BODY PUMP TRAINING AND BONE DENSITY

The Effect of Body Pump Training on Bone Density and Balance in Postmenopausal Women with Osteopenia

ABSTRACT

Background and Objective: Bone Density (BD) decreases after menopause; on the other hand, physical activity is a major factor in preventing osteoporosis. The aim of this study was to determine the effects of six-month low-load very high-repetition resistance training (body pump) on BD and balance in postmenopausal women.

Materials and Methods: 22 postmenopausal women from Sanandaj City voluntarily participated in the present study (mean age, height, weight and BMI=55.2±1.7 yr, 160.8±3.1 cm, 65.1±3.5 kg and 25.1±1.6 kg/m2), and were randomly divided into Resistance Training (RT; n=12) and Control (Con; n=10) groups. The RT performed 3 sessions in week for 6 months, while the control group did not have any regular exercise training during this period. Bone scans (dual energy X-ray absorptiometry) were performed at baseline and after 6 months of training. Also, the balance index was assessed using the Stork Balance Stand Test.

Results: After 6 months, BD in the lumbar spine (P=0.001) and balance (P=0.001) significantly increased in the RT. In addition, there was significant differences in BD of lumbar spine between the RT and control (the lumbar spine: (P=0.04), balance (P=0.001)). But after 6 months, there were not any significant changes in femoral neck and forearm (P□0.05)

Conclusion: Six months, low-load very high-repetition resistance training increased the bone density of the lumbar spine while these changes did not occur at the femoral neck and forearm. It seems that the highest impact was on BD of the lumbar spine.

Keywords: Bone mineral density, Balance, Body pump training, Postmenopausal

Paper Type: Research Article.

▶ **Citation (Vancouver):** Ahmadi Kakavandi M, Alikhani Sh, Azizbeigi K. The Effect of Body Pump Training on Bone Density and Balance in Postmenopausal Women with Osteopenia. *Iran J Health Educ Health Promot. Autumn 2019*;7(3): 316-327. [Persian]

▶ **Citation (APA):** Ahmadi Kakavandi M., Alikhani Sh., Azizbeigi K. (Autumn 2019). The Effect of Body Pump Training on Bone Density and Balance in Postmenopausal Women with Osteopenia. *Iranian Journal of Health Education & Health Promotion*., 7(3), 316-327. [Persian]

Mina Ahmadi Kakavandi
MSc, Dept. of Exercise Physiology, Faculty of Humanities, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

Shahla Alikhani
PhD Student, Dept. of Exercise Physiology, Faculty of Humanities, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran

Kamal Azizbeigi
* Associate Professor, Dept. of Exercise Physiology, Faculty of Humanities, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran. orresponding author: kazizbeigi@gmail.com

Received: 31 January 2019
Accepted: 29 May 2019
DOI: 10.30699/ijhehp.7.3.316

تأثیر تمرینات بادی پمپ بر تراکم استخوانی و تعادل زنان یائسه مبتلا به استئوپنی

چکیده

زمینه و هدف: پس از یائسگی تراکم استخوانی کاهش می‌یابد؛ از طرفی، ثابت شده که فعالیت‌های فیزیکی عاملی اساسی در پیشگیری از پوکی استخوان است. هدف از پژوهش حاضر، تأثیر شش ماه تمرین مقاومتی با شدت کم و حجم زیاد (بادی پمپ) بر تراکم استخوانی و تعادل در زنان یائسه است.

مواد و روش‌ها: ۲۲ زن یائسه از شهرستان سنندج به صورت داوطلبانه در تحقیق حاضر شرکت کردند (میانگین سن، قد، وزن و تودهٔ بدنی به ترتیب ۱/۷±۵۵/۲ سال، ۳/۱±۱۶۰/۸ سانتی‌متر، ۳/۵±۶۵/۱ کیلوگرم و ۱/۶±۲۵/۱ کیلوگرم بر مترمربع) و به طور تصادفی در دو گروه تمرینات مقاومتی (تعداد: ۱۲) و کنترل (تعداد: ۱۰) قرار گرفتند. گروه بادی پمپ، تمرینات را سه جلسه در هفته و به مدت شش ماه انجام دادند؛ در حالی که گروه کنترل در طول این دوره، هیچ‌گونه فعالیت ورزشی منظمی نداشتند. سنجش میزان تراکم استخوانی به روش DEXA در ابتدا و پس از شش ماه تمرین، انجام شد. همچنین، شاخص تعادل با استفاده از آزمون لک‌لک بررسی شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد میزان تراکم استخوانی مهره‌های کمری (P=۰/۰۰۱) و تعادل (P=۰/۰۰۱) در گروه تمرینات مقاومتی افزایش معناداری یافت. همچنین، بین گروه تمرینات مقاومتی و کنترل تفاوت معنادار بود (مهره‌های کمری: P=۰/۰۴، تعادل: P= ۰/۰۰۱)، اما اثرات معناداری بر تراکم استخوانی گردن فمور و ساعد پس از شش ماه مشاهده نشد (P< ۰/۰۵۰).

نتیجه‌گیری: شش ماه تمرینات مقاومتی با بار سبک و تکرار زیاد باعث افزایش تراکم استخوانی مهره‌های کمری می‌شود؛ در حالی که این تغییرات در نواحی گردن فمور و ساعد ایجاد نمی‌شود. به نظر می‌رسد بیشترین تأثیرپذیری در تراکم استخوانی را مهره‌های کمری خواهند داشت.

کلید واژه: تراکم استخوانی، تعادل، تمرینات بادی پمپ، یائسگی

نوع مقاله: مطالعه پژوهشی.

◄ **استناد (ونکوور):** احمدی کاکاوندی م، علیخانی ش، عزیزبیگی ک. تأثیر تمرینات بادی پمپ بر تراکم استخوانی و تعادل زنان یائسه مبتلا به استئوپنی. *فصلنامه آموزش بهداشت و ارتقاء سلامت*. پاییز ۱۳۹۸؛۷(۳): ۳۱۶-۳۲۷.

◄ **استناد (APA):** احمدی کاکاوندی، مینا؛ علیخانی، شهلا؛ عزیزبیگی، کمال (پاییز ۱۳۹۸). تأثیر تمرینات بادی پمپ بر تراکم استخوانی و تعادل زنان یائسه مبتلا به استئوپنی. *فصلنامه آموزش بهداشت و ارتقاء سلامت*، ۷(۳): ۳۱۶-۳۲۷.

مینا احمدی کاکاوندی
کارشناسی ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

شهلا علیخانی
دانشجوی دکتری، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران

کمال عزیزبیگی
* دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران. (نویسنده مسئول):
kazizbeigi@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۰۸

مقدمه

استئوپروز یکی از رایج‌ترین بیماری‌های متابولیک استخوانی است که با کاهش تودهٔ استخوان و زوال میکروساختاری بافت استخوانی همراه است و منجر به شکنندگی استخوان و افزایش ریسک شکستگی در استخوان‌ها می‌شود (۱). استئوپروز تهدیدی جدی برای سلامت عموم جامعهٔ جهانی محسوب می‌شود. ریسک شکستگی استخوان در زنان یائسه بالای ۵۰ سال، حدود ۵۰ درصد است که موجب تغییر زندگی فرد می‌شود و استقلال او را به خطر می‌اندازد (۲). شکستگی استخوان‌ها ناشی از استئوپروز اغلب در مهره‌ها، گردن استخوان فمور و ناحیهٔ دیستال استخوان رادیوس اتفاق می‌افتد. شدت و تعداد شکستگی‌ها با کاهش تراکم استخوانی پس از یائسگی افزایش می‌یابد (۳). کاهش تراکم استخوان در دهه‌های سوم و چهارم زندگی در مردان و زنان شروع می‌شود (۴) و به طور خاص در زنان یائسه افزایش می‌یابد (۵). تشخیص استئوپروز بر اساس سنجش تراکم استخوان امکان‌پذیر است که طبق آن، در ناحیهٔ گردن استخوان فمور، مهره‌های کمری و ساعد میزان تراکم استخوان فرد مطالعه‌شده در مقایسه با افراد نرمال (T-score) کمتر از ۲/۵- نشان‌دهندهٔ استئوپروز است (۶). احتمال وقوع استئوپروز در مهره‌های کمری در بین زنان یائسه در ایران، حدود ۱۹ درصد گزارش شده است (۷). از دیگر عوارض رایج استئوپروز می‌توان به درد در ناحیهٔ کمر و پشت، کاهش فعالیت‌های فیزیکی، اختلالات روانی و تغییر شکل ستون فقرات مانند کیفوز اشاره کرد (۸).

کاهش تعادل در زنان مسن یائسه، خطر افتادن و احتمال شکستگی را افزایش می‌دهد، لذا بهبود تعادل می‌تواند باعث کاهش خطر شکستگی شود (۹). ورزش و فعالیت بدنی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در ارتقای سلامت و سطح کیفیت زندگی به شمار می‌رود و یکی از مؤثرترین روش‌های پیشگیری از اختلالات دوران سالمندی شناخته شده است. به سبب صرف هزینه‌های درمانی و مالی هنگفت و نیز تغییرات تراکم تودهٔ استخوانی با افزایش سن، همواره توجه محققان بر کاهش روند نزولی دانسیته استخوانی و بهبود کیفیت زندگی معطوف بوده است. فعالیت ورزشی و فیزیکی به عنوان یک روش ساده، کم‌هزینه و تأثیرگذار بر بهبود بسیاری از بیماری‌ها مدنظر بوده است (۱۰). امروزه تمرینات بادی پمپ (Body Pump) مورد اقبال عمومی قرار گرفته است و از آن برای افزایش و ارتقای سلامتی استفاده می‌شود (۱۱).

تمرینات بادی پمپ شاخه‌ای از تمرینات مقاومتی است که به صورت دسته‌جمعی اجرا می‌شوند و در آن از وزنه‌های آزاد با شدت کم و حجم زیاد (پرتکرار) استفاده می‌شود.گزارش شده است این‌گونه تمرینات تأثیر مهمی بر تعادل دارند (۱۱). در هر حال منظور از Pump در این تمرینات، پمپ‌کردن است. این پمپ‌کردن باعث افزایش جریان خون و متابولیسم بدن می‌شود. همچنین برخی از مطالعاتی که تأثیرات تمرینات بادی پمپ را بررسی کرده‌اند، در واقع دو جزء اصلی تمرینات مقاومتی با وزنه‌های آزاد، تعادل و بار مقاومتی است که به نظر می‌رسد موجب فعال‌شدن عضلات مرکزی و از این طریق باعث حفظ تعادل بدن می‌شود (۱۲). از طرفی دیگر، نشان داده شده است که بین تراکم استخوانی و سطح فعالیت‌های فیزیکی همبستگی مثبت وجود دارد. گزارش شده است که فعالیت بدنی موجب افزایش تودهٔ استخوانی می‌شود (۸). در هر حال تمرینات بادی پمپ که همان تمرینات مقاومتی با تکرارهای زیاد و بار تمرینی سبک هستند، امروزه به طور گسترده‌ای در برنامه‌های تمرینات بهداشت و سلامتی استفاده می‌شوند. گزارش شده است که این نوع تمرینات، تأثیرات مطلوبی بر قدرت، تعادل و عملکرد افراد مسن خواهند داشت (۱۳).

هر چند برخی محققان تأثیرنداشتن تمرینات بادی پمپ بر تراکم استخوانی را در مهره‌های کمری گزارش کرده‌اند (۱۴)، با وجود این محققانی دیگر در نتایج متناقض گزارش کردند که پس از ۴۰ هفته تمرینات مقاومتی با بار سبک، تراکم استخوانی در آزمودنی‌های مسن افزایش می‌یابد (۱۵). از آن جایی که استئوپروز و شکستگی‌های ناشی از آن، یکی از مشکلات اساسی جوامع امروزی به‌خصوص در زنان یائسه است، این موضوع که چه نوع تمریناتی با چه شدتی می‌توانند در حفظ یا بهبود تراکم استخوان مؤثرتر باشند، به‌درستی مشخص نشده‌اند و تناقضاتی در ادبیات تحقیق مشاهده

می‌شود. بر همین اساس با توجه به محدودبودن مطالعات در زمینهٔ آثار تمرینات بادی پمپ بر تراکم استخوانی و برخی از تناقضات در این زمینه، به پژوهش‌های بیشتری در این حیطه نیاز است. بر همین اساس، محققان قصد داشتند تأثیر شش ماه تمرینات بادی پمپ را در زنان یائسه بررسی کنند و به این پرسش پاسخ دهند که آیا شش ماه تمرینات بادی پمپ بر حفظ و بهبود تراکم استخوانی و تعادل زنان یائسه تأثیرگذار خواهد بود یا خیر.

مواد و روش‌ها

آزمودنی‌ها

مطالعهٔ حاضر یک طرح نیمه‌تجربی به صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه کنترل بود. نمونهٔ آماری تحقیق شامل ۲۲ زن یائسه در رده سنی ۵۳ تا ۵۸ سال در شهرستان سنندج بودند که به صورت داوطلبانه در تحقیق حاضر شرکت کردند و به طور تصادفی در دو گروه تمرینات مقاومتی بادی پمپ (تعداد: ۱۲) و کنترل (تعداد: ۱۰) قرار داده شدند. با توجه به ماهیت پژوهش و نتایج مطالعات قبلی، سطح معنی‌داری ۰/۰۵ برای پژوهش حاضر در نظر گرفته شد. از این‌رو تعداد آزمودنی‌ها در هر گروه با استفاده از فرمول زیر شش نفر تعیین شد که برای افزایش اعتبار و روایی حداقل ۱۰ آزمودنی برای هر گروه استفاده شد.

ابتدا محققان اهداف پژوهش، طول مدت، خطرات و مزایای تمرینات را به طور کامل برای شرکت‌کنندگان شرح دادند. سپس همهٔ آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه شرکت در پژوهش را آگاهانه تکمیل کردند. تمام موارد اخلاقی در پژوهش حاضر رعایت شده است. همچنین به آزمودنی‌ها اطمینان داده شد که تمام اطلاعات شخصی آنها به صورت محرمانه حفظ خواهد شد. معیارهای ورود به مطالعه شامل موارد زیر بود: ۱. حداقل پنج سال از یائسگی آزمودنی‌ها گذشته باشد؛ ۲. هیچ‌کدام از آزمودنی‌ها استئوپروز نداشتند، اما حداقل در یکی از سه نقطهٔ سنجش تراکم استخوانی (گردن فمور، مهره‌های کمری L۱-L۴ و ساعد دست) استئوپنی داشتند. میانگین T-score آزمودنی‌ها در ناحیهٔ مهره‌های کمری (T-score= -۲,۰±۰,۴) و در ناحیهٔ گردن فمور (T-score =-۱/۳±۱/۵) بود که در هر دو ناحیه استئوپنی را نشان می‌داد و در ناحیهٔ ساعد با میانگین (T-score =-۰/۲±۰/۱) در محدودهٔ طبیعی قرار داشت. میزان T-score کمتر از ۱- تراکم استخوانی نرمال و میزان T-score بین ۱- تا ۲/۵- استئوپنی را نشان می‌دهد (۶)؛ ۳. از شروع دورهٔ تحقیق مکمل کلسیم-ویتامین D۳ مصرف کنند؛ ۴. سابقهٔ شرکت در تمرینات ورزشی منظم در یک سال گذشته را نداشته باشند؛ و ۵. هیچ داروی هورمونی که بر متابولیسم بافت استخوانی مؤثر است مانند ترکیبات استروژنی و پاراتورمون مصرف نکنند. شرایط خروج از مطالعه شامل ابتلا به بیماری‌های حاد، سابقهٔ سکتهٔ قلبی در شش ماه گذشته، سابقهٔ شکستگی‌های استخوانی، شرکت در برنامهٔ ورزشی خارج از طرح حاضر، تمایل‌نداشتن آزمودنی‌ها به ادامهٔ همکاری و غیبت بیش از سه جلسه از تمرینات بود. در ضمن، گروه کنترل در طی این دوره هیچ فعالیت ورزشی منظمی نداشتند، ولی مکمل کلسیم-ویتامین D۳ مصرف کردند. به همهٔ آزمودنی‌ها دربارهٔ مصرف مکمل تأکید و اهمیت مصرف آن در تأثیرات استئوژنیک تمرینات ورزشی به آنها یادآوری شد. ابتدا آزمودنی‌ها دو روز قبل از برنامهٔ تمرینی با نحوهٔ انجام صحیح حرکات آشنا شدند. سپس برای تعیین قد و وزن آنها از دستگاه سنجش قد و ترازوی دیجیتالی (Seca, ۲۲۰, Germany) استفاده شد. شاخص توده بدنی نیز با تقسیم وزن بر مجذور قد به دست آمد.

تمرینات مقاومتی بادی پمپ

برنامهٔ بادی پمپ سری ۸۳ (فول بادی)، به مدت شش ماه، سه جلسه در هفته به صورت یک روز در میان، در ساعت ۹ تا ۱۰ صبح به صورت گروهی و با هدایت و نظارت دو مربی مجرب انجام شد. طبق جدول ۱، هر جلسهٔ تمرینی از ۱۰ بخش تشکیل شده است و اجرای هر بخش به مدت شش دقیقه به طول انجامید. به طوری که از مجموع حرکات جدول ۱، به تشخیص مربیان تنها ۱۰ حرکت انتخاب و در آن جلسه تمرینی تنها آن ۱۰ حرکت تمرین داده می‌شد (جدول ۱). همهٔ حرکات به وسیلهٔ هالتر و دمبل انجام می‌شد و انتخاب وزنه بر اساس انتخاب آزمودنی‌ها بود. اگر آزمودنی قادر به انجام حرکتی با

وزنه نبود، با استفاده از چوب‌های سبک‌تر حرکت را شبیه‌سازی و فقط از وزن بدن خود استفاده می‌کرد.

جدول ۱. برنامه تمرینی هر جلسهٔ آزمودنی‌ها

نام حرکت	تکرار	نام بخش
ددلیفت هالتر	۲۴	۱-گرم کردن
ددرو هالتر	۶	
حرکت کول و پرس سرشانه با هالتر	۴	
پرس سرشانه با هالتر	۱۶	
اسکات	۴	
لانگز	۸ (هر پا)	
جلو بازو هالتر	۱۶	
اسکات هالتر	۱۰۸	۲-اسکات
پرس سینه هالتر	۹۴	۳-سینه
ددرو هالتر	۴۱	۴- پشت
ددلیفت هالتر	۱۵	
کلین و پرس با هالتر	۱۲	
پاور پرس با هالتر	۷	
پشت بازو ایستاده با هالتر	۲۲	۵- عضله ی سه سربازو
پشت بازو هالتر خوابیده	۵۲	
پشت بازو تک دمبل نشسته	۳۰	
جلو بازو هالتر	۶۸	۶- عضله دوسربازو
اسکات هالتر	۵۰	۷- لانگزها
اسکات پرشی	۱۶	
اسکات پرشی ضربان‌دار	۱۶	
لانگز هالتر	۲۵ (هر پا)	
پوش آپ	۳۶	۸- شانه
نشرخم دمبل	۸	
نشرجانب دمبل	۱۸	
کول هالتر	۸	
پرس سرشانه هالتر	۱۶	
کرانچ شکم	۴۰	۹- عضلات مرکزی
پلانک	۱۴	
حرکات کششی پویا	هر عضله ۳۰ ثانیه	۱۰- سرکردن

اندازه‌گیری تراکم استخوانی و تعادل

سنجش تراکم استخوان و آزمون تعادل در دو مرحلهٔ پیش‌آزمون و بلافاصله پس از دورهٔ شش ماههٔ تمرین با فاصله ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسهٔ تمرینات انجام شد. سنجش تراکم استخوان به روش جذب اشعهٔ ایکس با دو انرژی (Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DEXA)) انجام شد که یکی از گسترده‌ترین روش‌های غیرتهاجمی برای بررسی تراکم استخوانی است. این سنجش با استفاده از دستگاه Hologic مدل (XR-QDR4500C (elite, USA در سه نقطهٔ مهره‌های کمری L۱-L۴، گردن استخوان فمور و ناحیهٔ ساعد انجام شد. برای انجام تست سنجش تراکم استخوانی به آمادگی خاصی نیاز نیست و آزمودنی‌ها با پوشش سبک و عاری از هرگونه وسایل زینتی و فلزی تست را انجام می‌دهند. به منظور تعیین تراکم ناحیه ساعد از دست چپ آزمودنی‌ها تست گرفته شد. همچنین برای اندازه‌گیری تعادل آزمودنی‌ها از آزمون تعادل لک لک (Stork Balance Stand Test) استفاده شد (۱۶).

اجرای صحیح تست به این صورت است که فرد روی پای برتر خود طوری می‌ایستد که پای دیگر از زانو خم و به پای تکیه‌گاه، تکیه کند؛ سپس دست‌ها روی کمر قرار می‌گیرد. به محض اعلام آمادگی، مدت زمانی (بر حسب ثانیه) که آزمودنی می‌تواند در این وضعیت بایستد، محاسبه می‌شود. همچنین، رژیم غذایی دریافتی به مدت سه روز قبل از شروع مطالعه و در انتهای دورهٔ شش ماهه توسط آزمودنی‌ها ثبت شد. آزمودنی‌ها تمام مواد غذایی، نوشیدنی‌ها و مکمل‌های خوراکی مصرفی در سه روز متوالی را ثبت کردند و با استفاده از اطلاعات حاصل از آن، میزان کلسیم دریافتی آزمودنی‌ها محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد (جدول ۲). پس از اطمینان از طبیعی بودن داده‌ها، برای بررسی تفاوت‌های بین‌گروهی از آزمون تی مستقل استفاده شد. سپس برای تجزیه و تحلیل تفاوت‌های درون‌گروهی از مرحله پیش‌آزمون به پس‌آزمون در هر گروه از آزمون تی همبسته استفاده

شد. تمامی تحلیل‌های آماری در سطح معناداری ۰/۰۵ و با استفاده از نرم‌افزار SPSS (Lservrc)نسخه ۱۸ انجام گرفت.

جدول ۲. نتایج آزمون شاپیرو ویلک دربارهٔ متغیرهای تحقیق

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
مهره‌های کمری	بادی پمپ	۰/۸۱	۰/۹۴
	کنترل	۰/۲۹	۰/۲۳
گردن فمور	بادی پمپ	۰/۴۴	۰/۵۲
	کنترل	۰/۳۳	۰/۳
دیستال ساعد	بادی پمپ	۰/۷۴	۰/۶۵
	کنترل	۰/۲۱	۰/۱۶
تعادل	بادی پمپ	۰/۳۴	۰/۴
	کنترل	۰/۳۲	۰/۴۶
کلسیم دریافتی	بادی پمپ	۰/۲۵	۰/۳۱
	کنترل	۰/۴	۰/۲۱
اسکات	بادی پمپ	۰/۶۷	۰/۶۲
	کنترل	۰/۱۹	۰/۶۹
ددلیفت	بادی پمپ	۰/۳۳	۰/۶۷
	کنترل	۰/۱	۰/۶

یافته‌ها

نتایج ویژگی‌های توصیفی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج آزمون تی مستقل در مرحلهٔ پیش‌آزمون نشان داد بین میانگین سن، قد، وزن و ترکیب بدنی دو گروه کنترل و آزمایش تفاوت معناداری وجود نداشت و گروه‌ها با یکدیگر همگن بودند (جدول ۳).

جدول ۳. ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌ها در ابتدای پژوهش

متغیر	بادی پمپ Mean±SD	کنترل Mean±SD	t	P-value
سن (سال)	۵۴/۸۳±۱/۷۴	۵۵/۸۰±۱/۶۱	۱/۳۳	۰/۱
وزن (کیلوگرم)	۶۴/۵۰±۳/۴۷	۶۵/۹۰±۳/۶۳	۰/۹۲	۰/۳
قد (سانتی متر)	۱۶۰/۵۸±۳/۳۴	۱۶۱/۲۰±۳/۰۸	۰/۴۴	۰/۶
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۵/۰۳±۱/۷	۲۵/۳۷±۱/۷	۰/۴۶	۰/۶

در جدول ۴ اطلاعات مربوط به میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای تحقیق شامل تراکم استخوان در مهره‌های کمری، استخوان فمور، دیستال استخوان ساعد، تعادل و کلسیم دریافتی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون به تفکیک در گروه‌های مختلف ارائه شده است. نتایج نشان داد در هیچ‌یک از متغیرهای تحقیق، قبل از شروع مداخله اختلاف معناداری بین دو گروه وجود نداشت (P<۰/۰۵).

نتایج نشان داد پس از اجرای تمرینات، میزان تراکم استخوان در مهره‌های کمری در گروه بادی پمپ افزایش معناداری یافت (P= ۰/۰۰۱)، اما بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده نشد (P= ۰/۰۷). همچنین نتایج نشان داد بین میزان تراکم استخوان مهره‌های کمری در گروه تمرینات بادی پمپ و گروه کنترل تفاوت معنادار بود (P= ۰/۰۴). با وجود این در گروه تمرینات بادی پمپ پس از شش ماه تمرین در میزان تراکم استخوان گردن فمور تغییر معناداری مشاهده نشد (P= ۰/۱). همچنین بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه کنترل نیز تفاوت معناداری مشاهده نشد (P= ۰/۰۶). بین میزان تراکم استخوان گردن فمور در گروه تمرینات بادی پمپ و گروه کنترل تفاوت معناداری وجود نداشت (P= ۰/۹). در گروه تمرینات بادی پمپ پس از شش ماه تمرین در میزان تراکم استخوان بخش دیستال ساعد تغییر معناداری مشاهده نشد (P= ۰/۲). همچنین، بین میزان تراکم استخوان دیستال ساعد در گروه آزمایش و گروه کنترل نیز تفاوت معناداری وجود نداشت (P= ۰/۶).

نتایج نشان داد پس از اجرای تمرینات، میزان تعادل آزمودنی‌ها در گروه تمرینات مقاومتی بادی پمپ افزایش معناداری یافت (P= ۰/۰۰۱)، اما بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده نشد (P= ۰/۰۷). نتایج نشان داد بین میزان تعادل آزمودنی‌ها در گروه تمرینات بادی پمپ و گروه کنترل تفاوت معنادار بود (P= ۰/۰۰۱). میزان کلسیم دریافتی به دنبال مصرف مکمل کلسیم پس از شش ماه در هر دو گروه آزمایش و کنترل افزایش داشت (P= ۰/۰۰۱). همچنین بین میزان کلسیم دریافتی از طریق رژیم غذایی آزمودنی‌ها در گروه تمرینات بادی

پمپ و گروه کنترل تفاوت معناداری وجود نداشت (P= ۰/۶).

میزان قدرت در حرکات اسکات و ددلیفت پس از اجرای تمرینات در گروه بادی پمپ افزایش معناداری یافت (P= ۰/۰۰۱)، اما بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده نشد (P= ۰/۳). همچنین بین میزان قدرت در حرکات اسکات و ددلیفت در گروه تمرینات بادی پمپ و گروه کنترل تفاوت معنادار بود (P=۰/۰۰۱).

جدول ۴. تغییرات متغیرهای تحقیق پس از شش ماه تمرین مقاومتی با بار تمرینی سبک و تکرار زیاد در زنان یائسه

متغیر	گروه	پیش‌آزمون Mean±SD	پس‌آزمون Mean±SD
مهره‌های کمری (gr/cm۲)	بادی پمپ	۰/۸۵۶±۰/۰۴۶	۰/۸۹۰±۰/۰۵ †*
	کنترل	۰/۸۴۷±۰/۰۴۷	۰/۸۴۶±۰/۰۴۷
گردن فمور (gr/cm۲)	بادی پمپ	۰/۷۰۶±۰/۰۵۹	۰/۷۰۵±۰/۰۵۹
	کنترل	۰/۷۰۸±۰/۰۵۸	۰/۷۰۶±۰/۰۵۸
دیستال ساعد (gr/cm۲)	بادی پمپ	۰/۴۰۹±۰/۰۴	۰/۴۰۸±۰/۰۴۱
	کنترل	۰/۴۰۱±۰/۰۳۶	۰/۴۰۰±۰/۰۳۵
تعادل (s)	بادی پمپ	۲۶/۷۳±۰/۹۷	۳۰/۱۱±۱/۰۰۱ †*
	کنترل	۲۶/۹۵±۱/۰۷	۲۶/۸۷±۱/۱
کلسیم دریافتی (mg)	بادی پمپ	۷۲۱±۴۳	۱۱۵۳±۵۹ †
	کنترل	۷۳۰±۳۸	۱۱۴۶±۶۲ †
اسکات (kg)	بادی پمپ	۴±۱/۵	۹±۱/۵ †*
	کنترل	۴±۱	۴±۱
ددلیفت (kg)	بادی پمپ	۳±۱/۵	۷±۱/۵ †*
	کنترل	۳±۱	۳±۱

تمامی داده‌ها به‌صورت میانگین و انحراف استاندارد نشان داده شده‌اند؛
†: تفاوت معنادار با پیش‌آزمون؛ *: تفاوت معنادار با گروه کنترل

بحث

هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر شش ماه تمرینات بادی پمپ سری ۸۳ (تمرینات مقاومتی با بار تمرینی سبک و تکرار زیاد) بر تراکم استخوانی و تعادل زنان یائسه بود. نتایج نشان داد پس از اجرای شش ماه تمرینات بادی پمپ، افزایش معناداری در میزان تراکم استخوانی مهره‌های کمری در آزمودنی‌های گروه تمرینی مشاهده شد. میزان تغییرات تراکم استخوان مهره‌های کمری در گروه تمرینات بادی پمپ چهار درصد بود که تأثیرات مثبت و چشمگیر این تمرینات را در این ناحیه حساس نشان می‌دهد. اجرای حرکاتی مانند ددلیفت، ددرو و حرکت کرانچ که برای تراکم استخوانی مهره‌های کمری مفید هستند، از طریق اعمال بارمکانیکی مناسب در ناحیهٔ مهره‌های کمری اثرات استئوژنیک ایجاد می‌کند و همزمان با مصرف مکمل کلسیم–ویتامین D۳ تأثیرات مثبتی بر BD می‌گذارد. با توجه به اینکه برای ایجاد اثرات استئوژنیک بر تراکم استخوانی به دوره‌های طولانی مدت تمرینات ورزشی نیاز است، دورهٔ شش ماههٔ تمرینات بادی پمپ به دلیل داشتن فرصت کافی برای ایجاد سازگاری‌های بافت استخوانی به افزایش معنادار BD در مهره‌های کمری و حفظ و تثبیت تراکم استخوانی در نواحی گردن فمور و ساعد منجر می‌شود.

متناقض با نتایج تحقیق حاضر، گزارش شده است که دوره‌های تمرینی کوتاه مدت به ایجاد سازگاری‌های مثبت منجر نخواهد شد. محققان گزارش کردند شش هفته تمرینات مقاومتی تأثیر مثبتی بر تراکم استخوانی زنان یائسه در سه ناحیهٔ مهره‌های کمری، گردن فمور و ساعد نداشته است (۱۷). همچنین در بررسی تأثیر تمرینات بادی پمپ بر تغییرات تراکم استخوانی، Nicholson و همکاران (۲۰۱۵) تأثیر مثبت تمرینات بادی پمپ را بر مهره‌های کمری مشاهده کردند؛ با وجود این، از لحاظ آماری افزایش تراکم استخوانی را گزارش نکردند (۱۴). در مطالعهٔ حاضر، در گروه کنترل کاهش ۱ درصدی تراکم استخوان در مهره‌های کمری مشاهده شد. روند طبیعی کاهش تراکم استخوانی در زنان یائسه حدود ۱ تا ۱/۵ درصد است (۱۸) و یکی از عوارض شایع و ناتوان‌کننده‌ای که متعاقب پوکی استخوان در مهره‌های کمری رخ می‌دهد، تنگی کانال نخاعی است که نیاز به جراحی‌های نخاعی را افزایش می‌دهد (۱۹). بنابراین بهبود و حتی تغییرنکردن و تثبیت تراکم استخوانی در این ناحیه، امتیاز مثبتی محسوب می‌شود و می‌تواند از درد اندام‌های تحتانی و ناتوانی افراد بکاهد. تغییرات دژنراتیو در اثر استئوپروز در مهره‌های کمری منجر به باریک‌شدن کانال نخاعی و تحت فشار قرارگرفتن اعصاب و عروق خونی آن می‌شود (۲۰) که مشکلات

فراوانی را برای افراد به همراه دارد. دلیل ناهمخوانی این مطالعه با مطالعه حاضر احتمالاً این است که در مطاالعهٔ Nicholson و همکاران (۲۰۱۵) تمامی آزمودنی‌ها از سطح اولیه تراکم استخوانی بالایی برخوردار بودند، در حالی‌که آزمودنی‌های مطالعهٔ حاضر در این ناحیه دچار استئوپنی بودند.

Bemben و همکاران (۲۰۱۱) پس از اجرای تمرینات مقاومتی با بار تمرینی سبک، تغییرات مثبتی را در میزان تراکم استخوانی آزمودنی‌های مسن گزارش دادند (۱۵) که از این نظر با تحقیق حاضر همسو است. در بعضی از مطالعات، تغییرات معناداری در تراکم استخوانی این ناحیه مشاهده نشده است (۲۱، ۲۲) که می‌تواند به نوع برنامه تمرینی، طول دورهٔ تمرینات ورزشی، میزان دریافت کلسیم و ویتامین D۳ و شرایط آزمودنی‌ها مربوط باشد. شرایط یائسگی آزمودنی‌ها یکی از موارد مهمی است که باید مدنظر قرار گیرد. سال‌های اولیهٔ یائسگی به علت نبود هورمون استروژن و درنتیجه اختلال در جذب مواد معدنی در استخوان‌ها و دفع سریع کلسیم از کلیه‌ها (۲۳)، تحقیقات تراکم استخوانی با مشکلاتی مواجه می‌شود. از طرفی، تمرینات مقاومتی بادی پمپ به علت بار تمرینی سبک و تکرارهای زیاد می‌تواند مزایای تمرینات هوازی را داشته باشد، چرا که گزارش شده است تمرینات هوازی با ارتقا و تغییرات مثبت در هورمون رشد، هورمون‌های جنسی و دیگر عوامل رشد استخوانی می‌تواند منجر به کلسیفیکاسیون و تقویت استخوان‌ها شود (۲۴).

نتایج نشان داد میزان تراکم استخوانی در ناحیه گردن استخوان فمور با وجود استئوپنی در گروه تمرینات مقاومتی بادی پمپ و گروه کنترل کاهش معناداری نداشت، هرچند میزان کاهش تراکم استخوانی درگروه بادی پمپ کمتر بود. کاهش کمتر تراکم استخوان در گروه بادی پمپ، نشان‌دهندهٔ تثبیت و حفظ تراکم استخونی در این ناحیه است که احتمالاً حاکی از تأثیر مثبت شش ماه تمرینات بادی پمپ است. به نظر می‌رسد نوع تمرینات به‌کاررفته در تحقیق حاضر، تأثیر و فشار لازم برای ایجاد سازگاری و بهبود تراکم استخوانی را در این ناحیه موجب نشده است. در هر حال برای تأثیرات بیشتر بر این ناحیه بهتر است حرکات تمرینی ویژه‌ای برای ناحیهٔ هیپ در نظر گرفته شود که بر محورهای مختلف ناحیهٔ هیپ اثرگذار باشد و عضلات پهن جانبی و سرینی میانی را درگیر کند. به طوری که گزارش شده است حرکات آبداکشن هیپ، حرکات جهشی و پرشی، دویدن و تند راه‌رفتن با سرعت بیش از ۵ کیلومتر بر ساعت، بر افزایش تراکم استخوانی ناحیهٔ گردن فمور تمرکز دارند (۲۵). گزارش شده است عواملی مانند سطح اولیهٔ تراکم استخوان آزمودنی‌ها، نبود برنامهٔ تمرینی فزاینده، نوع برنامهٔ ورزشی و میزان دریافتی کلسیم آزمودنی‌ها می‌تواند موجب بهبودنیافتن یا حفظ‌نشدن تودهٔ استخوانی شود (۱۴). در تحقیق حاضر تمرینات با شدت کم و تکرار زیاد انجام شد. به نظر می‌رسد مهم‌ترین عامل تأثیرنداشتن، شدت تمرین بوده است. همان‌طور که گزارش شده است تمرینات مقاومتی با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه، در افزایش تراکم استخوان این ناحیه اثرگذار هستند. با وجود این اجرای آن ممکن است برای افراد مسن ایمن نباشد (۲۶).

نتایج نشان داد تمرینات بادی پمپ تأثیر معناداری بر تراکم استخوانی در ناحیهٔ ساعد آزمودنی‌ها نداشت. با وجود این، اجرای تمرینات موجب حفظ تراکم استخوانی در ناحیهٔ ساعد شد که احتمالاً به دلیل طول دورهٔ شش ماهه تمرینات است که زمینهٔ مناسبی را برای Remolding (جرح و تعدیل) فراهم می‌کند. در تحقیق حاضر بین دو گروه تفاوت معناداری مشاهده نشد و این امر ممکن است ناشی از نوع حرکات منتخب به‌کاررفته باشد؛ به طوری که به نظر می‌رسد تمرکز کمتری بر حرکات این بخش اختصاص داده شده است. بنابراین، به منظور تأثیرگذاری بیشتر در این ناحیه می‌توان از حرکات ورزشی که بیشتر بر ساعد و مچ دست تمرکز دارند، مانند ساعد هالتر، ساعد هالتر دست معکوس و مچ دمبل دست معکوس استفاده کرد. از طرفی به دلیل اینکه میزان تراکم استخوانی ناحیهٔ ساعد آزمودنی‌ها در محدودهٔ طبیعی قرار داشت، تغییرات چندانی را نمی‌توان انتظار داشت. متناقض با نتایج تحقیق حاضر گزارش شده است که ورزش هوازی از نوع Ground reaction forces (GRF)) (مانند راه رفتن، دویدن و تنیس) در یک دورهٔ چهار ساله

و به صورت سه روز در هفته، روند کاهش BD در ناحیهٔ ساعد زنان ۳۶ تا ۶۵ سال را بهبود بخشیده است (۲۷). به طور کلی می‌توان گفت حفظ تراکم استخوانی به میزان بار مکانیکی واردشده بر ناحیه‌ای بستگی دارد که پاسخ استئوژنیک ایجاد می‌کند. سیگنال‌های مکانیکی به سیگنال‌های بیوشیمیایی تبدیل می‌شود و موجب ارتقای تشکیل بافت استخوانی و جریان خون و استحکام آن می‌شود (۲۸). همان‌طور که در نظریه‌ی Frost بیان شده است، وجود مکانیسم مکانواستات با تنظیم پاسخ‌های استئوژنیک از طریق فیدبک منفی عمل می‌کند (۲۹). بنابراین برای ایجاد این پاسخ‌های استئوژنیک لازم است شدت تمرینات ورزشی بیش از حد آستانه باشد (۳۰).

نتایج تحقیق نشان داد اجرای شش ماه تمرینات بادی پمپ باعث افزایش معنادار تعادل در زنان یائسه می‌شود که یکی از تأثیرات مثبت تمرینات بادی پمپ را نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد این افزایش میزان تعادل احتمالاً به دلیل استفاده از وزنه‌های آزاد است. تقویت عضلات مرکزی و عضلات اندام تحتانی نیز نقش مهمی در حفظ وضعیت بدن دارند (۱۲). بنابراین به نظر می‌رسد تقویت قدرت عضلانی در حفظ تعادل بسیار تأثیرگذار بوده است. گزارش شده است کاهش‌های معنادار عملکردهای تعادلی در افراد مسن با قدرت عضلانی اندام تحتانی آن‌ها ارتباط دارد و کاهش قدرت عضلات اندام تحتانی باعث تضعیف عملکرد راه‌رفتن شده است و خطر افتادن فرد را افزایش می‌دهد (۳۱). مطالعات دیگر نشان می‌دهند تمرینات و حرکات ورزشی باعث بهبود قدرت عضلانی و تعادل می‌شوند (۳۲، ۳۳)؛ بنابراین، افزایش قدرت و به دنبال آن افزایش تعادل آزمودنی‌ها در اثر تمرینات ورزشی اهمیت زیادی دارد.

سبک زندگی بی‌تحرک و کاهش فعالیت بدنی عامل مهمی در تسریع روند تحلیل BD است. در مقابل، فعالیت بدنی برای جلوگیری از کاهش، حفظ و افزایش تراکم توده استخوانی پیشنهاد می‌شود. با این وجود، در دهه‌های اخیر محبوبیت انجام فعالیت‌های ورزشی و ورود آن به زندگی روزمرهٔ افراد از جمله زنان، تا حد زیادی به پیشگیری و درمان این اپیدمی خاموش کمک کرده است (۱۰). با توجه به اثرات قوی ضداستئوپروزی فعالیت ورزشی به منظور تأثیر آن بر شاخص‌های متابولیکی استخوانی و اهمیت پیشگیری از استئوپروز می‌توان گفت که تمرینات ورزشی منظم می‌تواند در کاهش استئوپروز مؤثر باشد (۱۰). این مسئله علاوه بر اینکه در زمینهٔ پیشگیری از تحلیل تراکم استخوانی مؤثر است، احتمالاً می‌تواند نیاز به دارودرمانی را نیز کاهش دهد و از این طریق عوارض دارودرمانی را تقلیل بخشد. تمرینات ورزشی منظم به دلیل داشتن آثار ضدالتهابی احتمالاً می‌تواند جایگزین مناسبی برای داروی درمان جایگزینی هورمون (Hormone replacement treatment) (استروژن و پروژسترون) باشد که جزء داروهای درمان استئوپروز در دوران یائسگی است. با توجه به اینکه مصرف این داروها با افزایش خطر سرطان سینه، سکته مغزی و ترومبوآمبولیسم وریدی همراه هستند، تمرینات ورزشی می‌تواند به عنوان جایگزینی مناسب و ایمن استفاده شود (۳۴). بنابراین می‌توان گفت که مجموعه‌ای از این عوامل می‌توانند در بهبود و ارتقای سلامت افراد به‌خصوص زنان یائسه مؤثر باشند.

از طرفی، با توجه به اینکه تعامل عوامل فعالیت فیزیکی و تغذیه، عوامل هورمونی و رشدی در متابولیک استخوانی تأثیرگذار هستند، کنترل‌نکردن عوامل هورمونی و رشدی نظیر عامل رشد شبه انسولین، لپتین، هورمون پاراتیروئید و کلسی‌تونین از محدودیت‌ها و نقاط ضعف تحقیق حاضر است. همچنین، با توجه به اینکه روند بهبود تراکم استخوان به دوره‌های طولانی مدت تمرینی نیاز دارد، بررسی تأثیر دورهٔ تمرینی شش ماهه و استفاده از تمرینات بادی پمپ از نقاط قوت و نوآورانهٔ تحقیق حاضر است.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج تحقیق حاضر، پس از شش ماه تمرینات مقاومتی با بار سبک و تکرار زیاد، در میزان تراکم استخوان مهره‌های کمری در زنان یائسه افزایش معناداری مشاهده شد. همچنین، پس از اجرای این تمرینات میزان تراکم استخوان در ناحیهٔ گردن استخوان فمور و دیستال استخوان ساعد به طور نسبی حفظ شد و نسبت به گروه کنترل روند کاهشی کمتری داشت. در این خصوص می‌توان اظهار داشت که شش ماه تمرینات مقاومتی با بار سبک و تکرار زیاد در

بهبود و تثبیت میزان تراکم استخوان در زنان یائسه تأثیر بسزایی دارد. همچنین با توجه به اینکه این تمرینات باعث افزایش قابل توجه تعادل در آزمودنی‌ها شده است، می‌توان از این تمرینات به منظور بهبود، حفظ و تثبیت تراکم استخوانی، افزایش تعادل و کاهش خطر افتادن و شکستگی‌های ناشی از آن در افراد مسن، به‌خصوص در زنان، بهره برد و به عنوان روشی پیشگیرانه در زمینه پیشگیری از آسیب‌های جدی ناشی از استئوپروز از قبیل شکستگی‌های استخوانی مورد توجه قرار گیرد. این موضوع یکی از عوامل بسیار مهم در بهبود و ارتقای سلامت زنان به شمار می‌آید. همچنین، به منظور پیشگیری از بیماری‌ها و بهبود و ارتقای سلامت زنان علاوه بر فعالیت‌های ورزشی منظم، ضروری است عادات تغذیه‌ای نامناسب نیز اصلاح شود؛ مانند ترک سیگار، اجتناب از مصرف زیاد قهوه، چای، نمک، نوشابه‌های گازدار، مصرف کافی کلسیم-ویتامین D و تا حد امکان خودداری از مصرف داروهایی که منجر به کاهش تراکم استخوانی می‌شوند مانند گلوکوکورتیکوییدها.

بنابراین می‌توان گفت که تمرینات مقاومتی با شدت کم و تکرار زیاد مانند تمرینات بادی پمپ تحقیق حاضر، می‌توانند در برنامهٔ درمانی استئوپروز زنان یائسه و نیز در زنان جوان به عنوان عامل مهمی در سلامت استخوان‌ها به کار گرفته شوند. با توجه به اینکه استئوپرروز نوعی بیماری خاموش است و تا رسیدن به مراحل پیشرفته ممکن است علائمی نداشته باشد، اطلاع‌رسانی و آگاهی‌دادن به افراد جامعه بسیار حائز اهمیت است و می‌تواند از بسیاری از عوارض و هزینه‌های هنگفت درمانی بکاهد. یکی از اقداماتی که می‌تواند به منظور پیشگیری صورت گیرد، انجام سنجش تراکم استخوانی در زنان یائسه و زنانی جوانی است که در معرض عوامل خطرزا مانند اوفورکتومی (Ophorectomy)، سابقهٔ شکستگی‌های خودبه‌خود و درمان‌های طولانی مدت با کورتیکواستروئیدها قرار دارند. همچنین، درمان و پیشگیری به‌موقع می‌تواند از عوارض ناتوان‌کننده و دردناک ناشی از تنگی کانال نخاعی جلوگیری کند و باعث بالارفتن سطح کیفیت زندگی و ارتقای سلامت آنان شود.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از آزمودنی‌های محترم و تمام افرادی که در تحقیق حاضر همکاری کردند، ابراز می‌دارند. کمیته اخلاق معاونت پژوهشی پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی این تحقیق را با کد IR.SSRC.REC.1397.013 تأیید کرده است.

تضاد منافع

بین نویسندگان هیچ‌گونه تعارضی در منافع چاپ این مقاله وجود ندارد.

References

1. Cesarec G. Effect of Exercises on Quality of Life in Women With Osteoporosis and Osteopenia. Collegium Antropologicum. 2014; 38(1):247-254.
2. Watts NB. Postmenopausal Osteoporosis: A Clinical Review. Journal of Women's Health. 2018; 27(9):1093-1096. https://doi.org/10.1089/jwh.2017.6706 PMid:29583083
3. Goyal M, Kumar A, Moitra M, Pathania A. Effect of Back Extension Exercise on Quality of Life and Back Extensor Strength of Women With Osteoporosis. Journal of Exercise Science and Physiotherapy. 2013; 9(2):113. https://doi.org/10.18376//2013/v9i2/67563
4. Melton Iii L, Khosla S, Atkinson E, O'connor M, O'fallon W, Riggs B. Cross-Sectional Versus Longitudinal Evaluation of Bone Loss in Men and Women. Osteoporosis International. 2000; 11(7):592-599. https://doi.org/10.1007/s001980070080
5. Warming L, Hassager C, Christiansen C. Changes in Bone Mineral Density With Age in Men and Women: A Longitudinal Study. Osteoporosis International. 2002; 13(2):105-112. https://doi.org/10.1007/s001980200001 PMid:11905520
6. Cosman F, De Beur S, LeBoff M, Lewiecki E, Tanner B, Randall S, et al. Clinician's Guide to Prevention and Treatment of Osteoporosis. Osteoporosis International. 2014; 25(10):2359-2381. https://doi.org/10.1007/s00198-014-2794-2 PMid:25182228 PMCid:PMC4176573
7. Irani AD, Poorolajal J, Khalilian A, Esmailnasab N, Cheraghi Z. Prevalence of Osteoporosis in Iran: A Meta-Analysis. Journal of Research in Medical Sciences: The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences. 2013; 18(9):759.
8. Dhillon V, Hurst N, Hannan J, Nuki G. Association of Low

General Health Status, Measured Prospectively by Euroqol EQ5D, With Osteoporosis, Independent of a History of Prior Fracture. Osteoporosis International. 2005; 16(5):483-9. https://doi.org/10.1007/s00198-004-1705-3 PMid:15875094

9. Karinkanta S, Piirtola M, Sievänen H, Uusi-Rasi K, Kannus P. Physical Therapy Approaches to Reduce Fall and Fracture Risk Among Older Adults. Nature Reviews Endocrinology. 2010; 6(7):396. https://doi.org/10.1038/nrendo.2010.70 PMid:20517287
10. Bottaro MF, Reis VM, Oliveira R, Bezerra L, Abdhala L, Lima RM, et al. Effect of Yoga on Bone Metabolism in Post-Menopausal Women-G-SE / Editorial Board / Dept [in Spanish]. Contenido. PubliCE; 2010.
11. Seo BD, Yun YD, Kim HR, Lee SH. Effect of 12-Week Swiss Ball Exercise Program on Physical Fitness and Balance Ability of Elderly Women. Journal of Physical Therapy Science. 2012; 24(1):11-15. https://doi.org/10.1589/jpts.27.11 https://doi.org/10.1589/jpts.24.11
12. Behm DG, Colado Sanchez JC. Instability Resistance Training Across the Exercise Continuum. Sports Health. 2013; 5(6):500-503. https://doi.org/10.1177/1941738113477815 PMid:24427423 PMCid:PMC3806173
13. Nicholson VP, McKean MR, Burkett BJ. Low-Load High-Repetition Resistance Training Improves Strength and Gait Speed in Middle-Aged and Older Adults. Journal of Science and Medicine in Sport. 2015; 18(5):596-600. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.07.018 PMid:25154701
14. Nicholson VP, McKean MR, Slater GJ, Kerr A, Burkett BJ. Low-Load Very High-Repetition Resistance Training Attenuates Bone Loss at the Lumbar Spine in Active Post-Menopausal Women. Calcified Tissue International. 2015;96(6):490-499. https://doi.org/10.1007/s00223-015-9976-6 PMid:25772806
15. Bemben D, Bemben M. Dose-Response Effect of 40 Weeks of Resistance Training on Bone Mineral Density in Older Adults. Osteoporosis International. 2011; 22(1):179-186. https://doi.org/10.1007/s00198-010-1182-9 PMid:20195844
16. Johnson BL, Nelson JK. Practical Measurements for Evaluation in Physical Education. Edina, Minnesota: Burgess Pub. 1969.
17. Sheikholeslamivatani D, Rezaei F. The Effect of 8 Weeks Resistance Training on Bone Mass Density in Postmenopausal Women with Type 2 Diabetes [in Persian]. Journal of Ilam University of Medical Sciences. 2015; 23(4):10-19.
18. Ahlborg HG, Johnell O, Turner CH, Rannevik G, Karlsson MK. Bone Loss and Bone Size After Menopause. New England Journal of Medicine. 2003; 349(4):327-334. https://doi.org/10.1056/NEJMoa022464 PMid:12878739
19. Chin D, Park J, Yoon Y, Kuh S, Jin B, Kim K, et al. Prevalence of Osteoporosis in Patients Requiring Spine Surgery: Incidence and Significance of Osteoporosis in Spine Disease. Osteoporosis International. 2007; 18(9):1219-1224. https://doi.org/10.1007/s00198-007-0370-8 PMid:17387420
20. Oğuz H, Levendoğlu F, Öğün TC, Tantuğ A. Loading is More Effective Than Posture in Lumbar Spinal Stenosis: A Study With a Treadmill Equipment. European Spine Journal. 2007; 16(7):913-918. https://doi.org/10.1007/s00586-007-0317-y PMid:17273837 PMCid:PMC2219665
21. Kerr D, Ackland T, Maslen B, Morton A, Prince R. Resistance Training Over 2 Years Increases Bone Mass in Calcium-Replete Postmenopausal Women. Journal of Bone and Mineral Research. 2001; 16(1):175-181. https://doi.org/10.1359/jbmr.2001.16.1.175 PMid:11149482
22. Maddalozzo G, Snow C. High Intensity Resistance Training: Effects on Bone in Older Men and Women. Calcified Tissue International. 2000; 66(6):399-404. https://doi.org/10.1007/s002230010081 PMid:10821873
23. Vincent A, Riggs BL, Atkinson EJ, Oberg AL, Khosla S. Effect of Estrogen Replacement Therapy on Parathyroid Hormone Secretion in Elderly Postmenopausal Women. Menopause. 2003; 10(2):165-171. https://doi.org/10.1097/00042192-200310020-00009 PMid:12627043
24. Roghani T, Torkaman G, Movasseghe S, Hedayati M, Goosheh B, Bayat N. Effects of Short-Term Aerobic Exercise With and Without External Loading on Bone Metabolism and Balance in Postmenopausal Women With Osteoporosis. Rheumatology International. 2013; 33(2):291-298. https://doi.org/10.1007/s00296-012-2388-2 PMid:22441962
25. Martyn-St James M, Carroll S. A Meta-Analysis of Impact Exercise on Postmenopausal Bone Loss: The Case for Mixed Loading Exercise Programmes. British Journal of Sports Medicine. 2009; 43(12):898-908. https://doi.org/10.1136/bjsm.2008.052704 PMid:18981037
26. Watson SL, Weeks BK, Weis LJ, Harding AT, Horan SA, Beck BR. High-Intensity Resistance and Impact Training

Improves Bone Mineral Density and Physical Function in Postmenopausal Women With Osteopenia and Osteoporosis: The LIFTMOR Randomized Controlled Trial. Journal of Bone and Mineral Research. 2018; 33(2):211-220. https://doi.org/10.1002/jbmr.3284 PMid:28975661

27. Smith EL, Gilligan C, McAdam M, Ensign CP, Smith PE. Deterring Bone Loss by Exercise Intervention in Premenopausal and Postmenopausal Women. Calcified Tissue International. 1989; 44(5):312-321. https://doi.org/10.1007/BF02556310 PMid:2496902

28. Marques EA, Mota J, Viana JL, Tuna D, Figueiredo P, Guimarães JT, et al. Response of Bone Mineral Density, Inflammatory Cytokines, and Biochemical Bone Markers to a 32-Week Combined Loading Exercise Programme in Older Men and Women. Archives of Gerontology and Geriatrics. 2013; 57(2):226-233. https://doi.org/10.1016/j.archger.2013.03.014 PMid:23623588

29. Frost HM. Bone "Mass" and the "Mechanostat": A Proposal. The Anatomical Record. 1987; 219(1):1-9. https://doi.org/10.1002/ar.1092400102 https://doi.org/10.1002/ar.1092190104 PMid:3688455

30. Turner CH. Homeostatic Control of Bone Structure: An Application of Feedback Theory. Bone. 1991; 12(3):203-217. https://doi.org/10.1016/8756-3282(91)90043-I

31. Barbat-Artigas S, Rolland Y, Cesari M, Abellan van Kan G, Vellas B, Aubertin-Leheudre M. Clinical Relevance of Different Muscle Strength Indexes and Functional Impairment in Women Aged 75 Years and Older. Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences. 2012; 68(7):811-9. https://doi.org/10.1093/gerona/gls254 PMid:23262030

32. Holviala J, Kraemer W, Sillanpää E, Karppinen H, Avela J, Kauhanen A, et al. Effects of Strength, Endurance and Combined Training on Muscle Strength, Walking Speed and Dynamic Balance in Aging Men. European Journal of Applied Physiology. 2012; 112(4):1335-47. https://doi.org/10.1007/s00421-011-2089-7 PMid:21796409

33. Granacher U, Lacroix A, Muehlbauer T, Roettger K, Gollhofer A. Effects of Core Instability Strength Training on Trunk Muscle Strength, Spinal Mobility, Dynamic Balance and Functional Mobility in Older Adults. Gerontology. 2013; 59(2):105-113. https://doi.org/10.1159/000343152 PMid:23108436

34. Gomes RM, Junior MDF, Francisco FA, Moreira VM, de Almeida DL, Saavedra LPJ, et al. Strength Training Reverses Ovariectomy-Induced Bone Loss and Improve Metabolic Parameters in Female Wistar Rats. Life Sciences. 2018; 213:134-141. https://doi.org/10.1016/j.lfs.2018.10.032 PMid:30343128