

تاثیر ورزش‌های ائروبیک و تقویتی بر وضعیت تعادل، قدرت عضلانی و تراکم استخوانی در زنان یائسه مبتلا به استئوپنی و استئوپروز اولیه

دکتر فریبا اسلامیان^۱، دکتر سید کاظم شکوری^۲، دکتر مهرزاد حاجعلیلو^۳، دکتر جلیل طوفان^۴، دکتر سوسن کلاهی^۵، دکتر یوسف هوشیار^۶

تاریخ دریافت ۹۰/۰۱/۲۵ تاریخ پذیرش ۹۰/۰۳/۰۲

چکیده

پیش زمینه و هدف: استئوپروز شایع‌ترین بیماری متابولیک استخوان می‌باشد. هدف این مطالعه بررسی تاثیر ورزش درمانی بر تعادل، قدرت عضلانی، دانسیته استخوانی و کیفیت زندگی در زنان مبتلا به استئوپنی و استئوپروز اولیه و از طرفی مقایسه دو نوع ورزش‌های ائروبیک و تقویتی بر روی شاخص‌های فوق‌الذکر می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این کارآزمایی بالینی، ۹۰ نفر زن یائسه مراجعه کننده به درمانگاه طب فیزیکی با تشخیص استئوپروز در طی ۱۵ ماه به طور تصادفی به سه گروه ۳۰ نفری تقسیم شدند. در هر سه گروه دارودرمانی آغاز گردید. قدرت عضلات کوادری سپس، هیپ ابداکتور و اکستانسور تنه تعیین شد. جهت سنجش تعادل دو شاخص ریسک سقوط و ثبات وضعیتی تعیین شد. سنجش تراکم استخوان به روش DEXA در نواحی لومبار و فمور انجام گرفت. پرسش‌نامه کیفیت زندگی SF36 در اختیار بیماران قرار گرفته و تکمیل شد. در گروه دوم و سوم، تمرینات ائروبیک و تقویتی به مدت شش ماه انجام گرفت.

نتایج: نشان داد که اگرچه متوسط مقدار BMD در مقایسه درون گروهی، در هر سه گروه به‌طور معنی‌دار افزایش یافته است اما متوسط این افزایش دانسیته بین سه گروه مطالعه (۰/۲۹±۰/۱۹، ۰/۲۵±۰/۲۳، ۰/۲۶±۰/۲۴) تفاوت چشمگیری از نظر آماری ندارد. کاهش خطر سقوط و بهبودی ثبات وضعیتی و افزایش قدرت عضلانی، در دو گروه ورزشی با تفاوت معنی‌داری نسبت به گروه بدون ورزش مشاهده شد (P<۰/۰۰۱). افزایش معنی‌دار امتیاز کلی و زیر شاخص‌های پرسش‌نامه در هر سه گروه حاکی از بهبود کیفیت زندگی بیماران بود.

نتیجه‌گیری: انجام برنامه ورزشی شش ماهه در زنان پست منوپوز باعث افزایش قدرت عضلانی، حفظ بیشتر تعادل و بهبود کیفیت زندگی در این گروه از بیماران نسبت به زنان یائسه‌ای می‌شود که صرفاً تحت درمان دارویی بوده‌اند. افزایش اندک تراکم استخوانی، بدون ارجحیت بین گروهی مشاهده گردید که البته تداوم برنامه ورزشی، اثرات آن را بر دانسیته استخوانی مستحکم خواهد ساخت.

کلمات کلیدی: استئوپروز، زنان پست منوپوز، تراکم استخوانی، ورزش‌های ائروبیک، ورزش‌های تقویتی

مجله پزشکی ارومیه، دوره بیست و دوم، شماره سوم، ص ۱۷۵-۱۶۶، مرداد و شهریور ۱۳۹۰

آدرس مکاتبه: تبریز، بیمارستان امام رضا، بخش طب فیزیکی و توانبخشی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تلفن: ۰۹۱۴۳۱۵۴۹۱۲

Email: eslamiyanf@tbzmed.ac.ir

مقدمه

سازمان بهداشت جهانی (WHO)، از دست رفتن بافت استخوانی و تخریب ساختار اسکلتی به صورت کاهش تراکم استخوانی به بیشتر از ۲/۵ انحراف معیار زیر متوسط مقدار آن در بالغین جوان هم نژاد و هم جنس تعریف می‌گردد. عارضه اصلی آن شامل شکستگی‌های ستون فقرات و لگن است، هرچند شکستگی در هر

استئوپروز شایع‌ترین بیماری متابولیک استخوان و یک مشکل بهداشتی جهانی است. استئوپروز یا پوکی استخوان وضعیتی است که به واسطه کاهش استحکام یا چگالی استخوانی مشخص شده و در میان زنان یائسه شایع است و در نتیجه آن افزایش استعداد به شکستگی به وجود می‌آید. طبق تعریف

^۱ استادیار گروه طب فیزیکی و توانبخشی، مرکز تحقیقات طب فیزیکی و توانبخشی، بیمارستان امام رضا، دانشگاه علوم پزشکی تبریز (نویسنده مسئول)

^۲ دانشیار گروه طب فیزیکی و توانبخشی، مرکز تحقیقات طب فیزیکی و توانبخشی، بیمارستان امام رضا، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

^۳ استادیار گروه داخلی، بخش روماتولوژی بیمارستان امام رضا، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

^۴ متخصص طب فیزیکی و توانبخشی

^۵ دانشیار گروه داخلی، بخش روماتولوژی بیمارستان امام رضا، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

^۶ پزشک عمومی، بخش طب فیزیکی و توانبخشی بیمارستان شهید مدنی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز

۴- ارزیابی کیفیت زندگی و زیر شاخص‌های آن در گروه‌های مورد مطالعه و مقایسه بین گروهی از نظر اثربخشی درمان بر روی هرکدام از شاخص‌های ذکر شده پیردازیم.

مواد و روش‌ها

۹۰ نفر زن یائسه با تشخیص استئوپنی شدید و استئوپروز مراجعه‌کننده به درمانگاه طب فیزیکی و توانبخشی یا ارجاعی از درمانگاه روماتولوژی به طب فیزیکی به طور تصادفی (انتخاب برگه قرعه) به سه گروه ۳۰ نفری تقسیم شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل زنان مبتلا به استئوپنی شدید $T \text{ score} < -1/5$ و استئوپروز $T \text{ score} \leq -2/5$ ، تمایل بیماران به شرکت در مطالعه و معیارهای خروج از مطالعه عبارت بودند از: بیماری شدید قلبی - عروقی، ناتوانی‌های شدید اسکلتی، آرتروز شدید مفاصل که مانع از انجام ورزش‌های مستلزم تحمل وزن گردد و فعالیت‌های بدنی غیر از موارد ارائه شده در طی مطالعه در دو گروه ورزشی. این ۳ گروه بیمار از نظر مشخصات دموگرافیک اعم از سن، قد، وزن و سابقه بیماری‌های مختلف همسان بودند. پس از آن، در هر سه گروه دارودرمانی شامل آلدروونات ۷۰ میلی گرم هفتگی به انضمام کلسیم روزانه ۱۰۰۰ میلی گرم و ویتامین D روزانه ۴۰۰ واحد آغاز گردید. در گروه دوم و سوم علاوه بر دارو تمرینات ورزشی متفاوت اعمال گردید.

تمام بیماران در ابتدا در بخش طب فیزیکی و توانبخشی بیمارستان امام رضا تحت معاینه و بررسی‌های ابتدایی قرار گرفتند. در هر گروه مشخصات عمومی شامل سن، قد، وزن و سابقه بیماری‌های قبلی تعیین گردید. قدرت عضلات کوادری سپس، ابداکتور هیپ و اکستانسور تنه، نخست با استفاده از (MMT^۱) با درجه بندی از ۱ تا ۵ اندازه‌گیری شد. سنجش تعادل و بالانس با استفاده از دستگاه Biodex balance training جهت تعیین دو شاخص ثبات وضعیتی^۲ و ریسک سقوط^۳ صورت گرفت. ثبات وضعیتی شاخصی به صورت یک مقیاس نسبی است که میزان نوسان وضعیتی بدن را از نقطه ثقل مرکزی محاسبه می‌کند. ریسک سقوط نیز خطر افتادن را به صورت یک مقیاس نسبی و اینکه این ریسک چند برابر افزایش یافته است را به صورت نمره‌دهی بر مبنای طیف سنی بیماران تعیین می‌کند. سپس تست بالینی تعادل نیز شامل " (TUG^۴) " در هر سه گروه انجام شد. این تست شامل زمان محاسبه شده با استفاده از کرونومتر جهت انجام عمل برخاستن از صندلی بازدار و پیمودن ۳ متر مسافت و دور

جایی از سیستم اسکلتی محتمل می‌باشد. استئوپروز بیش از ۱۰ میلیون فرد را در ایالات متحده گرفتار می‌سازد، ولی تنها قسمت کوچکی از افراد مبتلا شناخته و درمان می‌شوند (۱،۲). شیوع استئوپروز در زنان ایرانی ۶۰ تا ۶۹ ساله، ۳۲/۴ درصد در فقرات کمری و ۵/۹ درصد در فمور گزارش شده است. بر طبق این گزارش اگر چه حداکثر توده استخوانی در جامعه بالغین ایران از جمعیت اروپایی و آمریکایی کم‌تر است ولی میزان تحلیل استخوانی در هر دو جامعه ایرانی و غربی برابر است (۳).

Prince و همکاران در یک مطالعه نشان دادند که اگر چه رژیم استروژن بعلاوه ورزش درمانی مؤثرتر از رژیم کلسیم بعلاوه ورزش در افزایش دانسیته استخوانی در طول ۲ سال بوده است ولی عوارض جانبی هورمون درمانی را نیز باید در نظر داشت (۴). Allen و همکارانش تاثیر مثبت ورزش بر تعادل و جلوگیری از زمین خوردن در زنان مبتلا به یائسگی را نشان دادند. از سوی دیگر در این مطالعه و سایر مطالعات نحوه ورزش درمانی، شدت، طول مدت، تداوم یا فرکانس و تیپ‌های مختلف ورزشی هنوز مورد بحث می‌باشد (۵،۶). به طور کلی هرچند ورزش می‌تواند باعث افزایش استخوان‌سازی و کاهش از دست رفتن استخوان گردد، ولی هدف اصلی فعالیت بدنی در بیماران مبتلا به استئوپروز، کاهش خطر زمین خوردن و ایجاد شکستگی است (۷،۸). در یک مطالعه جامع توسط Hourigan و همکاران بر روی ۱۰۰ زن مبتلا به استئوپنی، ۵۰ بیمار تحت تمرینات منظم ورزشی، هفته‌ای دو مرتبه به مدت ۲۰ هفته قرار گرفتند و در ۵۰ بیمار دیگر هیچ مداخله ورزشی صورت نگرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که تمرینات ورزشی و تقویت تعادل به انضمام ورزش‌های تقویت عضلات تنه قادر به بهبودی قابل ملاحظه در حفظ تعادل و پیشگیری از زمین‌خوردگی و افزایش قدرت عضلانی در زنان مبتلا به استئوپنی می‌باشند، اما تغییرات در سنجش تراکم استخوان علی‌رغم تغییرات مثبت به حد معنی‌دار آماری نرسید، چرا که به نظر می‌رسد با توجه به روند طولانی remodeling استخوان، دوره زمانی طولانی‌تری برای تغییر قابل ملاحظه در دانسیته استخوانی لازم باشد (۹). مطالعه Kemmler و همکاران نیز حاکی از اثرات مثبت ورزش بر روی حفظ تعادل، افزایش قدرت عضلانی و تراکم استخوانی و بهبود کیفیت زندگی البته پس از برنامه منسجم یک‌ساله و دوساله بوده است (۱۰، ۱۱).

با توجه به موارد اشاره شده، اهمیت موضوع و نبود مطالعه مشابه در جامعه ما، بر آن شدیم تا در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر ورزش درمانی وسیع الطیف در زنان مبتلا به استئوپنی و استئوپروز اولیه با تمرکز بر چهار هدف اصلی: ۱- بررسی وضعیت تعادل ۲- تعیین قدرت عضلانی ۳- سنجش دانسیته استخوانی و

¹ Manual Muscle Test

² postural stability

³ fall risk

⁴ time up & go test

ریلاکسیشن انجام گرفت. در گروه سوم تمرینات تقویتی جهت عضلات اکستانسورتنه و هیپ ایداکتور ابتدا ایزومتریک سپس ایزوتونیک در مقابل مقاومت و بعد تقویت عضلات کوادری سپس به صورت ایزومتریک و سپس با میز کوادر به صورت ایزوتونیک انجام گرفت. لازم به تذکر است تمرینات منظم به صورت دسته جمعی در گروه‌های ۱۰ و ۱۵ نفری به صورت هفته‌ای سه روز و به مدت شش ماه با فاز استراحت یک ماهه انجام گرفت.

پس از شش ماه در هر سه گروه بررسی‌های اشاره شده شامل سنجش قدرت عضلانی، تعادل و دانسیته استخوانی مجدداً تکرار شده و در هر گروه قبل و بعد از مداخله در فرم جمع‌آوری اطلاعات تست‌های هر بیمار یادداشت می‌گردید. لازم به تذکر است که تقسیم‌بندی بیماران توسط فیزیوتراپیست صورت گرفت. فرد بررسی کننده یا پزشک متخصص طب فیزیکی از گروه‌بندی بیماران بی‌اطلاع بود.

لازم به ذکر است که پیش از انجام مطالعه از افراد دو گروه ورزشی رضایت‌نامه کتبی اخذ شد. ضمناً این مطالعه به تصویب کمیته منطقه‌ای اخلاق در معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تبریز رسیده است.

مواد و روش کار

داده‌های بدست آمده از مطالعه به وسیله روش‌های آماری توصیفی (فراوانی، درصد و میانگین \pm انحراف معیار)، آزمون t-test جفت جهت مقایسه میانگین متغیرها قبل و بعد مداخله در داخل هر گروه و آزمون t-test مستقل جهت مقایسه میانگین متغیرها بین دو گروه مورد بررسی قرار گرفت. همچنین جهت مقایسه میانگین تغییرات (واریاسیون) متغیرها در میان گروه‌های مورد مطالعه از آزمون one-way-ANOVA و در صورت معنی‌دار بودن آن، جهت بررسی اینکه نابرابری میانگین‌ها در کدام گروه یا گروه‌ها بوده است برای مقایسه دو به دو بین سه گروه از آزمون‌های تعقیبی (Post Hoc-Tukey) استفاده شد. در نهایت همگی این آزمون‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS 14 مورد بررسی و تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. در صورت نیاز از نسبت بخت به همراه ۹۵ درصد فاصله اطمینان نیز استفاده شد. در ضمن داده‌های کمی از لحاظ نرمال بودن توزیع داده‌ها به وسیله آزمون کلموگراف اسمیرنون مورد ارزیابی قرار گرفت. همبستگی بین متغیرهای کمی با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون تعیین گردید.

یافته‌ها

میانگین سن بیماران گروه بدون ورزش $59/00 \pm 7/31$ سال، میانگین سن بیماران گروه ورزش‌های ائروبیک $55/40 \pm 5/65$ سال

زندن به دور یک مانع و بازگشت همان مسافت و نشست روی صندلی است. واحد این شاخص به ثانیه بوده و نمایانگر عملکرد تعادل و هماهنگی عضلانی بدن می‌باشد. زمان نرمال این تست بسته به رنج سنی افراد (۶۰ تا ۹۵ سال) از ۷ تا ۱۲ ثانیه متغیر است. در تمامی بیماران BMD پایه تعیین شد و سنجش میزان تراکم استخوان با استفاده از دستگاه Hologic QDR 4500 Dual Energy X-Ray Absorptiometry elite USA با روش انجام گرفت. در این روش مقدار T-Score (میزان تراکم استخوان نسبت به افراد جوان)، Z-Score (میزان تراکم استخوان نسبت به افراد همسن)، Bone Mineral Density BMD یا دانسیته مینرال استخوان بر اساس گرم بر سانتی‌متر مربع و Bone mineral content BMC یا محتوای مینرال استخوان بر اساس گرم مشخص گردید.

T-Score بالای +۱ انحراف معیار به عنوان T-Score بسیار بالا و +۱ تا -۱ انحراف معیار به عنوان T-Score نرمال و -۱ تا -۲/۵ به عنوان T-Score استوپی و بیشتر از -۲/۵ به عنوان T-Score استوپروز تعریف شد (۱). تعیین سنجش تراکم استخوان توسط تکنسین دانسیتومتری با تفسیر متخصص مربوطه انجام گرفت. نکات تکنیکی جهت معتبر بودن دستگاه به خصوص از لحاظ وضعیت قرارگیری بیمار و تعیین منطقه مورد نظر از نظر سنجش تراکم به دقت رعایت گردید. در طی زمان تحقیق روزانه جهت دستگاه کنترل کیفیت انجام می‌شد و جهت کنترل دقیق‌تر کار کیفی Phantom Spine روزانه به عمل می‌آمد.

ضمناً پرسش‌نامه کیفیت زندگی که از انواع استاندارد SF36 به زبان ساده و گویاترجمه شده است و شامل زیرگروه‌های بررسی سلامت عمومی، اجتماعی، روانی و عملکرد فیزیکی و جسمی و درد بیمار می‌باشد، در اختیار بیماران قرار گرفت و قبل و پس از درمان تکمیل شد. نمره‌دهی هر زیرگروه از صفر تا ۱۰۰ بوده و نمره کلی SF36 میانگین تمام نمره‌های زیرگروه‌ها (زیرشاخص‌ها) می‌باشد. لازم به ذکر است، این پرسش‌نامه دارای ارزش‌روایی و پایایی در جامعه ما می‌باشد.

سیس برنامه ورزشی به شرح زیر در هر گروه مربوطه در بخش طب‌فیزیکی و توانبخشی بیمارستان شهید مدنی زیر نظر پزشک و فیزیوتراپیست مجرب انجام گرفت.

در گروه دوم نخست تمرینات هوازی (آئروبیک) در سه قسمت گرم کردن (ده دقیقه) با آموزش از طریق نوار ویدئویی و مربی ورزش، سپس تمرینات هوازی شامل دویدن بر روی تسمه نقاله یا ترد میل با ۸۰-۶۰ درصد ضربان قلب ماگزیمم و رکاب زنی بر روی دوچرخه ثابت به مدت سی دقیقه و سپس مرحله خنک کردن (به مدت پنج دقیقه) و نهایتاً ورزش‌های کششی و

بیماران سه گروه مورد مطالعه وجود نداشت و هر سه گروه از این نظر به اهم همگون بودند.

۲۰ نفر از بیماران (۱۰ نفر از بیماران گروه بدون ورزش، چهار نفر از بیماران گروه ورزش‌های ائروبیک و شش نفر از بیماران گروه ورزش‌های تقویتی) دارای اختلال gait به صورت waddeling، چهار نفر از بیماران (یک نفر از بیماران گروه بدون ورزش، دو نفر از بیماران گروه ورزش‌های ائروبیک و یک نفر از بیماران گروه ورزش‌های تقویتی) دارای اختلال gait به صورت Forward Trunk Flexion بودند و سایر بیماران فاقد اختلال gait بودند.

میانگین کلیه متغیرهای مورد مطالعه قبل از درمان در مقایسه بین سه گروه نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌دار آماری بین آن‌ها وجود ندارد ($P > 0.05$). جدول شماره یک، میانگین پارامترهای مورد سنجش را قبل و شش ماه بعد از درمان در هر سه گروه مورد مطالعه به طور مجزا نشان می‌دهد.

و میانگین سن بیماران گروه ورزش‌های تقویتی $55/90 \pm 6/80$ سال بود ($P = 0/080$).

میانگین وزن بیماران گروه بدون ورزش $66/66 \pm 13/82$ کیلوگرم، میانگین وزن بیماران گروه ورزش‌های ائروبیک $67/61 \pm 8/11$ کیلوگرم و میانگین وزن بیماران گروه ورزش‌های تقویتی $64/16 \pm 10/35$ کیلوگرم بود ($P = 0/459$).

میانگین قد بیماران گروه بدون ورزش $155/13 \pm 5/09$ سانتی‌متر، میانگین قد بیماران گروه ورزش‌های ائروبیک $156/13 \pm 4/60$ سانتی‌متر و میانگین قد بیماران گروه ورزش‌های تقویتی $154/03 \pm 6/03$ سانتی‌متر بود ($P = 0/309$).

میانگین BMI بیماران گروه بدون ورزش $27/62 \pm 5/34$ و میانگین BMI بیماران گروه ورزش‌های ائروبیک $27/81 \pm 3/83$ و میانگین BMI بیماران گروه ورزش‌های تقویتی $26/97 \pm 3/59$ بود ($P = 0/731$). لذا تفاوت معنی‌داری بین میانگین سن، وزن و قد

جدول شماره (۱): میانگین پارامترهای مورد سنجش قبل و شش ماه بعد از درمان در هر سه گروه مورد مطالعه

P value	گروه بدون ورزش		P value	گروه ورزش‌های تقویتی		P value	گروه ورزش‌های ائروبیک		متغیرهای سنجش
	بعد	قبل		بعد	قبل		بعد	قبل	
0/126	16/02 (2/34)	16/27 (2/38)	<0/001	11/45 (1/45)	13/16 (1/28)	<0/001	12/63 (1/91)	15/25 ^a (1/92) ^b	Time up & go
0/613	3/61 (1/50)	3/59 (1/53)	<0/001	2/18 (0/75)	2/75 (1/13)	<0/001	1/91 (0/89)	3/08 (0/98)	خطر سقوط
0/062	1/19 (0/63)	1/24 (0/64)	<0/001	0/83 (0/49)	1/13 (0/48)	<0/001	0/82 (0/56)	1/13 (0/60)	ثبات وضعیتی
<0/001	-2/86 (0/87)	-2/93 (1/01)	0/30	-2/38 (0/61)	-2/54 (1/11)	<0/001	-2/27 (0/72)	-2/51 (0/75)	تراکم استخوانی کمری
0/084	-1/67 (0/98)	-1/94 (0/83)	<0/001	-1/40 (0/64)	-1/58 (0/76)	<0/003	-1/74 (0/72)	-1/86 (0/76)	تراکم استخوانی گردن فمور
<0/001	57/03 (9/50)	52/35 (12/3)	<0/001	68/78 (10/7)	50/39 (10/1)	<0/001	70/49 (13/0)	52/66 (15/0)	میانگین امتیاز پرسش‌نامه SF36

a: میانگین، b: انحراف معیار

معنی‌دار است ($P < 0/001$) و اگرچه به عنوان مثال در مورد افزایش قدرت عضلات اکسترنورتنه، ورزش‌های تقویتی نسبت به بقیه تفاوت واضحی دارند اما این تفاوت به حد معنی‌دار آماری نرسیده است ($P = 0/092$).

تعداد موارد کاهش، بدون تغییر یا افزایش قدرت نیز در هر سه گروه در جدول دو نشان داده شده است. تعداد بیمارانی که قدرت عضلات آن‌ها به 5/5 افزایش یافته است به تفکیک در هر گروه در جدول سه نشان داده شده است. به طور خلاصه میزان افزایش قدرت عضلانی در گروه‌های ورزشی نسبت به گروه بدون ورزش

جدول شماره (۲): تغییرات قدرت عضلانی در بین سه گروه مورد مطالعه در بعد از مداخله

P value	گروه				
	ورزش‌های تقویتی	ورزش‌های ائروبیک	بدون ورزش		
P<۰/۰۰۱	۰	۰	۲	کاهش	اکستانسور زانو
	۱۰	۱۹	۲۷	بدون تغییر	
P<۰/۰۰۱	۲۰	۱۱	۱	افزایش	ابداکتورران
	۰	۲	۰	کاهش	
P<۰/۰۰۱	۱۳	۹	۲۴	بدون تغییر	
	۱۷	۱۹	۶	افزایش	
P<۰/۰۰۱	۰	۰	۱	کاهش	اکستانسور تنه
	۱۵	۱۹	۲۸	بدون تغییر	
	۱۵	۱۱	۱	افزایش	

جدول شماره (۳): موارد افزایش قدرت عضلانی به ۵/۵ در بین سه گروه مورد مطالعه در بعد از مداخله

P value	گروه			
	ورزش‌های تقویتی	ورزش‌های ائروبیک	بدون ورزش	
۰/۰۰۱	۱۴	۸	۱	کوادر
P<۰/۰۰۱	۱۲	۱۵	۰	ابداکتور
۰/۰۹۲	۸	۲	۱	اکستانسور تنه

ورزش تفاوت آماری معنی‌دار نشان می‌دهد ($P<۰/۰۰۱$) و البته در مورد این شاخص، ارجحیتی بین گروه‌های ائروبیک و تقویتی نسبت به همدیگر دیده نمی‌شود ($P=۰/۱۶۶$).

میانگین تغییرات یا تفاضل قبل و بعد از مداخله متغیر ثبات وضعیتی در گروه بدون ورزش $۰/۰۵ \pm ۰/۱۴$ ، در گروه ورزش‌های ائروبیک $۰/۴۹ \pm ۰/۳۹$ و در گروه ورزش‌های تقویتی $۰/۳۰ \pm ۰/۲۶$ بوده است. که همگی در جهت کم‌تر شدن بی‌ثباتی است.

این میزان بهبودی در ثبات، بین سه گروه ($P<۰/۰۰۱$)، $F=۱۸/۲۲$ و $df=۲$ و نیز در مقایسه بین ۲ گروه ورزشی با گروه بدون ورزش تفاوت آماری معنی‌دار دارد ($P<۰/۰۰۳$ و $P<۰/۰۰۱$). همچنین گروه ورزش‌های ائروبیک تفاوت معنی‌داری را نسبت به گروه تقویتی نشان می‌دهد ($P=۰/۰۲۷$).

میانگین تغییرات یا تفاضل قبل و بعد از مداخله متغیر BMD لومبار، در گروه بدون ورزش $۰/۲۶ \pm ۰/۲۳$ ، در گروه ورزش‌های ائروبیک $۰/۲۵ \pm ۰/۲۵$ و در گروه تقویتی $۰/۲۹ \pm ۰/۱۹$ بوده است. که نشان دهنده افزایش دانسیته یا تراکم استخوانی در ناحیه در ناحیه لومبار در هر سه گروه می‌باشد.

میانگین تغییرات یا تفاضل قبل و بعد از مداخله این متغیرها و همچنین امتیاز پرسش‌نامه کیفیت زندگی SF36 و زیرشاخص‌های آن در جدول ۴ و ۵ نمایش داده شده است.

میانگین تغییرات یا واریاسیون متغیر TUG در گروه بدون ورزش $۰/۲۵ \pm ۰/۸۶$ ، در گروه ورزش‌های ائروبیک $۱/۳۰ \pm ۲/۶۲$ و در گروه ورزش‌های تقویتی $۱/۰۴ \pm ۱/۷۱$ می‌باشد که نشان دهنده کم‌تر شدن زمان طی مسیر یا بهبودی سرعت راه رفتن می‌باشد.

و این میزان بهبودی بین ۳ گروه ($P<۰/۰۰۱$)، $F=۳۶/۲۳$ و $df=۲$ و همچنین در مقایسه بین دو گروه ورزشی با گروه بدون ورزش تفاوت معنی‌دار آماری دارد ($P<۰/۰۰۱$) و البته در گروه ورزش‌های ائروبیک نیز تفاوت معنی‌داری نسبت به گروه ورزش‌های تقویتی نشان می‌دهد ($P=۰/۰۰۵$).

میانگین تغییرات متغیر سقوط ریسک در گروه بدون ورزش $۰/۲۱ \pm ۰/۱۴$ ، در گروه ورزش‌های ائروبیک $۰/۳۹ \pm ۰/۸۱$ و در گروه ورزش‌های تقویتی $۰/۵۶ \pm ۰/۶۲$ بوده است که نشان‌دهنده کاهش خطر سقوط در هر سه گروه است.

این میزان بهبودی بین سه گروه ($P<۰/۰۰۱$)، $F=۲۰/۵۲$ و $df=۲$ و همچنین در مقایسه بین دو گروه ورزشی با گروه بدون

تقویتی 0.17 ± 0.20 می باشد که نشان دهنده افزایش دانستیه استخوانی در ناحیه گردن فمور است.

این میزان بهبودی در افزایش دانستیه ناحیه گردن فمور، در بین سه گروه ($F=0.310$ ، $P=0.734$ و $df=2$) و همچنین بین دو گروه ورزشی با گروه بدون ورزش تفاوت آماری معنی دار نداشته است ($P=0.189$ و 0.714) و همین طور ورزش های آئروبیک و تقویتی در افزایش این شاخص با همدیگر تفاوت چشمگیری ندارند ($P=0.945$).

این میزان بهبودی در تراکم استخوان لومبار بین سه گروه مورد مطالعه ($F=0.182$ ، $P=0.834$ و $df=2$) و همچنین در مقایسه دو گروه ورزشی با گروه بدون ورزش تفاوت معنی دار آماری نداشته است ($P=0.999$ و 0.849). همینطور ورزش های آئروبیک و تقویتی ارجحیتی به همدیگر از نظر میزان افزایش این شاخص نداشته اند ($P=0.873$). میانگین تغییرات متغیر BMD گردن فمور، در گروه بدون ورزش 0.12 ± 0.20 ، در گروه آئروبیک 0.15 ± 0.19 و در گروه

جدول شماره (۴): مقایسه میانگین تغییرات یا یاریسیون (تفاضل قبل و بعد از مداخله) متغیرها در بین سه گروه مورد

مطالعه به صورت دوجه دو

P_V(B-C)	P_V(A-C)	P_V(A-B)	گروه			
			ورزش های آئروبیک (B)		بدون ورزش (A)	
			انحراف معیار \pm میانگین	انحراف معیار \pm میانگین	انحراف معیار \pm میانگین	
			ورزش های تقویتی (C)			
			انحراف معیار \pm میانگین	انحراف معیار \pm میانگین	انحراف معیار \pm میانگین	
0.005	<0.001	<0.001	-1.71 \pm 1.04	-2.62 \pm 1.30	-0.25 \pm 0.86	Time up & go
0.166	<0.001	<0.001	-0.62 \pm 0.56	-0.81 \pm 0.39	-0.14 \pm 0.21	خطر سقوط
0.027	0.003	<0.001	-0.30 \pm 0.26	-0.49 \pm 0.39	-0.05 \pm 0.14	ثبات وضعیتی
0.873	0.849	0.999	0.29 \pm 0.19	0.26 \pm 0.25	0.26 \pm 0.23	تراکم استخوانی کمری
0.945	0.714	0.889	0.17 \pm 0.20	0.15 \pm 0.19	0.12 \pm 0.20	تراکم استخوانی گردن فمور
0.069	<0.001	0.005	1.13 \pm 0.89	0.66 \pm 0.95	0.00 \pm 0.45	قدرت کوادری سپس
0.717	0.100	<0.001	0.96 \pm 0.92	1.16 \pm 0.39	0.20 \pm 0.40	قدرت هیپ ابدکتور
0.092	<0.001	0.060	0.80 \pm 0.88	0.43 \pm 0.62	0.03 \pm 0.41	قدرت اکستانسور تنه
0.967	<0.001	<0.001	18.39 \pm 8.85	17.83 \pm 11.14	4.68 \pm 4.96	امتیاز پرسشنامه SF36

جدول شماره (۵): مقایسه میانگین امتیاز SF36 و زیرشاخص های آن در بین سه گروه مورد مطالعه به صورت دوجه دو در بعد از مداخله

P_V(B-C)	P_V(A-C)	P_V(A-B)	گروه			
			ورزش های آئروبیک (B)		بدون ورزش (A)	
			انحراف معیار \pm میانگین	انحراف معیار \pm میانگین	انحراف معیار \pm میانگین	
			ورزش های تقویتی (C)			
			انحراف معیار \pm میانگین	انحراف معیار \pm میانگین	انحراف معیار \pm میانگین	
0.580	<0.001	<0.001	68.78 \pm 10.78	70.49 \pm 13.02	57.03 \pm 9.50	میانگین امتیاز کل SF36
0.159	<0.001	<0.001	63.58 \pm 11.00	67.95 \pm 12.67	48.94 \pm 15.18	سلامت عمومی
0.356	0.006	<0.001	78.83 \pm 14.00	77.33 \pm 15.13	63.50 \pm 14.15	عملکرد فیزیکی
1	0.007	0.16	64.17 \pm 22.44	64.17 \pm 26.82	49.17 \pm 19.12	سلامت جسمی
0.846	0.100	0.28	81.08 \pm 22.65	79.86 \pm 25.91	66.40 \pm 19.98	سلامت روانی
0.294	0.002	<0.001	67.50 \pm 17.25	72.25 \pm 17.51	54.58 \pm 13.33	بهبود فعالیت های اجتماعی
0.649	0.249	0.124	66.07 \pm 13.53	67.73 \pm 14.67	61.83 \pm 14.62	بهبود درد
0.815	<0.001	<0.001	63.68 \pm 11.68	64.47 \pm 14.27	53.62 \pm 10.19	بهبود احساسات روانی

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که اگرچه متوسط BMD در مقایسه درون گروهی بین قبل و بعد از مداخله، در هر سه گروه (به استثناء BMD گردن فمور در گروه بدون ورزش) به طور

در مورد نتایج حاصل از مطالعه، در چند قسمت با توجه به پارامترهای مورد ارزیابی به بحث می پردازیم.

بهبودی قابل توجه نداشته است. به همین ترتیب در مطالعه ما نیز ورزش‌های تقویتی با فوکوس بر عضلات اکستانسور تنه و زانو و ابداکتور هیپ، تاثیر بیشتری بر قدرت عضلانی این نواحی نسبت به ورزش‌های هوازی که به صورت گلوبال عمل می‌کنند، داشته‌اند هرچند باز در حد معنی‌دار نبوده است و نکته چهارم و آخر این که بین دو گروه ورزشی اعم از هوازی و تقویتی تفاوت چشمگیری در بهبودی شاخص‌ها وجود نداشته و در واقع ترکیبی از هر دو نوع ورزش هوازی و مقاومتی با شدت مؤثر در پوکی استخوان توصیه می‌گردد که این نتیجه هم مشابهت بسیار با نتایج مطالعه ما دارد.

طبق نتیجه‌گیری Suominen و همکاران (۲۰۰۶) در فنلاند، ورزشکارانی که در رشته‌های قدرتی و بدنسازی از قبیل وزنه‌برداری و پرش با مانع فعالیت دارند دارای توده استخوانی بیشتر و ساختمان قوی‌تری نسبت به ورزشکاران سایر رشته‌ها در تمام رده‌های سنی، می‌باشند. به نظر می‌رسد اثرات ورزش در طی جهش رشد بیشتر از سایر دوره‌های زندگی، مؤثر باشد، چرا که gain حاصله در BMC و نیز BMD در آزمون‌های کارآزمایی بالینی، حدود ۵-۲ درصد در سال تخمین زده می‌شود در حالی که gain حاصله از ورزش بر روی BMD در میان افراد سالمند کم‌تر بوده و حدود ۳-۱ درصد در سال می‌باشد (۱۴). به گفته این محقق و همکاران، اگر چه ورزش‌های ائروبیک در حفظ سلامتی و fitness عمومی بدن بسیار مهم‌اند ولی ورزش‌های مقاومتی کاربردی‌تر بوده و به صورت اختصاصی در هر محلی که بیشتر فعالیت ورزشی داشته و تحت استرس باشد عمل می‌کنند (مشابه نتیجه Kemmler و همکاران). این نوع ورزش‌ها باعث حفظ یا بهبود دانسیته استخوانی شده، ریسک خطر افتادن را کم‌تر می‌کنند، ایمن بوده و به سهولت در میان کهن‌سالان انجام پذیرند. این محقق سرانجام معتقد است که اظهار نظر قطعی در مورد دوز مقاومت یا لود بکار رفته و سرعت انجام فعالیت نیازمند مطالعات بیشتری است (۱۴).

نتایج مطالعه ما همچنین نشان دهنده افزایش قدرت عضلانی در سه گروه کوادری سپس، هیپ ابداکتور و اکستانسورهای تنه با تفاوت معنی‌دار در دو گروه ورزشی نسبت به گروه بدون ورزش بوده است و در بسیاری موارد به ۵/۵ یا حد نرمال رسیده است.

de Mastoso و همکاران در برزیل (۲۰۰۹)، مطالعه‌ای در مورد تاثیر تمرینات با وزنه که به صورت زنجیره بسته یا CKC^۲ انجام می‌گرفت بر روی زنان مبتلا به استئوپنی و استئوپروز انجام دادند. ۱۲ ماه بعد BMD لومبار گروه مورد افزایش یافت ولی در گروه کنترل کاهش یافت که البته از نظر آماری معنی‌دار نبود

معنی‌دار افزایش یافته است. اما متوسط تغییرات در BMD ناحیه لومبار و گردن فمور یا همان میزان متوسط افزایش دانسیته استخوانی در نواحی فوق، بعد از درمان بین سه گروه مورد مطالعه و همچنین در مقایسه بین دو گروه متفاوت ورزشی، تفاوت چشمگیری از نظر آماری ندارد.

در این رابطه، Kemmler و همکاران (۲۰۰۲ و ۲۰۰۳) و در Erlangen آلمان، مرکز EFOPS^۱ (۲۰۰۴) چندین مطالعه را در Erlangen آلمان، مرکز EFOPS^۱ انجام دادند و همگی نشان‌دهنده افزایش دانسیته استخوانی در فقرات لومبار در نتایج DXA، افزایش VO₂ max و حداکثر قدرت ایزومتریک عضلات پس از بررسی یک‌ساله و افزایش دانسیته لومبار و هیپ و کاهش پروفیل چربی (کلسترول و تری‌گلیسرید) و بهبود کیفیت زندگی پس از بررسی دو ساله با تفاوت قابل توجه نسبت به گروه کنترل بوده است (۱۲-۱۰).

مطالعه جامع دیگری توسط این محقق و Engelke و سایرین در همین مرکز (۲۰۰۶) با مقایسه دو گروه متفاوت ورزشی با گروه کنترل (بدون ورزش)، تقریباً مشابه مطالعه ما، انجام گرفت. یک گروه شامل ورزش‌های تقویتی با مقاومت بالا و دیگری شامل ائروبیک با شدت بالا بوده است. نتایج پس از بررسی ۳ ساله با DXA، سونوگرافی و پرسش‌نامه‌ها حاکی از کاهش شدت درد و افزایش BMD در فقرات، هیپ و پاشنه بدون تغییر در ساعد در هر دو گروه ورزشی، بدون تفاوت بین خود دو گروه، و بدتر شدن این شاخص‌ها در گروه کنترل بوده است (۱۳).

چند نکته در رابطه با این مطالعات حائز اهمیت است: اول اینکه ورزش‌های نوع high intensity چه ائروبیک و چه تقویتی اثرات بیشتری در افزایش تراکم استخوانی نسبت به ورزش‌هایی با شدت کم‌تر دارند. دوم این که: جهت کسب این اثرات مثبت، زمان طولانی‌تری (بیش از یکسال) لازم است به عبارت دیگر ورزش مداوم و همیشگی باعث افزایش BMD و بهبودی سایر پارامترها نسبت به گروه بدون ورزش می‌گردد و گسستگی برنامه ورزشی احتمالاً باعث قطع منافع حاصله خواهد شد. این نکته در مورد مطالعه ما صادق است و مشاهده می‌شود که اگر چه افزایش BMD در گروه‌های ورزشی بیشتر از بدون ورزش بوده ولی به حد معنی‌دار آماری نرسیده است ولی می‌توان نتیجه گرفت در صورت تداوم برنامه ورزشی در طول مدت بیش از یک سال شاهد اثرات چشمگیری از آن بر روی تراکم استخوانی باشیم.

سوم: این اثرات ورزش بیشتر site-specific یا اختصاصی به محل وارد شدن استرس می‌باشند لذا در ناحیه ساعد و بازو، چون ورزش‌های خاص اندام فوقانی انجام نشده است، BMD آن ناحیه

² Closed Kinetic Chain

¹ Erlangen Fitness Osteoporosis Prevention Study

مقابل ورزش‌های کششی در زنان پست منوپوز انجام داده و نشان می‌دهد که گروه HIE باعث افزایش BMD گردن فمور به میزان ۰/۶ درصد در مقابل ۰/۱ درصد کاهش در گروه ورزش‌های کششی، شده است. البته کاهش لیپوپروتئین با دانسیته پایین (LDL) و افزایش قدرت عضلانی در هر دو گروه برابر بوده است (۱۸).

بهبودی کیفیت زندگی بیماران که بر مبنای پرسش‌نامه SF36 ارزیابی شد نشان دهنده افزایش معنی‌دار آن در هر سه گروه مورد مطالعه (با و بدون ورزش) بود ($P < 0/001$) و اما در مقایسه بین گروه‌های ورزش و بدون ورزش، تاثیر گروه ورزش معنی‌دار بود ولی بین دو گروه متفاوت ورزش یعنی هوازی و تقویتی تفاوت قابل توجهی وجود نداشت ($P > 0/05$).

در مورد بررسی زیرشاخص‌های این پرسش‌نامه، لازم به ذکر است که بهبودی در میانگین عملکرد فیزیکی، سلامت جسمی، فعالیت‌های اجتماعی و احساسات روانی همگی در هر سه گروه قبل و بعد مداخله تفاوت معنی‌داری آماری را نشان می‌دهند و همچنین در مقایسه گروه ورزش درمانی نسبت به بدون ورزش تفاوت بارزی وجود دارد ($P < 0/05$).

اما شاخص کاهش درد اگر چه در هر سه گروه قبل و بعد مداخله بهبودی داشت ولی در مقایسه گروه بدون ورزش با ورزش درمانی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (۰/۲۴۰ و $P = 0/124$). یا به عبارت دیگر تاثیر ورزش بر روی سلامت اجتماعی، روانی و فیزیکی افراد بارزتر از تاثیر آن بر دردهای ارگانیک بدن است.

همان‌طور که در یکی از آخرین مقالات سال ۲۰۱۰ که توسط Melisa و همکاران در برزیل صورت گرفته، انجام تمرینات ورزشی و تعادلی در طی ۱۲ ماه به صورت یک ساعت در هفته با آموزش خانگی، باعث افزایش قابل توجه و معنی‌دار آماری در پرسش‌نامه کیفیت زندگی شده و خطر افتادن را نیز به میزان ۵۰ درصد در مقابل ۲۶ درصد در گروه کنترل کاهش داده است (۱۹).

مطالعه Li WC و همکاران (۲۰۰۹) نیز در یک مرور سیستماتیک جامع، اثر برنامه‌های ورزشی بر روی کیفیت زندگی زنان پست منوپوز استئوپروتیک را تأیید می‌کند (۲۰).

مجموعاً نتایج مطالعه ما و سایرین نشان دهنده تاثیر بیشتر ورزش بر شاخص‌های سلامت روانی و علایم سایکوسوماتیک بیماران بوده و اثرات مثبت ورزش و فعالیت‌های دسته‌جمعی، بر روی بهبودی انگیزه بیماران در جهت مشارکت در ورزش و به تبع آن بهبودی در فعالیت‌های روزمره زندگی را تأیید می‌کند.

در نهایت یکی از محدودیت‌های این مطالعه کوتاه بودن زمان پی‌گیری بوده که از نظر اثرگذاری ورزش بر تک تک شاخص‌های فوق‌الذکر مخصوصاً تراکم استخوانی زمان طولانی‌تری را طلب

(۱۵). ولی مرور سیستماتیک چند مطالعه توسط Zehnacher و همکاران در آمریکا (۲۰۰۷) نشان داد که تمرینات با وزنه به صورت (PRE^۱) در طول یکسال باعث افزایش BMD در فقرات و هیپ و حفظ دانسیته استخوانی می‌شود و سرانجام توصیه به انجام مادام‌العمر این ورزش‌ها می‌کند (۱۶). البته باید توجه داشت که در مقایسه با تمرینات هوازی در مطالعه ما که بیشتر از نوع ایستاده و متحمل وزن بوده، تمرینات تقویتی بیماران ما بیشتر از نوع non-weight bearing بود؛ و مقاومت به کار رفته در این ورزش‌ها از نوع شدت اندک تا متوسط بوده و با استفاده از تراپاند و انجام تمرینات میزکوادر صورت می‌گرفته نه این‌که به صورت تمرینات برداشتن وزنه به صورت پیش رونده یا PRE باشد لذا نوع و مدت این تمرینات و میزان لود به کار رفته در این مطالعات متفاوت بوده است. در مورد بررسی وضعیت تعادل، نتایج حاصله از مطالعه حاکی از بهبودی در زمان عملکرد یا به نوعی سرعت عمل در انجام تست time up & go، کاهش خطر سقوط و بهبودی ثبات وضعیتی در دو گروه ورزشی با تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه بدون ورزش می‌باشد همچنین شایان ذکر است که شاخص‌های TUG و ثبات وضعیتی در گروه آثروپیک بهبودی بیشتری را نسبت به دو گروه دیگر نشان می‌دهند.

به نظر می‌رسد پروتکل ورزش‌های آثروپیک که در مرکز ما با تأکید بر پیاده‌روی سریع بر روی تردمیل بوده، نسبت به پروتکل ورزش‌های تقویتی مطالعه ما که شامل ورزش‌های ایزومتریک و ایزوتونیک عضلات اکستانسور تنه و کوادری سپس و هیپ بوده است بیشتر با تحمل وزن و استرس آگزیاال همراه بوده فلذا بیشتر بر ثبات وضعیتی تاثیر گذارده است به همین ترتیب برنامه ورزش‌های هوازی با افزایش تدریجی سرعت و شیب تردمیل کارآیی فرد را در انجام فعالیت‌هایی که نیازمند سرعت عمل و هماهنگی عضلانی می‌باشد افزایش داده است و نهایتاً باعث کاهش زمان عملکرد در تست TUG گردیده است.

در همین رابطه مطالعه‌ای توسط Papaionannou و همکاران در سال ۲۰۰۳، نشان داد که یک برنامه ورزشی خانگی با حداقل نظارت در زنان پست منوپوز با یک شکستگی مهره‌ای، پس از شش و دوازده ماه علی‌رغم بهبود کیفیت زندگی و تست بالانس، بر روی تست TUG بیماران و BMD گردن فمور و لومبار اثر مثبتی نسبت به گروه کنترل نداشته است (۱۷). احتمالاً در این برنامه ورزشی خانگی، شدت و مدت ورزش جهت تأثیر بر پارامترهای فوق، کافی نبوده است. اما یکی از آخرین مطالعات توسط Kaijun Nin و همکاران (۲۰۰۹) در ژاپن مقایسه یک‌ساله ورزش‌های (HIE^۲) در

¹ Progressive Resistive Exercise

² high impact exercise

نسبت به گروه زنان یائسه‌ای می‌شود که صرفاً تحت درمان دارویی بوده‌اند. افزایش اندک ولی قابل توجه تراکم استخوانی، بدون تفاوت واضح بین گروه‌های ورزشی و بدون ورزش مشاهده گردید که به نظر می‌رسد تداوم برنامه ورزشی و پی‌گیری درازمدت، اثرات آن را بر دانسیته استخوانی مستحکم‌تر خواهد ساخت؛ بنابراین ترکیبی از ورزش‌های هوازی و تقویتی در کنار دارودرمانی در درمان این طیف از زنان توصیه می‌گردد.

می‌کند و پیشنهاد می‌شود در ادامه این مطالعه همراه با تداوم برنامه ورزشی پی‌گیری پس از یک سال و دو سال دیگر هم انجام بگیرد.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که انجام برنامه منسجم ورزشی شش ماهه در زنان پست منوپوز، باعث افزایش قدرت عضلانی، حفظ بیشتر تعادل و بهبود کیفیت زندگی در این گروه از بیماران

References:

1. Sinaki M. Prevention and treatment of osteoporosis. In: Braddom RL, Editor. Physical medicine and rehabilitation. 3th Ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 2007. P. 929-48.
2. Bringhurst FR, Demay MB, Krane SM, Kronenberg HM. Bone and mineral metabolism in health and disease. In: Braunwald E, Fauci AS, Kasper D, Hauer SL, Longo DL, Jameson JL, Editor. Harrison's principles of internal medicine, 16th Ed. New York: McGraw Hill; 2005. P. 2268-79.
3. Larijani B, Hossein-Nezhad A, Mojtahedi A, Pajouhi M, Bastanagh MH, Soltani A, et al. Normative data of bone mineral density in healthy population of Tehran, Iran: a cross sectional study. BMC Musculoskelet Disord 2005; 6:38.
4. Prince RL, Smith M, Dick IM, Price RI, Webb PG, Henderson NK, et al. Prevention of postmenopausal osteoporosis: a comparative study of exercise, calcium supplementation, and hormone-replacement therapy. N Engl J Med 1991; 325(17):1189-95.
5. Allen SH. Exercise considerations for postmenopausal women with osteoporosis. Arthritis Care Res 1994; 7(4):205-14.
6. Yoshimura N. Exercise and physical activities for the prevention of osteoporotic fractures: a review of the evidence. Nippon Eiseigaku Zasshi 2003; 58(3):328-37. (Japanese)
7. Iqbal MM. Osteoporosis: epidemiology, diagnosis, and treatment. South Med J 2000; 93(1):2-18.
8. Kenny AM, Prestwood KM. Osteoporosis, pathogenesis, diagnosis, and treatment in older adults. Rheum Dis Clin North Am 2000; 26(3):569-91.
9. Hourigan SR, Nitz JC, Brauer SG, O'Neill S, Wong J, Richardson CA. Positive effects of exercise on falls and fracture risk in osteopenic women. Osteoporos Int 2008; 19(7):1077-86.
10. Kemmler W, Engelke K, Lauber D, Weineck J, Hensen J, Kalender WA. Exercise effects on fitness and bone mineral density in early postmenopausal women: 1-year EFOPS results. Med Sci Sports Exerc 2002;34(12):2115-23.
11. Kemmler W, Engelke K, Weineck J, Hensen J, Kalender WA. The Erlangen fitness osteoporosis prevention study: a controlled exercise trial in early postmenopausal women with low bone density-first-year results. Arch Phys Med Rehabil 2003; 84(5):673-82.
12. Kemmler W, Lauber D, Weineck J, Hensen J, Kalender W, Engelke K. Benefits of 2 years of intense exercise on bone density, physical fitness, and blood lipids in early postmenopausal osteopenic women: results of the Erlangen fitness osteoporosis prevention study (EFOPS). Arch Intern Med 2004; 164(10):1084-91.
13. Engelke K, Kemmler W, Lauber D, Beeskow C, Pintag R, Kalender WA. Exercise maintains bone

- density at spine and hip EFOPS: a 3-year longitudinal study in early postmenopausal women. *Osteoporos Int* 2006; 17(1):133-42.
14. Suominen H. Muscle training for bone strength. *Aging Clin Exp Res* 2006; 18(2):85-93.
15. de Matos O, Lopes da Silva DJ, Martinez de Oliveira J, Castelo-Branco C. Effect of specific exercise training on bone mineral density in women with postmenopausal osteopenia or osteoporosis. *Gynecol Endocrinol* 2009; 25(9):616-20.
16. Zehnacker CH, Bemis-Dougherty A. Effect of weighted exercises on bone mineral density in post menopausal women: a systematic review. *J Geriatr Phys Ther* 2007; 30(2):79-88.
17. Papaioannou A, Adachi JD, Winegard K, Ferko N, Parkinson W, Cook RJ, et al. Efficacy of home-based exercise for improving quality of life among elderly women with symptomatic osteoporosis-related vertebral fractures. *Osteoporos Int* 2003; 14(8):677-82.
18. Niu K, Ahola R, Guo H, Korpelainen R, Uchimaru J, Vainionpää A, et al. Effect of office-based brief high-impact exercise on bone mineral density in healthy premenopausal women: the Sendai Bone Health Concept Study. *J Bone Miner Metab* 2010; 28(5):568-77
19. Madureira MM, Bonfá E, Takayama L, Pereira RM. A 12-month randomized controlled trial of balance training in elderly women with osteoporosis: improvement of quality of life. *Maturitas* 2010; 66(2):206-11.
20. Li WC, Chen YC, Yang RS, Tsauo JY. Effects of exercise programmes on quality of life in osteoporotic and osteopenic postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil* 2009; 23(10):888-96.