

การศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัว ต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าชีวเคมีกระดูกในกระแสเลือด ในหญิงวัยหมดประจำเดือน: รายงานผลเบื้องต้น

รุจิรา พันธุ์วิทยากุล พ.บ., อภาจ ผ่องอักษร พ.บ., ว.ว. เวชศาสตร์ฟื้นฟู, ดบ.
ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

ABSTRACT

The Effect of Whole Body Vibration Exercise on Changing of Serum Biological Bone Markers in Postmenopausal Women: a Preliminary Report

Phanwittayakool R., Pongurgorn C.

Department of Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine, Siriraj Hospital

Objective: To assess the effects change of biological bone markers (BBMs) after attend whole body vibration training.

Design: Before-after study, preliminary report

Setting: Department of Rehabilitation Medicine, Siriraj Hospital

Subjects: Women meeting at least 3 years postmenopausal criteria with no underlying disease or taking medication that affect to bone metabolism.

Methods: Whole body vibration training was performed at 20 Hz frequency, vertical amplitude 1.2 mm, acceleration 0.97 g, 1 minute/cycle, 6 cycles/day, 3 days per week until 12 weeks. Serum biological bone markers - beta CTX, P1NP and osteocalcin were assessed at baseline, 4 weeks and 12 weeks after training.

Results: Seventeen subjects completed the protocol. Baseline serum BBMs: beta-CTX, P1NP and osteocalcin were 0.38, 46.12 and 23.99 ng/ml respectively. After 4 weeks of training, the biological bone markers showed 0.39, 48.94 and 25.73 ng/ml. At the end of the study, the results of serum biological bone markers were 0.38, 45.26 and 24.88 ng/ml. The change of these bone markers were not significant ($p > 0.05$).

Conclusion: Whole body vibration exercise in postmenopausal women showed insignificant change of bone turnover markers after 4 and 12 weeks of exercise.

Correspondence to: Dr. Ruchira Phanwittayakool, Department of Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine Siriraj Hospital; E-mail: imp1433@yahoo.com

Keyword: whole body vibration, bone markers, osteocalcin, P1NP, beta CTX, beta-crosslaps, postmenopause

J Thai Rehabil Med 2013; 23(3): 81-86

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าชีวเคมีกระดูก (biological bone markers, BBMs) ของหญิงวัยหมดประจำเดือนหลังการออกกำลังกาย ด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัว

รูปแบบการวิจัย: Before-after study, preliminary report

สถานที่ทำการวิจัย: ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู โรงพยาบาลศิริราช

กลุ่มประชากร: อาสาสมัครเพศหญิงปกติ อายุไม่เกิน 70 ปีที่หมดประจำเดือนอย่างน้อย 3 ปี นับจากประจำเดือนครั้งสุดท้าย และไม่มีโรคหรือรับประทานยาที่มีผลต่อเมตาบอลิซึมของกระดูก

วิธีการศึกษา: ผู้เข้าร่วมการวิจัยออกกำลังกายด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัว ที่ความถี่ 20 Hz, ระยะทางในการเคลื่อนขึ้นลงของแท่นยืน (vertical amplitude) 1.2 มม. ความเร่งในการสั่น 0.97 เท่าของแรงโน้มถ่วงของโลก รอบละ 1 นาที รวม 6 นาทีต่อวัน 3 วันต่อสัปดาห์ นาน 12 สัปดาห์ ทำการตรวจวัดค่า BBMs ได้แก่ carboxy-terminal cross-linking telopeptide of type I collagen (beta-CTX), amino-terminal propeptide of type I collagen (P1NP) และ osteocalcin ที่ก่อนเริ่มออกกำลังกาย หลังออกกำลังกายเป็นเวลา 4 สัปดาห์ และหลังออกกำลังกายครบ 12 สัปดาห์

ผลการศึกษา: ผู้เข้าร่วมการวิจัยจำนวน 17 คน ค่าเฉลี่ยของค่า BBMs ซึ่งได้แก่ beta CTX, P1NP และ osteocalcin ช่วงก่อนออกกำลังกายเท่ากับ 0.38, 46.12 และ 23.99 นก. ต่อ มล. ตามลำดับ หลังออกกำลังกายด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัวมีการเปลี่ยนแปลงของค่า BBMs ที่ 4 สัปดาห์ เท่ากับ 0.39, 48.94 และ 25.73 นก. ต่อ มล. และ 12 สัปดาห์ เท่ากับ 0.38, 45.26 และ 24.88 นก. ต่อ มล. ตามลำดับ โดย

การเปลี่ยนแปลงของค่า BBMs ทั้งสามไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p > 0.05)

ผลสรุป: การออกกำลังกายด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัวในหญิงวัยหมดประจำเดือน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่าชีวเคมีกระดูกอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งช่วงหลังออกกำลังกายที่ 4 และ 12 สัปดาห์

คำสำคัญ: เครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัว, ค่าชีวเคมีกระดูก, วัยหมดประจำเดือน

เวชศาสตร์ฟื้นฟูสาร 2556; 23(3): 81-86

บทนำ

โรคกระดูกพรุนเป็นโรคที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ โดยเฉพาะในหญิงวัยหมดประจำเดือน ซึ่งโรคนี้เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการเกิดกระดูกหัก และก่อให้เกิดภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ ตามมา ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้ป่วยและผู้ดูแล การรักษาโรคกระดูกพรุนในปัจจุบัน มีทั้งการใช้ยา และไม่ใช้ยา ซึ่งก็คือการออกกำลังกาย โดยต้องเป็นการออกกำลังกายที่มีการลงน้ำหนัก (weight bearing exercise) ซึ่งใช้เวลาค่อนข้างมาก และทำได้ยากกว่าการใช้ยา คือออกกำลังกายนาน 20-60 นาที ต่อวัน 3-5 วันต่อสัปดาห์⁽¹⁾ โดยเฉพาะผู้ป่วยโรคกระดูกพรุนนั้นมักเป็นผู้สูงอายุ ดังนั้น จึงทำให้การออกกำลังกายมีข้อจำกัด ผู้ป่วยไม่สามารถออกกำลังกายได้ครบตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากการศึกษาพบว่ากิจกรรมการออกกำลังกายที่เพิ่มมวลกระดูกได้ดีต้องเป็นการออกกำลังกายที่ให้แรงกด (mechanical force) ต่อกระดูก โดยต้องเป็นแรงที่มีค่าการเปลี่ยนแปลงและไม่อยู่นิ่ง (variable and dynamic in nature) จึงจะมีผลต่อกระดูก (osteogenic effect) ซึ่งอัตราการเพิ่มความเครียด (strain rate; frequency and magnitude) ที่เพิ่มขึ้น จะส่งผลต่อกระดูกได้เพิ่มขึ้น⁽²⁾ และแรงที่กระทำต่อกระดูกได้มาจากทั้งผลจากแรงโน้มถ่วง (gravitational loading) และแรงจากการทำงานของกล้ามเนื้อ⁽³⁾ การออกกำลังกายด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัว (whole body vibration exercise) เป็นการออกกำลังกายที่มีลักษณะดังกล่าว จึงมีผู้ทดลองนำการออกกำลังกายด้วยเครื่องสั่นทั้งตัวมาใช้กับผู้ป่วยวัยหมดประจำเดือนที่เป็นโรคกระดูกพรุน หรือมีภาวะกระดูกบาง⁽⁴⁾ ซึ่งกลไกการสั่นในการศึกษากับสัตว์ทดลอง เชื่อว่าจากการที่กล้ามเนื้อถูกกระตุ้น จะไปกระตุ้นเซลล์รับความรู้สึกในกล้ามเนื้อ (muscle spindle) ผ่านทาง muscle stretch reflex ทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ (muscle contraction) และแรงจากกล้ามเนื้อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของมวลกระดูก (anabolic effect) และรูปร่างของกระดูก (morphology) อีกทั้งการสั่นที่ส่งผ่านไปที่กระดูก (gravitational load) จะทำตัวเป็น mechanical stimuli ทำให้เกิดผลต่อกระดูก^(3,5)

ในส่วนการเพิ่มมวลกระดูกในหญิงวัยหมดประจำเดือน มีการศึกษาของ Slatkowska และคณะ แบบ systematic review and meta-analysis⁽⁶⁾ พบว่าการออกกำลังกายด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัว สามารถเพิ่มมวลกระดูกที่บริเวณสะโพกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่เพิ่มมวลกระดูกที่บริเวณกระดูกสันหลัง โดยในแต่ละการศึกษาใช้เวลาอย่างน้อย 6 เดือน และมีข้อจำกัดในการทำ systematic review คือ การศึกษาส่วนใหญ่จะมีระเบียบวิธีการศึกษา (protocol) ที่แตกต่างกัน ค่าตัวแปรเสริม (parameters) ที่มีการศึกษาคือความถี่ในการสั่น พบว่าความถี่น้อยกว่าและเท่ากับ 25 เฮิรตซ์ การสั่นจะสามารถส่งผ่านไปที่สะโพก และกระดูกสันหลังได้มากที่สุด และการส่งผ่านนี้จะลดลงเมื่อความถี่สูงกว่า 25 เฮิรตซ์^(7,8,9) และการออกกำลังกายที่มีการหยุดพักระหว่างการสั่นจะสามารถกระตุ้นการสร้างกระดูกได้มากที่สุด⁽⁹⁾ ส่วนค่าตัวแปรเสริมอื่นได้แก่ ระยะทางในการเคลื่อนขึ้นลงของแท่นหรือแอมพลิจูด ความเร่งในการสั่น ระยะเวลาในการออกกำลังกายแต่ละครั้ง และความถี่ในการออกกำลังกายต่อสัปดาห์นั้น ยังไม่มีการศึกษาถึงค่าที่เหมาะสมต่อการกระตุ้นการสร้างกระดูก แต่ในบรรดาการศึกษาที่ใช้ความถี่ต่ำ พบว่าการศึกษาของ Gusi และคณะ⁽⁸⁾ ใช้ระยะเวลาในการออกกำลังกายน้อยที่สุดคือออกกำลังกาย 1 นาที สลับพัก 1 นาที 6 รอบต่อวัน 3 วันต่อสัปดาห์ ที่ความถี่ 12.6 เฮิรตซ์ แอมพลิจูด 3 มม. นาน 8 เดือน พบว่าสามารถเพิ่มมวลกระดูกที่บริเวณกระดูกสะโพกได้

ในการศึกษาเกี่ยวกับการรักษาของผู้ป่วยโรคกระดูกพรุนที่ผ่านมาทั้งในการศึกษาที่ใช้ยาและการรักษาด้วยการออกกำลังกาย มักใช้ค่าความหนาแน่นของมวลกระดูก (bone mass density) เป็นตัวบอกระดับผลของการรักษา ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่มีการเปลี่ยนแปลงช้า คือต้องใช้เวลากว่า 6-12 เดือน จึงจะเห็นผลที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของการเปลี่ยนแปลงมวลกระดูก โดยการใช้ค่าชีวเคมีกระดูก (bone markers) เป็นตัวติดตามการรักษาโรคกระดูกพรุนด้วยยา ซึ่งทำให้รู้ผลของการรักษาจากการเปลี่ยนแปลงของค่าดังกล่าวในเวลาเพียง 3 เดือน^(1,10) เคยมีการศึกษาของ Verschueren และคณะ⁽¹¹⁾ ในหญิงวัยหมดประจำเดือน โดยออกกำลังกายด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัว ที่ความถี่ 35-40 เฮิรตซ์ พบว่าการเปลี่ยนแปลงของค่าชีวเคมีกระดูก ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มที่ได้รับการรักษาในกลุ่มควบคุม ทั้ง osteocalcin และ beta CTx ในเดือนที่ 6 หลังจากได้รับการรักษา แต่มีการเพิ่มขึ้นของค่าความหนาแน่นของมวลกระดูก ส่วนการศึกษาของ Lester และ คณะ⁽¹²⁾ ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าชีวเคมีกระดูกในผู้ที่ออกกำลังกาย พบว่าการออกกำลังกายที่นำการออกกำลังกายแบบ resistance ร่วมกับ aerobic ส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของค่าการสร้างกระดูก (bone formation) เมื่อ

ตรวจวัดที่ 8 สัปดาห์

ผู้ทำการวิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลจากการออกกำลังกายโดยใช้เครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัวที่มีความถี่ต่ำคือที่ 20 Hz ต่อการเปลี่ยนแปลงของค่าชีวเคมีกระดูกที่ระยะเวลา 4 และ 12 สัปดาห์ ในกระแสเลือดในผู้หญิงวัยหมดประจำเดือนซึ่งเป็นกลุ่มที่มีโอกาสเกิดภาวะกระดูกบางและกระดูกพรุนได้สูงเนื่องจากการออกกำลังกายที่มีความถี่ต่ำกว่า 25 Hz จะส่งผ่านแรงสั่นไปที่กระดูกสะโพกและกระดูกสันหลังได้มากที่สุด⁽⁷⁻⁹⁾ ระยะเวลาในการออกกำลังกายเพียง 1 นาที สลับพัก 1 นาที 6 รอบต่อวัน 3 วันต่อสัปดาห์ ซึ่งเป็นระยะเวลาในการออกกำลังกายด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัวที่ใช้ระยะเวลาสั้นที่สุด แต่สามารถเพิ่มมวลกระดูกบริเวณกระดูกสะโพกได้⁽⁸⁾ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนให้การออกกำลังกายในกลุ่มหญิงวัยหมดประจำเดือนด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัวเพื่อป้องกันภาวะกระดูกพรุนที่จะเกิดขึ้น

วัตถุประสงค์ของการศึกษา เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าชีวเคมีกระดูกในหญิงวัยหมดประจำเดือนที่ออกกำลังกายด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัวเป็นเวลา 12 สัปดาห์

วิธีดำเนินการศึกษา

กลุ่มประชากร

เกณฑ์รับเข้าศึกษา (Inclusion Criteria)

- อาสาสมัครเพศหญิงวัยหมดประจำเดือน ที่หมดประจำเดือนอย่างน้อย 3 ปี⁽¹³⁾ และมีอายุไม่เกิน 70 ปี

เกณฑ์คัดออก (Exclusion Criteria)

- เคยได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคกระดูกพรุน หรือโรคที่มีผลต่อการทำงานของกระดูก เช่น hyperthyroidism, hyperparathyroidism, malignancy, renal disease
- ได้รับการรักษาด้วยยาที่มีผลเพิ่มความหนาแน่นของกระดูกภายในเวลา 6 เดือน
- ได้รับการรักษาด้วยยาสเตียรอยด์ หรือ ไทรอยด์ ฮอร์โมน
- มีปัญหาในการสื่อสาร
- ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยได้อย่างน้อยร้อยละ 80
- มีข้อห้ามในการออกกำลังกายด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัว ได้แก่
 - มี metal/ synthetic implant เช่น ข้อเข่าเทียม, pacemaker
 - มีข้อเข่าอักเสบ ตรวจพบอาการและอาการแสดง เช่น บวม, แดง, ร้อนหรืออุ่นที่ข้อ
 - มีแผลที่เพิ่งได้รับการเย็บ และยังไม่หายสนิท
 - มีโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด เช่น โรคหลอดเลือดหัวใจจากการสอบถามและที่มึนตึ๊งในเวชระเบียนผู้ป่วย
- มีข้อห้ามในการออกกำลังกาย ได้แก่ มีการอักเสบ หรือติดเชื้อเฉียบพลัน หรือมีความดันโลหิตสูง (SBP \geq 180 มม.ปรอท, DBP \geq 100 มม.ปรอท) ก่อนออกกำลังกาย

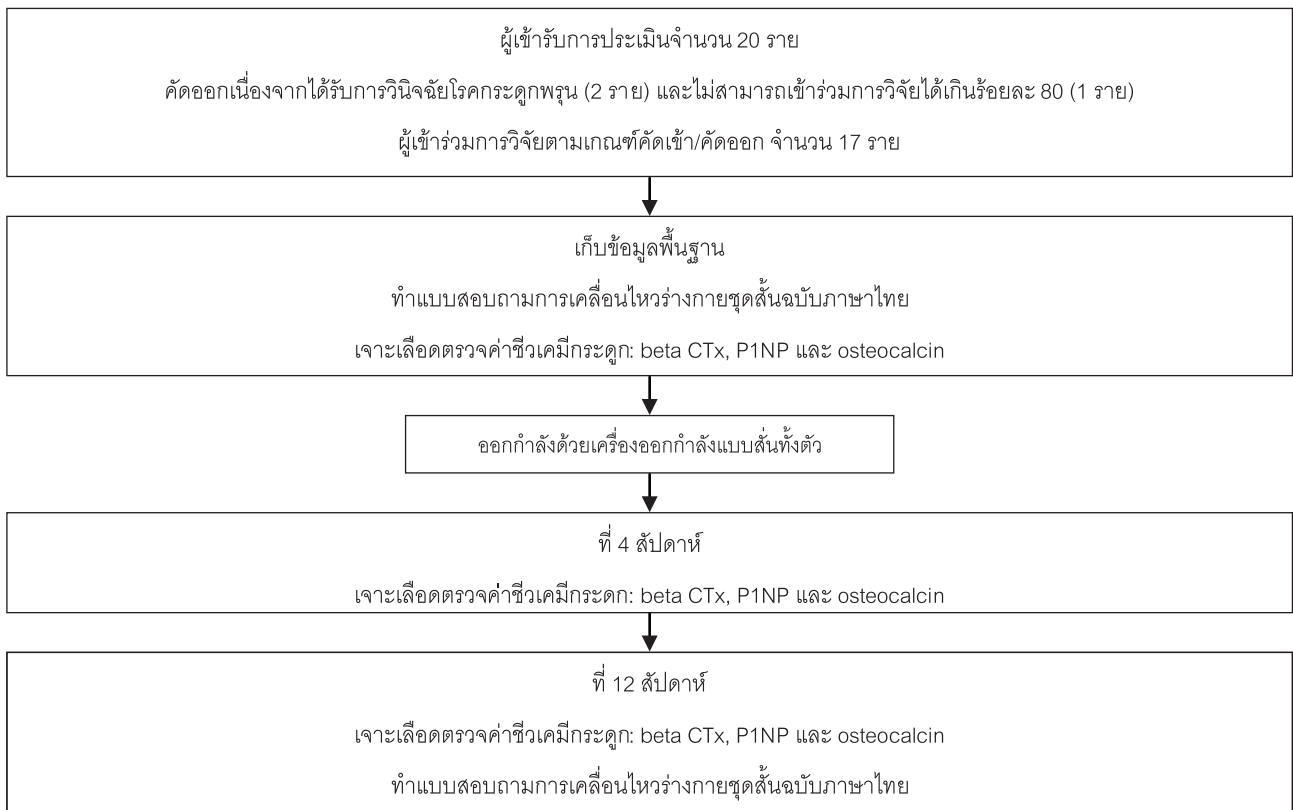
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- เครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัว เครื่อง Jetvibe: model No. ETS-900N, Woojin System Co., Ltd., Korea ซึ่งตั้งอยู่ที่อาคารเฉลิมพระเกียรติ ชั้น 11 เป็นเครื่องที่มีการสั่นในแนวขึ้นลง
- ชุดทดสอบค่าชีวเคมีกระดูก (Roche Diagnostics, USA) โดยวัดค่า bone resorption ได้แก่ carboxy-terminal cross-linking telopeptide of type I collagen (beta-CTX) และ bone formation ได้แก่ NMID-Osteocalcin และ amino-terminal propeptide of type I collagen (P1NP)
- เครื่องวัดความดันโลหิตและชีพจร ยี่ห้อ Omron, Japan

ขั้นตอนการวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยได้รับการอธิบายวิธีการวิจัย และเซ็นยินยอมเข้าร่วมการวิจัยก่อนเริ่มการวิจัย ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

- เก็บข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ อายุ จำนวนปีที่หมดประจำเดือน น้ำหนัก ส่วนสูง
- เก็บข้อมูลการเคลื่อนไหวร่างกาย (physical activity) โดยให้ตอบแบบสอบถามเรื่องการเคลื่อนไหวร่างกายระดับสัปดาห์ สิ้นสุดฉบับภาษาไทย⁽¹⁴⁾ เป็นค่าพื้นฐาน และทำซ้ำเมื่อจบการวิจัย
- ผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนจะได้รับการแนะนำให้ดำเนินชีวิตตามปกติ ทั้งการรับประทานอาหาร ยาและทำกิจกรรมต่าง ๆ ตามที่เคยทำ
- เจาะเลือดตรวจค่าชีวเคมีกระดูก (beta CTX, P1NP และ NMID osteocalcin) ที่ก่อนออกกำลังกาย หลังออกกำลังกาย 4 สัปดาห์ และ 12 สัปดาห์ตามลำดับภายในระยะเวลา 1 สัปดาห์ หลังออกกำลังกายครบ การเจาะเลือดจะทำหลังจากผู้เข้าร่วมการวิจัย งดอาหารเป็นเวลาอย่างน้อย 12 ชั่วโมง และจะเจาะในช่วงเวลา 8-9 น. เพื่อลดความคลาดเคลื่อนอันเกิดจากผลของช่วงเวลา และอาหาร ที่มีต่อค่าชีวเคมีกระดูก
- ผู้เข้าร่วมวิจัยออกกำลังกายด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัวโดยรายละเอียดดังนี้
 - ก่อนออกกำลังกาย ผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกวัดความดันโลหิตและชีพจร หลังจากนั้นทำการยืดกล้ามเนื้อ quadriceps, hamstring และ triceps surae มัดละ 1 นาที
 - ผู้เข้าร่วมวิจัยออกกำลังกายบนเครื่องออกกำลังกาย โดยยืนเท้าเปล่าบนเครื่องเพื่อลดแรงกด (damping effect) จากการรองเท้า การออกกำลังกายจะทำในท่าย่อเข่า 30 องศา เพื่อลดแรงสั่นที่จะส่งผ่านไปที่ศีรษะ ใช้มือทั้งสองข้างจับที่มือจับกำหนดค่าความถี่ที่ 20 เฮิรตซ์, ระยะทางในการเคลื่อนขึ้นลงของแท่นยืน (vertical amplitude) 1.2 มม., ความเร่งในการสั่น 0.97 เท่าของแรงโน้มถ่วงของโลก นาน 1 นาทีต่อครั้ง



แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนการศึกษา

- การออกกำลังกายในครั้งแรก ผู้เข้าร่วมวิจัยจะออกกำลังกายบนเครื่องทั้งหมด 3 ครั้ง และมีช่วงพัก ในแต่ละครั้งนาน 1 นาที เพื่อให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยคุ้นชินกับการออกกำลังกายกับเครื่อง ซึ่งจะใช้เวลารวมทั้งหมดประมาณ 6 นาที
- การออกกำลังกายในครั้งต่อไป ผู้เข้าร่วมวิจัยจะออกกำลังกายบนเครื่องทั้งหมด 6 ครั้ง และพัก 1 นาทีในแต่ละครั้ง
- การออกกำลังกายจะทำทั้งหมด 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลานาน 12 สัปดาห์

ประชากรที่ศึกษา (Sample Size)

เนื่องจากยังไม่เคยมีการศึกษาที่ผ่านมาทำการศึกษาลักษณะเดียวกัน จึงคำนวณขนาดของประชากรที่ศึกษา จากการศึกษาที่ใกล้เคียงกันคือ การศึกษาเรื่องผลของการออกกำลังกายบนลู่วิ่งต่อค่าชีวเคมีกระดูก⁽¹⁵⁾ จะได้จำนวนขนาดตัวอย่างของแต่ละค่าของค่าชีวเคมีกระดูกคือ beta CTx = 8, P1NP = 33 และ NMID = 4 ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงเลือกใช้ขนาดตัวอย่างเท่ากับ 33 ราย เพื่อให้ขนาดตัวอย่างเพียงพอที่จะตอบคำถามการวิจัยได้ทุก ๆ ตัวแปร

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ใช้ Statistical Package for Social Sciences (SPSS) version 18.0 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงของค่าชีวเคมีกระดูกรายงานเป็นค่าเฉลี่ยที่เปลี่ยนแปลง และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยสถิติที่ใช้ เป็น repeated measures ANOVA

- ค่าความแตกต่างของคะแนนการเคลื่อนไหวร่างกายรายงานเป็นค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้ paired t-test

หมายเหตุ งานวิจัยนี้ได้ผ่านการเห็นชอบของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

ผลการศึกษา

หญิงวัยหมดประจำเดือนจำนวน 17 คน อายุเฉลี่ย 57.47 (4.26) ปี จำนวนปีที่หมดประจำเดือนเฉลี่ย 9.82 (4.67) ปี ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) เฉลี่ย 23.5 (2.99) กก./ม² และค่าการเคลื่อนไหวร่างกายเฉลี่ย ช่วงก่อนเริ่มออกกำลังกาย และเมื่อออกกำลังกายครบ 12 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 3411.97 (3648.85) และ 3509.29 (3561.57) MET-นาที/สัปดาห์ ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.32) ดังแสดงในตารางที่ 1 ผู้เข้าร่วมการวิจัยเข้าร่วมการออกกำลังกายเป็น 83 -100% ของจำนวนครั้งที่กำหนดในการทำวิจัย

ตารางที่ 1 ลักษณะเฉพาะของผู้เข้าร่วมการวิจัย

ลักษณะ	ข้อมูล
อายุ (ปี)	57.47 (4.26)
จำนวนปีที่หมดประจำเดือน (ปี)	9.82 (4.67)
BMI (กก/ม ²)	23.5 (2.99)
การเคลื่อนไหวร่างกาย (MET-นาที/สัปดาห์)	
ก่อนเข้าร่วมการวิจัย	3411.97 (3648.85)

ค่าชีวเคมีกระดูกหลังออกกำลังกายด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัว ครบ 4 สัปดาห์ มีค่าเพิ่มขึ้นทั้ง beta CTx, P1NP และ osteocalcin โดยเพิ่มขึ้น ร้อยละ 4.49, 5.8 และ 8.39 ตามลำดับ ที่ 12 สัปดาห์ ค่า beta CTx และ osteocalcin เพิ่มขึ้น ร้อยละ 4.4 และ 4.84 ตามลำดับ ส่วน P1NP มีค่าลดลง ร้อยละ 1.44 เมื่อเทียบกับก่อนออกกำลังกาย โดยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงดัง

ตารางที่ 2 และ 3

การศึกษาครั้งนี้มีผู้เข้าร่วมการวิจัย 1 รายมีอาการคันที่ขาทั้งสองข้างหลังเข้าร่วมการวิจัยประมาณ 8 สัปดาห์ ไม่มีผื่นที่ผิวหนัง รักษาโดยการทาน antihistamine อาการคันดีขึ้น อาการคันเป็นตลอดเวลา หลังออกกำลังกายด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัวไม่ได้กระตุ้นให้อาการคันเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 2 ค่าชีวเคมีกระดูกก่อนเริ่มออกกำลังกาย เมื่อออกกำลังกายครบ 4 และ 12 สัปดาห์

	ก่อนเริ่มออกกำลัง กาย	ออกกำลังกายครบ 4 สัปดาห์	ออกกำลังกายครบ 12 สัปดาห์	p-value
Beta CTX (นก./มล.)	0.38 (0.13)	0.39 (0.12)	0.38 (0.12)	0.52
P1NP (นก./มล.)	46.12 (14.26)	48.94 (16.78)	45.26 (15.99)	0.89
Osteocalcin (นก./มล.)	23.99 (6.87)	25.73 (7.31)	24.88 (7.29)	0.42

ตารางที่ 3 ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของค่าชีวเคมีกระดูกในกระแสเลือด เทียบกับก่อนออกกำลังกาย

	ออกกำลังกาย ครบ 4 สัปดาห์	ออกกำลังกาย ครบ 12 สัปดาห์
Beta CTX (นก./มล.)	4.49 (14.6)	4.4 (24.95)
P1NP (นก./มล.)	5.8 (13.76)	-1.44 (20.21)
Osteocalcin (นก./มล.)	8.39 (16.09)	4.84 (17.64)

บทวิจารณ์

จากผลการศึกษาเบื้องต้นที่ได้จากผู้เข้าร่วมวิจัยที่เป็นหญิงวัยหมดประจำเดือน 17 รายพบว่า หลังออกกำลังกายด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัว ที่ความถี่ 20 เฮิรตซ์, แอมพลิจูด 1.2 มม. ความเร่ง 0.97 เท่าของแรงโน้มถ่วงของโลก เป็นเวลา 6 นาที ต่อวัน 3 วันต่อสัปดาห์ ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของค่าชีวเคมีกระดูก ทั้งค่าที่แสดงถึง การสร้างกระดูกได้แก่ P1NP, osteocalcin และการสลายคือ beta CTx โดยมีค่าเพิ่มขึ้นหลังออกกำลังกายครบ 4 สัปดาห์ และ 12 สัปดาห์ แต่ยังไม่ มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงถึงการออกกำลังกายด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัวที่ความหนัก และระยะเวลาดังกล่าว น่าจะมีแนวโน้มที่จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกระดูกในหญิงวัยหมดประจำเดือนได้ แต่ความหนักอาจไม่มากพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อย่างไรก็ตาม ในการวิจัยที่ผ่านมาที่ศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัวในหญิงวัยหมดประจำเดือน ต่อค่าชีวเคมีกระดูกพบว่า การสลายกระดูกลดลง โดยการศึกษานี้ของ Turner และคณะ⁽¹⁶⁾ ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัว โดยใช้ความถี่ 12 เฮิรตซ์, แอมพลิจูด 0.5 มม., ความเร่ง 0.3 เท่า

ของแรงโน้มถ่วงของโลก วันละ 20 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ และดูการเปลี่ยนแปลงของค่าชีวเคมีกระดูกใน 8 สัปดาห์ พบว่าการลดลงของค่าการสลายกระดูก โดยวัดจากค่า urine NTX/Cr อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าการสร้างกระดูกคือ bone-specific alkaline phosphatase ไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่การศึกษาดังกล่าวได้รวมผู้เข้าร่วมวิจัยที่ได้รับการวินิจฉัยเป็นโรคกระดูกพรุน และได้ยาต้านการสลายกระดูก (antiresorptive drug) หรือการรักษาด้วยฮอร์โมน (hormone replacement therapy) ด้วยในขณะทำการวิจัย ซึ่งระเบียบวิธีการศึกษาที่ใช้ ได้ใช้ความถี่ที่ต่ำกว่าและระยะเวลาในการออกกำลังกายแต่ละครั้งมากกว่าในการศึกษาครั้งนี้

นอกจากนี้ยังมีการวิจัยที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าชีวเคมีกระดูกหลังออกกำลังกายด้วยการเดิน พบว่าทำให้มีการลดลงของการสลายกระดูก โดยการศึกษาของ Yamazaki และคณะ⁽¹⁷⁾ ให้หญิงวัยหมดประจำเดือนเดินออกกำลังกาย ที่ความหนัก 50%VO₂max สัปดาห์ละ 4 วัน วันละอย่างน้อย 1 ชั่วโมง เป็นเวลานาน 12 เดือน พบว่าค่าการสลายกระดูกลดลง โดยการตรวจค่าจากปัสสาวะ และมวลกระดูกของกระดูกสันหลังส่วนเอวมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งผลการศึกษานี้เป็นไปในทางเดียวกันกับการศึกษาของ Kitareewan⁽¹⁵⁾ และคณะ ซึ่งศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าชีวเคมีกระดูก ในหญิงวัยหมดประจำเดือน เทียบกับหญิงมีประจำเดือน หลังให้ออกกำลังกายบนลู่วิ่ง ที่ความหนัก 50% heart rate reserve นานครั้งละ 20 นาที 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลานาน 3 เดือน พบว่าทำให้ค่าการสลายกระดูกคือ beta CTx และ osteocalcin ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งผลการศึกษาของทั้งสองการวิจัยนั้นมีการลดลงของค่าการสลายกระดูก แตกต่างจากผลการศึกษาในครั้งนี้ โดยการวิจัยทั้งสองใช้ความหนักในการออกกำลังกาย และระยะเวลาในการออกกำลังกายโดยรวมมากกว่าการศึกษานี้ อาจอธิบาย

ได้จากการออกกำลังกายที่ความหนักในระดับปานกลาง (moderate intensity) สามารถยับยั้งการสลายกระดูกได้ โดยอาจยับยั้งการทำงานของ osteoclast ส่วนการออกกำลังกายที่ความหนักต่ำกว่าไม่มากพอที่จะยับยั้งกระบวนการสลายกระดูกได้ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าชีวเคมีกระดูกในระยะเวลาหลังจากหยุดออกกำลังกายไปแล้วว่าผลของการออกกำลังกายจะยังคงอยู่หรือค่าจะมีการเปลี่ยนแปลงไปเช่นไร

ส่วนค่าการสร้างกระดูกนั้น จากการศึกษาที่ผ่านมา มีรายงานว่าค่าเป็นไปในทางเดียวกันกับค่าของการสลายกระดูก หรือมีการเปลี่ยนแปลงแบบไม่มีนัยสำคัญ^(15,16)

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้มีข้อจำกัดคือ 1) เป็นเพียงการรายงานผลเบื้องต้น 2) ไม่มีกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบ 3) ไม่ได้ทำการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพื่อบอกถึงการออกกำลังกายว่ามี training effect หรือไม่ และ 4) การวัดค่าชีวเคมีกระดูก จะทำการวัดทันทีหลังออกกำลังกาย ไม่ได้บอกถึงผลระยะยาว หลังจากออกกำลังกาย

ด้านภาวะแทรกซ้อนจากการออกกำลังกาย ในการศึกษาที่พบมีผู้เข้าร่วมการวิจัยที่มีอาการคันหลังออกกำลังกาย ซึ่งดีขึ้นเมื่อรับประทานยา antihistamine และสามารถเข้าร่วมการวิจัยจนครบได้ ไม่มีภาวะแทรกซ้อนที่อันตรายเกิดขึ้น จึงเป็นการออกกำลังกายที่ค่อนข้างปลอดภัย

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปคือ ถ้ามีการเพิ่มความหนักของการออกกำลังกายด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัว อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของค่าชีวเคมีกระดูกที่วัดได้ และการตรวจวัดค่าชีวเคมีกระดูกหลังออกกำลังกายเป็นระยะเวลานานกว่าในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อบอกถึงผลระยะยาวของการออกกำลังกายด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัวที่มีผลต่อกระบวนการสร้างและสลายกระดูกได้

โดยสรุป การออกกำลังกายด้วยเครื่องออกกำลังกายแบบสั่นทั้งตัว ที่ความถี่ 20 เฮิรตซ์, แอมพลิจูดการสั่นในแนวขึ้นลง 1.2 มม., ความเร่ง 0.97 เท่าของแรงโน้มถ่วงของโลก เป็นเวลา 6 นาที ต่อวัน 3 วันต่อสัปดาห์ ทำให้มีการเพิ่มขึ้นของค่าชีวเคมีกระดูกทั้งค่าที่แสดงถึงการสร้างและการสลายกระดูก ทั้งช่วงหลังออกกำลังกายครบ 4 สัปดาห์ และ 12 สัปดาห์ และค่าทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงที่ 12 สัปดาห์ แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารอ้างอิง

1. Thai Osteoporosis Foundation. Guideline in management of osteoporosis; 2010.
2. Kohrt WM, Bloomfield SA, Little KD, Nelson ME, Yingling VR. American college of sports medicine position stand: physical activity and bone health. Med Sci Sports Exerc 2004; 36(11):1985-96.
3. Judex S, Carlson KJ. Is bone's response to mechanical signals dominated by gravitational loading? Med Sci Sports Exerc 2009; 41(11): 2037-43.

4. Beck BR, Kent K, Halloway L, Marcus R. Novel, high-frequency, low strain mechanical loading for premenopause women with low bone mass: early finding. J Bone Miner Metab 2006; 24:505-7.
5. Bosco C, Cardinale M, Tsarpela O, Locatelli E. New trends in training science: The use of vibrations for enhancing performance. IAAF1999; 14(4):55-62.
6. Slatkowska L, Alibhai SM, Beyene J, Cheung AM. Effect of whole-body vibration on BMD: a systematic review and meta-analysis. Osteoporos Int 2010; 21(12):1969-80.
7. Rubin C, Pope M, Fritton JC, Magnusson M, Hansson T, McLeod K. Transmissibility of 15-hertz to 35-hertz vibrations to the human hip and lumbar spine: determining the physiologic feasibility of delivering low-level anabolic mechanical stimuli to skeletal regions at greatest risk of fracture because of osteoporosis. Spine (Phila Pa 1976) 2003; 28(23): 2621-7.
8. Gusi N, Raimundo A, Leal A. Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. BMC Musculoskelet Disord 2006; 7:92.
9. Kiiski J, Heinonen A, Jarvinen TL, Kannus P, Sievanen H. Transmission of vertical whole body vibration to the human body. J Bone Miner Res 2008;23(8):1318-25.
10. Vasikaran SD, Glendenning P, Morris HA. The role of biochemical markers of bone turnover in osteoporosis management in clinical practice. Clin Biochem Rev 2006; 27(3):119-21.
11. Verschueren SM, Roelants M, Delecluse C, Swinnen S, Vanderschueren D, Boonen S. Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: a randomized controlled pilot study. J Bone Miner Res 2004;19(3):352-9.
12. Lester ME, Urso ML, Evans RK, Pierce JR, Spiering BA, Maresh CM, et al. Influence of exercise mode and osteogenic index on bone biomarker responses during short-term physical training. Bone 2009;45(4):768-76.
13. Pouilles JM, Tremollieres F, Ribot C. The effects of menopause on longitudinal bone loss from the spine. Calcif Tissue Int 1993; 52(5):340-3.
14. Rattanawitpong P, Khunphasee A, Pongurgrasorn C, Intarakamhang P. Validity and reliability of the Thai version of short format international physical activity questionnaire (IPAQ). J Thai Rehabil 2006;16(3): 147-60.
15. Kitareewan W, Boonhong J, Janchai S, Aksaranugraha S. Effects of the treadmill walking exercise on the biochemical bone markers. J Med Assoc Thai 2011;94 Suppl 5:S10-6.
16. Turner S, Torode M, Climstein M, Naughton G, Greene D, Baker MK, et al. A randomized controlled trial of whole body vibration exposure on markers of bone turnover in postmenopausal women. J Osteoporos 2011;2011:710387.
17. Yamazaki S, Ichimura S, Iwamoto J, Takeda T, Toyama Y. Effect of walking exercise on bone metabolism in postmenopausal women with osteopenia/osteoporosis. J Bone Miner Metab 2004;22(5):500-8.