of this study will use as data base and basic knowledge for further study.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## CHAPTER II

### LITERATURE REVIEW

Physiological menopause in women led to rapidly increased bone loss. Postmenopausal women tend to develop osteoporosis with high risk of fracture from falling (Cardinale & Wakeling, 2003). Hormonal replacement therapy, high calcium diet and weight bearing exercise were promised as prevention and treatment methods (Bemben & Langdon, 2002). Measurement of biochemical bone markers were used to determine bone resorption and formation. They can use for monitoring therapy (Yamazaki et al., 2004).

#### Postmenopausal women

Postmenopausal women are women who have at least 1 year completely menopause due to physiologically declination of ovarian function. Reproductive function was ceased (บุปผา อินต๊ะแก้ว, 2544). Estrogen hormone was rapidly decreased. Women usually have menopausal symptoms after 40 years old (อร่าม โรจนสกุล, 2533; Smith, 1997; Whitehead, 1999). There are involved autonomic nervous system, musculoskeletal system, urinary and reproductive systems, and cardiovascular system. It also caused osteoporosis (กอบจิตต์ ลิมปพยอม, 2543).

#### 1. Conditions of menopausal women (หะทัย เทพพิสัย และอุรษา เทพพิสัย ,2541)

- **Premenopause:** Menstruation is regular but some missing may find, usually not exceed 3 months.

- **Perimenopause:** Menstruation is irregular with no longer than 3-11 months of missing.

- **Postmenopause:** Permanently cessation of menstruation more than 1 year.

In addition to physiologically menopause, results of the treatment such as ovarian surgery and radiation also cause an artificial menopause (หะทัย เทพพิสัย และอุรษา เทพพิสัย, 2541).



## 2. Characteristics of menopause (อารีรัตน์ สังวรวงษ์พนา, 2540)

Lack or reduction of estrogen hormone significantly causes the following symptoms, i.e. vasomotor symptom, nervous and mental symptoms (e.g. lack of confidence, nervousness, and depression), urogenital symptoms, musculoskeletal symptoms, integument symptoms, and headache.

## 3. Limitation of exercise in postmenopausal women (สุชาจันทร์ พงษ์ประไพ, 2543)

- Exercise with jumping or twisting may cause fracture easier than during premenopausal period.
- Because of decreased strength and endurance, pain and muscle soreness easily occurred during exercise when compare to the younger.
- Because of decreased flexibility, tendon or muscle injuries were easily occurred.
- May feel more tired than ever during exercise because deterioration of the cardiovascular system.
- Decreased balance causes more frequent fall.

## 4. Principles of exercise in postmenopausal women (สุชาจันทร์ พงษ์ประไพ, 2543)

- Avoid vigorous exercise.
- Avoid running or jumping sports with suddenly twist motion.
- Avoid weight-lifting with any tilt or bend your back.
- Do not exercise exceed 60% of maximum heart rate in who do not regular exercise and do not exceed 75 percent of maximum heart rate in who do regular exercise.
- Warm up and cool down is recommended to reduce injury and post exercise syncope.
- Consult doctors before exercise if you have a certain diseases such as diabetes mellitus, hypertension, heart disease etc.

## Biology of bone

### 1. Bone cell and function (ทวี ทรงพัฒนาศิลป์, 2550)

Human bone contains calcium approximately 1,000 g. It is categorized into 2 types; compact or cortical bone, which accounted for 80% of bone mass, and trabecular or cancellous bone, remains the last 20%. Bone is made up with the cells and the matrix. Bone responds to the environment, whether through chemical or mechanical stimuli.

Bone cells were categorized into 2 types; osteoblastic and osteoclastic cell lineage. Osteoblast, a bone formation cell, was developed from mesenchymal stem cell. After that, it differentiated to be osteocyte and bone lining cell. Osteoblast produces collagen and non-collagen protein. After mineralization, they will change into osteocyte. Other cell line produces Osteoclast. It acts as a bone resorption cell. Osteoclast and osteoblast play an important role in calcium homeostasis.

### 2. Bone remodeling (ทวี ทรงพัฒนาศิลป์, 2550; พงศ์ศักดิ์ ยุกตะนันท์, 2550)

1. To control a mechanical property by replacing old bone with new bone that created a mechanical strength and allowed better bone quality.

2. To control mineral homeostasis such as calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, vitamin C, Vitamin K etc. Bone is considered the large mineral storage.

Bone remodeling starts with Osteoclast resorpted the bone, then osteoblast filled in the bone. Insulin-like growth factors and transforming growth factors help create the bone. The process takes 3-5 months (เสก อักษรานุเคราะห์, 2539). Childhood and elderly has faster bone formation than adult. Peak bone mass is around 30-35 years old. After 40 years old, bone formation is slower than bone loss. Average bone loss is 0.5-1% per year (Roach, 2001). During the first 5 years after menopause, bone loss is 5-10% per year. After that, the rate is reduced to 1% per year (รัชตะ รัชตะนาวิน, 2538; เสก อักษรานุเคราะห์, 2539).

### 3. Factors influencing bone remodeling

- **Parathyroid hormone:** Parathyroid hormone is released if blood calcium level is low. It causes increasing of calcium absorption via renal. It also stimulates calcitriol and vitamin D production helping calcium absorption in small intestine. Osteoclast function is be stimulated to increase bone resorption. So blood calcium level will increase (วิเชียร เลหาเจริญสมบัติ, 2538).

- **Thyroid hormone:** Thyroid hormone is released if blood calcium level is low. It increases blood calcium level but decreases bone calcium (วิเชียร เลหาเจริญสมบัติ, 2538).

- **Calcitonin:** If blood calcium level increased, thyroid gland produces calcitonin to activate osteoclast. Renal and small intestine reduced calcium absorption (วิเชียร เลหาเจริญสมบัติ, 2538; วิวัฒน์ วจนะวิศิษฐ์, 2538).

- **Vitamin D<sub>3</sub> (Calcitriol):** Vitamin D<sub>2</sub> (ergocalciferol) and cholecalciferol is be hydroxylated in liver and kidney to produce 1, 25-dihydroxy vitamin D<sub>3</sub> (calcitriol). It enhances calcium absorption in small intestine. (Dowd & Cavalieri, 1999; Erickson & Jones, 1992; วิเชียร เลหาเจริญสมบัติ, 2538; เสก อักษรานุเคราะห์, 2542).

- **Estrogen:** Ovary produces estrogen that regulated osteoclast function. If estrogen decrease, bone resorption increase due to overactivity of osteoclast (วิเชียร เลหาเจริญสมบัติ, 2538; Ybarra et al., 1996).

### Osteoporosis

#### 1. Osteoporosis

A disease of bone leads to an increased risk of fracture. The bone mineral density (BMD) is reduced, bone microarchitecture is disrupted, and the amount and variety of proteins in bone is altered. It cause bone pain, deformity and fracture (Peck et al., 1993). Osteoporosis is defined by the World Health Organization (WHO) in women as a bone mineral density 2.5 standard deviations below peak bone mass (20-year-old healthy female average) as measured by DXA (WHO, 1996)



## 2. Types of osteoporosis

Osteoporosis is classified by:

- Rate of bone resorption and formation i.e. high bone turnover and low bone turnover (นิมิต เตชไกรชนะ, 2543).

- Rigs and Melton classification (เสก อักษรานุเคราะห์, 2539)

They classified osteoporosis into 2 types; postmenopausal osteoporosis (type I) and senile osteoporosis (type II). Former found between aged 51-65 years old that caused from lack of estrogen hormone. Markedly resorption of bone, especially in trabecular bone, is not caused mainly by abnormality of calcium absorption. Later is age-related osteoporosis that occurred in both gender with aged more than 75 years old. There is because of poor absorption of calcium in the lower intestine. Cause lower blood calcium levels. Parathyroid gland secretes parathyroid hormone resulting increased bone resorption. Type II osteoporosis affects cortical more than trabecular bone (เสก อักษรานุเคราะห์, 2539; นิมิต เตชไกรชนะ, 2543).

- Primary and secondary osteoporosis

Primary or idiopathic osteoporosis causes by physiological changes such as postmenopausal or aging process. Secondary osteoporosis causes by diseases, physical inactivity or drugs affected bone metabolism (นิมิต เตชไกรชนะ, 2543).

## 3. Impact of osteoporosis in postmenopausal women

- **Physical impact:** Back pain is common conditions in women with osteoporosis (อารีรัตน์ สัจจรวงษ์พนา, 2540; Holmes, 1998). Osteoporosis is harmful to life (Christiansen, 1991) increased musculoskeletal pain, more walking difficult, increased kyphosis with height reduction, and more sick leave (กอบจิตต์ ลิ้มปะยอม, 2543; รัชตะ รัชตะนาวิน, 2538; Christiansen, 1991; Rose & Rose, 1994; Rose, 1997).

- **Mental and social impacts:** Women suffer from symptoms occurring due to osteoporosis. They have nervousness and anxiety from image changes led to lose of confidence (Galindo-ciocan et al., 1995; Rose & Rose, 1994; Ross, 1997). They have

family relationships problems (Speroff et al., 1994) and could not dare to meet friends and were separated from society (Ross, 1997).

- **Economy impact:** Economic burden found in osteoporosis patient. In 1984, the United States of America pay \$ 6 million per year for osteoporotic fracture treatment (Rose & Rose, 1994).

#### 4. Risk factors of postmenopausal osteoporosis

- **Genetic factors:** white and yellow racial women have more chance to develop osteoporosis than black women (Rose & Rose, 1994; Speroff et al., 1994). Women have more than 4 times risky than men (Christiansen, 1991, Rose & Rose, 1994).

- **Hormonal factors:** diminished estrogen hormone, especially in postmenopausal women, women before age 45 years who received ovarian surgery (Christiansen, 1991; Rose & Rose, 1994; Speroff et al., 1994), abnormalities of thyroid and parathyroid hormones (Holmes, 1998).

- **Dietary factors:** Poor calcium intake is the leading dietary cause of osteoporosis (Christiansen, 1991; Rose & Rose, 1994). Vitamin D insufficient causes reduction of calcium absorption from intestine (Christiansen, 1991; Finn, 1997; Rose & Rose, 1994). Too much protein intake causes too much phosphorus absorption followed by calcium deficiency (สุคนธ์ ไช้แก้ว, 2540).

- **Behavioral factors:** heavy smoker, chronic alcoholism and heroin addiction (Christiansen, 1991), heavy caffeine intake (Christiansen, 1991; Rose & Rose, 1994; Barrett-Connor, Channng, & Edelstein, 1994), lack of exercise (อารีรัตน์ สัจจวงษ์พนา, 2540)

- **Physical factors:** Physical illness especially endocrine diseases (อุรุษา เทพพิสัย, 2541), drugs (such as antacid, diuretics, anticonvulsant, drug treatment for heart disease and diabetes, glucocorticoid, tetracycline, heparin etc. (หะทัย เทพพิสัย และอุรุษา เทพพิสัย, 2541; Christiansen, 1991; Holmes, 1998).

- **Body mass index factors:** Women who has low body mass index increase risk of osteoporosis (Speroff et al., 1994). Because fat is an important part in estrogen



production (Rose & Rose, 1994) and women who have smaller skeletal muscle also have less bone volume (Lappe, 1993).

### Diagnosis of osteoporosis

- **History taking:** Clinical findings, risk factors, family history, menstruation history and underlying diseases are essential history to take from patients with osteoporosis.

- **Physical examination:** General appearance, deformity, provocative pain area and some clue of underlying diseases should be examined in patient with osteoporosis.

- **Dual Energy X-ray Absorptiometer (DEXA):** There is a gold standard for osteoporosis diagnosis (Kanis et al., 1994). DEXA measures bone mineral density, usually at lumbar spine and hip, of each person. If the BMD value is between -1 SD and -2.5 SD below normal, it means osteopenia. If the BMD value is less than -2.5 SD, it means osteoporosis.

- **Laboratory testing:** Some blood and urine testing such as calcium, phosphate, alkaline phosphatase, and parathyroid hormone levels are used for screening the associated or underlying diseases resulting in osteoporosis (De et al., 2000; Watts, 1999). Urine testing of biochemical marker is not accurate in patients who have renal diseases (Robins et al., 1994; Coen et al., 2000). Serum biochemical markers such as  $\beta$ -CrossLaps, PINP, NMID-osteocalcin are more reliable than urine biochemical markers. There are effective in monitoring therapy in patients with osteoporosis (Taylor et al., 1994; Risteli & Risteli, 1993; Gamero & Delmas, 1996).

### Prevention and treatment of osteoporosis

There are two mainstays of therapy in prevention and treatment of osteoporosis (สำนักพัฒนาวิชาการแพทย์ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, 2548).

- **Non-pharmacotherapy:** weight-bearing exercise such as walking, running, cycling, Tai Chi, etc; high calcium diet, sunlight exposure, avoid heavy alcohol drinking and smoking.

- **Pharmacotherapy:** Hormonal replacement therapy, Bisphosphonates, Selective Estrogen Receptor Modulator (SERMs), Calcitonin, Calcium and vitamin D supplement, Vitamin K<sub>2</sub>

**Biochemical bone markers** ((ณรงค์ บุญยะรัตเวช, 2548; ณรงค์ บุญยะรัตเวช, 2550; เสก อักษรานุเคราะห์, 2543)

Biochemical bone markers that usually uses in clinical setting include the 3 markers i.e.

1. Telopeptide crosslinked ( $\beta$ -CrossLaps) represents bone resorption process. Normal value is 0.293-0.328 ng/mL.
2. N-terminal propeptide of procollagen type I (PINP) represents bone formation process. Normal value is 40.78-48.35 ng/mL.
3. NMID-Osteocalcin represents bone formation process. Normal value is 14.9-18.02 ng/mL.

Biochemical bone markers are used for treatment decision and quick monitor of patient's response to therapy. There are used for determine bone turnover rate that help indicate high or low risk group that represented ratio of patient's response to therapy Treatment may be changed as early as possible if uses bone markers instead of BMD monitoring. Because circadian rhythm variable, bone markers should be tested in the morning during 8.00-9.00 am. Food was restricted for at least 8 hours. Liver and kidney functions should be checked because abnormality affected markers value. Antiresorptive drug must be discontinued before the first time of bone markers measure. Some diseases such as skin diseases and rheumatoid arthritis may affect bone marker level.

### **Walking exercise**

Walking as a common mode of weight-bearing exercise encourages bone formation. Several studies support the benefits of weight-bearing exercise to strengthen bone.

### The effects of walking exercise on bone density

Borer et al. (2007) studied the effect of walking exercise in postmenopausal women. Participants are categorized into 2 groups; group I walked at 65% -67%  $VO_2$ max (low intensity), group II walked at 86% -88%  $VO_2$ max (high intensity). Both groups walked 4.8 km/day, 4 days/week for 30 weeks. Results showed significantly increased leg muscle strength and BMD in women who walked with high intensity when compare with low intensity.

Yamazaki et al. (2004) studied the effect of walking exercise in postmenopausal women with osteoporosis. Exercise group walked with 50%  $VO_2$ max, at least 1 hour/day or more than 8000 steps, 4 days/week for 12 weeks. Control group did not receive any exercise. After 12 weeks, exercise group significantly increased BMD of the lumbar spine more than control group.

Hinton et al. (2006) studied effects of walking exercise combined with food restriction in overweight men and women. Participants walked with 60%  $VO_2$ max, 45 minutes/day, 5 days/week. Exercise can improve bone turnover and can delay osteoporosis.

Maimoun et al. (2008) studied the effect of brisk walking exercise in middle age and elderly women and men. Participants were categorized into 3 groups; a highly active elderly, a moderately active elderly and middle-aged active group. Elderly with moderately active has significantly increased in BMD.

Gunendi et al. (2008) studied the effect of 4-week-submaximal aerobic treadmill training at 60%-85% of maximum heart rate in postmenopausal women with osteoporosis. After 4 weeks, balance testes, i.e. timed up and go test (TUG), four square step test (FSS), Berg balance scale (BBS), were significant improved.

Shimada H et al. (2004) studied the effect of 6-months-treadmill training vs. over ground walking in elderly. Results showed more improvement in balance and reaction time in treadmill training group.



## Whole body vibration exercise (WBV)

A new form of exercise called “**vibration exercise**” is recently introduced. As a therapy, whole body vibration (sometimes abbreviated as WBV) was explored by Russian scientist Vladimir Nazarov who tested vibration on astronauts in an effort to decrease the loss of muscle and bone mass. Astronauts lost their muscle strength very quickly, which is why they are not able to easily walk when they come back to earth. The decreased bone density can increase fracture risk. The aerospace industry in the former Soviet Union worked with vibration training. Before departure to space, astronauts were attended a special training session so that the density of their bones would increase and their muscular strength would rise (Felsenberg, 2004; Bleeker et al., 2005).

The vibration is a mechanical stimulus characterized by oscillatory motion. The vibration generated by the motors underneath the platform is transmitted to the person standing on the machine with squat position. The biomechanical variables that determine its intensity are the frequency (Hz) and amplitude (mm). The exercise devices currently available on the market deliver vibration to whole body by mean of oscillating plates using 2 different systems i.e. reciprocating vertical displacements on the left and right side and the uniformly oscillating plate in up and down directions (Cardinale and Wakeling, 2005).

There are 2 methods of applying vibration to the human body during exercise.

1) Direct oscillating vibration to muscle belly or tendon of the muscle being trained, by vibration unit that may either be held by hand or be fixed to an external support.

2) Indirect oscillating vibration to muscle belly is when the vibration wave is transferred from its source through some parts of body to target muscle. For example, during training of the quadriceps, the subject may stand on a vibrating platform that oscillates up and down in the vertical direction and perform various exercises, such as squatting. The vibration is transmitted from the platform through the lower extremities to the quadriceps. This method has been termed whole body vibration training (Luo et al., 2005).



Rittweger et al. (2003) suggest that the oscillation frequency is lower than 20 Hz. will help relax muscles, while high frequency vibration by 50 Hz. will result in muscle pain (muscle soreness) and may have blood congestion (hematoma) in muscle, especially in people who do not regularly exercise. However, research has not specified any values of wave frequency and amplitude in a specific exercise vibration. Vibrating exercise has a wide range of frequencies and amplitude. Safety of this exercise is confirmed (Brown & Holloszy, 1996). In addition, a literature review of Madou and Cronin (2008) suggested that 60-second intervention with 60-second rest period of WBV with 30 Hz frequency and 3 mm amplitude is used in multiple sclerosis and Parkinson disease. Physical and functional performances were improved in an elderly, postmenopausal women and stroke patient.

A literature review by Luo et al. (2005) recommended vibration frequency range from 30-50 Hz. can most effectively activate the muscle. WBV with frequency lower than 20 Hz. should be avoided due to increase injury (Mester et al., 2002). Rejn et al. (2007) suggests that the 12-45 Hz. frequency and the 1.7-5mm amplitude are proper for long term exercise. Furthermore, regular vibration exercise 2-5 times per week seems to be good exercise for older and untrained people. Although oscillating vibration exercise has many benefits to many types of patients, the wrong combination of vibration parameters cause adverse to cardiovascular and nervous system. There are quite a few side effects; however, only erythematic, itching of the legs and edema are reported.

However, there are few research studies that specify the exact suitable frequency and amplitude of vibration exercise. Yet, most studies suggest that vibration exercise with low frequency and amplitude is safe and effective.

#### **The effects of whole body vibration exercise on bone density**

Russo et al. (2003) studied the effect of exercise vibrating menopause in women at 12-28 Hz frequency, acceleration by 0.1-10 g/3 min with 1-min rest period during 6 months. Muscle power measured by force plate was significantly increased after training. Biochemical bone markers and BMD were not significant changes. Vibration exercise affects bone mass as stated in Gusi et al. (2006). Postmenopause women was

participated in WBV exercise with frequency 12.6 Hz and amplitude 3 mm for 30 minutes (total WBV time 10 min, 10 min warm up and 10 min cool down) compared to 1-hour walking exercise. Each exercise was done 2-3 times a week for 8 months. BMD of hip and lumbar spine were not significantly increased.

Xiang-yan et al. (2008) studied the effect of exercise on bone density in postmenopause women with osteoporosis. Exercise group was performed WBV with frequency 30 Hz., amplitude 5 mm, 10 min/day, 5 days/week for 6 months. Control group received no training. WBV group was significantly increased BMD of hip and lumbar spine and decreased low back pain after 6 months.

### **The effects of whole body vibration exercise on muscular system**

Vibration exercise is one of the exercise programs that improve muscle strength. Delecluse et al. (2003) conducted a research on quadriceps muscle strength in 74 untrained female volunteers. These female volunteers were divided into 4 groups: the first group was 20 female volunteers who performed vibration exercise at frequency 35-40 Hz, amplitude 2.5-5 mm. and acceleration 2.28-5.09 g. The second group (placebo vibration group) was 21 female volunteers who performed vibration exercise with low acceleration 0.4 g. that did not affected muscle activity. Both groups stand on vibration board with various positions such as squat and deep squat. The third group was 20 female volunteers who performed resistance exercise with leg press and leg extension at moderate intensity. The fourth group was a control group included 13 female volunteers. According to the assessment of quadriceps muscle strength before and after the exercise program, vibration and resistance exercise groups has significant improved quadriceps muscle strength while the placebo vibration group and control group did not significantly improve their quadriceps muscle strength.

Roelants et al. (2004) studied quadriceps muscle strength and speed of movement in 89 elderly postmenopausal women. These older women were divided into 3 groups: the first group was 30 women who performed vibration exercise at frequency 35-40 Hz. and amplitude 2.5-5 mm. The second group was 30 women who performed resistance exercise with leg press and leg extension. The third group was 29 women as



a control group. All participated 3 days a week for 24 weeks. Muscle strength and speed of movement with resistance at 1%, 20%, 40%, and 60% of isometric maximum were tested. Results showed isometric knee extensor strength significantly increased after 12 weeks resistance exercise as well as vibration exercise. No significant increase of strength was found in control group. An additional increase of strength after 24 weeks training was not significantly different in both groups. Speed of movement increased in vibration exercise and resistance exercise while there was no change in control group. However, speed of muscle movement with resistance 1% and 20% of isometric maximum in vibration exercise group is more than in resistance exercise group.

Torvinen et al. (2002) studied in 56 healthy non-athletic young adults. The first group performed vibration exercise at frequency 25-40 Hz, amplitude 2 mm, 4 min/day, 3-5 days per week for 16 weeks with various positions such as light squatting, standing and standing on the heels. The second group was control group. After 8 weeks, height of the vertical jump increased 10.2% and quadriceps muscle strength improved 3.7% in vibration exercise group. After 16 weeks, height of vertical jump increased 8.5% and quadriceps muscle strength increased 2.5% in vibration exercise group.

Mahieu et al. (2006) conducted a research on 33 skiers aged 9-15 years. The first group was 17 skiers who performed vibration training at frequency 24-28 Hz, amplitude 2-4 mm, exercise on vibration board in different positions such as squat, deep squat and wide-squatting. The second group was 16 skiers who performed a land exercise which was equivalent resistance training with the above positions in vibration exercise group. Both groups performed exercise 3 times a day for 6 weeks. Both groups have significantly increased knee and ankle strength after training. Plantar flexor strength was more increased in WBV group than resistance training group.

Bogaerts et al. (2007) studied muscle strength and muscle mass in elderly men. The first group performed WBV at frequency 30-40 Hz. and amplitude 2.5 and 5 mm. with standing in different positions such as squat and deep squat. The second group performed fitness training program: cardiovascular training consisted of walking, running, and cycling, resistance exercise consisted of exercise for whole body and balance training. The third group did daily life activities. The assessment of isometric

muscle strength and the measurement of muscle mass with CT showed that the first and second groups increased quadriceps muscle strength and muscle mass in comparison to the third group. There was no significant difference between the first and second group.

Trans et al. (2009) investigated the effect of WBV in 52 female patients with OA knee. These subjects were divided into 3 groups: WBV exercise on stable platform, WBV exercise on a balance board and control group. Exercise parameters were frequency 24-30 Hz, 10.5 min/day for 8 weeks. Muscle strength significantly increased in WBV exercise on stable platform when compared to control group.

Raimundo et al. (2009) studied effects of low frequency WBV (frequency 12.6 Hz and amplitude 3 mm.) and walk-based program in 27 postmenopausal women. After 8 months, both groups showed no changes on isokinetic measurement of knee extensors.

#### **The effects of whole body vibration exercise on tissue perfusion and the peripheral vasculature**

Vibrating exercise also affect blood flow (Kersch-Schindl et al., 2001). Twenty healthy volunteers performed WBV with frequency 26 Hz, amplitude 3 mm for 9 minutes without rest period. Blood circulation of quadriceps and gastrocnemius muscle was increased. Mean blood flow velocity increased and resistance to blood flow (resistance index) decreased significantly. The result suggests that a low frequency vibration is effective.

Lohman et al. (2007) studied in 45 healthy people. Group 1 exercised in squat position on the vibration board, frequency 30 Hz, and amplitude 5-6 mm. Group 2 exercised in standing position but did not use the vibrator board. Group 3 used vibration board to massage calves. Leg was placed on the vibration board with frequency 30 Hz and amplitude 5-6 mm. Skin blood flow of calf muscles was tested 3 times (before exercise, immediately after exercise and 10 minutes after exercise). Group 3 increased skin blood flow up to 2 times immediately after exercise when compared with group 1 and 2. Ten minutes after exercise showed that group 3 reduced skin blood flows rapidly,



but the values remained higher than groups 1 and 2. WBV affects on blood flow in the short term only.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## CHAPTER III

### RESEARCH METHODOLOGY

#### Research design

This study is a randomized controlled trial designed to examine effects of treadmill training with whole body vibration exercise in comparison with treadmill training alone on biochemical bone markers, balance and physical performance in Thai postmenopausal women in accordance with a defined protocol on which all subjects were examined twice: a pre-test prior to exercise and a post-test after the 12 weeks of the study.

#### Population

In this study, the target population was sedentary Thai postmenopausal women aged between 50-65 years. They were recruited according to the following criteria.

#### Screening visit

Subjects were eligible for the study when they aged between 50-65 years and had no documented diseases or conditions listed in the exclusion criteria. All subjects were initially contacted by telephone to determine their eligibility before being included in the study. After the screening process, 46 postmenopausal Thai women were eligible and only 43 of them remained to complete the study.

#### Inclusion Criteria

- 1) Thai females aged 50-65 years
- 2) Postmenopausal period at least 5 years
- 3) Do not perform any regular exercise (exercise < 3 days/week)
- 4) Body mass index (BMI) in the range of 20-25 kg / m<sup>2</sup>
- 5) Signed inform consent before entering the study.

### Exclusion Criteria

- 1) Who have medical conditions or injuries those prohibit them from training participation such as diabetes with symptoms of peripheral neuropathy, arthritis with moderate to severe pain, heart disease, poor controlled hypertension, lumbar spondylosis/lithesis etc.
- 2) Who have diseases that affected bone metabolism and bone markers level such as rheumatoid arthritis, Paget's disease, cancer etc.
- 3) History of falling within the last 6 months, walking difficulty and balance problems
- 4) Poor balance determined by single leg stance with eye open < 10 seconds
- 5) Who has an American Heart Association (AHA) Class C and D (from history taking and observation of daily activities and walking)
- 6) Smoking or alcoholic drinking within 6 months before the time of screening
- 7) Use of agents that affect bone metabolism such as antiresorptive drug, hormonal replacement therapy, parathyroid hormone, anabolic steroid and do not cease using at least 6 months before participation in the study.

### **Sampling technique**

This study used computerized generated randomization program for random subject into 2 groups: treadmill with whole body vibration exercise group and treadmill training group.

### **Sample size determination**

Sample sizes determination of this study was calculated using data from the study of Borer et al. (2007), which studied effects of exercise on bone markers in postmenopausal women. Subjects are divided into 2 groups; group I (n = 18) walks at 65% -67%  $VO_2$ max (low intensity). Group II (n = 25) walks at 86%-88%  $VO_2$ max (high intensity). Both groups walk 4.8 km/day, 4 days/week for 30 weeks. High intensity group



has osteocalcin after 30 weeks exercise equal to  $9.7 \pm 1.9$  ng/ml. Low intensity group has osteocalcin equal to  $12.2 \pm 2.9$  ng/ml. Osteocalcin level was used to calculate sample size (2-independent group) for this study.

$$\begin{aligned}
 \text{Formula} \quad n/\text{group} &= 2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 \sigma^2 / (x_1 - x_2)^2 \\
 \alpha &= 0.05 \text{ (two-sided), } Z_{\alpha} = 1.96 \\
 \beta &= 0.10 \text{ (two-sided), } Z_{\beta} = 1.28 \\
 \sigma^2 &= \text{Pooled Variance} \\
 &= \frac{(n_1 - 1) S_1^2 + (n_2 - 1) S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \\
 &= \frac{(25 - 1)(1.9)^2 + (18 - 1)(2.9)^2}{25 + 18 - 2} \\
 &= 5.60 \\
 n/\text{group} &= 2 [(1.96 + 1.28)^2] 5.60 / (9.7 - 12.2)^2 \\
 n/\text{group} &= 117.49 / 6.25 = 18.79
 \end{aligned}$$

Sample size is 18 per group. Twenty percent drop-out was added. Total subject is 23 per group.

### Instruments

1. Whole body vibration machine (Power Plate my 5, USA).
2. Treadmill (Nautilus T-916 sports series, USA).
3. Laboratory kits for biochemical bone marker measurement:  $\beta$ -CrossLaps, NMID- Osteocalcin and PINP (Roche Diagnostics, USA).
4. Height measuring board.
5. Weight apparatus (Tanita BF-700, Japan).
6. Sphygmomanometer (ES-H55, Terumo Corporation, Tokyo, Japan).
7. Stopwatch (JS-609, FBT<sup>®</sup>, china).
8. Epson meters.
9. An armchair (46 centimeters height).

10. Step bench (12 inches height).
11. Sit and reach box.
12. Case record form.

### Standard measurements

Measurements of height and weight provide baseline characteristics of the subject. The following procedures were performed and baseline characteristics of the subjects were recorded.

**Standing height:** The participants were standing bare feet with the heels together, and then stretching upward to the fullest extent. Heels, buttocks, and upper back were touching a wall. The chin was not lifted. Measurement was recorded in centimeters.

**Weight:** Weight was recorded with the individual wearing comfortable clothing with no shoes. Weight was recorded in kilograms.

**Body mass index (BMI):** The BMI is used to assess weight relative to height and is calculated by dividing body weight in kilograms by height in meters squared ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). BMI is predicted according to ACSM (2006).

### Biochemical bone markers assessment

#### 1. Subject preparation

All subjects were asked to refrain from vigorous physical activity and exercise for 24 hours prior to puncture, and food restriction at least 8 hours prior to puncture.

## 2. Biochemical bone markers assessment procedure

Venous puncture was done by nurse. Biochemical bone markers have circadian rhythmic variation. Blood collection of every subject for determining  $\beta$ -CrossLaps, NMID-Osteocalcin and PINP were done in the same period during 8.00-9.00 am.



Fig 3.1 Venous puncture for biochemical bone markers assessment

### Balance assessment

#### 1. Single leg stance test (SLS test) with eyes open (Vellas BJ. et al., 1997)

Participants stand on both feet separated approximately shoulder width. Both arms cross over the chest to touch shoulder. Time was recorded since one leg off the floor and flexes  $90^\circ$  until the feet touch the floor/ legs touch each other/ hand off the starting position/ loss of balance (see Fig.3.2). The SLS with eyes open was performed 3 times. The mean time of SLS on each foot was used for statistical analysis.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



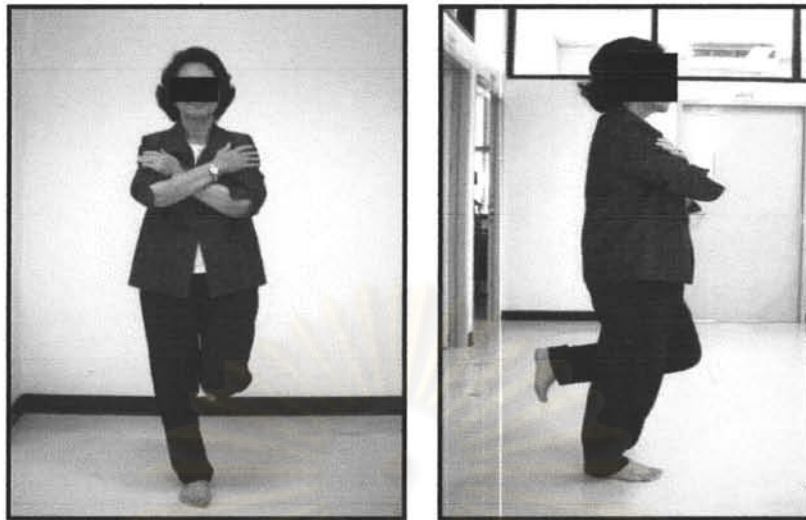


Figure 3.2 Single leg stance test (SLS test) with eyes open test

## 2. Expanded timed get up and go test (ETGUG) (Wall JC. et al., 2000)

Participants sit on a chair without armrest. They were instructed to walk in comfortable speed for 10 meters. Time since stand up from a chair until walk back to sit down again was recorded (see Fig.3.3). The time was recorded in 6 periods.

- 1) Standing from sitting position
- 2) Walk from a chair to the 2-meter marker
- 3) Walk from the 2-meter marker to the 8-meter marker (distance 6 meters)
- 4) Turn up
- 5) Walk from the 8-meter marker back to the 2-meter marker (distance 6 meters)
- 6) Walk from the 2-meter marker to a chair and sit down

The ETGUG was performed 2 times. Distance from period 2 and 5 were used to calculate walking speed (meter/minute).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

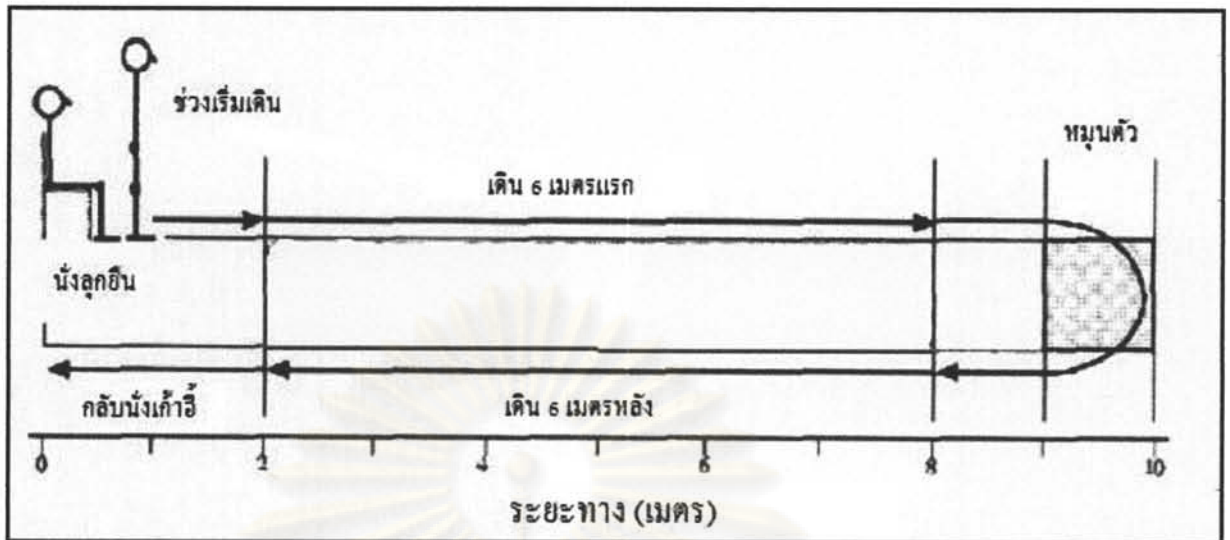


Fig 3.3 Expanded timed get up and go test (ETGUG)

### Physical performance test

#### 1. Wells Sit and Reach Test (Measurement unit: cm.)

Participants sit on the floor with legs stretched out straight ahead and soles of the feet placed against the box. They attempted to reach forward along the measuring line as far as possible, and then hold that position for a second. Distance from zero to the tip of fingers was recorded as a score in centimeter. Jerky movement during the test was strictly control. Sit and reach test was measured 2 times. Mean value was used for analysis. This test assesses flexibility of lower back and hamstring. More distance determines more flexibility (see Fig.3.4 and 3.5).

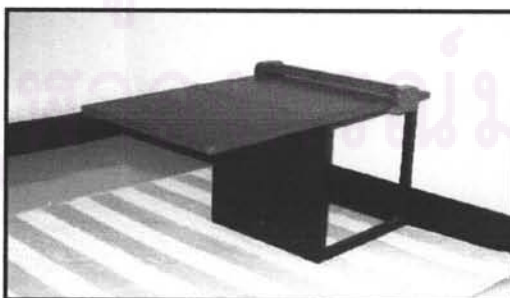


Fig 3.4 Sit and Reach box



Fig 3.5 Wells Sit and Reach Test

## 2. Senior's chair stand test

Participants sit on the 44-centimeter chair without armrest. Their feet flat on the floor with shoulder width apart. The arms are crossed at the wrists and held close to the chest. They stand up without pushing off with arms and sit back down repetitively for 30 seconds (see Fig.3.6). The number of repetitions was recorded. This test assesses lower limb strength and endurance. More repetitions determine better strength of lower limb muscles.



Fig 3.6 Senior's chair stand test

## 3. The 3-minute Step test

Participants left first leg onto the 12-inch box, raise body and second leg onto box, lower body by stepping down to floor with first leg, and return second leg down to floor. One step equals complete up and down cycle (see Fig.3.7). They asked to step as much as they can for 3 minutes. The participants' step was recorded and calculated by step metabolic calculator program to convert to  $VO_2$  (ml/kg/min). This test assesses cardiovascular fitness. The higher  $VO_2$  determines better fitness.



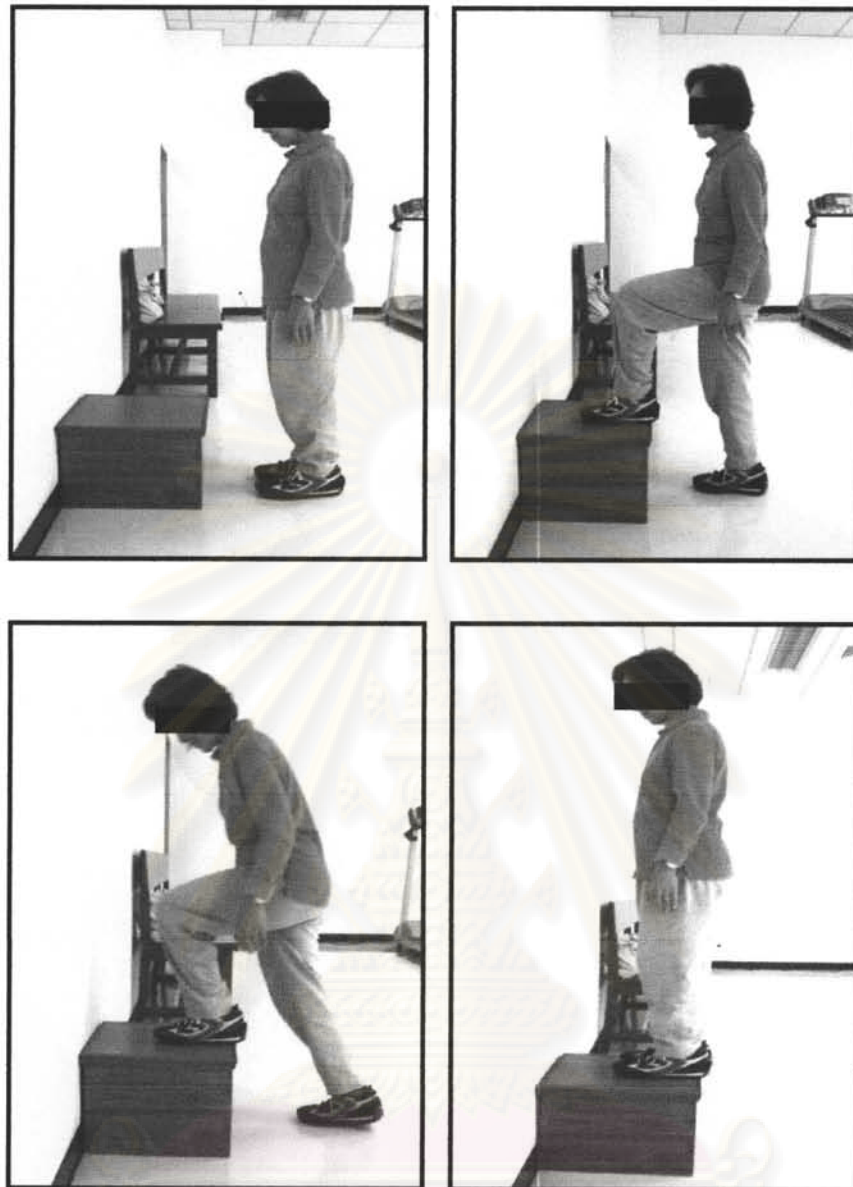


Fig 3.7 The 3-minute step test

## Exercise Programs

### 1. Treadmill training

Participants performed walking exercise in treadmill (see Fig.3.9). Maximum heart rate was calculated using the formula  $220 - \text{age (year)}$ . The target heart rate was set as moderate intensity from 55% to 70% of maximal heart rate. Heart rate was measured throughout exercise using heart rate monitoring device. Blood pressure was

measured before and after exercise. All participants were instructed to start with 5-minute warm up, 20-minute treadmill walking and 5-minute cool down. Walking intensity was gradually increased to 70% of maximum heart rate. All performed 3 days a week for 12 weeks. One of researcher was supervised all participants during exercise. Participants who had trauma or flair up of diseases that prohibited exercise were being decided to discharge from the protocol and receive treatment.

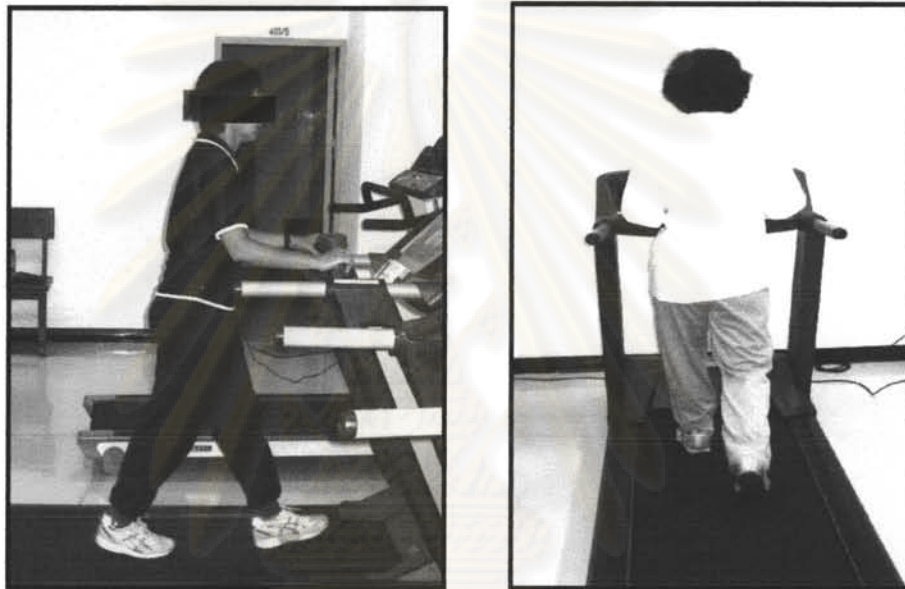


Fig 3.9 Training exercise on the treadmill

#### **Whole body vibration training**

Participants performed vibration exercise after treadmill walking. Vibration was provided by a commercially available device (Power Plate my 5, Power Plate International Inc.) (. This device was set to deliver 30 Hz frequency of vibration through the legs to the whole body. Reciprocating vertical displacement was produced with 4 mm amplitude. Participants wear shoes, stood on the vibration plate with both knees 20° flexed, and hold the handrails with both hands. WBV exercise comprised of 1-minute bouts of vibration separated by 1-minute resting period. Total time was 20 minutes per

session (10 minutes of vibration). All participants performed 3 days a week for 12 weeks, corresponding to about 360 minutes of exercise.

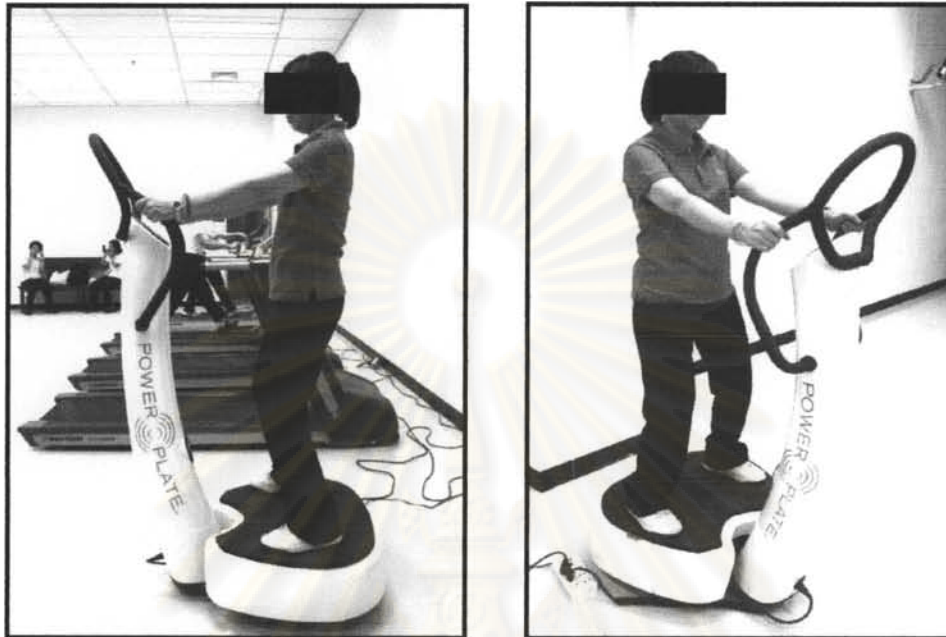


Fig 3.10 Whole body vibration exercise

### Statistical analysis

1. Results were showed as mean, mean difference and standard deviation (SD)
  2. Descriptive statistics were used for baseline calculation.
    - Means with standard deviation were used for quantitative data.
    - Numbers and percentages were used for qualitative data.
  3. Paired t-test was used to compare effect of exercise on  $\beta$ -Cross Laps, NMID-Osteocalcin, PINP, balance and physical performance between pre- and post test within group.
  4. ANCOVA was used to compare effect of exercise on  $\beta$ -Cross Laps, NMID-Osteocalcin, PINP, balance and physical performance between treadmill plus whole body vibration group and treadmill group.
  5. Level of statistical significance was accepted at  $< 0.05$
- All statistical analysis was performed by using SPSS for Window version 11.5 (Chicago, IL, USA).



## CHAPTER IV

### RESULTS

#### Characteristics of subjects

Forty six eligible female volunteers were selected according to the inclusion and exclusion criteria. They were categorized into 2 groups (n = 23 per group; treadmill exercise group (TM), treadmill + whole body vibration exercise group (TM + WBV). Three women were dropped out due to: 2 (1 was TM and 1 was TM + WBV group) participated less than 80% of total exercise duration, 1 (TM group) lost of follow up. Results were analyzed from data of 43 subjects (see Fig. 4.1).

Baseline characteristics of the subjects were shown in Table 4.1. Subject age ranged from 55 to 65 years. Mean age of TM and TM + WBV groups were  $59.10 \pm 4.93$  years and  $56.59 \pm 4.78$  years, respectively. Mean body weight of TM and TM + WBV groups were  $52.45 \pm 6.53$  kg and  $52.39 \pm 8.82$  kg, respectively. Mean height of TM and TM + WBV exercise groups were  $154.05 \pm 5.88$  cm and  $153.32 \pm 5.21$  cm. Mean BMI of TM and TM + WBV groups were  $22.03 \pm 2.13$  kg/m<sup>2</sup> and  $22.21 \pm 3.16$  kg/m<sup>2</sup>. Mean time after menopause of TM and TM + WBV groups were  $8.62 \pm 6.41$  years and  $6.64 \pm 3.51$  years (see Table 4.1).

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

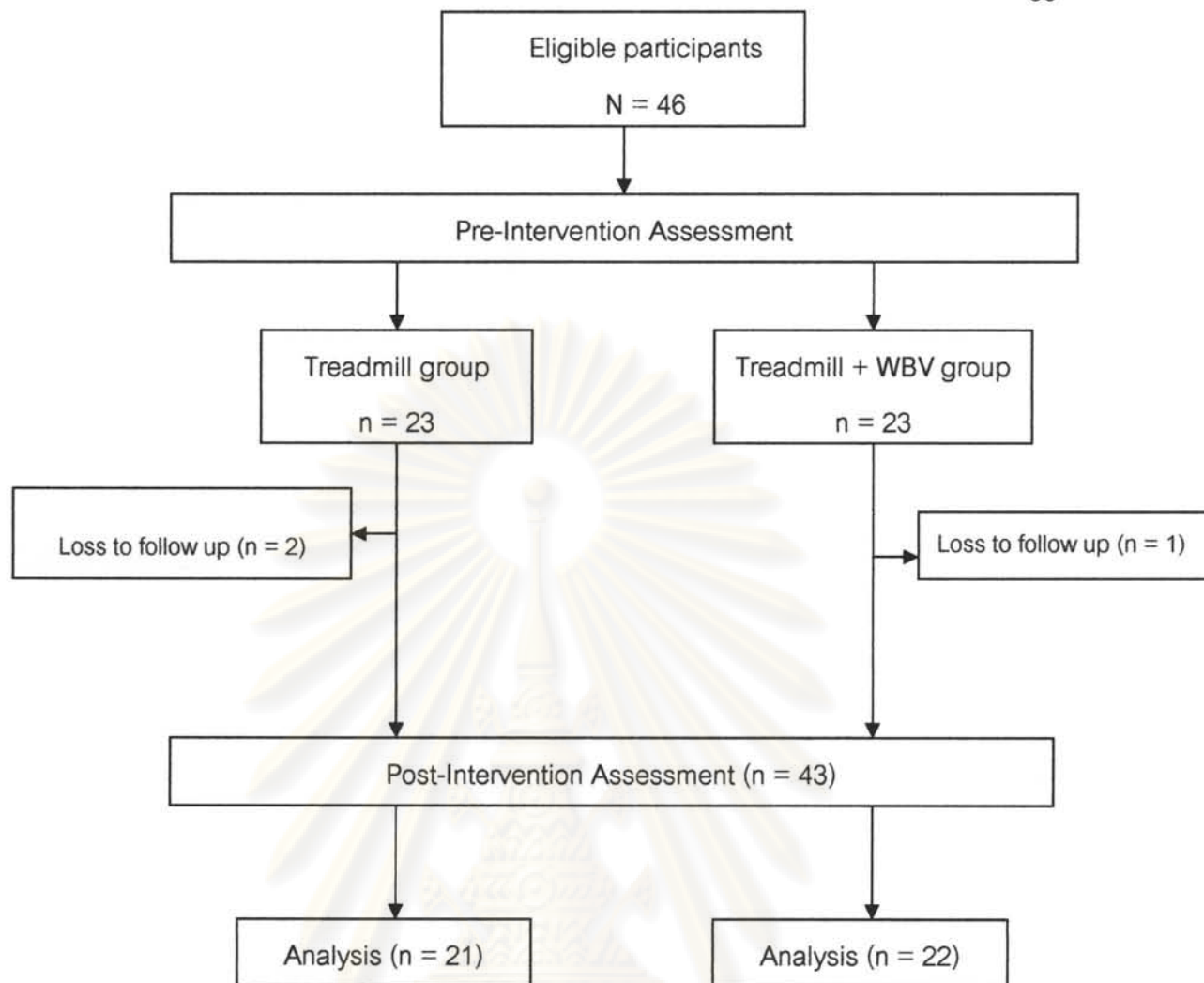


Fig. 4.1 Diagram of participants in treadmill and treadmill + WBV exercise groups

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**Table 4.1** Baseline characteristics of subjects (n = 43)

Characteristics	Treadmill group (n = 21)		Treadmill + WBV group (n = 22)		<i>P</i> -value
	Mean	SD	Mean	SD	
Age (yr)	59.10	4.93	56.59	4.78	0.09
Weight (kg)	52.45	6.53	52.39	8.82	0.98
Height (cm)	154.05	5.88	153.32	5.21	0.67
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.03	2.13	22.21	3.16	0.83
Postmenopausal duration (yr)	8.62	6.41	6.64	3.51	0.21

Between-group difference between treadmill group and treadmill + WBV group, ANCOVA

#### Biochemical bone markers

After 12 weeks, PINP was significantly increased from  $62.97 \pm 30.20$  to  $76.66 \pm 32.55$  ng/ml (21.75%) in TM group and from  $65.23 \pm 22.19$  to  $80.80 \pm 25.64$  ng/ml (23.80%) in TM + WBV group.  $\beta$ -CrossLap was significantly increased from  $0.49 \pm 0.21$  to  $0.89 \pm 0.32$  ng/ml (80.95%) in TM group and from  $0.51 \pm 0.16$  to  $0.97 \pm 0.37$  ng/ml (89.35%) in TM + WBV group. NMID-Osteocalcin was significantly decreased from  $29.22 \pm 11.94$  to  $24.91 \pm 10.19$  ng/ml (14.76%) in TM group and from  $30.81 \pm 12.15$  to  $26.11 \pm 10.22$  ng/ml (15.24%) in TM + WBV group (see Table 4.2).

Bone formation and bone resorption of the TM and TM + WBV groups was not significant difference (For more details see Appendix B).

ศูนย์วิทยุโทรพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



**Table 4.2** Comparison of biochemical bone markers between treadmill exercise group and treadmill with whole body vibration group.

Biochemical bone markers (ng/mL)	Normal range	Group	Pre-test Mean $\pm$ SD	Post-test Mean $\pm$ SD	P-value
PINP (bone formation)	40.78-48.35	TM	62.97 $\pm$ 30.20	<b>76.66 <math>\pm</math> 32.55*</b>	0.670
		TM+WBV	65.23 $\pm$ 22.19	<b>80.80 <math>\pm</math> 25.64*</b>	
$\beta$ -CrossLap (bone resorption)	0.293-0.328	TM	0.49 $\pm$ 0.21	<b>0.89 <math>\pm</math> 0.32*</b>	0.752
		TM+WBV	0.51 $\pm$ 0.16	<b>0.97 <math>\pm</math> 0.37*</b>	
NMID-osteocalcin (bone formation)	14.9-18.02	TM	29.22 $\pm$ 11.94	<b>24.91 <math>\pm</math> 0.19*</b>	0.849
		TM+WBV	30.81 $\pm$ 12.15	<b>26.11 <math>\pm</math> 0.22*</b>	

TM: Treadmill group, TM+WBV: Treadmill + Whole body vibration group

\* Within-group difference between pre-test and post-test, paired t-test, significant with  $p < 0.05$

Between-group difference between treadmill group and treadmill + WBV group, ANCOVA

After 12 weeks, walking speed was not significantly increased from  $0.68 \pm 0.13$  m/s to  $0.73 \pm 0.11$  m/s in TM group but walking speed was significantly decreased from  $0.73 \pm 0.13$  to  $0.70 \pm 0.10$  m/s in TM + WBV group (see Table 4.3). However, significant differences of walking speed were found among the 2 groups in pre-test (For more details see Appendix C).

**Table 4.3** Comparison of walking speed between treadmill group and treadmill with whole body vibration group.

Group	Pre-test	Post-test	P-value
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	
TM	$0.68 \pm 0.13$	<b><math>0.73 \pm 0.11^*</math></b>	0.159
TM+WBV	$0.73 \pm 0.13$	$0.70 \pm 0.10$	0.248

TM: Treadmill group, TM+WBV: Treadmill + Whole body vibration group

\* Within-group difference between pre-test and post-test, paired t-test, significant with  $p < 0.05$

Between-group difference between treadmill group and treadmill + WBV group, ANCOVA

After 12 weeks, chair stand was significantly increased from  $17.76 \pm 4.82$  to  $20.00 \pm 4.69$  repetitions/30 s. in TM group. Step test was significantly increased from  $67.27 \pm 19.60$  to  $72.45 \pm 20.37$  repetitions/3 min in TM + WBV group (see Table 4.4).

However, physical performances (SR, CS, ST) were not significant differences between group (For more details see Appendix D).

**Table 4.4** Comparison of physical performance between treadmill group and treadmill with whole body vibration group

Physical performance	Group	Pre-test Mean $\pm$ S.D.	Post-test Mean $\pm$ S.D.	P-value
Sit and reach (SR)	TM	7.26 $\pm$ 10.15	8.43 $\pm$ 10.59	0.656
	TM + WBV	11.59 $\pm$ 8.16	12.18 $\pm$ 7.88	
Chair stand (CS)	TM	17.76 $\pm$ 4.82	<b>20.00 <math>\pm</math> 4.69*</b>	0.605
	TM+WBV	19.18 $\pm$ 4.38	21.59 $\pm$ 6.14	
Step test (ST)	TM	63.19 $\pm$ 12.56	63.90 $\pm$ 15.35	0.052
	TM+WBV	67.27 $\pm$ 19.60	<b>72.45 <math>\pm</math> 20.37*</b>	

TM: Treadmill group, TM+WBV: Treadmill + Whole body vibration group

\* Within-group difference between pre-test and post-test, paired t-test, significant with  $p < 0.05$

Between-group difference between treadmill group and treadmill + WBV group, ANCOVA

After 12 weeks, the right single leg stance with eyes open (SLS) was not significantly increased from  $20.52 \pm 9.16$  to  $22.10 \pm 8.85$  s in TM group and from  $23.77 \pm 7.24$  to  $24.63 \pm 7.37$  s in TM + WBV group. The left SLS was not significantly increased from  $22.52 \pm 8.72$  to  $23.07 \pm 9.08$  s in TM group and from  $24.16 \pm 7.90$  to  $26.18 \pm 7.58$  s in TM + WBV group. Subsequent analysis using Mann-Whitney U test, the result showed no significant different between TM group and TM +WBV group (For more details see Appendix E) (see Table 4.5).

**Table 4.5** Comparison of single leg stance with eyes open (SLS) between treadmill exercise group and treadmill with whole body vibration (WBV) exercise group

Leg side the test with open eyes	Group	Pre-test	Post-test	<i>p</i> -value
		Mean ± S.D.	Mean ± S.D.	
Right	TM	20.52 ± 9.16	22.10 ± 8.85	0.932
	TM+WBV	23.77 ± 7.24	24.63 ± 7.37	
Left	TM	22.52 ± 8.72	23.07 ± 9.08	0.472
	TM+WBV	24.16 ± 7.90	26.18 ± 7.58	

TM: Treadmill group, TM+WBV: Treadmill + Whole body vibration group

Within-group difference between pre-test and post-test, paired t-test

Between-group difference between treadmill group and treadmill + WBV group, ANCOVA

TM + WBV group found more injury than TM group. Chi-square test showed no significant difference between groups. Rate of injury in TM and TM + WBV group was 19.05% and 31.82%, respectively (see Table 4.6). Most of injury is muscle strain (For more details see Appendix F).

**Table 4.6** Comparison of injury between treadmill group and treadmill with whole body vibration group

Group	Injury	No injury	Total	<i>p</i> -value
Treadmill	4	17	21	<b>0.022<sup>†</sup></b>
Treadmill + WBV	7	15	22	
Total	11	32	43	

<sup>†</sup> Between-group difference between treadmill group and treadmill + WBV group, Chi-square test, Significant with  $p < 0.05$

Satisfaction of the participants in TM + WBV group was significantly more than the TM group (For more details see Appendix G) (see Table 4.7).



**Table 4.7** Comparison of satisfaction of the participants in treadmill group and treadmill with whole body vibration group

Group	Satisfaction score (score 0-10 cm.)	P-value
	Mean $\pm$ S.D.	
Treadmill	9.14 $\pm$ 0.81	<b>0.001<sup>†</sup></b>
Treadmill + WBV	9.81 $\pm$ 0.23	

<sup>†</sup> Between-group difference between treadmill group and treadmill + WBV group ( $p < 0.05$ ), ANCOVA



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## CHAPTER V

### DISCUSSION AND CONCLUSION

The present study was conducted to investigate the effects of 12-week treadmill training alone comparing with treadmill training plus whole body vibration exercise in Thai postmenopausal women. Discussion is expressed in relation to the topic heading as follows.

#### **Effects of exercise on biochemical bone markers**

Despite the hypothesis stating that the subjects who undergone treadmill exercise in conjunction with vibration training should be increased in bone formation and decreased in bone resorption, the results showed that this hypothesis is untrue. A 30-minutes treadmill walking with moderate intensity followed by 20-minutes whole body vibration exercise (1-minute bouts of WBV exercise with separated by 1-minute resting period), 3 days a week for the total of 12 weeks increased both bone formation and resorption. Moreover there was no statistical significant difference in terms of bone formation and bone resorption between the TM and TM + WBV group. This exercise protocol is inappropriate to both reducing bone resorption and enhancing bone formation. There may be due to the exercise protocol is too short duration, inadequate frequency, intensity and total dosage. Increase of bone formation was a consequent feedback of increased bone resorption.

On contrary, a previous study found that walking exercise resulted in decreased bone resorption and increased bone mineral density in postmenopausal women. Yamazaki *et al.* studied effects of 1-hour walking with 50%  $VO_2$ max intensity, 4 days a week for 12 weeks in postmenopausal women experiencing osteoporosis aged between 49-75 years old. Urine bone resorption marker was significantly decreased and bone mineral density of lumbar spine was significantly increased after 12 weeks (Yamazaki *et al.*, 2004). Borer *et al.* studied effects of the 30-week walking exercise with 74%  $VO_2$ max intensity, at least 6.14 km/hour walking speed and mechanical loading of 872.3 N/ 1.22 times of the body weight.

Increased leg muscle mass and delayed bone density reduction was found (Borer *et al.*, 2007).

Xiang-yan *et al.* reported positive effects of whole body vibration exercise on bone mineral density of postmenopausal women (Xiang-yan *et al.*, 2008). Subjects were randomized into 2 groups. Group I exercises with 10 minutes vibration training at frequency 30 Hz and amplitude 5 mm, at least 5 days a week for 6 months. Group II was a control group with no exercise participation. Subjects who participated in vibration exercise have significant decreased low back pain and increased bone mineral density of lumbar spine and hip. No changes were found in control group.

In assumption, from the studies above, exercise by walking or vibration training alone with medium intensity, high exercise frequency (5-7 days/week) and longer duration for several months (6-8 months) can delay bone resorption and enhance bone formation in postmenopausal women. When compare with our study, It showed no positive result from the chosen exercise protocol even when combined walking and vibration training. The reason may be from inadequate duration of exercise per session (10-minute vibration), frequency (3 days/week) and the total period of exercise (12 weeks). Combined treadmill with whole body vibration cannot shorten total period of exercise to less than 6 -8 months to show significant positive effects on biochemical bone markers.

However, premenopausal women may benefit for this exercise. Hinton *et al.* studied effect of walking exercise in overweight men and women. They walk 45-minutes at 60%  $VO_2$ max intensity, 5 days a week in conjunction with nutritional diet. After 6 weeks, they increased serum osteocalcin and alkaline phosphatase which indicates increased bone formation. The results are quite rapid response when compare with other study (Hinton *et al.*, 2006.) Age and hormonal level during the time of exercise may affect this result. Nevertheless, it is important to mention that our study was done in postmenopausal women with high bone turnover such that the study subjects already have higher bone resorption and formation than the normal range of reproductive women. Also these study subjects did not exercise on the regular basis; therefore they are not suitable for high intensity exercise for a prolonged period of exercise. Whole body vibration does not added on benefit with a



short period moderate intensity walking program as our expectation. The training program should be revised regarding exercise frequency, training intensity progression, total duration of exercise period. Also, the period or number of session of vibration training and walking may be increased. Further study is required.

### **Effects of exercise on balance and physical performances**

Our study found that walking exercise with medium intensity plus vibration training for 12 weeks is not sufficient to increase balance and walking speed. Treadmill training group showed increased leg muscle strength, improved balance and increased walking speed when compare with treadmill plus vibration training. There may corerelated with frequency of injury. The treadmill plus vibration training group showed superior cardiovascular fitness. However, the standard deviation of leg muscle strength of the vibration training group is much varied in range. So the effect of vibration training may not be equally beneficial for every subject in this group and no statistically significant difference between groups regarding balance and physical performances was found.

Aging is associated with decreased muscle strength that affects the major postural functions (Whipple et al., 1987). Several studies showed that training allowings to counteract age-related balance impairment (Campbell et al., 1997). Postural control may rely on the proper use and sensory afferences, but also depend on the muscle strength of lower limb (Gauchard et al., 1999). Dieen and Pijnappels (2007) found a correlation of leg muscle strength with balance. Interestingly, impairment in lower extremity strength is primary factor which collectively contribute to increased likelihood of falling (Lord and Ward, 1994; Lord et al., 1999; American Geriatrics Society, 2001; Lord and Stumieks, 2005). The exercise training might partly improved leg muscle strength. Based on this finding, improvement of chair stand in treadmill training group indicated improvement of leg muscles strength that may reflect falling rate in the future. However, there is no significantly difference because wide SD range.



## **Conclusion**

Effects on biochemical bone markers, balance and physical performances after 12 weeks treadmill training with whole body vibration are not significant difference from treadmill training alone in Thai postmenopausal women. Treadmill training and treadmill with whole body vibration exercise increase bone formation and resorption after the 12-week training. Bone turnover is still high. So both exercise protocols in our study have not positive effects on bone metabolism.

The decline in bone strength, balance and muscle strength are important contributing factors of fracture from falling in the postmenopausal women. This may be influenced by regular exercise. Based on the results of treadmill exercise and treadmill with whole body vibration exercise, there are shown benefit on leg muscles strength that may reduce fall rate in postmenopausal women. Both groups have good satisfaction according to mode of exercise but treadmill plus whole body vibration group has more satisfied than treadmill training alone.

## **Recommendations to further study**

The following studies should be conducted in the future:

1. Comparative study of the effects of treadmill training and treadmill with whole body vibration exercise on bone markers, balance and physical performances in postmenopausal women with or without osteoporosis.

2. Various whole body vibration exercise protocol should be studied to find out the most effective protocol to delayed osteoporosis, improved balance and physical performances in aspects of frequency, intensity, duration per session, total duration of exercise, and whole body vibration parameters such as amplitude, frequency and G-force.

## References

### Thai

- กระเชียร ปัญญาคำเลิศ. อาการข้างเคียงของฮอร์โมนทดแทน. ใน นิमित เตชไกรชนะ (บรรณาธิการ), ฮอร์โมนทดแทนในวัยหมดระดู, 368. กรุงเทพฯ: ปิยอนด์ เอ็นเทอร์ไพรซ์, 2543.
- กอบจิตต์ ลิมปะยอม. วัยหมดระดู. กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์, 2543.
- ณรงค์ บุญยะรัตเวช. Bone Markers. ใน ณรงค์ บุญยะรัตเวช (บรรณาธิการ), ประชุมวิชาการ Bone Forum 2007, 37-50. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: คอนเซ็ปท์ เมดิคัล, 2550.
- ณรงค์ บุญยะรัตเวช (บรรณาธิการ), ประชุมวิชาการ Bone Forum 2007, 1-36. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: คอนเซ็ปท์ เมดิคัล, 2550.
- ทวี ทรงพัฒนาศิลป์. Progress in Bone Biology: The Reviews and New Insights. ใน นิमित เตชไกรชนะ. ฮอร์โมนทดแทนและโรคกระดูกพรุน. ใน นิमित เตชไกรชนะ (บรรณาธิการ), ฮอร์โมนทดแทนในวัยหมดระดู, 171. กรุงเทพฯ: ปิยอนด์ เอ็นเทอร์ไพรซ์, 2543.
- บุปผา อินตะแก้ว. ตัวกำหนดความเชื่อด้านสุขภาพและพฤติกรรมป้องกันโรคกระดูกพรุนของสตรีวัยหมดประจำเดือน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิชาการพยาบาลสตรีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2544.
- พงศ์ศักดิ์ ยุกตะนันท์. Bone Care Kit กระดูก 206 ชิ้นที่ควรใส่ใจ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: 1759 ดับเบิลเอ บริน เอ็กซ์เพรส, 2550.
- ภานารี พานเพียรศิลป์. สรีรวิทยาของการออกกำลังกาย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ภาควิชา สรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2541.
- มยุรี ปัตตพงศ์. โรคกระดูกในสตรีวัยทอง. พิมพ์ครั้งที่ 1. พุทธชินราชเวชสาร, 2541.
- รัชตะ รัชตะนาวิน. โรคกระดูกพรุน. ใน สุรวุฒิ ปรีชานันท์ และ สุรศักดิ์ นิลกาวงศ์ (บรรณาธิการ), ตำราโรคข้อ, 319-340. กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์, 2538.
- วิวัฒน์ วจนะวิศิษฐ์. Bone as tissue. ใน สมชัย ปรีชาสุข, วิโรจน์ กวินวงศ์โกวิท และวิวัฒน์ วจนะวิศิษฐ์ (บรรณาธิการ), ออโรโอบิดิกส์, 5-15. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ไชยสถานการพิมพ์, 2538.
- วิเชียร เลหาเจริญสมบัติ. ภาวะกระดูกพรุน. ใน สมชัย ปรีชาสุข, วิโรจน์ กวินวงศ์โกวิท และวิวัฒน์ วจนะวิศิษฐ์ (บรรณาธิการ), ออโรโอบิดิกส์, 175-189. กรุงเทพฯ : ไชยสถานการพิมพ์, 2538.

- สมชาย เอื้อรัตนวงศ์. โรคกระดูกพรุนในโรคข้อ (Osteoporosis in Rheumatic Diseases).  
กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์, 2544.
- สมพงษ์ สุวรรณวลัยกร. โรคกระดูกพรุน. ใน อุดม วิชาญสุนทร และรัตนวดี ณ นคร  
(บรรณาธิการ), คู่มือสำหรับประชาชนโรคกระดูกพรุน-โรคปวดหลัง, 1-8. กรุงเทพฯ: เรือน  
แก้วการพิมพ์, 2543.
- สาธารณสุข, กระทรวง. กรมการแพทย์, สำนักพัฒนาวิชาการแพทย์. แนวทางเวชปฏิบัติเรื่องโรค  
กระดูกพรุน, 6. กรุงเทพฯ: ชุมชมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, 2548.
- เสก อักษรานุเคราะห์. ตำราเวชศาสตร์ฟื้นฟู. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: เทคนิค, 2539.
- เสก อักษรานุเคราะห์. แคลเซียมและวิตามินดีกับโรคกระดูกโปร่งบาง. กรุงเทพฯ: แซด อี เอ็น  
กราฟฟิคเพรส, 2542.
- เสก อักษรานุเคราะห์. โรคกระดูกโปร่งบาง กระดูกพรุน กระดูกหลุด. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: พี.  
เอิล.เอช. เทรตติ้ง จำกัด, 2543.
- สุขจันทร์ พงษ์ประไพ. การออกกำลังกายและแนวทางป้องกันการหกล้มสำหรับผู้ป่วยโรคกระดูก  
พรุน. ใน อุดม วิชาญสุนทร และรัตนวดี ณ นคร (บรรณาธิการ), คู่มือสำหรับประชาชนโรค  
กระดูกพรุน-โรคปวดหลัง, 9-14. กรุงเทพฯ : เรือนแก้วการพิมพ์, 2543.
- สุขจันทร์ พงษ์ประไพ. ออกกำลังกายให้ปลอดภัยเมื่อเข้าสู่วัยทอง. ใน อุดม วิชาญสุนทร และรัตนว  
ดี ณ นคร (บรรณาธิการ), คู่มือสำหรับประชาชนโรคกระดูกพรุน-โรคปวดหลัง, 15-22.  
กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์, 2543.
- สุคนธ์ ไช้แก้ว. สตรีวัยหมดประจำเดือน: การดูแลตนเองเพื่อป้องกันโรคกระดูกพรุน. วารสาร  
พยาบาลศาสตร์, 15(1), 2540.
- หะทัย เทพพิสัย และอุรุษา เทพพิสัย. สตรีวัยหมดประจำเดือน. เชียงใหม่. เอกสาร  
ประกอบการบรรยายเรื่อง Menopause: Health promoting clinic ณ โรงแรมโลตัสปาง  
สวนแก้ว, 2541.
- อร่าม โรจนสกุล. ปัญหาที่พบบ่อยในวัยหมดระดู, 79-95. ในอร่าม โรจนสกุล (บรรณาธิการ),  
ปัญหาที่พบบ่อยในวิทยาเอนโดครินนรีเวช. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ข้าวฟ่าง, 2533.
- อารีรัตน์ สังวรวงษ์พนา. โรคกระดูกโปร่งบางกับวัยทอง, 1-60. ภาควิชาสุขภาพจิตและการ  
พยาบาลจิตเวช คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2540.



**English**

- Alpha Research, Manager Information Services. Pocket Thailand Public Health 1995. Bangkok: Sukhum and Sons (1994): 29.
- American Geriatrics Society. Guideline for the prevention of falls in older persons. J Am Geriatr Soc 49 (2001): 664-672.
- Barrett-Connor, E., Changg, J. C., and Edelstein, S. L. Coffee-associated osteoporosis offset by daily milk consumption. Journal of American Medical Association 26 (1994): 280-283.
- Bemben DA, Langdon DB. Relationship between estrogen use and musculoskeletal function in postmenopausal women. Maturitas the European menopause journal 42 (2002):119-127.
- Bonaiuti D, Shea B, Iovine R, Negrini S, Robinson V, Kemper HC, et al. Cochrane Review on exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. Eura Medicophys 40 (2004): 199-209.
- Borer KT, Fogleman K, Gross M, Jacquelyn ML, Dengel D. Walking intensity for postmenopausal bone mineral preservation and accrual. Bone 41 (2007): 713-721.
- Brooke-Wavell K, Athersmith LE, Jones PRM et al. Brisk walking and postural stability: A cross-sectional study in postmenopausal women. Gerontology 44 (1998): 288-292.
- Brown M, Holloszy Jo. Effect of Resistance Training on Strength, Postural Control, and Gait Velocity among Older Adults. Clinical Nursing Research 5(4) (1996): 407-427.
- Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, Norton RN, Tilyard MW, Buchner DM. Randomised controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women. Br Med J 315 (1997): 1065-1069.
- Cardinale M, Wakeling J. Whole body vibration exercise intervention. Exerc Sport Sci Rev 31 (2003):3-7.
- Christiansen, C. Consensus development conference: prophylaxis and treatment of osteoporosis. The American Journal of Medicine 90 (1991): 107-110.

- Coen G., et al. Urinary deoxypyridinoline excretion for the evaluation of bone turnover in chronic renal failure. Am J Nephrol 20 (2000): 283-290.
- Consensus Development Conference: prophylaxis and treatment of osteoporosis. Am J Med 94 (1993): 646-650.
- De, L. V., Ditto, A., Ia, M. A., Lanzetta, D., Massafra, C. and Morgante, G. Bone mineral density and biochemical markers of bone turnover in peri-and postmenopausal women. Calcif Tissue Int 66 (2000): 263-267.
- Dien JH, Pijnappels M. Falls in older people. Journal of Electromyography and Kinesiology (2007): 1-3.
- Galindo-ciocan, D., Ciocon, J. O. and Galindo, D. Functional impairment among elderly women with osteoporotic vertebral fractures. Rehabilitation Nursing 20 (2) (1995): 79-83.
- Gauchard GC, Jeandel C, Tessier A, Perrin PP. Beneficial effect of proprioceptive physical activities on balance control in elderly human subjects. Neurosci Lett 273 (1999): 81-84.
- Gunendi Z, Taskiran O, Demirsoy N. The effect of 4-weeks aerobic exercise program on postural balance in postmenopausal women with osteoporosis. Rheumatology International Clinical and Experimental Investigations, 2008.
- Gusi Narcis, Raimundo A, Leal A. Low-frequency vibration exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. BMC musculoskeletal disorders 7 (2006).
- Guskiewicz KM, Perrin DH. Research and clinical applications of assessing balance. J Sport Rehab 5 (1996): 45-63.
- Harry K, Lee M, Rhonda JS. Comparison of balance in older people with and without visual impairment. Age and Ageing 32 (2003): 643-649.
- Hinton PS, Rector RS, Thomas TR. Weight-bearing, aerobic exercise increases markers of bone formation during short-term weight loss in overweight and obese men and women. Metabolism Clinical and Experimental 55 (2006): 1616-1618.
- Holmes, S. Osteoporosis: The hidden illness. Nursing Times 94 (1) (1998): 20-23.
- Jacobson PC, Beaver W, Grubb SA, Taft TN, Talmage RV. Bone density in women: college athletes and older athlete women. J Orthop Res 2 (1984): 328-332.

- Judge JO. Balance training to maintain mobility and prevent disability. AM J Prev Med 25 (2003): 150-156.
- Kanis, JA., Melton, LJ. 3rd., Christiansen, C., Johnston, CC., and Khaltaev, N. The diagnosis of osteoporosis. J Bone Miner Res 9 (1994): 1137-1141.
- Kerschan-Schindl K, Grampp S, Henk C, Preisingr E, Fialka-Moser V, Imhof H. Whole body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume. Clin Physiol 3 (2001): 377-382.
- Krebs DE, Jett AM, Assmann SF. Moderate exercise improves gait stability in disabled elders. Arch Phys Med Rehabil 79 (1998): 1489-1495.
- Kulak, C. A. M., and Bilezikian, J. P. Osteoporosis: preventive strategies. International Journal of Fertility 43 (2) (1998): 56-64.
- Lau EM, Lee JK, Suriyawongpaisal P, Saw SM, Das De S, Khir A, et al. The incidence of hip fracture in four Asian countries: the Asian Osteoporosis Study (AOS). Osteoporos Int 12 (2001): 239-243.
- Lau EM, The epidemiology of osteoporosis in Asia. In : Lau EM, Ho SC, Leung S, Woo J, editors. Osteoporosis in Asia: crossing the frontiers. Singapore World Scientific (1997): 1-20.
- Layne JE, Nelson ME. The effects of progressive resistance training on bone density: a review. Med Sci Sports Exerc 31 (1999): 25-31.
- Lord SR, Rogers MW, Howland A, Fitzpatrick R. Lateral stability, sensorimotor function and falls in older people. J Am Geriatr Soc 47 (1999): 1077-1081.
- Lord SR, Stumieks DL. The physiology of falling: Assessment and prevention strategies for older people. J Sci Med Sport 8 (2005): 35-42.
- Lord SR, Ward JA. Age-associated differences in sensori-motor function and balance in community dwelling women. Age Ageing 23 (1994): 452-460.
- Lohman EB, Petrofsky JS, Maloney-Hinds C, Betts-Schwab H, Thorpe D. The effect of whole body vibration on lower extremity skin blood flow in normal subjects. Med Sci Monit 13 (2007): 71-76.
- Limpaphayom K, Taechakraichana N, Jaisamrarn U, Bunyavejchevin S, Chaikittisilpa S, Poshyachinda M, et al. Prevalence of osteopenia and osteoporosis in Thai women. Menopause 8 (2001): 65-69.



- Maimoun L, Simar D, Caillaud C, Coste O, Barbotte E, Peruchon E, Rossi M, Mariano-Goulart D. Response of calciotropic hormones and bone turnover to brisk walking according to age and fitness level. Journal of science and medicine in sport, 2008.
- Marcus R, Kiratli BJ. Physical activity and osteoporosis. In: Stevenson JC, Lindsey R, eds. Osteoporosis London: Chapman & Hall Medical (1998): 309-326.
- Ragnarsdottir M. The concept of balance. Chartered Society of Physiotherapy (1996): 368-375.
- Rittweger J, Mustschelknauss M, Felsenberg D, Acute changes in neuromuscular excitability after exhaustive whole body vibration exercise as compared to exhaustion by squatting exercise. Chin Physiol&Func Im 23 (2003): 81-86.
- Robins, SP., Woitge, H., Hesley, R., Ju, J., Seyedin, S., and Seibel, MJ. Direct, enzymelinked immunoassay for urinary deoxypyridinoline as a specific marker for measuring bone resorption. J Bone Miner Res 9 (1994): 1643-1649.
- Rose, L., and Rose, M. Osteoporosis: The silent epidemic, Sydney: Allen & Unwin, 1994.
- Russo CR, Lauretani F, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Guralnik JM, Ferrucci L. High- frequency vibration training increases muscle power in postmenopausal women. Arch Phys Med Rehabil 84 (2003): 1854-1857.
- Snow-Harter C, Marcus R. Exercise, bone mineral density, and osteoporosis. Exerc Sport Sci Rev 19 (1991): 351-388.
- Speroff, L., Glass, R. H., and Kase, N. G. Menopause and postmenopausal therapy (1994): 583-649.
- Taechakraichana N, Angkawanich P, Panyakhamlerd K, Limpaphayom K. Postmenopausal osteoporosis: what is the real magnitude of the problem. J med Assoc Thai 81 (1998): 397-401.
- Taylor AK, Lueken SA, Libanati C and Baylink DJ. Biochemical markers of bone turnover for the clinical assessment of bone metabolism. Rheum Dis Clin North Am 20 (1994): 589-607.
- Umpherd DA. Neurological Rehabilitation. 4<sup>th</sup> edition. Philadephia: Mosby Inc (2001): 618-619.

- United Nations Development for Economic and Social Information and Policy Analysis, Population Division. World population prospects, the 1994 revision. New York: United Nations, 1995.
- Vellas BJ, Wayne SJ, Romero L, Baumgart RN, Rubenstein LZ, Garry PJ., One-leg balance is an important predictor of injurious fall in older persons. J Am Geriatr Soc 45 (1997): 735-738.
- Wall JC, Bell C, Campbell S, Davis J. The timed get up and go test revisited: Measurement of the component tasks. J Rehabil Res Dev 37 (2000): 109-114.
- Watts NB. Clinical utility of biochemical markers of bone remodeling [Review]. Clin Chem 45 (1999): 1359-1368.
- Whipple RH. Improving balance in older adults: Identifying the significant training stimuli. In Masdeu JC, Sudarsky L, Wolfson LI (Eds.), Gait and Balance Disorders in Aging, Boston: Little Brown, 1996.
- Whipple RH, Wolfson LI, Amerman PM. The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents: An isokinetic study. J Am Geriatr Soc 35 (1987): 13-20.
- Wolff I, van croonenborg JJ, Kemper HC, Kostense PJ, Twisk JW. The effect of exercise training programs on bone mass: a meta-analysis of published controlled trials in pre- and postmenopausal women. Osteoporos Int 9 (1999): 1-12.
- Xiang-yan R, Feng-yu J, Yu-lan L, Zhou-li P, Yun-gao S. Effects of vibration therapy on bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis. Chinese Medical Journal 121 (2008): 1155-1158.
- Yamazaki S, Ichmura S, Iwamoto J, Takeda T, Toyoma Y. Effect of walking exercise on bone metabolism in postmenopausal women with osteopenia/osteoporosis. J Bone Miner Metab 22 (2004): 500-508.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## APPENDIX A

## General information of postmenopausal Thai women participating in the research

Treadmill exercise group:

No.	Age (yr)	Weight (kg)	Height (cm)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Period of menopause (yr)
1	55	51.7	145	24.6	6
2	57	49.5	156	20.3	7
3	64	52	156	21.4	11
4	60	47	152	20	10
5	65	45	145	21.4	15
6	64	52.2	150	23.2	9
7	55	54.7	165	20.1	5
8	58	52	154	21	15
9	59	54.5	152	23.6	10
10	56	50.8	156	20.9	7
11	58	45.2	150	20.1	6
12	56	47.5	153	20.29	5
13	57	47	152	20.3	7
14	63	61.4	158	24.6	10
15	57	52	158	20	5
16	60	46.5	149	20.9	5
17	60	49	148	22.3	6
18	59	70	169	25	14
19	60	60	156	24.5	12
20	56	54.8	152	23.7	6
21	55	54	159	21.3	5
Mean	58.95	52.26	154.50	21.75	8.50
S.D.	3.07	6.13	5.64	1.72	3.46

Treadmill + Whole body vibration exercise group:

No.	Age (yr)	Weight (kg)	Height (cm)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Period of menopause (yr)
1	55	54	148	24.6	6
2	56	59.6	156	24.5	5
3	54	52	156	21.3	5
4	56	49	154	20.7	6
5	55	55	152	23.8	5
6	55	68	162	25	8
7	63	55	154	23.1	7
8	55	47.3	153	20.2	5
9	56	37.5	137	20	5
10	55	61	160	23	8
11	55	53.6	160	21	5
12	56	48	152	20.7	7
13	55	51	155	21	6
14	58	50.5	155	21	5
15	57	53	155	22	7
16	59	53	154	22	7
17	58	56	156	23	8
18	55	47	150	20	5
19	56	56	156	23	6
20	55	49	152	21	6
21	59	48	148	21.9	14
22	62	51	148	23.3	10
Mean	56.59	52.48	153.32	22.10	6.64
S.D.	2.36	6.02	5.21	1.54	2.13

## APPENDIX B

Biochemical bone markers results of postmenopausal Thai women participating in the research

Treadmill exercise group:

No	Pre-test			Post-test		
	P1NP (bone formation)	$\beta$ -CrossLap (bone resorption)	NMID-osteocalcin (bone turnover)	P1NP (bone formation)	$\beta$ -CrossLap (bone resorption)	NMID-osteocalcin (bone turnover)
1	87.49	0.683	34.47	119.6	1.29	39.45
2	44.48	0.474	28.8	-	-	-
3	42.96	0.268	23.61	56.68	0.557	16.87
4	35.43	0.277	24.66	45.6	0.53	20.23
5	49.98	0.402	23.65	50.65	0.674	14.83
6	43.27	0.576	24.21	54.14	0.835	23.66
7	40.85	0.319	23.19	45.4	0.658	14.25
8	47.91	0.346	27.58	-	-	-
9	65.85	0.489	35.26	55.86	0.871	22.49
10	42.99	0.358	19.45	50.21	0.649	16.55
11	118.3	0.8	38.32	135.8	1.53	39.59
12	144.7	1.1	70.64	136.5	1.31	50.23
13	51.56	0.767	26.02	68.87	1.32	21.39
14	56.65	0.368	20.99	61.96	0.648	20.12
15	35.83	0.245	19.71	55.8	0.552	20.88
16	58.95	0.49	25.77	107.1	0.987	22.66
17	40.37	0.287	31.17	34.06	0.578	19.33
18	62.79	0.446	33.06	72.13	1.06	36.14
19	47.05	0.43	24.44	83.58	0.87	30.17
20	46.8	0.345	12.72	60.82	0.923	15.64
21	66.58	0.54	27.5	88.28	1.01	17.71
22	63.29	0.454	29.76	91.04	0.445	20.63
23	120.6	0.655	45	135.8	1.33	40.2
Mean	62.97	0.49	29.22	76.66	0.89	24.91
S.D.	30.20	0.21	11.94	32.55	0.32	0.19



Treadmill + Whole body vibration exercise group:

No	Pre-test			Post-test		
	P1NP (bone formation)	$\beta$ -CrossLap (bone resorption)	NMID-osteocalcin (bone turnover)	P1NP (bone formation)	$\beta$ -CrossLap (bone resorption)	NMID-osteocalcin (bone turnover)
1	37.28	0.256	17.98	-	-	-
2	91.67	0.489	33.88	105.7	1.06	37.56
3	75.58	0.635	32.38	92.52	1.28	22.82
4	88.73	0.521	29.33	92.44	1.24	26.99
5	94.2	0.745	34.17	129.6	1.74	35.32
6	68.48	0.727	39.67	94.63	1.25	30.67
7	81.64	0.389	22.13	81.17	1.03	20.16
8	8.61	0.113	14.01	28.67	0.495	13.79
9	66.91	0.567	21.14	78.24	0.935	18.66
10	75.62	0.72	69.52	139.4	1.72	61.37
11	54.09	0.346	22.9	59.16	0.684	22.53
12	73.76	0.566	28.26	85.41	0.923	28.6
13	29.85	0.286	15.66	51.95	0.752	20.56
14	82.94	0.637	36.12	82.27	1.25	34.31
15	43.22	0.394	27.3	48.74	0.54	20.15
16	62.26	0.627	37.6	63.64	0.797	21.24
17	49.01	0.396	32.03	85.74	1.02	24.4
18	80.21	0.638	37.1	73.38	1.25	25.84
19	33.48	0.379	8.29	57.26	0.68	12.24
20	62.09	0.496	38.69	75.04	0.56	31.4
21	79.33	0.527	36.33	86.92	0.473	21.92
22	83.72	0.65	34.02	103.2	1.23	24.12
23	49.67	0.449	27.28	62.61	0.482	19.86
Mean	65.23	0.51	30.81	80.80	0.97	26.11
S.D.	22.19	0.16	12.15	25.64	0.37	0.22

## APPENDIX C

Expanded timed get up and go test (ETGUG) results of postmenopausal Thai women  
participating in the research

Treadmill exercise group:

No	Pre-test	Post-test
	Walking speed (m/s)	Walking speed (m/s)
1	0.77	0.89
2	0.67	-
3	0.63	0.77
4	0.89	0.87
5	0.56	0.61
6	0.74	0.90
7	0.52	0.59
8	0.73	-
9	0.68	0.69
10	0.70	0.73
11	0.56	0.71
12	0.67	0.91
13	0.67	0.74
14	0.44	0.60
15	0.69	0.63
16	0.89	0.78
17	0.75	0.82
18	0.64	0.76
19	0.69	0.65
20	0.42	0.56
21	0.62	0.62
22	0.86	0.83
23	0.79	0.72
Mean	0.68	0.73
S.D.	0.13	0.11

Treadmill + Whole body vibration exercise group:

No	Pre-test	Post-test
	Walking speed (m/s)	Walking speed (m/s)
1	0.77	-
2	0.68	0.81
3	0.63	0.66
4	0.73	0.67
5	0.87	0.87
6	0.56	0.56
7	0.59	0.58
8	0.85	0.70
9	0.77	0.65
10	0.79	0.90
11	0.69	0.80
12	0.80	0.65
13	0.66	0.72
14	0.61	0.62
15	0.61	0.48
16	0.80	0.76
17	0.75	0.72
18	0.74	0.70
19	0.93	0.74
20	0.86	0.65
21	0.65	0.64
22	1.04	0.62
23	0.48	0.79
Mean	0.73	0.70
S.D.	0.13	0.10



## APPENDIX D

Physical performance results of postmenopausal Thai women participating in the research

Treadmill exercise group:

No	Pre-test			Post-test		
	Sit and reach (cm.)	Chair stand (times/3 sec.)	Step test (times/3 min.)	Sit and reach (cm.)	Chair stand (times/3sec.)	Step test (times/3 min.)
1	5	16	60	-1	22	66
2	4	16	24	-	-	-
3	3	12	17.4	4	22	43
4	19	16	57	21	17	63
5	-18	11	47	-19	13	37
6	20	25	81	20	30	95
7	8	18	54	11	16	44
8	6.5	27	44	-	-	-
9	17	14	60	18	17	65
10	17	22	83	15	22	78
11	8	14	62	6	15	57
12	-4	17	63	-5	26	70
13	23	18	61	24	18	65
14	6.5	24	82	11	21	69
15	10	21	64	12	18	67
16	6	9	34	8	12	30
17	6	16	80	8	20	82
18	1.5	12	69	7	16	68
19	2	18	60	11	25	68
20	19	15	72	21	26	78
21	11	19	70	13	23	72
22	-5	16	60	-3	24	69
23	-6	25	64	-5	17	56
Mean	7.26	17.76	63.19	8.43	20.00	63.90
S.D.	10.15	4.82	12.56	10.59	4.69	15.35

## Treadmill + Whole body vibration exercise group:

No	Pre-test			Post-test		
	Sit and reach (cm.)	Chair stand (times/3sec.)	Step test (times/3 min.)	Sit and reach (cm.)	Chair stand (times/3sec.)	Step test (times/3 min.)
1	7	21	20.2	-	-	-
2	3	16	52	2	20	63
3	25	31	80	27	26	93
4	-1	20	51	6	25	60
5	14	22	78	14	26	92
6	-1	17	0	1	18	0
7	-8	19	60	-8	21	70
8	15	18	65	11	23	70
9	19	25	75	16	24	75
10	11	15	69	12	20	65
11	14	20	54	12	22	74
12	6	13	91	7	28	91
13	13	26	85	15	28	84
14	17	17	85	17	29	85
15	21	20	80	18	24	81
16	7	16	63	5	2	66
17	20	20	73	22	24	85
18	10	17	73	9	14	67
19	15	20	69	15	21	75
20	9	22	71	12	27	87
21	21	17	91	22	20	96
22	10	20	69	16	21	67
23	15	11	46	17	12	48
Mean	11.59	19.18	67.27	12.18	21.59	72.45
S.D.	8.16	4.38	19.60	7.88	6.14	20.37

## APPENDIX E

Single leg stance (eyes open) results of postmenopausal Thai women participating in the research

Treadmill exercise group:

No	Pre-test		Post-test	
	Right leg	Left leg	Right leg	Left leg
1	26.81	24.12	16.39	16.56
2	22.12	15.15	-	-
3	10.55	11.15	16.97	15.11
4	30	30	30	30
5	30	30	30	30
6	26.31	30	15.19	30
7	7.45	26.9	25.22	30
8	26.4	22.8	-	-
9	30	30	30	30
10	26.65	26.32	19.34	23.8
11	5.15	1.89	7.69	8.04
12	30	28.4	30	30
13	27.89	30	30	28.08
14	19.53	27.89	16.04	12.73
15	18.17	14.13	7.43	5.59
16	1.85	1.2	2.93	2.58
17	30	30	30	30
18	26.36	30	16.44	28.33
19	13.34	23.82	26.24	22.78
20	8.61	23.42	30	25.75
21	23.63	23.95	30	28.47
22	10.66	20.59	24.14	26.98
23	20.56	16.12	30	29.63
Mean	20.52	22.52	22.10	23.07
S.D.	9.16	8.72	8.85	9.08



Treadmill + Whole body vibration exercise group:

No	Pre-test		Post-test	
	Right leg	Left leg	Right leg	Left leg
1	22.1	23.7	-	-
2	27.94	30	30	30
3	11	13.54	4.84	13.69
4	30	30	30	30
5	27.11	27.17	30	30
6	30	30	30	30
7	28.54	26.28	30	30
8	30	18.66	10.17	19.14
9	18.03	30	25.32	30
10	20.24	30	22.33	30
11	12.83	20.38	27.11	30
12	30	30	30	30
13	30	30	30	30
14	30	30	30	30
15	20.86	4.13	16.12	25.34
16	3.58	4.04	4.66	3.79
17	26.19	20.77	18.93	9.58
18	27.09	23.32	29.12	28.22
19	30	30	30	30
20	28.32	21.64	26.54	30
21	23.25	30	30	30
22	22.17	30	21.8	26.15
23	17.35	22.06	25	30
Mean	23.77	24.16	24.63	26.18
S.D.	7.24	7.90	7.37	7.58

## APPENDIX F

Injury results of postmenopausal Thai women participating in the research (Post test)

No	Treadmill exercise group (1= injury, 2= no injury)	Treadmill + Whole body vibration exercise group (1= injury, 2= no injury)
1	1	1
2	2	2
3	2	2
4	2	2
5	2	2
6	2	1
7	2	1
8	1	2
9	2	2
10	2	2
11	2	2
12	2	1
13	2	2
14	2	2
15	2	2
16	1	2
17	1	2
18	2	1
19	2	2
20	2	2
21	2	1
22	2	1
23	2	2
% injury	36.36	63.63
% no injury	53.13	46.88

## APPENDIX G

Complacency results of postmenopausal Thai women participating in the research

No	Treadmill exercise group	Treadmill + Whole body vibration exercise group
1	8.7	-
2	-	9.8
3	10	9.3
4	10	9.7
5	10	10
6	7.9	10
7	8	10
8	-	10
9	8	9.7
10	8.2	9.8
11	9.2	9.7
12	9.7	9.6
13	9.6	10
14	10	9.3
15	9.5	9.8
16	10	10
17	7.9	10
18	10	10
19	10	9.6
20	8.4	10
21	8.9	10
22	9	9.5
23	9	10
Mean	9.14	9.81
S.D.	0.81	0.23



## APPENDIX H

เอกสารชี้แจงข้อมูล/คำแนะนำแก่ผู้เข้าร่วมโครงการ  
(Patient Information Sheet)

**ชื่อโครงการ** ผลของการออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานร่วมกับการออกกำลังกาย แบบสั่นต่อการสร้างและการสลายกระดูก (bone markers) หลัง 12 สัปดาห์ในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน  
Effect of 12 weeks treadmill training with whole body vibration on bone markers in postmenopausal thai women

**ผู้ทำการวิจัย** นางสาววิศนีย์า ศิวพิทักษ์  
นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเวชศาสตร์การกีฬา

**อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ** อาจารย์ นายแพทย์วสุวัฒน์ กิตติสมประยูรกุล

**ผู้ดูแลที่ติดต่อได้**

1. นายแพทย์วสุวัฒน์ กิตติสมประยูรกุล ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทรศัพท์ 02-256-4433 (ที่ทำงาน)
2. นางสาววิศนีย์า ศิวพิทักษ์ ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
โทรศัพท์ 02-256-4267, มือถือ 085-830-8680

**สถานที่วิจัย**

1. ห้องปฏิบัติการวิจัยทางเวชศาสตร์การกีฬา ชั้น 4 อาคารแพทยพัฒน์ คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ โทรศัพท์ 02-252-7854 ต่อ 2431

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ความเป็นมาของโครงการ

สตรีที่เข้าสู่ช่วงวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงของจิตใจและระบบต่างๆ ในร่างกายตามธรรมชาติ โดยเฉพาะมีการเปลี่ยนแปลงจากสภาวะเจริญพันธุ์ไปสู่สภาวะหมดความสามารถในการเจริญพันธุ์ เนื่องจากหยุดการทำงานของรังไข่ ซึ่งสตรีวัยหมดประจำเดือนจะเริ่มมีอาการและการเปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อยไปตั้งแต่อายุประมาณ 40 ปีขึ้นไป เนื่องจากการผลิตฮอร์โมนเอสโตรเจนที่เริ่มลดลง เช่น อาการทางระบบประสาทอัตโนมัติ อาการทางจิตประสาท อาการทางผิวหนัง อาการทางระบบกล้ามเนื้อและโครงร่าง อาการของระบบทางเดินปัสสาวะและอวัยวะสืบพันธุ์ อาการของระบบหัวใจและหลอดเลือด และอาการที่เกิดจากกระดูกพรุน เป็นต้น เมื่อมวลของกระดูกลดลงร่วมกับมีการเสื่อมและเปลี่ยนแปลงรูปแบบของโครงสร้างภายในของเนื้อเยื่อกระดูกซึ่งทำให้กระดูกเปราะบางและความแข็งแรงของกระดูกลดลง เป็นผลให้มีการเสี่ยงต่อกระดูกหักได้ง่าย

แนวทางในการป้องกันโรคกระดูกพรุน มุ่งเน้นการดูแลหรือรักษาก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้าง จนมีความเสี่ยงสูงต่อกระดูกหักจากการกระทบกระแทก ทางเลือกที่ไม่ต้องใช้ยาคือการออกกำลังกายที่มีการลงน้ำหนัก โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับวัยและสภาพร่างกาย

ดังนั้นการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มมวลและความแข็งแรงของกระดูก โดยวิธีการออกกำลังกายแบบลงน้ำหนักมีความจำเป็นอย่างมากสำหรับผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน เนื่องจากสามารถช่วยชะลอการสูญเสียมวลกระดูกได้เป็นอย่างดี ยังส่งผลดีในการป้องกันภาวะกระดูกหักจากการล้มได้อีกประการหนึ่งจากการที่กระดูกมีความแข็งแรงขึ้น และในปัจจุบันได้มีโปรแกรมการออกกำลังกายรูปแบบใหม่ที่เรียกว่า การออกกำลังกายแบบสั้นที่นำมาใช้ในการฝึกทางเวชศาสตร์การกีฬา ศูนย์ฟื้นฟูสมรรถภาพ และสถานบริการด้านสุขภาพทั่วไป

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบลงน้ำหนักร่วมกับออกกำลังกายแบบสั้นว่าจะมีผลต่อการสร้างกระดูกในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนหรือไม่ เพื่อที่จะได้เพิ่มทางเลือกใหม่ในการออกกำลังกาย ที่จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกระดูกและชะลอการเกิดโรคกระดูกพรุน

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของการสร้างและการสลายกระดูก (bone marker) ของผู้หญิงวัยหมด ประจำเดือน ภายหลังจากออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานร่วมกับการออกกำลังกายแบบสั้นเป็นเวลา 12 สัปดาห์
2. เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของการสร้างและการสลายกระดูก (bone marker) ของผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนระหว่างกลุ่มที่ออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานร่วมกับการออกกำลังกายแบบ

สั้นเป็นเวลา 12 สัปดาห์ กับกลุ่มที่ออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานเพียงอย่างเดียวเป็นเวลา 12 สัปดาห์

3. เพื่อเปรียบเทียบการทรงตัวและสมรรถภาพทางกายที่เปลี่ยนแปลงไปของผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนระหว่างกลุ่มที่ออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานร่วมกับออกกำลังกายแบบสั้นเป็นเวลา 12 สัปดาห์ กับกลุ่มที่ออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานเพียงอย่างเดียวเป็นเวลา 12 สัปดาห์

### รายละเอียดที่จะปฏิบัติต่อผู้เข้าร่วมวิจัย

1. ท่านได้รับเชิญให้เข้าร่วมในการวิจัยเนื่องจากท่านเป็นผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย ผู้วิจัยใคร่ขออธิบายเกี่ยวกับรายละเอียดของการวิจัย ท่านสามารถสอบถามข้อสงสัยจากผู้วิจัยจนกว่าท่านจะเข้าใจเป็นอย่างดี และได้รับการชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับงานวิจัยโดยย่อ และได้รับการแจ้งให้ทราบว่าการเข้าร่วมโครงการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ท่านไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้น ผู้วิจัยจะออกค่าใช้จ่ายให้ทั้งหมด เมื่อผู้ท่านตัดสินใจเข้าร่วมงานวิจัย ท่านจะต้องลงนามยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย

2. อธิบายจุดประสงค์การวิจัยกับอาสาสมัครทราบ ให้กรอกแบบบันทึกข้อมูลเบื้องต้นเพื่อคัดเลือกผู้เข้าร่วมการวิจัย และแบบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

3. อธิบายวิธีการฝึกออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานร่วมกับการออกกำลังกายแบบสั้น

4. ทำการทดสอบการฝึกออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานร่วมกับการออกกำลังกายแบบสั้น

5. จัดกลุ่มผู้เข้าร่วมการวิจัยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 23 คน คือ

กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มที่ทำการออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานร่วมกับการออกกำลังกายแบบ

สั้น

กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มที่ทำการออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพาน

6. อธิบายท่าทางที่ใช้ในการฝึก และให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำการฝึกต่อหน้าผู้ทำการวิจัย

7. ทำการตรวจประเมินวงจรการสร้างและการสลายกระดูกจากการตรวจรöntgen การทรงตัวและสมรรถภาพทางกายก่อน-หลังการทดสอบของผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งสองกลุ่ม

### ประโยชน์ที่จะได้รับจากการร่วมงานวิจัย

ประโยชน์ที่ท่านอาจได้รับ คือ ท่านจะได้รับการตรวจการสร้างและการสลายกระดูกที่ท่านทราบภาวะการเปลี่ยนแปลงของกระดูกของท่าน ซึ่งท่านอาจมีการสร้างและการสลายกระดูกผิดปกติก็เป็นได้ นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังเกิดประโยชน์ทางวิชาการ ได้แก่

1. เพื่อให้ทราบถึงผลของการออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานร่วมกับการออกกำลังกายแบบสั้นต่อการเปลี่ยนแปลงของการเสริมสร้างกระดูกในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน



2. ทราบถึงผลของความแตกต่างของการออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานร่วมกับการออกกำลังกายแบบสั้นและการออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานต่อการเปลี่ยนแปลงของการเสริมสร้างกระดูกในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน

3. เป็นข้อมูลในการเลือกชนิดของการออกกำลังกายที่จะช่วยเพิ่มการเสริมสร้างกระดูกและการทรงตัว ซึ่งจะได้ผลดีในการชะลอการเกิดภาวะกระดูกพรุนได้อีกประการหนึ่ง

4. เป็นข้อมูลในการพัฒนางานวิจัยในอนาคต

#### เงินชดเชยค่าเดินทาง ค่าเสียเวลา

ท่านจะได้รับค่าตอบแทนสำหรับการเข้าร่วมโครงการวิจัย 2 ครั้งครั้งละ 200 บาท (ในการเข้าร่วมฝึก 3 ครั้ง/ สัปดาห์รวมทั้งหมด 12 สัปดาห์)

#### ผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นแก่ผู้ร่วมโครงการ

ผู้วิจัยมีการเตรียมการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับท่าน โดยมีนักกายภาพบำบัดคอยดูแลท่านตลอดเวลาที่ท่านฝึก หากมีอาการปวดบริเวณกล้ามเนื้อขามากจนทนไม่ได้ อาการล้าหรืออาการผิดปกติต่าง ๆ เช่น เวียนศีรษะ หน้ามืด เป็นต้น สามารถแจ้งผู้วิจัยได้ที่ และก่อนการฝึกได้มีการตรวจคัดกรองโรคที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่ท่านแล้ว ถ้านักกายภาพบำบัดเห็นว่าท่านมีอาการดังกล่าว จะทำการหยุดการทดสอบทันทีพร้อมกับปฐมพยาบาล และถ้าท่านมีอาการไม่ดีขึ้นจะทำการส่งพบแพทย์โดยทันที ซึ่งผู้วิจัยจะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการดูแลรักษาหากเกิดอันตรายกับท่าน

#### การเก็บข้อมูลเป็นความลับ

ผู้ทำการวิจัยขอยืนยันว่า ข้อมูลเกี่ยวกับตัวผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะถูกเก็บไว้เป็นความลับ และจะใช้สำหรับงานวิจัยนี้เท่านั้น และชื่อของผู้เข้าร่วมงานวิจัยจะไม่ปรากฏในแบบฟอร์มการเก็บข้อมูล และในฐานข้อมูลทั่วไป โดยมีผู้ทำวิจัยเพียงคนเดียวเท่านั้นที่ทราบรายละเอียดของข้อมูลนี้ ผู้ทำวิจัยขอขอบพระคุณผู้เข้าร่วมงานวิจัยที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยครั้งนี้

ท่านสามารถขอถอนตัวออกจากโครงการวิจัยได้ตลอดเวลา

หากท่านมีข้อสงสัยใดๆ สามารถสอบถามได้ที่ น.ส.วิศนียา ศิวพิทักษ์ โทรศัพท์ 085-830-8680 ซึ่งยินดีตอบคำถามตลอดเวลา

ทั้งนี้ หากท่านต้องการร้องเรียนเกี่ยวกับการที่ผู้วิจัยไม่ปฏิบัติตามที่แจ้งไว้ในเอกสาร ท่านสามารถติดต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยฯ ที่หมายเลขโทรศัพท์ (02) 256-4455 ต่อ 14, 15



## APPENDIX I

## ใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย (Consent form)

การวิจัยเรื่อง ผลของการออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานร่วมกับการออกกำลังกายแบบสั่นต่อ การสร้างและการสลายกระดูก หลัง 12 สัปดาห์ในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน

วันให้คำยินยอม วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ข้าพเจ้า นาย/นาง/นางสาว..... ได้อ่านรายละเอียดจาก เอกสารข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยวิจัยที่แนบมาฉบับวันที่.....

และข้าพเจ้ายินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยโดยสมัครใจ

ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัยที่ข้าพเจ้าได้ลงนาม และ วันที่ พร้อมด้วยเอกสารข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ทั้งนี้ก่อนที่จะลงนามในใบยินยอมให้ทำการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ระยะเวลาของการทำวิจัย วิธีการวิจัย อันตราย หรืออาการที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัย หรือจากยาที่ใช้ รวมทั้งประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัย และแนวทางรักษาโดยวิธีอื่นอย่างละเอียด ข้าพเจ้ามีเวลาและโอกาสเพียงพอในการซักถามข้อสงสัยจนมีความเข้าใจอย่างดีแล้ว โดยผู้วิจัยได้ตอบคำถามต่าง ๆ ด้วยความเต็มใจไม่ปิดบังซ่อนเร้นจนข้าพเจ้าพอใจ

ข้าพเจ้ารับทราบจากผู้วิจัยว่าหากเกิดอันตรายใด ๆ จากการวิจัยดังกล่าว ผู้เข้าร่วมวิจัยจะได้รับการรักษาพยาบาลโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย(และจะได้รับการชดเชยจาก.....)

ข้าพเจ้ามีสิทธิที่จะบอกเลิกเข้าร่วมในโครงการวิจัยเมื่อใดก็ได้ โดยไม่จำเป็นต้องแจ้งเหตุผล และการบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนี้ จะไม่มีผลต่อการรักษาโรคหรือสิทธิอื่น ๆ ที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไป

ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าเป็นความลับ และจะเปิดเผยได้เฉพาะเมื่อได้รับการยินยอมจากข้าพเจ้าเท่านั้น บุคคลอื่นในนามของบริษัทผู้สนับสนุนการวิจัย คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยหรือผู้ได้รับอำนาจมอบหมายให้เข้ามาตรวจและประมวลข้อมูลของผู้เข้าร่วมวิจัย ทั้งนี้จะต้องกระทำไปเพื่อวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเท่านั้น โดยการตกลงที่จะเข้าร่วมการศึกษานี้ข้าพเจ้าได้ให้คำยินยอมที่จะให้มีการตรวจสอบข้อมูลประวัติทางการแพทย์ของผู้เข้าร่วมวิจัยได้

ผู้วิจัยรับรองว่าจะไม่มีการเก็บข้อมูลใด ๆ ของผู้เข้าร่วมวิจัย เพิ่มเติม หลังจากที่ข้าพเจ้าขอยกเลิกการเข้าร่วมโครงการวิจัยและต้องการให้ทำลายเอกสารและ/หรือ ตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบทั้งหมดที่สามารถสืบค้นถึงตัวข้าพเจ้าได้

ข้าพเจ้าเข้าใจว่า ข้าพเจ้ามีสิทธิที่จะตรวจสอบหรือแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าและสามารถเลิกการให้สิทธิในการใช้ข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าได้ โดยต้องแจ้งให้ผู้วิจัยรับทราบ

ข้าพเจ้าได้ตระหนักว่าข้อมูลในการวิจัยรวมถึงข้อมูลทางการแพทย์ที่ไม่มีการเปิดเผยชื่อ จะผ่านกระบวนการต่าง ๆ เช่น การเก็บข้อมูล การบันทึกข้อมูลในคอมพิวเตอร์ การตรวจสอบ การวิเคราะห์ และการรายงานเพื่อวัตถุประสงค์ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการใช้ข้อมูลทางการแพทย์ในอนาคตหรือการวิจัยทางด้านเภสัชภัณฑ์ เท่านั้น

ข้าพเจ้ายินดีลงนามในเอกสารยินยอมนี้เพื่อเข้าร่วมการวิจัยด้วยความเต็มใจ

.....ลงนามผู้ยินยอม  
(.....) ชื่อผู้ยินยอมตัว

บรรจง

วันที่ .....เดือน.....พ.ศ.....

ข้าพเจ้าได้อธิบายถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย อันตราย หรืออาการที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัย หรือจากยาที่ใช้ รวมทั้งประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัยอย่างละเอียด ให้ผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัยตามนามข้างต้นได้ทราบและมีความเข้าใจดีแล้ว พร้อมลงนามลงในเอกสารแสดงความยินยอมด้วยความเต็มใจ

.....ลงนามผู้ทำวิจัย  
(.....)ชื่อผู้ทำวิจัยตัวบรรจง  
วันที่ .....เดือน.....พ.ศ.....

.....ลงนามพยาน  
(.....)ชื่อพยาน ตัวบรรจง  
วันที่ .....เดือน.....พ.ศ.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**APPENDIX J**  
**แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล**

การวิจัยเรื่อง ผลของการออกกำลังกายบนลู่วิ่งสายพานร่วมกับการออกกำลังกายแบบสั้นต่อการสร้างและการสลายกระดูก (bone markers) หลัง 12 สัปดาห์ในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือน

**ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน**

Subject number \_\_\_\_\_ Group \_\_\_\_\_ อายุ \_\_\_\_\_ ปี  
ครั้งที่ประเมิน \_\_\_\_\_ วันที่ประเมิน \_\_\_\_\_  
น้ำหนัก \_\_\_\_\_ kg ส่วนสูง \_\_\_\_\_ m. BMI \_\_\_\_\_ kg/m<sup>2</sup>

**ส่วนที่ 2 แบบประเมินผลสมรรถภาพทางกาย**

ที่	รายการ	สรุปผล				
		ต่ำ	พอใช้	ปานกลาง	ดี	ดีมาก
1	ความอ่อนตัว =.....			ปานกลาง	ดี	ดีมาก
2	ความทนทานของกล้ามเนื้อขา =.....ครั้งใน 30 วินาที (ลุกนั่งเก้าอี้)			ปานกลาง	ดี	ดีมาก
3	สมรรถภาพของระบบหัวใจและหลอดเลือด =.....ครั้งใน 3 นาที (ก้าวขึ้น-ลง).			ปานกลาง	ดี	ดีมาก

ข้อเสนอแนะ

.....  
.....  
.....



**APPENDIX K**  
**Screening visit**

Subject number.....	Date.....	
<b>Inclusion Criteria</b>	<b>Yes</b>	<b>No</b>
1. ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นประชากรหญิงที่หมดประจำเดือนมาแล้วอย่างน้อย 5 ปีที่มีอายุ 55-65 ปี	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ผู้เข้าร่วมวิจัยไม่ได้ออกกำลังกายใดๆเป็นประจำหรือออกกำลังกายน้อยกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นผู้ที่มีสุขภาพดี และไม่มีโรคประจำตัวหรือการบาดเจ็บใดๆ ขณะเริ่มเข้าร่วมการวิจัย	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. สม่ัครใจและลงนามในใบยินยอมการเข้าร่วมวิจัย	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. ดัชนีมวลกาย (BMI) อยู่ในช่วง 20-25 กิโลกรัม/เมตร <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Exclusion Criteria</b>	<b>Yes</b>	<b>No</b>
1. อยู่ในสภาวะเจ็บป่วย/บาดเจ็บในปัจจุบัน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. มีปัญหาเกี่ยวกับการเดินและการทรงตัวที่เสี่ยงต่อการล้ม	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. มีโรคประจำตัว เช่น เบาหวานที่มีอาการประสาทส่วนปลายผิดปกติ (Peripheral neuropathy) โรคข้อเข่าเสื่อมเรื้อรัง (Chronic arthritis) ที่มีอาการปวดปานกลางหรือมากขณะออกกำลังกาย โรคหัวใจ โรคความดันสูงที่ควบคุมไม่ได้ (Poor control hypertension) โรคกระดูกสันหลังเสื่อมที่มีอาการชาที่ขา (Lumbar spondylosis/ listhesis with radiculopathy) เป็นต้น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. มีข้อห้ามในการออกกำลังกายหรืออยู่ในกลุ่มเสี่ยง Class C และ D ของ American Heart Association (AHA)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. กลุ่มตัวอย่างต้องไม่เป็นผู้ที่สูบบุหรี่ ดื่มสุรา และรับประทานยาหรือฮอร์โมนที่มีผลต่อกระดูกมาก่อนการเข้าร่วมการศึกษาอย่างน้อย 1 ปี	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ไม่สมัครใจเข้าร่วมการฝึกหลังการทดสอบ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



## APPENDIX L

## Baseline visit

Date.....

Subject number..... Group.....

ส่วนสูง.....cm. น้ำหนัก.....kg.

Resting HR.....bpm. BP.....mmHg.

**ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ**

Bone formation หน่วย

P1NP .....ng/ml.

Bone resorption

 $\beta$ -CrossLabs .....ng/ml.

Bone turnover

NMID-Osteocalcin.....ng/ml.

**ผลการทดสอบการทรงตัว Single leg stance (eyes opened)**

ขาขวา ครั้งที่1 .....วินาที

ครั้งที่ 2 .....วินาที

ครั้งที่ 3 .....วินาที

เฉลี่ย .....วินาที

ขาซ้าย ครั้งที่1 .....วินาที

ครั้งที่ 2 .....วินาที

ครั้งที่ 3 .....วินาที

เฉลี่ย .....วินาที

**การทดสอบความสมดุลของร่างกายด้วยการเดิน (Time Up & Go Test; TUG)**

เวลาที่ใช้ในขณะทำการทดสอบ (วินาที)		
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 1	
ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 2	
ช่วงที่ 3	ช่วงที่ 3	
ช่วงที่ 4	ช่วงที่ 4	
ช่วงที่ 5	ช่วงที่ 5	
ช่วงที่ 6	ช่วงที่ 6	

## APPENDIX M

## Post 12 weeks exercise visit

Date.....

Subject number.....Group.....

ส่วนสูง.....cm. น้ำหนัก.....kg.

Resting HR.....bpm. BP.....mmHg.

**ผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ**

Bone formation หน่วย

P1NP .....ng/ml.

Bone resorption

 $\beta$ -CrossLabs .....ng/ml.

Bone turnover

NMID-Osteocalcin.....ng/ml.

**ผลการทดสอบการทรงตัวSingle leg stance (eyes opened)**

ขาขวา ครั้งที่1 .....วินาที

ครั้งที่ 2 .....วินาที

ครั้งที่ 3 .....วินาที

เฉลี่ย .....วินาที

ขาซ้าย ครั้งที่1 .....วินาที

ครั้งที่ 2 .....วินาที

ครั้งที่ 3 .....วินาที

เฉลี่ย .....วินาที

**การทดสอบความสมดุลของร่างกายด้วยการเดิน (Time Up & Go Test; TUG)**

เวลาที่ใช้ในขณะทำการทดสอบ (วินาที)		
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย
ช่วงที่ 1	ช่วงที่ 1	
ช่วงที่ 2	ช่วงที่ 2	
ช่วงที่ 3	ช่วงที่ 3	
ช่วงที่ 4	ช่วงที่ 4	
ช่วงที่ 5	ช่วงที่ 5	
ช่วงที่ 6	ช่วงที่ 6	

## APPENDIX N

## การประเมินภาวะแทรกซ้อนและความพึงพอใจ

Group.....

Subject number.....

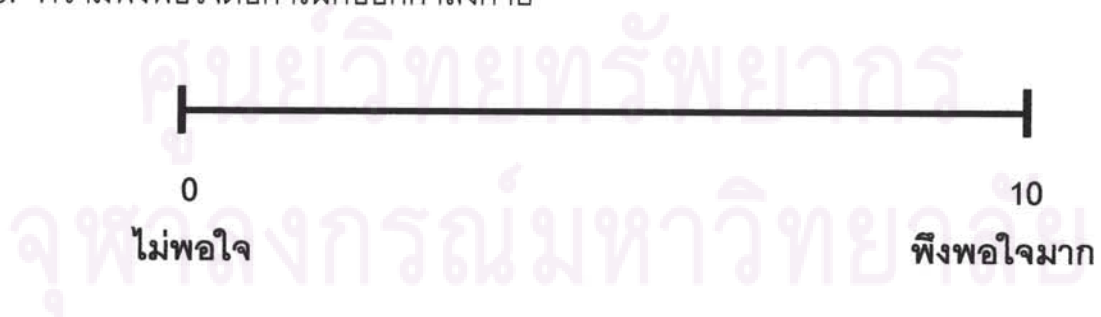
## 1. ภาวะแทรกซ้อนจากการออกกำลังกาย

- ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ
- ปวดหลัง
- ปวดเข่า
- เวียนศีรษะ หน้ามืด ตาลาย
- อื่นๆ ระบุ.....

2. จำนวนครั้งที่ขาดการฝึก/สัปดาห์.....ครั้ง

จำนวนครั้งที่ขาดการฝึกทั้งหมด.....ครั้ง

## 3. ความพึงพอใจต่อการฝึกออกกำลังกาย



APPENDIX O  
Study summary

Group.....

Date.....

Subject number.....

การนัดหมายครั้งนี้เป็นครั้งสุดท้ายเพราะ

- การเก็บข้อมูลครบถ้วนสมบูรณ์
- ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ครบถ้วนสมบูรณ์ เนื่องจาก
- อาสาสมัครมีความประสงค์จะออกจากการศึกษา
  - อาสาสมัครไม่มาตามนัด และไม่สามารถติดต่อได้
  - อาสาสมัครไม่สามารถมาตามนัดได้ เนื่องจาก

.....

.....

.....

.....

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## BIOGRAPHY

Name	Ms. Wisaneeya Siwapituk
Date of birth	6 <sup>th</sup> August 1984
Place of birth	Singburi, Thailand
Instructions asstended	Faculty of Health Science Srinakharinwirot university (2003 – 2005) Bachelor of Science (Physical Therapy)



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย