

ผลของโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความหนาแน่นของกระดูกปลายแขนในผู้หญิงวัยรุ่นสุขภาพดี

เสาวนีย์ เหลืองอร่าม¹, สาวิตรี สุวรรณสิงห์², ภาณุภัทร โสภณพัฒน์ชัย¹, สิริพร สุทธิหลวง, โสรยา จำปาพันธ์¹

¹ภาควิชากายภาพบำบัด, ²ภาควิชารังสีเทคนิค คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

Effects of Weight Training Program on Forearm Muscle Strength and Bone Mineral Density in Healthy Young Women

Saowanee Luangaram¹, Sawitree Suwannasing², Phanupat Soponwattanachai¹, Siriporn Suthaluang¹, Soraya Jumpapun¹
¹Department of Physical Therapy, ²Department of Radiological Technology, Faculty of Allied Health Sciences, Naresuan University, Phitsanulok, 65000, Thailand

หลักการและวัตถุประสงค์: ในปัจจุบันกระดูกหักที่มีสาเหตุจากภาวะกระดูกพรุนมีอุบัติการณ์เพิ่มขึ้นและปลายแขนเป็นหนึ่งในบริเวณที่เกิดกระดูกหักได้บ่อย แรงกลที่กระทำต่อกระดูกสามารถกระตุ้นให้กระดูกมีการพัฒนาและปรับตัวเพิ่มความแข็งแรงและป้องกันการหักได้ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความหนาแน่นของกระดูกปลายแขนในผู้หญิงวัยรุ่นสุขภาพดี

วิธีการศึกษา: อาสาสมัครเพศหญิง อายุ 19-23 ปี จำนวน 16 ราย เข้าร่วมโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก (งอข้อศอกข้างที่ไม่ถนัดโดยใช้ดัมเบลเป็นน้ำหนักถ่วง ฝึกด้วยน้ำหนักร้อยละ 70-85 ของ one repetition maximum (1RM) 8-12 ครั้งต่อชุด 3 ชุดต่อวัน 3 วันต่อสัปดาห์) เป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยหาค่า 1RM ใหม่ทุก 2 สัปดาห์ วัดการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อของคออก กล้ามเนื้อกระดูกข้อมือขึ้นและกล้ามเนื้อกระดูกข้อมือลงจากค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (maximal voluntary isometric contraction; MVIC) ด้วยเครื่อง digital dynamometer และวัดความหนาแน่นของกระดูก (bone mineral density; BMD) ด้วย dual-energy X-ray absorptiometry ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12

ผลการศึกษา: พบว่าทั้ง MVIC ของกล้ามเนื้อของคออก กล้ามเนื้อกระดูกข้อมือลงและกล้ามเนื้อกระดูกข้อมือขึ้น และ BMD ของกระดูก radius และ ulna มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) หลังการฝึกเมื่อเทียบกับก่อนฝึก โดยค่าการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยในสัปดาห์ที่ 12 ของ

Background and objective: The incidence of fractures caused by osteoporosis is increasing and forearm is one of the common sites for fractures. Mechanical loading applied to the bone can stimulate its development and adaptation leading to increase bone strength and prevent fracture. The purposes of this study were to assess the effects of weight training program on forearm muscle strength and bone mineral density in healthy young women.

Methods: Sixteen female volunteers, aged 19-23 years, were participated in a weight training program (biceps curl with a dumbbell; 70-85% of one repetition maximum (1RM), 8-12 times/set, 3 sets/day, 3 days/week) for 12 weeks. The program was performed in non-dominant arm and reassessed 1RM every 2 weeks. Changes in muscle strength (elbow flexors, wrist flexors and wrist extensors) were measured as maximal voluntary isometric contraction (MVIC) using a digital dynamometer. The bone mineral density (BMD) was assessed by dual-energy X-ray absorptiometry at before and after training at 4, 8, and 12 weeks.

Results: Both of MVIC (elbow flexors, wrist flexors and wrist extensors) and BMD (radius and ulna) showed significant increases after training compared to before training ($p < 0.05$). The mean changes of each MVIC at the end of training were increased 2.34 (95%CI 2.04, 2.64), 1.83 (95%CI 1.64, 2.01) and 1.86 (95%CI 1.67, 2.06) kg whereas BMD were increased 0.068 (95%CI 0.050, 0.086) and 0.073 (95%CI 0.054, 0.092) g/cm², respectively.

MVIC เพิ่มขึ้น 2.34 กิโลกรัม (95%CI 2.04, 2.64), 1.83 กิโลกรัม (95%CI = 1.64-2.01) และ 1.86 กิโลกรัม (95%CI = 1.67-2.06) และ BMD เพิ่มขึ้น 0.068 กรัม/ตารางเซนติเมตร (95%CI = 0.050-0.086) และ 0.073 กรัม/ตารางเซนติเมตร (95%CI = 0.054-0.092) ตามลำดับ

สรุป: โปรแกรมการฝึกงอข้อศอกโดยใช้ดัมเบล เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและกระดูกส่วนปลายแขนเพิ่มขึ้น ซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่าอาจจะช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดกระดูกหักและกระดูกพรุนได้

คำสำคัญ: โปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ความหนาแน่นของกระดูก

Conclusion: Results indicated that the 12 weeks weight training program (biceps curl with a dumbbell) increased forearm muscle and bone strength. We believe that these changes may reduce the risk of bone fracture and osteoporosis.

Keyword: Weight Training Program, Muscle Strength, Bone Mineral Density

ศรีนครินทร์เวชสาร 2554; 26(4): 282-7 • Srinagarind Med J 2011; 26(4): 282-7

บทนำ

โรคกระดูกพรุน (osteoporosis) เป็นปัญหาทางสาธารณสุขที่มีแนวโน้มสูงขึ้นในทุกภูมิภาคของโลกรวมทั้งประเทศไทย^{1,2} พบได้ทั้งเพศชายและหญิงโดยเฉพาะในเพศหญิงวัยหมดประจำเดือน ซึ่งเกิดจากการสูญเสียมวลกระดูก ทำให้ความแข็งแรงของกระดูกลดลง กระดูกจึงอ่อนแอและหักได้ง่าย³ อัตราการเกิดโรคกระดูกพรุนและกระดูกหักเพิ่มขึ้นตามอายุ หลังจากช่วงที่มวลกระดูกมีการเพิ่มขึ้นสูงสุด (peak bone mass) จะเป็นระยะที่เริ่มมีการสูญเสียมวลกระดูกอย่างค่อยเป็นค่อยไป โดยพบว่าในสตรีไทย มวลกระดูกจะเพิ่มสูงสุดระหว่างอายุ 30-34 ปี² หลังจากนั้น มวลกระดูกจะลดลงเรื่อยๆ ตามอายุที่เพิ่มขึ้นและพบว่ากระดูกปลายแขนเป็นตำแหน่งที่มีอัตราการลดลงของมวลกระดูกต่อปีสูงที่สุดและลดลงเร็วมากขึ้นอีกหลังจากหมดประจำเดือน⁴ อุบัติการณ์การเกิดกระดูกหักไม่เพียงแต่จะพบมากในผู้สูงอายุแต่ในปัจจุบัน กระดูกหักในเด็กพบได้บ่อยขึ้นซึ่งมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของกระดูกที่ลดลงในเด็ก⁵

การออกกำลังกายเป็นหนึ่งในวิธีป้องกันกระดูกพรุนและกระดูกหักที่ได้ผลดี เพราะการออกกำลังกายสามารถเพิ่มมวลและความแข็งแรงของกระดูกในทุกช่วงอายุ⁶⁻¹⁰ ในนักกีฬาที่ต้องแข่งขันในเรื่องความแข็งแรงและกำลังกล้ามเนื้อ เช่น นักยกน้ำหนักและนักกระโดดสูง พบว่ามีมวลกระดูกและโครงสร้างที่แข็งแรงกว่านักกีฬาชนิดอื่น¹¹ เนื่องจากแรงเค้นเชิงกล (mechanical strain) ที่เกิดจากการออกกำลังกายเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการสร้างกระดูก (bone formation) ที่สำคัญที่สุดและมีบทบาทสำคัญต่อการป้องกันการสูญเสียมวลกระดูก¹² นอกจากนี้ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อยังเป็น

อีกปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อมวลกระดูก เนื่องจากแรงหดตัวของกล้ามเนื้อส่งผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการตอบสนองของเนื้อเยื่อกระดูก ทำให้เกิดการสร้างเนื้อกระดูกใหม่ ดังนั้นกล้ามเนื้อที่แข็งแรงขึ้นจึงทำให้กระดูกแข็งแรงตามไปด้วย¹²⁻¹⁵

ที่ผ่านมาได้มีการศึกษาถึงโปรแกรมการออกกำลังกายที่หลากหลายและเน้นไปที่กระดูกสันหลังและกระดูกส่วนขา^{6, 7, 16-18} ซึ่งกระดูกปลายแขนก็เป็นอีกบริเวณหนึ่งที่มีการหักได้บ่อย ถึงแม้ว่าการหักของกระดูกปลายแขนจะไม่ได้เกิดขึ้นบ่อยและส่งผลกระทบต่อสุขภาพเท่ากับการหักของกระดูกขาและสะโพก แต่พบว่าแขนที่หักมักมีอาการเจ็บเรื้อรังและใช้งานได้ไม่เป็นปกติ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาผลของโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก (weight training program) ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อปลายแขนและความหนาแน่นของกระดูกปลายแขนในวัยรุ่นเพศหญิง เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ของการออกกำลังกายด้วยน้ำหนักต่อกระดูกปลายแขนในการป้องกันโรคกระดูกพรุนและลดอัตราเสี่ยงต่อการเกิดกระดูกหักเมื่ออายุมากขึ้น

วิธีการศึกษา

กลุ่มตัวอย่าง เพศหญิงอายุ 18-25 ปี 16 ราย สุขภาพแข็งแรง ไม่มีโรคประจำตัว ไม่ออกกำลังกายและไม่มีความผิดปกติของแขนข้างที่ไม่ถนัด ไม่รับประทานแคลเซียมหรือวิตามินดีเสริมและไม่มีความผิดปกติของรอบระดู

การเก็บข้อมูล

อาสาสมัครเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก (weight training program) ด้วยการฝึกงอข้อศอกของแขนข้างที่ไม่ถนัดโดยใช้ดัมเบล (biceps curl) น้ำหนักร้อยละ 70-85

ของน้ำหนักมากที่สุดที่สามารถยกได้อย่างสมบูรณ์ 1 ครั้ง (one repetition maximum; 1RM) ทำซ้ำ 8-12 ครั้ง/ชุด, 3 ชุด/วัน, 3 วัน/สัปดาห์ นาน 12 สัปดาห์ และประเมินค่า 1RM ใหม่ทุก 2 สัปดาห์ เพื่อปรับน้ำหนักที่ใช้ในการฝึกเพิ่มขึ้น^{19, 20} วัดความหนาแน่นของกระดูก (bone mineral density; BMD) บริเวณปลายแขน (radius และ ulna) ข้างที่ไม่ถนัด ด้วย Dual-energy X-ray absorptionmetry (DEXA) (DXA-70 Bone Densitometer, Panasonic, Japan) และวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อข้อศอก (elbow flexors) กล้ามเนื้อกระดูกข้อมือลง (wrist flexors) และกล้ามเนื้อกระดูกข้อมือขึ้น (wrist extensors) ของแขนข้างที่ไม่ถนัดจากค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (maximal voluntary isometric contraction; MVIC) ด้วยเครื่อง digital dynamometer (Model 12-0342, Baseline Evaluation Instrument, USA) ก่อนฝึกด้วยน้ำหนักและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12 การศึกษานี้ได้ผ่านการรับรองโครงการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร (เลขที่ 53 02 01 0004)

วิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ ข้อมูลในรูปแบบของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เปรียบเทียบความแตกต่างของค่า BMD และ MVIC ก่อนฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12 ด้วย repeated measures analysis of variance และ post-test ด้วย Turkey's test กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ผลการศึกษา

อาสาสมัครในการศึกษานี้เป็นเพศหญิงวัยรุ่นที่มีสุขภาพดี อายุเฉลี่ย 20.63 ± 1.41 ปี น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนี

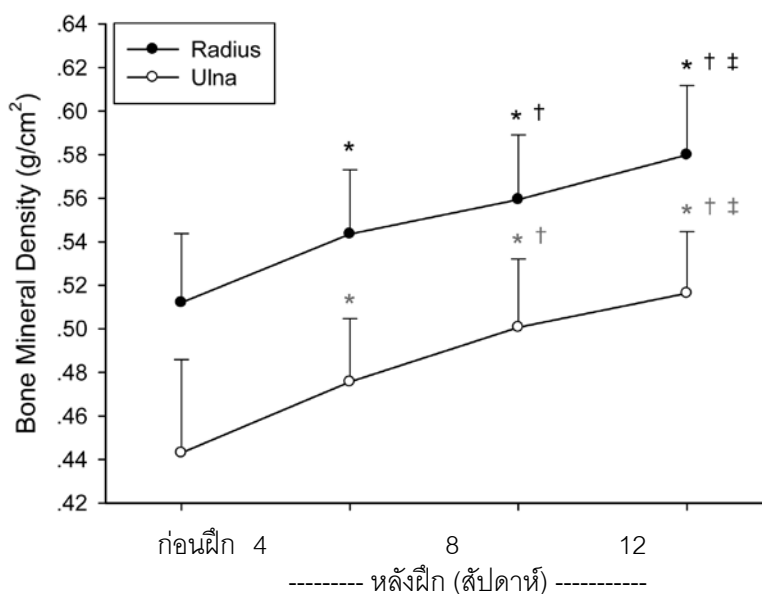
มวลกายและร้อยละไขมัน อยู่ในเกณฑ์ปกติ ก่อนฝึกและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12 ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1)

1. ความหนาแน่นของกระดูก: BMD ของกระดูกปลายแขนทั้ง radius และ ulna มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) หลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12 (รูปที่ 1) โดยค่าการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของ BMD เมื่อเทียบกับก่อนฝึกของกระดูก radius มีค่าเพิ่มขึ้น 0.032 g/cm^2 (95%CI = $0.013-0.050$), 0.047 g/cm^2 (95%CI = $0.031-0.064$) และ 0.068 g/cm^2 (95%CI = $0.050-0.086$) ตามลำดับ และกระดูก ulna มีค่าเพิ่มขึ้น 0.033 g/cm^2 (95%CI = $0.020-0.046$), 0.058 g/cm^2 (95%CI = $0.040-0.076$) และ 0.073 g/cm^2 (95%CI = $0.054-0.092$) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนฝึก แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักด้วยการยกดัมเบลล์ สามารถเพิ่มความหนาแน่นของกระดูกปลายแขนได้

2. การหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด: โปรแกรมการฝึกนี้สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อปลายแขนได้ พบว่า MVIC มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) หลังการฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12 (รูปที่ 2) โดยค่าการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยของ MVIC เมื่อเทียบกับก่อนฝึกของ elbow flexors มีค่าเพิ่มขึ้น 1.59 kg (95%CI = $1.25-1.93$), 1.91 kg (95%CI = $1.55-2.26$) และ 2.34 kg (95%CI = $2.04-2.64$) wrist flexors เพิ่มขึ้น 1.00 kg (95% CI = $0.75-1.22$), 1.44 kg (95%CI = $1.23-1.64$) และ 1.83 kg (95%CI = $1.64-2.01$) และ wrist extensors เพิ่มขึ้น 1.21 kg (95%CI = $1.02-1.39$), 1.51 kg (95%CI = $1.36-1.65$) และ 1.86 kg (95%CI = $1.67-2.06$) ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของอาสาสมัคร (n=16)

Parameters	ก่อนฝึก	หลังฝึก		
		สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 12
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	51.2 ± 5.7	51.3 ± 5.8	51.6 ± 5.4	51.4 ± 6.0
ส่วนสูง (เมตร)	1.60 ± 0.05	1.60 ± 0.05	1.60 ± 0.05	1.60 ± 0.05
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ²)	19.9 ± 1.7	19.9 ± 1.7	20.0 ± 1.6	20.0 ± 1.8
ร้อยละไขมัน (%)	23.5 ± 3.2	23.3 ± 3.3	23.1 ± 3.5	24.2 ± 3.7

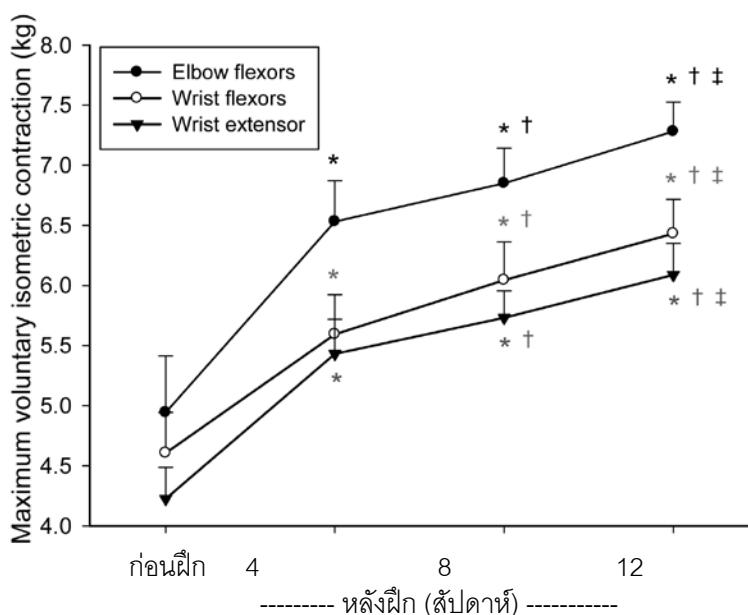


รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงค่าความหนาแน่นของกระดูก (BMD) ในอาสาสมัคร (n=16) ก่อนและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12 ค่าแสดงเป็น mean ± SD

* = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเทียบกับก่อนฝึก (p<0.05)

† = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเทียบกับ 4 สัปดาห์หลังฝึก (p<0.05)

‡ = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเทียบกับ 8 สัปดาห์หลังฝึก (p<0.05)



รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่าการหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด (MVIC) ในอาสาสมัคร (n=16) ก่อนและหลังฝึกในสัปดาห์ที่ 4, 8 และ 12 ค่าแสดงเป็น mean ± SD

* = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเทียบกับก่อนฝึก (p<0.05)

† = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเทียบกับ 4 สัปดาห์หลังฝึก (p<0.05)

‡ = แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเทียบกับ 8 สัปดาห์หลังฝึก (p<0.05)

วิจารณ์

โปรแกรมการฝึกงอข้อศอกโดยใช้ดัมเบลเป็นน้ำหนักถ่วง (biceps curl with dumbbell) ในแขนข้างที่ไม่ถนัด ระยะเวลา 12 สัปดาห์ทำให้ค่า BMD และ MVIC เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาอาสาสมัครทุกรายมีกิจวัตรประจำวันเป็นปกติ ไม่มีการออกกำลังกายเพิ่มเติมจากโปรแกรม ไม่ได้รับประทานอาหารเสริมที่มีผลต่อกระดูกและกล้ามเนื้อ เช่น แคลเซียมหรือโปรตีนเสริม แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของความหนาแน่นของกระดูกและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อนั้นเป็นผลมาจากโปรแกรมการฝึกที่ได้รับ เนื่องจากการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านชนิด weight training exercise ต้องฝึกใช้น้ำหนักเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ตามหลักการ progressive overload ของ American Collage of Sport Medicine ซึ่งสามารถประเมินน้ำหนักที่ต้องใช้ ได้จากค่า 1RM เพื่อเพิ่มแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อและเน้นการฝึกกล้ามเนื้อเฉพาะกลุ่ม ทำให้กล้ามเนื้อเกิดการปรับตัวต่อแรงที่มากกระทำ โดยการเพิ่มขนาดของใยกล้ามเนื้อ ส่งผลให้กล้ามเนื้อมีขนาดและความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้น หลังจากทีกล้ามเนื้อมีการปรับตัวต่อน้ำหนักแล้ว จำเป็นต้องเพิ่มน้ำหนักในการฝึกเพื่อกระตุ้นให้กล้ามเนื้อนั้นๆ เกิดการขยายขนาดและทำงานมากขึ้นเพื่อรองรับแรงที่มากกระทำ^{15, 19, 20} นอกจากนี้ แรงที่กระทำต่อกระดูกซึ่งเกิดจากการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านระดับสูง (high-intensity resistance exercise) หรือการออกกำลังกายแบบลงน้ำหนัก (weight bearing exercise) ทำให้ความหนาแน่นของกระดูกเพิ่มขึ้นได้มากกว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิกทั่วไป^{11, 21}

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า แรงเชิงกล (mechanical loading) เป็นปัจจัยหลักในการควบคุมมวลและโครงสร้างของกระดูก (bone mass และ geometry) โดยเซลล์กระดูกส่วน osteocytes network ที่อยู่ใน lacunocanalicular system ของกระดูกจะเป็นตัวรับสัญญาณจากแรงที่มากกระทำต่อเนื้อเยื่อกระดูก ทำให้มีการหลั่งสารต่างๆ รวมถึงฮอร์โมนที่กระตุ้นการสร้างเนื้อกระดูกและยับยั้งการทำลายเซลล์กระดูก²² แรงที่เกิดจากการออกกำลังกายซึ่งมากกว่าแรงโน้มถ่วงของโลกหรือแรงจากน้ำหนักตัวในขณะที่ยืนหรือเดินในชีวิตประจำวันที่มีกระทำต่อกระดูก เป็นตัวกระตุ้นเซลล์กระดูกชนิด osteoblast ให้สร้างเนื้อกระดูกใหม่ (new bone formation) โดยเฉพาะบริเวณที่ได้รับแรงนั้น^{13, 15, 23} นอกจากนี้แรงเชิงกลที่กระทำต่อกระดูกโดยตรงแล้วยังมีแรงที่เกิดขึ้นจากการหดตัวของกล้ามเนื้อที่สามารถกระตุ้นการสร้างมวลกระดูกได้ ซึ่งมีการศึกษาพบว่ามวลและความแข็งแรง

ของกล้ามเนื้อและกระดูกมีความสัมพันธ์กัน กล้ามเนื้อที่มีขนาดใหญ่และแข็งแรงจะทำให้กระดูกที่กล้ามเนื้อนั้นเกาะยึดอยู่ มีมวลและแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย^{12, 18} ซึ่งในการศึกษานี้ได้ฝึกโดยใช้น้ำหนักจากดัมเบลเป็นแรงต้านในการหดตัวของกล้ามเนื้อของข้อศอกทั้งแบบ concentric contraction และ eccentric contraction ด้วยน้ำหนักร้อยละ 70-85 ของ 1RM และมีการปรับเพิ่มความหนักขึ้นทุกๆ 2 สัปดาห์ ส่งผลให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นและเกิดแรงหดตัวมากพอในการกระตุ้นให้กระดูกปลายแขนมีการปรับตัวเพิ่มความหนาแน่นขึ้น นอกจากนี้ การออกกำลังกายยังมีส่วนช่วยเพิ่มการไหลเวียนเลือดของกล้ามเนื้อและกระดูก ทำให้กระดูกได้รับสารอาหาร ออกซิเจนและฮอร์โมนต่างๆ ซึ่งกระตุ้นให้มีการสร้างเนื้อกระดูกได้¹³ แรงที่กระทำต่อกระดูกเป็นปัจจัยภายนอกที่สำคัญต่อการกำหนดความแข็งแรงของกระดูก^{10, 11, 21, 24} แต่ปัจจัยภายใน เช่น อายุและฮอร์โมน ก็มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงของกระดูกด้วยเช่นเดียวกัน กล่าวคือ การออกกำลังกายในเด็กที่กำลังเจริญเติบโตหรือช่วงก่อนมีประจำเดือน ให้ผลในการเพิ่มมวลกระดูกได้ดีกว่าในผู้สูงอายุ เนื่องจากอิทธิพลของ growth hormone และ parathyroid hormone^{7, 8} สำหรับการออกกำลังกายในผู้สูงอายุทั้งเพศหญิงและเพศชายนั้น จะช่วยลดการสูญเสียมวลกระดูกมากกว่าการเพิ่มมวลกระดูกและยังขึ้นอยู่กับความหนักของการออกกำลังกาย สารอาหารที่ร่างกายได้รับโดยเฉพาะแคลเซียมและวิตามินดี และฮอร์โมนทดแทนในเพศหญิง^{6, 13, 25, 26} ข้อจำกัดของการศึกษานี้คือเป็นการศึกษาถึงผลระยะสั้นของโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักและไม่มีกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ออกกำลังกาย ดังนั้นควรจะมีการศึกษาในระยะยาวร่วมกับการประเมินตัวแปรอื่นๆ และควรมีก่อนควบคุมเพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริงจากผลการทดลอง เพื่อเป็นข้อมูลในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต

สรุป

โปรแกรมการฝึกงอข้อศอกโดยใช้ดัมเบล (biceps curl) น้ำหนักร้อยละ 70-85 ของ 1RM ทำซ้ำ 8-12 ครั้ง/ชุด 3 ชุด/วัน 3 วัน/สัปดาห์ นาน 12 สัปดาห์ สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อปลายแขนและความหนาแน่นของกระดูกปลายแขนในวัยรุ่นหญิงได้ ดังนั้นถ้ามีการส่งเสริมให้มีการออกกำลังกายด้วยน้ำหนักอย่างสม่ำเสมอตั้งแต่วัยเด็กและฝึกต่อเนื่องไปจนกระทั่งเข้าสู่ผู้ใหญ่ จะยิ่งทำให้กระดูกและกล้ามเนื้อมีความแข็งแรงมากขึ้น ซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่าอาจจะช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดกระดูกหักและกระดูกพรุนได้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก ทุนอุดหนุนทั่วไป
โครงการดำเนินงานวิจัยและงานสร้างสรรค์ คณะสหเวชศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

เอกสารอ้างอิง

1. Taechakraichana N, Angkawanich P, Panyakhamlerd K, Limpaphayom K. Postmenopausal osteoporosis: what is the real magnitude of the problem in the Thai population? *J Med Assoc Thai* 1998; 81:397-401.
2. Limpaphayom KK, Taechakraichana N, Jaisamrarn U, Bunyavejchevin S, Chaikittisilpa S, Poshyachinda M, et al. Prevalence of osteopenia and osteoporosis in Thai women. *Menopause* 2001; 8:65-9.
3. National Institutes of Health. Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. NIH Consensus Statement 2000; 17:1-45.
4. Qin M, Lin S, Song Z, Tian J, Chen F, Yan H, et al. Comparison of bone mass in forearm, lumbar vertebra and hip by single and/or dual energy X-ray absorptiometry. *Chin Med Sci J* 1999; 14:117-20.
5. Clark EM, Tobias JH, Ness AR. Association between bone density and fractures in children: a systematic review and meta-analysis. *Pediatrics* 2006; 117:e291-7.
6. Bocalini DS, Serra AJ, Dos Santos L. Moderate resistive training maintains bone mineral density and improves functional fitness in postmenopausal women. *J Aging Res* 2010; 2010:760818.
7. Hind K, Burrows M. Weight-bearing exercise and bone mineral accrual in children and adolescents: a review of controlled trials. *Bone* 2007; 40:14-27.
8. Karlsson MK, Nordqvist A, Karlsson C. Physical activity increases bone mass during growth. *Food Nutr Res* 2008; 52.
9. Singh JA, Schmitz KH, Petit MA. Effect of resistance exercise on bone mineral density in premenopausal women. *Joint Bone Spine* 2009; 76:273-80.
10. Sundberg M, Gardsell P, Johnell O, Karlsson MK, Ornstein E, Sandstedt B, et al. Physical activity increases bone size in prepubertal boys and bone mass in prepubertal girls: a combined cross-sectional and 3-year longitudinal study. *Calcif Tissue Int* 2002; 71:406-15.
11. Suominen H. Muscle training for bone strength. *Aging Clin Exp Res* 2006; 18:85-93.
12. Vicente-Rodriguez G. How does exercise affect bone development during growth? *Sports Med* 2006; 36:561-9.
13. Borer KT. Physical activity in the prevention and amelioration of osteoporosis in women : interaction of mechanical, hormonal and dietary factors. *Sports Med* 2005; 35:779-830.
14. Duncan CS, Blimkie CJ, Cowell CT, Burke ST, Briody JN, Howman-Giles R. Bone mineral density in adolescent female athletes: relationship to exercise type and muscle strength. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34:286-94.
15. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Exercise physiology : nutrition, energy, and human performance* 7th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
16. Judex S, Zernicke RF. High-impact exercise and growing bone: relation between high strain rates and enhanced bone formation. *J Appl Physiol* 2000; 88:2183-91.
17. Taaffe DR, Robinson TL, Snow CM, Marcus R. High-impact exercise promotes bone gain in well-trained female athletes. *J Bone Miner Res* 1997; 12:255-60.
18. Wang Q, Alen M, Nicholson P, Suominen H, Koistinen A, Kroger H, et al. Weight-bearing, muscle loading and bone mineral accrual in pubertal girls: a 2-year longitudinal study. *Bone* 2007; 40:1196-202.
19. ACSM. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41:687-708.
20. Dias I, de Salles BF, Novaes J, Costa PB, Simao R. Influence of exercise order on maximum strength in untrained young men. *J Sci Med Sport* 2010; 13:65-9.
21. Martyn-St James M, Carroll S. Progressive high-intensity resistance training and bone mineral density changes among premenopausal women: evidence of discordant site-specific skeletal effects. *Sports Med* 2006; 36:683-704.
22. Bergmann P, Body JJ, Boonen S, Boutsen Y, Devogelaer JP, Goemaere S, et al. Loading and skeletal development and maintenance. *J Osteoporos* 2010; 2011:786752.
23. Adami S, Gatti D, Braga V, Bianchini D, Rossini M. Site-specific effects of strength training on bone structure and geometry of ultradistal radius in postmenopausal women. *J Bone Miner Res* 1999; 14:120-4.
24. Nordstrom A, Hogstrom M, Nordstrom P. Effects of different types of weight-bearing loading on bone mass and size in young males: a longitudinal study. *Bone* 2008; 42:565-71.
25. Karlsson MK. Skeletal effects of exercise in men. *Calcif Tissue Int* 2001; 69:196-9.
26. Maddalozzo GF, Snow CM. High intensity resistance training: effects on bone in older men and women. *Calcif Tissue Int* 2000; 66:399-404.