

مقاله پژوهشی

تأثیر شش هفته تمرین منتخب پیلاتس بر برخی از شاخص‌های مرتبط با پوکی استخوان در زنان یائسه

سعید شاکریان^{۱*}، الهام گنجی^۲، مهرزاد شعبانی^۳، پروین عابدی^۴

^۱ دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
^۲ کارشناسی ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
^۳ دانشجوی دکتری، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
^۴ دانشیار، گروه مامایی، دانشکده پرستاری و مامایی دانشگاه جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۲۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۲

چکیده

مقدمه: استئوپروز شایع‌ترین بیماری متابولیک استخوان است که قابل پیشگیری و درمان می‌باشد. یکی از مهم‌ترین مداخله‌های غیر دارویی مؤثر، داشتن فعالیت بدنی مناسب و مستمر است. در این راستا، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر شش هفته تمرین منتخب پیلاتس بر برخی از شاخص‌های مرتبط با پوکی استخوان زنان یائسه انجام شد.

مواد و روش‌ها: پژوهش نیمه‌تجربی حاضر با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون در ارتباط با ۲۲ نفر از زنان یائسه غیر فعال که به صورت داوطلبانه در پژوهش شرکت نمودند، انجام شد. ۱۱ نفر در گروه کنترل و ۱۱ نفر در گروه تمرین منتخب پیلاتس قرار گرفتند. فاکتورهای آلکالین فسفاتاز استخوانی، کلسیم و فسفر، ۲۴ ساعت قبل و نیز پس از پایان شش هفته اندازه‌گیری شدند. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل کواریانس یک راهه و آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسه برون گروهی استفاده گردید.

یافته‌ها: میانگین سنی نمونه‌ها ۵۲/۸۶±۴/۵۸ سال و شاخص توده بدنی آن‌ها ۲۹/۷۲±۳/۶۸ بود. نتایج حاصل از این مطالعه نشان دادند که پس از شش هفته تمرین، بین دو گروه تمرین پیلاتس و کنترل در شاخص‌های آلکالین فسفاتاز استخوان، کلسیم و فسفر سرم زنان یائسه، تفاوت معناداری وجود دارد ($P \leq 0.05$)؛ هر سه شاخص افزایش معناداری پیدا کرده بودند.

نتیجه‌گیری: بر مبنای نتایج می‌توان گفت که شش هفته تمرین پیلاتس منجر به بهبود برخی از شاخص‌های ساختاری استخوانی زنان یائسه شده است؛ بنابراین می‌توان اظهار داشت در صورتی که تمرینات بدنی به صورت منظم و طولانی مدت اجرا شود، می‌تواند یک عامل پیشگیری از بیماری‌های مرتبط با استخوان در زنان یائسه باشد.

کلمات کلیدی: آلکالین فسفاتاز، پوکی استخوان، پیلاتس، کلسیم، زنان یائسه، فسفر

مقدمه

پوکی استخوان شامل از دست دادن تدریجی و خاموش استخوان و روند طبیعی پیری می‌باشد که به عنوان یک بیماری اسکلتی سیستمیک با توده استخوانی کم و از دست دادن ریزساختارهای بافت استخوان و افزایش شکنندگی و حساسیت به شکستگی که باعث کاهش تعادل پویا در بیماران می‌شود، تعریف شده است (۱). در پوکی استخوان ناشی از یائسگی، به دلیل کاهش سطح استروژن، تغییراتی در تولید سیتوکین‌های حساس و مهم ایجاد می‌شود که در نهایت منجر به ایجاد عدم تعادل بین پدیده ساخت و تخریب استخوانی می‌گردد و جذب استخوان نسبت به ساخت آن پیشی می‌گیرد (۲). BALP (Bone Alkaline Phosphatase) یا آلکالین فسفاتاز استخوان، یک گلیکوپروتئین ترشح شده از سلول‌های استئوبلاست است که در بسیاری از بافت‌ها از جمله استخوان، کبد، روده، کلیه و جفت یافت می‌شود. در بافت استخوان، استئوبلاست‌ها منشأ عظیمی از آلکالین فسفاتاز هستند و سطح سرمی آن نشان‌دهنده فعالیت استوبلاستیکی می‌باشد (۳). از سوی دیگر، پاسخ استخوان سازی بدن می‌تواند تحت تأثیر یون‌هایی مانند کلسیم و فسفر تغییر نموده و هدایت شود. مواد معدنی به ویژه کلسیم و فسفر، نقش متابولیکی و ساختاری بسیار مهمی را در رشد استخوان ایفا می‌کنند و به عنوان شاخص‌های اولیه نشان‌دهنده خطر شکستگی بر اثر پوکی استخوان محسوب می‌شوند (۴). مطالعات نشان داده‌اند که زنان، هشت برابر بیشتر از مردان در معرض خطر ابتلا به استئوپروز می‌باشند. این بیماری بیش از نیمی از زنان بالای ۵۰ سال را درگیر می‌کند (۵). در این راستا، بر ورزش و تحرک بدنی به منظور بازسازی پوکی استخوان تأکید شده است. نیروهای مکانیکی اعمال شده بر استخوان توسط ورزش باعث بهبود فعالیت استخوان

می‌شود. علاوه بر این فعالیت ورزشی، خطر سقوط در کهنسالی را به واسطه بهبود قدرت، تعادل و هماهنگی کاهش می‌دهد (۲).

در ورزش‌های مقاومتی، نیروهای ناشی از انقباضات عضلانی به طور مستقیم و غیر مستقیم بر استخوان تأثیر گذاشته و به عنوان دلایل ایجادکننده افزایش بار بر بافت استخوانی محسوب می‌شوند. این نوع نیروها به عنوان یک محرک استخوان‌ساز عمل می‌نمایند (۶). در حال حاضر، ورزش پیلاتس به عنوان یک روش منحصر به فرد آمادگی جسمانی در علوم ورزشی و پزشکی شناخته شده است که باعث تقویت عضلات، کشش، تنفس عمیق، تقویت عضلات تنه و بازگرداندن تعادل بدن می‌شود (۷). در حالی که برخی از پژوهشگران بر تأثیر مثبت ورزش‌های مقاومتی در افزایش سوخت و ساز استخوان به نفع سنتز آن تأکید کرده‌اند؛ اما گروهی دیگر استفاده از این نوع ورزش‌ها را در زنان یائسه و مبتلا به پوکی استخوان، بدون خطر و عارضه نمی‌دانند. از سوی دیگر، انجام تمرینات مقاومتی و کار با دستگاه‌های ورزشی، مشمول صرف هزینه و وقت بیشتری بوده و امکان آسیب در آن نسبت به تمرینات پیلاتس بیشتر است (۸). با این وجود، تمرین پیلاتس به مهارت و تجهیزات خاصی نیاز نداشته و روی تشک و برای افراد با سطح آمادگی جسمانی معمولی قابل اجرا است و یک ورزش امن و بدون خطر برای افزایش BMD (Bone Mineral Density) در بیماران مبتلا به پوکی استخوان می‌باشد (۹). اکثر زنان یائسه تمایلی به شرکت در فعالیت‌های بلند مدت مقاومتی و صرف وقت و هزینه برای آن را ندارند (۸). با توجه به اینکه تاکنون اثرات طولانی مدت تمرین پیلاتس بر مارکرهای استخوان زنان یائسه در هیچ پژوهشی مورد بررسی قرار نگرفته است؛ در پژوهش حاضر به بررسی تأثیر تمرینات منتخب پیلاتس بر برخی از شاخص‌های مرتبط با پوکی استخوان در زنان یائسه پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

آزمودنی‌ها

در پژوهش حاضر که به روش نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون صورت گرفت، به مقایسه شش هفته‌تمرین منتخب پیلاتس و مقاومتی بر برخی از شاخص‌های ساختاری استخوان زنان یائسه پرداخته شد. جامعه آماری پژوهش را کلیه زنان یائسه مراجعه‌کننده به مرکز تحقیقات یائسگی بیمارستان "امام خمینی" اهواز تشکیل دادند. این پژوهش به صورت میدانی در پاییز و زمستان سال ۱۳۹۶ اجرا شد. آزمودنی‌ها براساس شرایط پژوهش به صورت داوطلبانه در آن شرکت نمودند. با استفاده از نرم‌افزار GPOWER با توان آماری ۰/۹۵، اندازه اثر ۰/۹ و سطح خطای ۰/۰۵، تعداد نمونه معادل ۲۲ نفر تعیین گردید. بدین ترتیب، ۲۲ نفر از زنان یائسه ۴۵-۶۰ ساله سالم یائسه مراجعه‌کننده به مرکز تحقیقات یائسگی بیمارستان امام خمینی اهواز که طی شش ماه گذشته هیچ‌گونه فعالیت ورزشی نداشتند، به طور تصادفی به دو گروه پیلاتس (۱۱ نفر) و کنترل (۱۱ نفر) تقسیم شدند. معیارهای ورود آزمودنی‌ها به مطالعه عبارت بودند از: قرار داشتن در دامنه سنی ۴۵-۶۰ سال، عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی، بیماری‌های کبدی و آرتریت روماتوئید، نداشتن فعالیت منظم ورزشی طی شش ماه گذشته و سپری شدن حداقل ۱۲ ماه از آخرین عادت ماهیانه. معیارهای خروج آزمودنی‌ها از مطالعه نیز شامل: انصراف از شرکت در تمرین و یا داشتن غیبت بیش از دو جلسه تمرین، انجام ورزش منظم در گروه کنترل و شرکت گروه تمرین در جلسات ورزشی غیر از جلسات ورزشی این مطالعه بود. پس از انتخاب نمونه، فرم رضایت‌نامه و همکاری و یادآمد غذایی بین آزمودنی‌ها توزیع گردید و ضمن توضیح مختصر از آن‌ها خواسته شد تا فرم‌ها را طی مدت دوره تمرینی تکمیل کنند. پس از دوره تمرینی، فرم یادآمد غذایی جمع‌آوری گردید. داده‌های لازم در زمینه

دریافت مواد غذایی با استفاده از یادآمد ۲۴ ساعته خوراک (دو روز کاری و یک روز تعطیل در هفته برای تعیین میانگین مواد غذایی دریافتی) به دست آمد؛ بدین صورت که از تمامی افراد درخواست گردید تمام خوردنی‌ها و آشامیدنی‌هایی را که طی ۲۴ ساعت گذشته مصرف کرده بودند، ذکر نمایند. برای کمک به افراد برای یادآوری دقیق‌تر مقادیر مواد غذایی مصرف شده، از ظروف و پیمانه‌های خانگی استفاده گردید. مقادیر ذکر شده غذاها با استفاده از راهنمای مقیاس‌های خانگی به گرم تبدیل شد. سپس هر غذا طبق دستورالعمل برنامه نرم‌افزار پردازش غذا (N4) کدگذاری گردید و کارشناس تغذیه آن‌ها را از نظر میزان انرژی و مواد مغذی تجزیه و تحلیل کرد. شایان ذکر است که پرسشنامه یادآمد غذایی مورد استفاده دارای روایی ۰/۷۶ و پایایی ۰/۸۹ بود.

خون‌گیری

در این پژوهش شاخص‌های ساختاری استخوان (آلکالین فسفاتاز استخوانی، کلسیم و فسفر) به عنوان متغیرهای وابسته پژوهش مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. پس از ۱۲ ساعت ناشتایی در مرحله پیش‌آزمون، ۲۴ ساعت قبل از شروع برنامه تمرینی از هر دو گروه تمرین و کنترل در ساعت ۸-۹ صبح و در مرحله پس‌آزمون، ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین از هر دو گروه تمرین و کنترل با شرایط مشابه پیش‌آزمون، ۵ سی‌سی خون وریدی رادیال از دست چپ بیماران گرفته شد تا سرم خون جدا گشته و متغیرهای وابسته اندازه‌گیری شوند. تمامی مراحل خون‌گیری در مرکز تحقیقات یائسگی بیمارستان امام خمینی انجام شد. شایان ذکر است که از کیت ELISA ZELLBiO (ساخت کشور آلمان) با حساسیت ۰/۵ یکای بین‌المللی بر لیتر به منظور ارزیابی آلکالین فسفاتاز استخوانی، از کیت پارس آزمون (ساخت ایران) با حساسیت ۰/۲ میلی‌گرم جهت اندازه‌گیری میزان کلسیم سرمی و از کیت فسفروس

پارس آزمون (ساخت ایران) با حساسیت ۰/۷ میلی گرم به منظور اندازه‌گیری فسفر سرم بهره گرفته شد.

نحوه انجام تمرینات منتخب پیلاتس

هر جلسه تمرین پیلاتس شامل: مراحل گرم کردن، بدنه اصلی و سرد کردن بود که مدت زمان آن در هفته‌های اول و دوم ۷۰ دقیقه، در هفته‌های سوم و چهارم ۸۰ دقیقه و در هفته‌های پنجم و ششم ۹۰ دقیقه بود؛ به طوری که ۱۰ دقیقه به گرم کردن و ۱۰ دقیقه به سرد کردن اختصاص می‌یافت. حرکات پیلاتس شامل: هاندرد همراه با پایین بودن سر، دایره تک پا، کشش تک پا با پایین بودن سر، کشش هر

دو پا با پایین بودن سر، کراس با پایین بودن سر، پری دریایی، ضربه تک پا و دو پا، پل شانه‌ای نیمه، ضربه جانبی، دایره زدن از مفصل هیپ و چرخش هیپ همراه با مسقیم بودن بازوها و حالت طبیعی ستون فقرات، شنا، کشش پا به جلو، زانو زدن جانبی در حالت طبیعی بودن ستون فقرات، ماندن در وضعیت پل کامل و کشش بدن به سمت بالا بود. برنامه تمرینی گروه پیلاتس در جدول ۱ ارائه شده است. تعداد شمارش حرکات در هفته‌های اول و دوم، یک ست هشت‌تایی بود. همچنین در هفته‌های سوم و چهارم، دو ست هشت‌تایی و در هفته‌های پنجم و ششم، سه ست هشت‌تایی اجرا گردید.

جدول ۱: برنامه تمرین پیلاتس طی شش هفته

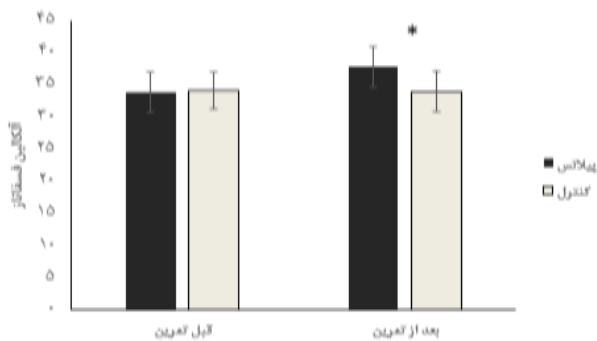
هفته‌ها	شدت	مدت (دقیقه)	استراحت	نوبت‌های تمرینی	تنفس	وسایل کمکی
اول و دوم	۱RM ۵۵-۶۰ درصد، RPE ۴-۵	۷۰	۱ به ۱	۱*۸	سطحی	---
سوم و چهارم	۱RM ۶۵-۷۰ درصد، RPE ۶-۷	۸۰	۲ به ۱	۲*۸	عمیق	دمبل نیم کیلویی
پنجم و ششم	۱RM ۷۵-۸۰ درصد، RPE ۸-۹	۹۰	حذف	۳*۸	عمیق و طولانی	دمبل نیم کیلویی

به منظور کنترل شدت فعالیت از شاخص درک فشار بورگ یا RPE (Ratings of Perceived Exertion) استفاده شد. مقیاس رتبه‌بندی شاخص بورگ از عدد ۶ (بسیار بسیار سبک) تا ۲۰ (بسیار بسیار دشوار) شماره‌گذاری گردیده بود؛ به گونه‌ای که در گرم کردن از RPE ۹-۱۰، در مرحله اصلی ۱۶-۱۴ و در مرحله سرد کردن از RPE ۹-۱۰ استفاده شد. نحوه کنترل شدت تمرین به این گونه بود که به هر فرد گفته شده بود در ۳-۴ تکرار قبل از اینکه به مرحله دشوار (RPE=۱۶) برسند، حرکت را متوقف سازند. در این مطالعه از آزمون راه رفتن Rockport به منظور برآورد توان هوازی یا همان حداکثر حجم اکسیژن مصرفی VO₂max استفاده گردید.

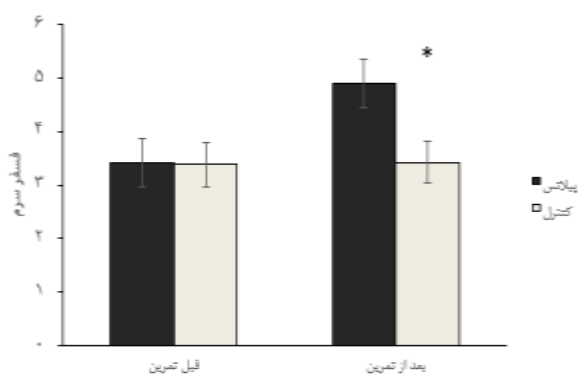
در این پژوهش از روش آماری توصیفی شامل: میانگین و انحراف معیار و همچنین از آزمون Shapiro-Wilk برای بررسی طبیعی بودن داده‌ها استفاده گردید. همچنین به منظور بررسی همگن بودن واریانس از آزمون Levene و برای مقایسه بین گروهی از آزمون تحلیل کواریانس بهره گرفته شد. باید خاطرنشان ساخت که سطح معناداری معادل ($P < 0/05$) در نظر گرفته شد. برای انجام محاسبات آماری از نرم‌افزار SPSS 23 استفاده گردید.

نتایج

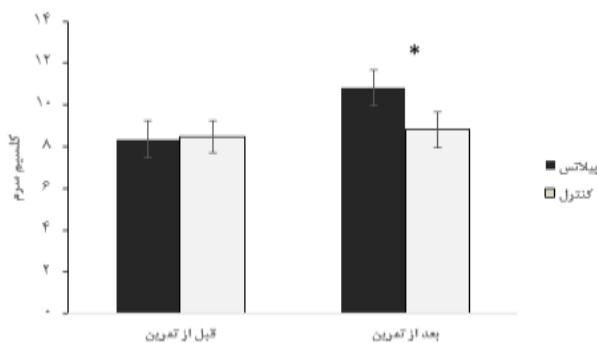
داده‌های مربوط به میانگین و انحراف معیار شاخص‌های آنتروپومتریکی و ترکیب بدنی در جدول ۲ ارائه شده است. مطابق با این جدول، زنان یائسه بین سنین ۴۵ تا ۶۰ سال



نمودار ۱: نتایج آزمون تحلیل کواریانس یک راهه آلکالین فسفاتاز سرم بین دو گروه پیلاتس و کنترل
* نشان دهنده سطح معناداری بین دو گروه می باشد



نمودار ۲: نتایج آزمون تحلیل کواریانس یک راهه فسفر سرم بین دو گروه پیلاتس و کنترل
* نشان دهنده سطح معناداری بین دو گروه می باشد



نمودار ۳: نتایج آزمون تحلیل کواریانس یک راهه کلسیم بین دو گروه پیلاتس و کنترل
* نشان دهنده سطح معناداری بین دو گروه می باشد

قرار داشتند و ۱۲ ماه متوالی از آخرین قاعدگی آنها گذشته بود.

مقایسه بین گروهی آزمون تحلیل کواریانس در نمودار ۱ نشان می دهد که بین دو گروه، تفاوت معناداری قبل و بعد از مصرف مکمل در شاخص آلکالین فسفاتاز استخوانی وجود دارد ($P=0/03$). همچنین نتایج بین گروهی آزمون تحلیل کواریانس در نمودار ۲ حاکی از آن هستند که بین دو گروه تمرین پیلاتس و کنترل، تفاوت معناداری در شاخص فسفر وجود دارد ($P=0/002$). همچنین بر مبنای نتایج بین گروهی در نمودار ۳ می توان گفت که پس از شش هفته فعالیت، تفاوت معناداری در مقدار سرمی شاخص کلسیم بین دو گروه تمرین و کنترل مشاهده می شود ($P=0/001$). هر سه شاخص کلسیم، فسفر و آلکالین فسفاتاز استخوانی در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری پیدا کرده اند.

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار مشخصات آنتروپومتری و

ویژگی های فردی آزمودنی ها

متغیر	گروه	پیش آزمون (M±SD)	پس آزمون (M±SD)
سن (سال)	پیلاتس	۵۳/۴۵±۵/۱۲
	کنترل	۵۲/۲۷±۴/۸۸
قد (سانتی متر)	پیلاتس	۱۵۹/۶۰±۴/۰۵
	کنترل	۱۵۷/۸۱±۶/۱۲
وزن (کیلوگرم)	پیلاتس	۶۹/۹۵±۷/۷۳	۶۸/۷۳±۸/۰۰
	کنترل	۷۶/۷۸±۶/۶۹	۷۰/۶۰±۷/۲۲
شاخص توده بدنی (متر مربع بر کیلوگرم)	پیلاتس	۲۸/۴۸±۳/۳۳	۲۸/۲۷±۷/۷۸
	کنترل	۳۰/۹۶±۴/۰۱	۳۱/۲۷±۳/۳۶
VO2MAX	پیلاتس	۲۳/۲۲±۱/۸۸	۲۷/۶۲±۲/۳۳
	کنترل	۲۲/۶۹±۲/۴۱	۲۲/۷۳±۲/۱۱

بحث

یائسه پرداخته شد. در این مطالعه افزایش معناداری در آلکالین فسفاتاز، تراکم مواد معدنی استخوان (BMD) و کلسیم مشاهده گردید (۱۳) که با نتایج پژوهش حاضر همسو می‌باشد. مطالعات نشان داده‌اند که رگ‌های خونی موجود در واحد ساختاری استخوان، نقش مهمی را در تغییرات استخوانی ایفا می‌کنند. شواهد اخیر حاکی از نقش فعال رگ‌های خونی در استخوان‌سازی از طریق آزادسازی مواد تنگ‌کننده و گشادکننده عروق و فاکتورهای تنظیم موضعی (اینترلوکین-۶، اندوتلین-۱، نیتریک اکساید) که سبب فعال‌سازی سلول‌های استئوبلاست و جلوگیری مستقیم از فعالیت سلول‌های استئوکلاست می‌شود، می‌باشند (۱۴). به طور کلی، فعالیت بدنی منظم و طولانی مدت که حداقل شدت لازم برای تحریک استخوانی را دارا باشد، سبب افزایش جذب روده‌ای و کاهش دفع ادراری یون کلسیم شده و به افزایش سطوح کلسیم یونیزه سرم می‌انجامد. همچنین با افزایش سطوح آلکالین فسفاتاز، انتقال کلسیم مایع خارج سلولی به درون استئویدهای غیر معدنی افزایش پیدا می‌کند و سلول‌های استخوانی جدید ساخته می‌شوند (۱۵). در این راستا، مفیدی صدر و همکاران (۱۳۹۸) تأثیر یک دوره تمرین ترکیبی (مقاومتی-هوازی) را بر تراکم استخوانی و برخی از شاخص‌های خونی در زنان یائسه چاق و دارای اضافه وزن مورد بررسی قرار دادند و بیان نمودند که ۱۲ هفته تمرین ترکیبی هوازی و مقاومتی سبب افزایش سطوح آلکالین فسفاتاز و کلسیم در زنان یائسه شده است که این مهم با نتایج پژوهش حاضر همسو می‌باشد؛ اما مقدار فسفر پس از ۱۲ هفته فعالیت، تغییر معناداری پیدا نکرد که از این نظر با یافته‌های پژوهش حاضر مغایرت دارد (۱۶). تمرینات استقامتی می‌تواند بر ریتم شبانه‌روزی شاخص آلکالین فسفاتاز تأثیر داشته و سبب کاهش آن شود. البته به نظر می‌رسد که تمرینات

یافته‌های این مطالعه نشان دادند که پس از شش هفته تمرین پیلاتس، سطوح سرمی BALP، کلسیم و فسفر نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری پیدا کرده بود؛ بنابراین می‌توان بیان کرد که نوع مداخله ورزشی مورد اجرا در این مطالعه توانسته است در افزایش پاسخ مارکرهای استخوانی مرتبط با پوکی استخوان در زنان یائسه مؤثر باشد و تأثیر معناداری بر شاخص‌های ساختاری استخوان، افزایش فرایند بازسازی و حفظ تراکم استخوان داشته باشد. تغییرات کلسیم و فسفر پلاسمایی بیشتر به عوامل هورمونی تنظیم‌کننده سطوح کلسیم مربوط است. پاراتورمون از عوامل مهم در تنظیم سوخت و ساز استخوانی می‌باشد. مهم‌ترین عمل فیزیولوژیایی این هورمون، حفظ هوستاز یون کلسیم/ فسفات غیر آلی از طریق گیرنده مرتبط با پروتئین در کلیه، استخوان و روده است. پاراتورمون از طریق تحریک بازجذب کلسیم در روده و افزایش بازجذب استخوانی موجب افزایش سطوح کلسیم پلازما می‌شود. این هورمون با افزایش تولید ۲۵ هیدروکسی ویتامین D3 در کلیه، بازجذب کلسیم در کلیه را افزایش می‌دهد (۱۰). گفته می‌شود که فعالیت‌های ورزشی سبب جذب بهتر کلسیم از سیستم گوارشی شده و حضور مقادیر کافی کلسیم موجب کاهش تولید هورمون پاراتورمون می‌گردد؛ از این رو برداشت استخوانی کلسیم را کاهش می‌دهد که این امر بر تغییرات مثبت توده استخوانی اثرگذار است. افزایش حضور یون فسفات نیز باعث افزایش مقادیر پاراتورمون می‌شود (۱۱). در این راستا، Mikalacki و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی اثرات برنامه مداخله‌ای پیلاتس بر پارامترهای تراکم استخوان زنان بالغ پرداختند و بیان نمودند که ورزش پیلاتس باعث افزایش سطوح مارکرهای استخوانی می‌شود (۱۲). همچنین در پژوهشی در سال ۲۰۱۹ به بررسی تأثیر فعالیت هوازی بر شاخص‌های استخوانی آلکالین فسفاتاز، تراکم مواد معدنی استخوان (BMD) و کلسیم در زنان

مؤثر در تغییرات مارکرهای استخوانی، تفاوت در پاسخ و سازگاری با تمرینات می‌باشد. در این ارتباط در مطالعه‌ای ناهمسو با پژوهش حاضر، Zhou و همکاران (۲۰۱۲) کاهش معنادار BALP را در بررسی تمرینات کوتاه مدت در استخوان گزارش نمودند (۲۰). از آنجایی که فاز جذب مقدم بر فاز تشکیل استخوان در فرایند نوسازی است، مارکر جذب استخوان می‌تواند پاسخی سریع‌تر نسبت به مارکر تشکیل استخوان در برابر تحریکات ورزش بدهد (۲۱)؛ بنابراین برای مشاهده پاسخ مارکر تشکیل استخوان به مدت زمان بیشتری نیاز است. احتمالاً یکی از دلایل تفاوت در نتایج را می‌توان به بحث پاسخ و سازگاری ناشی از فعالیت نسبت داد؛ زیرا در پژوهش حاضر سازگاری ناشی از ورزش مورد بررسی قرار گرفت؛ اما در مطالعه یانگ و همکاران، تغییرات آلكالین فسفاتاز در پاسخ به فعالیت سنجیده شد. در پژوهشی دیگر اثر ۱۲ هفته تمرین منتخب مقاومتی و هوازی در آب بر تراکم معدنی استخوان ستون فقرات کمری و فمورال در زنان یائسه چاق بررسی گردید. تمرینات هوازی و مقاومتی در آب به مدت ۱۲ هفته به صورت سه جلسه در هفته در ماه اول، چهار جلسه در هفته در ماه دوم و پنج جلسه در هفته در ماه سوم انجام شد. نتایج نشان‌دهنده عدم تغییرات معنادار در سطح سرم فسفر در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل بودند که با یافته‌های پژوهش حاضر مغایرت دارد. علت این ناهمخوانی را می‌توان شرایط محیطی اجرای تمرین دانست. از آنجایی که تمرین در آب نیروی تحمل وزن بدن و در نتیجه بارگذاری و ایجاد فشار مکانیکی بر استخوان را کاهش می‌دهد؛ بنابراین به نظر می‌رسد بارگذاری مکانیکی بر استخوان کافی نبوده است (۲۲).

همچنین در پژوهشی که در سال ۲۰۲۰ در ارتباط با بررسی تأثیر چهار هفته فعالیت پلايومتریک با محدودیت جریان خون بر سطوح سرمی آلكالین فسفاتاز صورت

اینتروال با شدت کافی، تأثیر بیشتری بر کاهش پاراتورمون داشته باشد که این مهم سبب اثرگذاری بهینه بر تراکم استخوانی می‌شود (۱۷). از آنجایی که در مطالعه صدر و همکاران، بخشی از تمرینات به شکل هوازی و به صورت تناوبی اعمال شد، این احتمال وجود دارد که از طریق این مکانیسم باعث بهبود ملاحظه شده در تراکم استخوانی شده باشد. احتمالاً این دوره تمرینی با افزایش مقادیر کلسیم خونی و عدم تغییر در بنیان‌های فسفات، محرک کافی برای کاهش ترشح هورمون پاراتیروئید بوده است. باید توجه داشت که تنظیم متقابل کلسی‌تونین نیز ممکن است از عوامل مؤثر در تغییرات مشاهده شده باشد. احتمالاً افزایش غلظت کلسی‌تونین باعث عدم جذب فسفر از استخوان شده است. کلسی‌تونین جذب مجدد فسفر را در توبول‌های کلیه مهار می‌کند و این عمل موجب افزایش دفع فسفر از طریق ادرار می‌شود (۱۸).

در این ارتباط، آکوچکیان و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی اثر فعالیت ورزشی ترکیبی بر تراکم استخوانی زنان یائسه مبتلا به سرطان سینه پرداختند. تمرینات هوازی و مقاومتی به مدت سه ماه و به صورت دو جلسه در هفته انجام شد. مدت زمان تمرینات ۷۰ دقیقه، شدت تمرینات مقاومتی ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه ثابت با تعداد ۲۰ تکرار بود. نتایج نشان دادند که سه ماه تمرین مقاومتی، اثر معناداری بر BMD مهره‌های کمر و استخوان ران زنان یائسه نداشته است (۱۹) که با یافته‌های پژوهش حاضر همخوانی ندارد. علت این عدم همخوانی را می‌توان شدت تمرین و تعداد دفعات اجرا در هفته دانست؛ زیرا با توجه به یافته‌های مطالعات مختلف، تمرینات با شدت و اثر نفوذ بالا، بیشترین تأثیر را بر فرایند بازسازی استخوان دارند. در این راستا در پژوهش آکوچکیان و همکاران به نظر می‌رسد که تعداد دفعات اجرا در هفته کم بوده است. از دیگر عوامل

بود؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود به‌جای تمرینات ورزشی طاقت‌فرسا، آسیب‌زا و هزینه‌بردار از تمرینات پیلاتس برای بهبود وضعیت جسمانی و پیشگیری از روند پوکی استخوان در زنان یائسه استفاده شود. در انتها، در ارتباط با محدودیت‌های غیر قابل کنترل مطالعه حاضر می‌توان به تفاوت‌های نژادی، وراثت و پاسخ آن‌ها به فعالیت‌های ورزشی، میزان انگیزه آزمودنی‌ها برای شرکت در پژوهش، میزان اضطراب و تنش روانی آزمودنی‌ها طی مراحل پژوهش و کنترل نشدن میزان و نوع فعالیت‌های روزمره خارج از برنامه آزمودنی‌ها اشاره کرد.

حمایت مالی

این مقاله از پایان‌نامه کارشناسی ارشد استخراج گردیده و بدون دریافت کمک مالی انجام شده است.

ملاحظات اخلاقی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد مصوب دانشگاه شهید چمران اهواز با کد اخلاق EE/97.3. IRCT 2017090217756N26 و کد 02.4791/scu.ac.ir می‌باشد.

تضاد منافع

بدین وسیله نویسندگان تصریح می‌نمایند که هیچ‌گونه تضاد منافی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از تمامی افرادی که در راستای انجام این پایان‌نامه با نویسنده همکاری نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

گرفت، نشان داده شد که چهار هفته تمرین پلايومتریک با محدودیت جریان خون منجر به افزایش معنادار سطوح سرمی آلکالین فسفاتاز استخوانی دختران غیر فعال گردیده است (۲۳). تمرینات پلايومتریک همراه با محدودیت جریان خون و تمرینات مقاومتی با توجه به ماهیتی که دارند سبب افزایش سطوح هورمون رشد و فاکتور رشد شبه انسولین یک می‌شوند. بیان شده است که در انسان، رهایش فاکتور رشد شبه انسولین یک موضعی مسئول اثر آنابولیک ورزش بر بافت استخوان می‌باشد. هورمون‌های تیروئید و ترشح کورتیزول نیز طی فعالیت‌های جسمانی افزایش می‌یابد و سبب افزایش مارکرهای استخوانی می‌شود (۲۴). در مطالعه Bemben و همکاران (۲۰۰۷) نشان داده شد که یک جلسه تمرین مقاومتی حاد منجر به کاهش معنادار مارکر جذب استخوان و عدم تغییرات معنادار آلکالین فسفاتاز استخوانی می‌گردد (۲۵). از آنجایی که فاز جذب مقدم بر فاز تشکیل استخوان در فرایند نوسازی است، مارکر جذب استخوان می‌تواند پاسخی سریع‌تر نسبت به مارکر تشکیل استخوان به تحریکات (ورزش) دهد (۲۶). برای مشاهده پاسخ مارکر تشکیل استخوان به مدت زمان بیشتری نیاز است؛ بنابراین احتمالاً این دلیل می‌تواند همخوانی در کاهش مارکر جذب استخوان و ناهمخوانی در افزایش مارکر تشکیل استخوان را با یافته‌های پژوهش حاضر توجیه کند.

نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان دادند که تمرینات پیلاتس سبب افزایش تحریک ترشح بیومارکرهای استخوان مانند آلکالین فسفاتاز استخوانی، کلسیم و فسفر می‌شود. تمرینات پیلاتس به دلیل قابل اجرا بودن در تمام سنین، عدم نیاز به وسایل خاص و هزینه‌بردار و احتمال آسیب کمتر برای زنان یائسه بسیار مناسب و سودمند خواهد

References

1. Wilson DJ. Osteoporosis and sport. *Eur J Radiol.* 2019; 110:169-74.
2. Tong X, Chen X, Zhang S, Huang M, Shen X, Xu J, et al. The effect of exercise on the prevention of osteoporosis and bone angiogenesis. *Biomed Res Int.* 2019; 2019:8171897.
3. Greenblatt MB, Tsai JN, Wein MN. Bone turnover markers in the diagnosis and monitoring of metabolic bone disease. *Clin Chem.* 2017; 63(2):464-74.
4. 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.
5. Castro JP, Joseph LA, Shin JJ, Arora SK, Nicasio J, Shatzkes J, et al. Differential effect of obesity on bone mineral density in White, Hispanic and African American women: a cross sectional study. *Nutr Metab (Lond).* 2005; 2(1):9.
6. Pasqualini L, Ministrini S, Lombardini R, Bagaglia F, Paltriccia R, Pippi R, et al. Effects of a 3-month weight-bearing and resistance exercise training on circulating osteogenic cells and bone formation markers in postmenopausal women with low bone mass. *Osteoporos Int.* 2019; 30(4):797-806.
7. Pata RW, Lord K, Lamb J. The effect of Pilates based exercise on mobility, postural stability, and balance in order to decrease fall risk in older adults. *J Bodyw Mov Ther.* 2014; 18(3):361-7.
8. Areta JL, Burke LM, Camera DM, West DW, Crawshay S, Moore DR, et al. Reduced resting skeletal muscle protein synthesis is rescued by resistance exercise and protein ingestion following short-term energy deficit. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2014; 306(8):E989-97.
9. Oksuz S, Unal E. The effect of the clinical pilates exercises on kinesiophobia and other symptoms related to osteoporosis: Randomised controlled trial. *Complement Ther Clin Pract.* 2017; 26:68-72.
10. World Health Organization. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: report of a WHO study group [meeting held in Rome from 22 to 25 June 1992]. Geneva: World Health Organization; 1994.
11. Kelley GA. Aerobic exercise and bone density at the hip in postmenopausal women: a meta-analysis. *Prev Med.* 1998; 27(6):798-807.
12. Mikalacki M, Cokorilo N, Obradovic B, Marijanac A, Ruiz-Montero PJ, Mikalacki M, et al. Effects of Pilates-interventional program on calcaneus-bone density parameters of adult women. *Int J Morphol.* 2015; 33(4):1220-4.
13. Al Dahamsheh Z, Al Rashdan K, Al Hadid A, Jaradat R, Al Bakheet M, Bataineh ZS. The Impact of Aerobic Exercise on Female Bone Health Indicators. *Med Arch.* 2019; 73(1):35-8.
14. Al-Shreef FM, Al-Jiffri OH, Abd El-Kader SM. Bone metabolism and hand grip strength response to aerobic versus resistance exercise training in non-insulin dependent diabetic patients. *Afr Health Sci.* 2015; 15(3):896-901.
15. McCarthy I. The physiology of bone blood flow: a review. *J Bone Joint Surg Am.* 2006; 88(Suppl 3):4-9.
16. Mofidi SN, Askari R, Haghighi AH. The effect of combined training (resistance-aerobic) on BMD and some of blood markers in obese and overweight postmenopausal women. *J Sabzevar Univ Med Sci.* 2019; 26(2):203-11.
17. Tam CS, Heersche JN, Murray TM, Parsons JA. Parathyroid hormone stimulates the bone apposition rate independently of its resorptive action: differential effects of intermittent and continuous administration. *Endocrinology.* 1982; 110(2):506-12.
18. Aibu A. Exercise, osteoprotegerin and bone metabolism. *Palestrica Third Millennium Civilization Sport.* 2016; 17(3):224-8.
19. Akouchakian M, Nuri R, Rahmaninia F, Damirchi A. The effect of combined exercise training on bone mineral density in postmenopausal women with breast cancer. *Sport Biosci.* 2011; 9:49-62.
20. Zhou J, He H, Yang L, Chen S, Guo H, Xia L, et al. Effects of pulsed electromagnetic fields on bone mass and Wnt/ β -catenin signaling pathway in ovariectomized rats. *Arch Med Res.* 2012; 43(4):274-82.
21. Gibala MJ, Little JP, van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol.* 2006; 575(Pt 3):901-11.
22. Tofoghi A, Hefzollesan M. Effect of 12-weeks selective aerobic and resistance water training on femoral and lumbar spine bone density in obese postmenopausal women. *Olympic.* 2011; 18(4):153-64.
23. Fakhri F, Habibi A, Ghanbarzadeh M, Ranjbar R. Effect of four weeks plyometric training with and without blood flow restriction on serum bone formation and degeneration markers in inactive girls. *Med Lab J.* 2020; 14(3):7-12.
24. Kemmler W, Shojaa M, Kohl M, von Stengel S. Exercise effects on bone mineral density in older men: a systematic review with special emphasis on study interventions. *Osteoporos Int.* 2018; 29(7):1493-504.
25. Bemben D, Palmer I, Abe T, Sato Y, Cramer J, Bemben M. Effects of a single bout of low intensity KAATSU resistance training on markers of bone

turnover in men: 2754Board# 28 8: AM-9: AM. Med
Sci Sports Exer. 2006; 38(5):S531.
26. Huang TH, Lin JC, Ma MC, Yu T, Chen TC. Acute
responses of bone specific and related markers to

maximal eccentric exercise of the knee extensors and
flexors in young men. J Musculoskelet Neuronal
Interact. 2020; 20(2):206-15.



Original Article

Effect of Six-week Performance of Selected Pilates Exercises on Some of the Osteoporosis-related Indicators among Postmenopausal Women

Saeid Shakerian^{1*}, Elham Ganji², Mehrzad Shabani³, Parvin Abedi⁴

¹ Associated professor, Department of Sports Physiology, Faculty of Sports Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

² MSc, Department of Sports Physiology, Faculty of Sports Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

³ PhD Student, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

⁴ Associate Professor, Department of Midwifery, Ahvaz Jondishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

Received: 10 February 2021

Accepted: 18 April 2021

Abstract

Introduction: Osteoporosis is the most common metabolic bone disease that can be prevented and cured. One of the most important and effective non-pharmacological interventions is performing proper physical activities. This study aimed to evaluate the effect of 6-week performance of selected Pilates exercises for 6 weeks on some of the indicators associated with osteoporosis among postmenopausal women.

Materials and Methods: This quasi-experimental research with a pretest-posttest design was conducted on 22 inactive postmenopausal women who participated voluntarily in this study. The subjects were divided into two groups of control and selected Pilates exercises (n=11 each). Bone alkaline phosphatase, calcium, and phosphorus were measured 24 h before and after the intervention. To analyze the data, one-way analysis of covariance and Bonferroni post hoc test were used for outgroup comparison.

Results: The mean scores of age and body mass index of subjects were obtained at 52.87±4.58 years and 29.72 ±3.68, respectively. The results of this study showed that after 6 weeks of exercising, there was a significant difference between the two groups of Pilates and control in the bone alkaline phosphatase, calcium, and phosphorus indices of postmenopausal women ($P \leq 0.05$). Accordingly, all three indices increased significantly.

Conclusion: Based on the results, 6 weeks of Pilates exercises improved some of the skeletal structural features of postmenopausal women. Therefore, it can be stated that if physical exercises are performed regularly and for a long time, they can be preventive factors of bone-related diseases in postmenopausal women.

Keywords: Alkaline phosphatase, Calcium, Osteoporosis, Phosphorus, Pilates, Postmenopausal women