

تأثیر هشت هفته تمرین هوازی بر غلظت پاراتورمون، استروژن و آلكالین فسفاتاز سرمی زنان چاق مبتلا به یائسگی زودرس

دکتر مهرداد فتحی^{۱*}، دکتر سیدرضا عطارزاده حسینی^۲، سمیه خیرآبادی^۳، کیوان حجازی^۳

۱. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۲. استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۳. دانشجوی دکتری تخصصی فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۰۵

خلاصه

مقدمه: پوکی استخوان، شایع‌ترین بیماری متابولیک استخوانی بوده که می‌تواند منجر به شکستگی‌های خطرناک شود. در این بیماری توده استخوانی تحلیل یافته و شکستگی به راحتی اتفاق می‌افتد. مطالعه حاضر با هدف تأثیر هشت هفته تمرین هوازی بر غلظت هورمون پاراتورمون، استروژن و آلكالین فسفاتاز سرمی زنان مبتلا به یائسگی زودرس انجام شد. **روش کار:** این مطالعه نیمه تجربی در سال ۱۳۹۳ بر روی ۲۱ زن مبتلا به یائسگی زودرس با دامنه سنی ۳۵-۴۵ سال انجام شد. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در دو گروه تجربی و کنترل قرار گرفتند. برنامه تمرین هوازی شامل ۸ هفته، هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه به مدت ۴۵ تا ۶۰ دقیقه با شدتی معادل ۶۵٪ تا ۷۵٪ حداکثر ضربان قلب ذخیره اجرا شد. ۲۴ ساعت پیش از اولین جلسه تمرین و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی در پایان هفته هشتم، مقادیر هورمون پاراتورمون، استروژن و برخی نشانگرهای متابولیزم استخوان سرمی با استفاده از روش رادیوایمونواسی (RIA) و الیزا در حالت ۱۲ ساعت ناشتایی ارزیابی شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۱۶) و آزمون‌های تی دانشجویی و تحلیل کوواریانس انجام شد. میزان p کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: هشت هفته تمرین هوازی منجر به افزایش معنی‌دار مقادیر کلسیم ($p=0/001$)، فسفر ($p=0/001$)، استروژن ($p=0/001$) و پاراتورمون ($p=0/001$) در گروه تمرین هوازی شد، در صورتی که تغییر معنی‌داری در مقادیر آلكالین فسفاتاز در پایان دوره مشاهده نشد ($p=0/92$).

نتیجه‌گیری: هشت هفته تمرین هوازی با شدت ۶۵٪ تا ۷۵٪ حداکثر ضربان قلب ذخیره منجر به افزایش معنی‌دار در مقادیر کلسیم، فسفر، استروژن و پاراتورمون در زنان مبتلا به یائسگی زودرس شد. در کل می‌توان نتیجه گرفت که اجرای فعالیت بدنی منظم منجر به افزایش تراکم استخوان‌ها و کاهش خطر شکستگی در زنان یائسه زودرس می‌شود.

کلمات کلیدی: استروژن و آلكالین فسفاتاز، پاراتورمون، تمرین هوازی، کلسیم

* نویسنده مسئول مکاتبات: دکتر مهرداد فتحی؛ دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. تلفن: ۰۵۱-۳۸۸۰۳۰۰۰؛ پست الکترونیک:

mfathei@um.ac.ir



مقدمه

پوکی استخوان یا استئوپروز، حالتی است که در اثر تخریب بافت استخوانی، توده استخوان کاهش یافته و سرانجام منجر به شکستگی استخوان می‌شود. در پوکی استخوان، تراکم بافت استخوان و میزان مواد معدنی استخوان کاهش می‌یابد (۱). شکستگی‌های ناشی از پوکی استخوان در ۶۰٪ زنان و ۳۰٪ مردان بالای ۶۰ سال رخ می‌دهد. به‌طور تقریبی از هر ۳ زن، یک نفر و از هر ۱۲ مرد، یک نفر به پوکی استخوان مبتلا می‌شود و این امر در سال منجر به ۱۰ هزار شکستگی ناتوان کننده در مبتلایان می‌شود که متأسفانه تعداد اندکی از مبتلایان به پوکی استخوان مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرند (۲، ۳). بر اساس گزارشات صورت گرفته، نزدیک به ۲/۵ میلیون زن در ایران به بیماری پوکی استخوان مبتلا می‌باشند (۴). از دیدگاه برخی نویسندگان، سن یائسگی به عنوان یک شاخص بهداشتی در نظر گرفته می‌شود، بنابراین درک بهتر از عوامل ایجاد آن ممکن است مفاهیم مهم اپیدمیولوژیک و بالینی را به دنبال داشته باشد. شناسایی عوامل مرتبط با یائسگی زودرس و دیررس بسیار مهم است، زیرا سن یائسگی با خطر شروع چندین بیماری مزمن نظیر بیماری‌های قلبی-عروقی، سرطان‌های سینه و رحم و پوکی استخوان همراه است (۵). در زنان در زمان یائسگی تغییرات هورمونی رخ می‌دهد و طی آن کاهش تراکم استخوانی شدت می‌گیرد. از جمله تغییرات هورمونی که در زمان یائسگی می‌توان به آن اشاره کرد، کاهش سطح هورمون استروژن است که این هورمون محرک تولید استخوان‌سازی می‌باشد (۶-۸).

همان‌طور که گفته شد با افزایش سن، سطوح آندروژن‌ها در زنان کاهش می‌یابد (۹). در همین راستا، پس از یائسگی به دلیل کاهش فیزیولوژیک مقادیر استروژن و متعاقب آن تجمع چربی احشایی و اضافه وزن، توأم با کاهش فعالیت استخوان‌سازی و بروز پوکی استخوان، خطر ابتلاء به سندرم متابولیک و بیماری‌های وابسته به آن به ویژه بیماری‌های قلبی-عروقی و آترواسکلروتیک افزایش می‌یابد (۱۰). استروژن نام گروهی از هورمون‌های جنسی زنانه است که در انسان در سیکل

طبیعی تخمدان در مرحله فولیکولی از تخمک آزاد می‌شود. معروف‌ترین استروژن‌ها، استرون، استرادیول و استریول هستند. در این میان استرادیول از مؤثرترین استروژن‌های طبیعی است. استروژن‌ها با اتصال به گیرنده استروژنی در سیتوپلاسم، باعث افزایش میزان ساخته شدن DNA و RNA و پروتئین‌های دیگر در بافت هدف می‌شوند (۱۱). استروژن با کاهش فعالیت استئوکلاستی در استخوان، افزایش ماتریکس استخوانی، افزایش رسوب کلسیم و فسفات در استخوان، از کاهش توده استخوانی و بروز پوکی استخوان جلوگیری می‌کند (۷، ۱۲). بر اساس نتایج مطالعات، هورمون کلسی‌تونین نقش مهمی در متابولیسم کلسیم و فسفر بازی می‌کند و هنگامی که غلظت کلسیم در خون از حد طبیعی بالاتر رود، این هورمون در خون افزایش یافته و برخلاف هورمون پاراتیروئید عمل می‌کند (۱۳). افزایش سطح هورمون پاراتیروئید منجر به جذب استخوان و انتقال کلسیم و فسفات از استخوان به مایعات خارج سلولی و باعث افزایش سطح سرمی کلسیم می‌شود و از این طریق می‌تواند فعالیت استئوکلاست‌ها (سلول‌هایی که باعث جذب و تحلیل استخوان می‌شود) را فعال سازد (۱۴). در این زمینه، از جمله شاخص‌های تشکیل دهنده استخوان می‌توان به آلکالین فسفاتاز و استئوکلسین اشاره کرد که خود نمایانگر تغییرهای استخوان هستند (۱۶). آلکالین فسفاتاز، یک نوع نشانگر اندازه‌گیری ساخت استخوان می‌باشد (۱۷). آلکالین فسفاتاز، آنزیمی از دسته هیدرولازها می‌باشد که منشأ تولید آن کلیه، کبد و استخوان است. آلکالین فسفاتاز عمدتاً به غشای سلولی متصل است. نقش این آنزیم برداشتن عامل فسفات از استرهای آلی حاوی فسفات و همچنین تسهیل‌کننده حرکت مواد از غشای سلولی است. سلول‌های کبدی این آنزیم را تولید نموده و سپس آنزیم فوق به سطح کانالیکولار سلول‌های مذکور متصل می‌شود. استئوبلاست‌ها ایزوآنزیم استخوانی را تولید می‌کنند که مسئول شکستن پیروفسفات (مهارکننده مینرالیزاسیون استخوانی) است (۱۸، ۱۹).

اگرچه پوکی استخوان یک بیماری مرتبط با سن است، ولی تغییرات در نحوه زندگی، تغذیه و ورزش مناسب به

روش کار

این مطالعه کارآزمایی بالینی شاهددار تصادفی شده با طرح پیش آزمون و پس آزمون در سال ۱۳۹۳ بر روی ۲۱ زن میانسال ساکن شهرستان مشهد با دامنه سنی ۳۵-۴۵ سال و شاخص توده بدنی بالاتر از ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع انجام شد. افراد به روش نمونه‌گیری انتخابی در دسترس و هدفدار انتخاب شدند. در مرحله نخست افراد با ماهیت و نحوه همکاری برای اجرای پژوهش آشنا شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل: آزمودنی‌ها سابقه مصرف دارو و تمرینات ورزشی منظم نداشتند و گذشتن حداقل یک سال از قطع کامل قاعدگی آنها بود. معیارهای خروج از مطالعه شامل: قطع قاعدگی به دلیل عوارض ناشی از شیمی‌درمانی و هرگونه عمل جراحی که منجر به برداشتن تخمدان شود، سالم بودن بر اساس پرسشنامه تندرستی، عدم مصرف دارو به ویژه داروهای هورمونی، عدم استعمال دخانیات و عدم شرکت در هیچ برنامه تمرینی حداقل ۲ ماه پیش از شرکت در برنامه تمرینات این تحقیق بود. آزمودنی‌ها بر اساس شرایط تحقیق به صورت داوطلبانه در تحقیق شرکت کرده و فرم رضایت‌نامه را امضاء نمودند. سپس نمونه‌ها به طور تصادفی در دو گروه تجربی (۱۰ نفر) و کنترل (۱۱ نفر) دسته‌بندی شدند. در روش اتفاقی یا تصادفی که در این پژوهش استفاده شد، انتخاب و گزینش آزمودنی‌ها، کاملاً به صورت تصادفی است؛ به این نحو که شانس انتخاب برای هر مورد یا آزمودنی مساوی بود. در این روش از مدل تصادفی‌سازی ساده مانند قرعه‌کشی استفاده شد. در این حالت، هر آزمودنی بر اساس نتیجه قرعه در گروه تجربی و یا کنترل قرار می‌گرفت. در این مطالعه سطح فعالیت جسمانی افراد با استفاده از پرسش‌نامه ارزیابی فعالیت جسمانی کیزر^۱ (۲۷) و حجم نمونه با استفاده از معادله برآورد حجم نمونه فلیس (۲۳) و با در نظر گرفتن توان آزمون $\alpha=0/05$ ، $\beta=0/8$ و تغییرات میانگین ۵ واحد، $8/81$ نفر به دست آمد که با احتیاط بیشتر از میان زنان مبتلا به یائسگی زودرس داوطلب، تعداد ۱۰ زن به عنوان گروه تجربی گزینش شدند.

خصوص طی دوران نوجوانی باعث کاهش خطر ابتلاء به پوکی استخوان می‌شود (۲۰، ۲۱). فعالیت ورزشی با افزایش تراکم مواد معدنی استخوان (به خصوص کلسیم و فسفر) باعث حفظ و افزایش توده استخوانی می‌شود (۲۲). این امر به واسطه ترشح هورمون استروژن و از طریق افزایش میزان هورمون‌های کلسی‌تونین و کاهش پاراتورمون تسهیل می‌شود (۲۳). در این زمینه، در مطالعه معظمی و همکار (۲۰۱۴) با بررسی تأثیر ۶ ماه تمرینات هوازی بر هورمون پاراتیروئید و آلکالین فسفاتاز ویژه استخوان در ۳۰ زن چاق غیرفعال به مدت ۶ ماه، ۳ جلسه در هفته، با شدت ۶۵-۵۵٪ ضربان قلب ذخیره، تمرین هوازی باعث کاهش معنی‌دار شاخص توده بدنی و درصد چربی بدن گروه تجربی شد، در حالی که هیچ کدام از شاخص‌های آلکالین فسفاتاز، پاراتورمون، فسفر و کلسیم در این گروه تغییر معنی‌داری نیافت (۲۴). در مقابل، در مطالعه بمین و همکاران (۲۰۱۵) که به بررسی اثر تمرینات مقاومتی شدید (۳ ست با ۱۰ تکرار معادل ۸۰٪ یک تکرار بیشینه در ۹ حرکت) بر روی ۱۰ مرد جوان پرداختند، مقادیر لاکتات، هماتوکریت و آلکالین فسفاتاز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، در حالی که کلاژن نوع ۱ تلوپتاید سی ترمینال کاهش معنی‌داری یافت (۲۵). در مطالعه آلپ (۲۰۱۳) با بررسی اثر ۲ ماه تمرین زیر بیشینه، هر هفته ۵ جلسه برای مدت ۴۰ دقیقه در هر جلسه بر روی ۵۰ زن یائسه، تمرین منجر به افزایش معنی‌داری در سطوح آلکالین فسفاتاز و کلاژن نوع ۱ در زنان در پایان دوره شد (۲۶).

بنابراین، با توجه به اهمیت هورمون‌های استروژن، کلسی‌تونین و پاراتورمون در متابولیسم کلسیم و فسفر و اهمیت حفظ املاح استخوانی (کلسیم و فسفر) برای پیشگیری از بروز پوکی استخوان در زنان یائسه غیرفعال و با در نظر گرفتن نقش احتمالی تمرین‌های هوازی طولانی مدت در تغییرات این عوامل و حفظ توده استخوان، مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی بر غلظت هورمون پاراتورمون، استروژن و برخی نشانگرهای متابولیسم استخوان زنان مبتلا به یائسگی زودرس انجام شد.

¹ Kaiser physical activity survey

کارشناس مجرب علوم آزمایشگاهی انجام شد. نمونه‌گیری در بین ساعات ۸-۱۲ صبح در آزمایشگاه از سیاهرگ دست چپ هر آزمودنی در وضعیت نشسته و در حالت استراحت انجام شد. برای تعیین میزان اندازه‌گیری مقدار سرمی آلکالین فسفاتاز با استفاده از کیت ALP پارس آزمون ساخت کشور ایران، (دارای حساسیت ۳ واحد در لیتر) به روش فوتومتری سنتتیکی استاندارد شده استفاده شد. همچنین، مقادیر فسفر و کلسیم سرمی با استفاده از روش فوتومتری، کیت شرکت پارس آزمون ساخت کشور ایران با حساسیت به ترتیب ۰/۷ و ۰/۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر انجام شد. مقادیر استروژن با استفاده از روش رادیوایمونواسی (RIA) و دستگاه گاماکانتر و کیت استرادیول انسانی اندازه‌گیری شد. حساسیت کیت ۰/۰۲ نانوگرم در لیتر بود. برای اندازه‌گیری سطح پاراتورمون از روش الایزا و کیت تجاری Biosource hPTH ساخت شرکت Biosource Eroup کشور بلژیک استفاده شد. حساسیت کیت‌ها ۰/۱۹ نانوگرم در لیتر بود.

پروتکل تمرینی آزمودنی‌ها شامل ۸ هفته تمرینات هوازی بود که در هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه به مدت ۴۵-۶۰ دقیقه اجرا می‌شد. برنامه تمرینی شامل گرم کردن عمومی به مدت ۱۰ دقیقه (راه رفتن، دویدن نرم، حرکات کششی و جنبش‌پذیری)؛ اجرای تمرینات هوازی به مدت ۴۵-۶۰ دقیقه با شدتی معادل ۷۵-۶۵٪ حداکثر ضربان قلب بیشینه و زمان جلسه تمرینی به تدریج از ۳۰ دقیقه در شروع تا ۶۰ دقیقه در پایان دوره افزایش می‌یافت. اجرای تمرینات در طول دوره تمرینی به‌صورت گروهی بود که آزمودنی‌ها در دو گروه ۵ نفری جهت کنترل دقیق شدت تمرین شرکت می‌کردند. شدت تمرین به وسیله ضربان‌سنج (POLAR/ فنلاند) کنترل می‌شد (۲۹). در پایان هر جلسه تمرین ورزشی به مدت ۱۰ دقیقه بازگشت بدن به حالت اولیه و سرد کردن (دویدن آهسته، راه رفتن و حرکات کششی) انجام می‌شد. در پایان طرح (پس از ۸ هفته) مشابه شرایط پیش آزمون، دوباره تمام اندازه‌گیری‌ها انجام و داده‌ها جمع‌آوری شد. همچنین گروه کنترل هیچ فعالیتی در

برای ارزیابی ترکیب بدنی افراد به ترتیب طول قد آزمودنی‌ها با قدسنج سکا (ساخت کشور آلمان) با حساسیت ۵ میلی‌متر، محیط باسن و کمر با متر نواری (مابیس/ ژاپن) با حساسیت ۵ میلی‌متر و وزن آزمودنی‌های واجد شرایط به وسیله ترازوی دیجیتالی کمپانی Beurer آلمان (مدل PS07-PS06) اندازه‌گیری شد. سپس برای اندازه‌گیری درصد چربی بدن با استفاده از کالیپر نوع لافیت از دو نقطه (سه سر بازو و ساق پا) استفاده شد. اندازه‌گیری‌ها از سمت راست افراد طوری گرفته شد که در سه سر بازو چین پوستی وسط آن در قسمت خلفی و در ساق هم در ضخیم‌ترین ناحیه ساق در قسمت داخل ساق میزان ضخامت چربی زیر پوستی ثبت شد. با قرار دادن آن در فرمول لومان-اسلاتر میزان درصد چربی بدن به‌دست آمد (معادله ۱). از تقسیم وزن بدن بر مجذور قد به متر، شاخص توده بدنی بر حسب کیلوگرم بر متر مربع به‌دست آمد. تمامی اندازه‌گیری‌ها در حالی انجام شد که آزمودنی‌ها از چهار ساعت قبل از آزمون از خوردن و آشامیدن خودداری کرده بودند و حتی الامکان مثانه، معده و روده آنها تخلیه شده بود.

۱+ (جمع دو نقطه سه سر بازو و ساق پا برحسب میلی‌متر) $\times 0.735 =$ درصد چربی : معادله ۱
جهت برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی به روش پروتکل ناختون^۱ روی دستگاه تردمیل انجام شد. نحوه اجرای آزمون ناختون به این صورت بود که این آزمون در ۱۰ مرحله دو دقیقه‌ای اجرا شد و به جز مرحله اول که سرعت یک مایل در ساعت بود، سرعت ثابت در مرحله بعدی دو مایل در ساعت بود. شیب دستگاه نیز در مراحل یک و دو صفر و از مرحله سوم به بعد در هر مرحله ۳/۵٪ افزایش یافت. حداکثر اکسیژن مصرفی در پروتکل ناختون با استفاده از معادله ۲ محاسبه شد (۲۸).
 $3/6 + (\text{زمان به دقیقه}) \times 1/61 =$ حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه): معادله ۲

نمونه‌گیری خونی از آزمودنی‌ها در دو مرحله: ۲۴ ساعت پیش از اولین جلسه تمرین و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی در پایان هفته هشتم تمرین توسط

¹ Naughton

وابسته و تحلیل کوواریانس (ANCOVA) استفاده شد. میزان p کمتر از $0/05$ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مشخصات آزمودنی‌های گروه تجربی و کنترل در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس نتایج جدول ۱، تفاوت معنی‌داری بین شاخص‌های قد، وزن و شاخص توده بدن در دو گروه کنترل و تجربی وجود نداشت ($p > 0/05$).

طول دوره تحقیق نداشتند و غیرفعال بودند (همچون قبل از مطالعه حاضر، شیوه زندگی غیرفعال داشتند).

در پایان مرحله اجرایی پژوهش، داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۱۶) تجزیه و تحلیل شدند. پس از تأیید نرمال بودن توزیع نظری داده‌ها با استفاده از آزمون آماری کولموگروف اسمیرنوف و همگنی واریانس‌ها توسط آزمون لون، برای مقایسه میانگین‌های درون گروهی و بین گروهی به ترتیب از آزمون آماری تی دانشجویی در گروه‌های

جدول ۱- میانگین، انحراف معیار و همچنین نتایج آزمون تی مستقل برای بررسی فرض همگن بودن واریانس‌ها در شروع دوره تمرین

اندازه‌های تن‌سنجی	گروه‌ها	میانگین \pm انحراف معیار	F	آزمون لون برای تعیین برابری واریانس‌ها سطح معنی‌داری
قد (سانتی‌متر)	تجربی (۱۰ نفر)	۱۶۳/۹۰ \pm ۳/۲۴	۰	۰
	کنترل (۱۱ نفر)	۱۵۸/۷۳ \pm ۶/۰۶		
وزن (کیلوگرم)	تجربی (۱۰ نفر)	۸۳/۱۰ \pm ۵/۳۸	۱/۹۹	۰/۲۸
	کنترل (۱۱ نفر)	۸۴/۷۳ \pm ۷/۷۷		
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	تجربی (۱۰ نفر)	۳۰/۹۶ \pm ۱/۳۷	۰/۸۹	۰/۳۵
	کنترل (۱۱ نفر)	۳۳/۵۸ \pm ۱/۷۳		
کلسیم (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	تجربی (۱۰ نفر)	۹/۳۷ \pm ۰/۲۴	۱/۱۲	۰/۳۰
	کنترل (۱۱ نفر)	۹/۴۹ \pm ۰/۳۹		
فسفر (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	تجربی (۱۰ نفر)	۴/۲۱ \pm ۰/۰۷	۰/۷۱	۰/۴۰
	کنترل (۱۱ نفر)	۴/۳۸ \pm ۰/۲۱		
آلکالین فسفاتاز (واحد بر لیتر)	تجربی (۱۰ نفر)	۲/۱۹ \pm ۶/۶۸	۰/۲۳	۰/۶۳
	کنترل (۱۱ نفر)	۲/۱۱ \pm ۷/۱۳		
استروژن (پیکومول بر میلی‌لیتر)	تجربی (۱۰ نفر)	۱/۰۸ \pm ۵/۱۴	۰/۱۸	۰/۶۶
	کنترل (۱۱ نفر)	۱/۰۷ \pm ۱/۰۱		
پاراتورمون (پیکومول بر لیتر)	تجربی (۱۰ نفر)	۱۸/۰۳ \pm ۱/۸۸	۳/۷۶	۰/۰۶
	کنترل (۱۱ نفر)	۲۰/۲۴ \pm ۲/۰۵		

جدول ۲- مقایسه تغییرات واریانس درون گروهی و بین گروهی در اندازه‌های ترکیب بدن زنان یائسه زودرس

متغیرها	گروه‌ها	مراحل			
		پیش آزمون		پس آزمون	
		میانگین \pm انحراف معیار	میانگین \pm انحراف معیار	میانگین \pm انحراف معیار	میانگین \pm انحراف معیار
وزن (کیلوگرم)	تجربی	۸۳/۱۰ \pm ۵/۳۸	۸۲/۸۶ \pm ۲/۰۹	۳/۰۳	۰/۰۱ \dagger
	کنترل	۸۴/۷۳ \pm ۷/۷۷	۸۴/۷۶ \pm ۱/۷۹	-۰/۱۸	۰/۸۶
شاخص توده بدنی (کیلوگرم/متر مربع)	تجربی	۳۰/۹۶ \pm ۱/۳۷	۳۰/۸۴ \pm ۰/۷۷	۳/۰۰	۰/۰۱ \dagger
	کنترل	۳۳/۵۸ \pm ۱/۷۳	۳۳/۶۴ \pm ۰/۷۱	-۰/۱۹	۰/۸۷
درصد چربی بدن (درصد)	تجربی	۴۲/۴۴ \pm ۱/۲۴	۴۱/۸۲ \pm ۱/۳۰	۳/۷۲	۰/۰۰۱ \dagger
	کنترل	۴۱/۸۶ \pm ۱/۱۹	۴۱/۷۲ \pm ۱/۰۵	۰/۸۰	۰/۴۴
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر/کیلوگرم بر دقیقه)	تجربی	۲۰/۹۰ \pm ۱/۲۰	۲۱/۹۷ \pm ۰/۷۶	-۲/۹۲	۰/۰۱ \dagger
	کنترل	۲۰/۱۹ \pm ۱/۰۵	۲۰/۱۷ \pm ۰/۹۴	۰/۱۳	۰/۸۹

گروهی در متغیر حداکثر اکسیژن مصرفی ($p=0/001$)، در بین دو گروه تجربی و کنترل تفاوت معنی‌داری داشت. مقایسه تغییرات واریانس درون گروهی و بین گروهی در غلظت هورمون‌های پاراتیروئید، استروژن و برخی نشانگرهای متابولیسم استخوان زنان یائسه زودرس در جدول ۳ ارائه شده است.

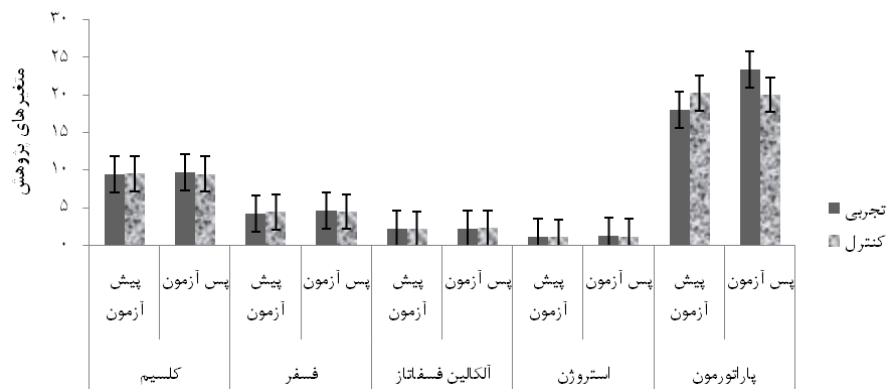
بر اساس نتایج جدول ۲، هشت هفته برنامه تمرین هوازی منجر به کاهش معنی‌دار وزن ($p=0/001$)، شاخص توده بدنی ($p=0/001$)، درصد چربی بدن ($p=0/001$) و افزایش معنی‌دار حداکثر اکسیژن مصرفی ($p=0/001$) در زنان یائسه زودرس شد. همچنین بر اساس نتایج این جدول، تغییرات میانگین‌های بین

جدول ۳- مقایسه تغییرات واریانس درون گروهی و بین گروهی در غلظت هورمون‌های پاراتیروئید، استروژن و برخی نشانگرهای متابولیسم استخوان زنان یائسه زودرس

متغیرها	گروه‌ها	پیش آزمون		پس آزمون		تغییرات	
		(میانگین \pm انحراف معیار)		(میانگین \pm انحراف معیار)		درون گروه	بین گروه
		p	F	t	p		
کلسیم (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	تجربی	۰/۰۰۱ \dagger	۹۵/۹۰	-۳/۹۰	۰/۰۱ \dagger	۹/۷۱ \pm ۰/۲۳	۹/۳۷ \pm ۰/۲۴
	کنترل	۰/۰۰۱ \dagger	۹۵/۹۰	۰/۱۹	۰/۸۵	۹/۴۷ \pm ۰/۳۱	۹/۴۹ \pm ۰/۳۹
فسفر (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	تجربی	۰/۰۰۳ \dagger	۱۲/۳۴	-۱۰/۸۳	۰/۰۱ \dagger	۴/۶۲ \pm ۰/۱۲	۴/۲۱ \pm ۰/۰۷
	کنترل	۰/۰۰۳ \dagger	۱۲/۳۴	-۰/۷۸	۰/۴۵	۴/۴۲ \pm ۰/۱۷	۴/۳۸ \pm ۰/۲۱
آلکالین فسفاتاز (واحد بر لیتر)	تجربی	۰/۰۰۱ \dagger	۲۷/۴۵	-۰/۰۹	۰/۹۲	۲/۱۹ \pm ۵/۸۶	۲/۱۹ \pm ۶/۶۸
	کنترل	۰/۰۰۱ \dagger	۲۷/۴۵	-۲/۱۴	۰/۰۵	۲/۲۶ \pm ۶/۸۳	۲/۱۱ \pm ۷/۱۳
استروژن (پیکومول بر میلی‌لیتر)	تجربی	۰/۰۰۱ \dagger	۶۸/۳۳	-۶/۹۸	۰/۰۰ \dagger	۱/۱۸ \pm ۲/۰۱	۱/۰۸ \pm ۵/۱۴
	کنترل	۰/۰۰۱ \dagger	۶۸/۳۳	-۱/۹۵	۰/۰۷	۱/۱۳ \pm ۷/۶۲	۱/۰۷ \pm ۱/۰۱
پاراتورمون (پیکومول بر لیتر)	تجربی	۰/۰۰۱ \dagger	۳۳/۳۸	-۱۴/۹۸	۰/۰۱ \dagger	۲۳/۴۰ \pm ۲/۰۵	۱۸/۰۳ \pm ۱/۸۸
	کنترل	۰/۰۰۱ \dagger	۳۳/۳۸	۰/۲۵	۰/۸۰	۲۰/۰۶ \pm ۱/۲۵	۲۰/۲۴ \pm ۲/۰۵

($p=0/001$)، استروژن ($p=0/001$) و پاراتورمون ($p=0/001$) در بین دو گروه تجربی و کنترل تفاوت معنی‌داری داشت. تغییرات واریانس درون گروهی و بین گروهی در غلظت هورمون‌های پاراتیروئید، استروژن و برخی نشانگرهای متابولیسم استخوان زنان یائسه زودرس مقایسه شد (شکل ۱).

بر اساس نتایج جدول ۳، هشت هفته برنامه تمرین هوازی منجر به افزایش معنی‌دار در مقادیر کلسیم ($p=0/001$)، فسفر ($p=0/001$)، استروژن ($p=0/001$) و پاراتورمون ($p=0/001$) در زنان یائسه زودرس شد. همچنین بر اساس نتایج این جدول، تغییرات میانگین‌های بین گروهی در متغیرهای کلسیم ($p=0/001$)، فسفر ($p=0/003$)، آلکالین فسفاتاز



شکل ۱- تغییرات واریانس درون گروهی و بین گروهی در غلظت هورمون‌های پاراتیروئید، استروژن و برخی نشانگرهای متابولیسم استخوان

بحث

هدف از مطالعه حاضر بررسی مقایسه تأثیر هشت هفته تمرین هوازی بر غلظت هورمون پاراتورمون، استروژن و برخی نشانگرهای متابولیسم استخوان زنان یائسه زودرس بود. بر اساس نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر، تمرینات هوازی منجر به افزایش معنی دار استروژن سرمی زنان یائسه زودرس شد که این نتایج با نتایج مطالعه سیلوپرا و همکاران (۲۰۱۱)، مک کلوی و همکاران (۲۰۰۹) و امامی و همکاران (۲۰۱۲) همخوانی داشت (۳۲-۳۰)، اما با نتایج مطالعه ساستر (۲۰۰۰) همخوانی نداشت (۳۳). در مطالعه سیلوپرا و همکاران (۲۰۱۱) تحت عنوان تأثیر هشت هفته فعالیت مقاومتی و استقامتی بر هورمون‌های جنسی موش‌های یائسه، گروه استقامتی بر روی ترمیل مخصوص جوندگان با شدت متوسط شرکت کردند. در گروه مقاومتی تمرین قدرتی با شدت ۶۰٪ وزن بدن و بعد با شدت ۸۰٪ وزن بدن (۵ جلسه دوم) انجام شد؛ به این صورت که وزنه به دم آنها متصل شد و از نردبان عمودی بالا می‌رفتند. بعد از ۱۰ هفته تمرین ورزشی، افزایش معنی داری در پروژسترون و استروژن هر دو گروه مشاهده شد (۳۲). در مطالعه مک کلوی و همکاران (۲۰۰۹) تحت عنوان "پاسخ حاد هورمونی به فعالیت مقاومتی و توانی در زنان یائسه" نمونه‌های خونی قبل و بلافاصله بعد از پروتکل جمع‌آوری شد. نتایج بیانگر کاهش استرول بلافاصله بعد از پروتکل بود، اما مقدار پروتئین گیرنده هورمون جنسی افزایش یافت. ۲۴ ساعت بعد از پروتکل هر دو شاخص فیبرینوژن و دی دایمر نسبت به مقادیر بلافاصله بعد از پروتکل بدون تغییر بود، اما ۴۸ ساعت بعد هر دو شاخص به حالت پایه برگشت (۳۱). در مطالعه امامی و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی اثر ۱۵ هفته تمرین ترکیبی که شامل ۲ جلسه راه رفتن و ۲ جلسه تمرینات مقاومتی بر روی ۲۹ زن یائسه بود، بعد از ۱۵ هفته تمرین وزن شاخص توده بدنی افراد کاهش و سطح گلوبولین متصل به هورمون‌های جنسی در پایان دوره افزایش معنی داری یافت (۳۰). در مطالعه ساستر (۲۰۰۰) با بررسی اثر ۱۶ هفته تمرین مقاومتی شدید بر روی ۲۰ مرد سالمند با دامنه سنی ۷۶-۶۲ سال، قدرت بالاتنه و پایین تنه بعد

از ۱۶ هفته افزایش معنی داری یافت. کاهش معنی داری در تستوسترون تام مشاهده شد. مقادیر تستوسترون آزاد، هورمون رشد، کوتیزول ادراری، استرادیول و گلوبولین متصل به هورمون‌های جنسی تغییر معنی داری پیدا نکرد (۳۳). ابراهیم و همکار (۲۰۱۰) گزارش کردند فعالیت بدنی منظم و طولانی‌مدت به ویژه تمرین‌هایی که با تحمل وزن بدن همراه هستند، می‌توانند در افزایش هورمون استروژن به عنوان مهم‌ترین عامل در پیشگیری از بروز پوکی استخوان و همچنین حفظ املاح استخوانی (کلسیم و فسفر خون) و تغییر در هورمون‌های اثرگذار بر این املاح (کلسی‌تونین و پاراتورمون) مؤثر واقع شوند (۳۴). از نظر فیزیولوژیک ثابت شده است که فعالیت بدنی و ورزش بر غدد درون‌ریز اثر می‌گذارد. هرچند سازوکار این تأثیر هنوز به طور کامل شناخته نشده است. در مورد استروژن (استرادیول) می‌توان گفت که آزاد شدن این هورمون از تخمدان‌ها تحت تأثیر هورمون محرک فولیکولی (LH) که خود از آدنوهیپوفیز (هیپوفیز قدامی) ترشح می‌شود و رشد فولیکول‌های تخمدان را در زنان و تولید اسپرم را در مردان تشدید می‌کند، قرار دارد. هورمون محرک فولیکولی با فعالیت بدنی افزایش می‌یابد، ولی این افزایش از نظر مقدار زیاد نبوده و به نظر نمی‌رسد که مربوط به شدت فعالیت باشد (۳۴). افزایش انسولین، با سطح پایین‌تر فعالیت بدنی و با افزایش چربی همراه است و می‌تواند تولید گلبولین متصل به هورمون جنسی^۴ را در کبد کاهش دهد و باعث دسترس زیستی بیشتر به هورمون‌ها در جریان خون شود؛ بنابراین با توجه به تأثیرات فعالیت ورزشی بر انسولین و بافت چربی، سطوح بالاتر فعالیت بدنی می‌تواند بر قرارگیری طولانی مدت زنان در معرض هورمون‌های جنسی در اوایل زندگی به وسیله تأثیرگذاری بر چرخه قاعدگی یا گلبولین متصل به هورمون جنسی، یا با کاهش وزن در طول بزرگسالی و در نتیجه کاهش بالقوه دیر هنگام برای قرار گرفتن در معرض افزایش استروژن و افزایش چربی بدن اثر بگذارد. زنانی که در اثر ورزش، کاهش چربی بدنی بیشتر دارند، تغییرات بیشتری در افزایش گلبولین متصل به هورمون جنسی از خود نشان می‌دهند (۳۵).

⁴ Sex hormone-binding globulin

تمرین، ۱ بار در یک هفته بعد از دوره تمرین و ۱ بار در سه هفته بعد از تمرین) جمع‌آوری کردند، سطوح پاراتیروئید در طول دوره در آزمودنی‌ها کاهش یافت (۴۰). شرکت در فعالیت‌های هوازی باعث مصرف انرژی زیاد می‌شود. در فعالیت‌های استقامتی انقباض‌های مکرر عضلانی جهت تداوم فعالیت، همچنین آزاد شدن انرژی مورد نیاز، شدیداً به حضور کلسیم وابسته است. از طرفی طی فعالیت‌های استقامتی که مدت زمان زیادی به طول می‌انجامد، مقدار زیادی از املاح بدن که کلسیم هم یکی از آنها است، از طریق پوست و طی فرآیند تعریق دفع می‌شود. لذا سطح کلسیم خون کاهش می‌یابد (۴۱). چون سطح کلسیم خون همواره بایستی ثابت بماند، از این طریق سیستم‌های هورمونی حساس به سطح کلسیم خون فعال می‌شوند. هورمون پاراتیرومون که از غده پاراتیروئید ترشح می‌شود که نتیجه آن فعال شدن استئوکلاست‌ها و کاتابولیسم استخوانی برای جبران کلسیم مورد نیاز است (۴۲). علاوه بر این عوامل دیگری همچون سطوح کاتکولامین‌ها و اسیدوز می‌توانند ترشح هورمون پاراتیرومون را تغییر دهند (۱۳). سیستم آدرنرژیک در طول تمرین فعال شده و خود عاملی جهت تنظیم نمودن هورمون پاراتیرومون می‌باشد. اسیدلاکتیک نیز تراکم این هورمون را تحت تأثیر قرار می‌دهد و اسیدوز می‌تواند ترشح هورمون را تحریک نماید و از یک سو سیستم آدرنرژیک این ترشح را تعدیل کند (۱۳). احتمالاً دلیل این عدم همسویی بین نتایج مطالعه حاضر و نتایج مطالعات ذکر شده؛ ناشی از تفاوت در سن، جنس، مدت، شدت و نوع یا برنامه تمرینی باشد. با توجه به اینکه این مطالعه با محدودیت‌های زیادی از جمله رژیم غذایی متنوع، پاسخ‌های سازگاری گوناگون به فعالیت بدنی، تعداد کم آزمودنی‌ها به دلیل انصراف برخی از آنها از شرکت در تحقیق حاضر و تفاوت‌های فردی روبرو بود، در نتیجه جانب احتیاط را بیشتر باید رعایت کرد. علاوه بر تراکم ماده معدنی استخوان، عوامل بسیاری مانند ساختار، شکل و اندازه استخوان‌ها و سطح هورمون‌های جنسی ممکن است در استحکام استخوان‌ها مؤثر باشند که در این مطالعه بررسی نشدند، لذا مطالعات دیگری در این زمینه پیشنهاد می‌شود. از آنجا

بر اساس نتایج به‌دست آمده از مطالعه حاضر، هشت هفته تمرین هوازی منجر به افزایش معنی‌دار مقادیر پاراتیرومون، کلسیم و فسفر در زنان یائسه شد که این نتایج با نتایج مطالعه الغدیر و همکاران (۲۰۱۴)، الدهر (۲۰۱۲) و لین و همکار (۲۰۰۵) هم‌خوانی داشت (۳۸-۳۶). اما با نتایج مطالعه تانسند و همکاران (۲۰۱۶) و تاکادا و همکاران (۱۹۹۸) هم‌خوانی نداشت (۴۰، ۳۹). در مطالعه الغدیر و همکاران (۲۰۱۴) که به بررسی اثر ۱۲ هفته تمرین هوازی، هر هفته سه جلسه و هر جلسه ۶۰ دقیقه بر روی ۶۵ نفر (۳۶ مرد و ۲۹ زن) پرداختند، در پایان دوره افزایش معنی‌داری در شاخص‌های متابولیسم استخوان از قبیل آلکالین فسفاتاز، استئوکالین، کلسیم آزاد و چگالی استخوان در تمام شرکت‌کنندگان مشاهده شد (۳۸). در مطالعه الدهر (۲۰۱۲) نیز که به بررسی اثر ۶ ماه تمرین هوازی (۶۵٪ تا ۷۵٪ ضربان قلب ذخیره برای مدت ۶۰ دقیقه در هر جلسه) و مقاومتی (با شدتی معادل ۶۵٪ تا ۷۵٪ یک تکرار بیشینه برای مدت ۶۰ دقیقه در هر جلسه) بر نشانگرهای دانسیته استخوانی در ۵۰ زن یائسه که سه جلسه در هفته انجام می‌دادند، مقادیر دانسیته چگالی استخوان، کلسیم و هورمون پاراتیرومون در هر دو گروه در پایان دوره افزایش معنی‌داری یافت (۳۶). لین و همکار (۲۰۰۵)، با بررسی اثر تمرینات مقاومتی و هوازی بر مقادیر کلسیم و هورمون پاراتیرومون در ۱۹ مرد به این نتیجه رسیدند که مقادیر کلسیم در پایان دوره افزایش معنی‌داری یافت و اجرای تمرینات مقاومتی به همراه استقامتی منجر به بهبود مقادیر چگالی استخوانی و هورمون‌های پاراتیروئید شد (۳۷). تانسند و همکاران (۲۰۱۶)، با بررسی اثر ۳۰ دقیقه تمرین دویدن با شدتی معادل ۵۵، ۶۵ و ۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی به همراه ۲/۵ ساعت ریکاوری در ۱۰ مرد ۲۳ ساله، به این نتیجه رسیدند که مقادیر پاراتیرومون در پایان دوره کاهش یافت و در نتیجه غلظت پاراتیرومون در طول تمرین و ریکاوری تحت کنترل مقادیر تغییرات کلسیم و PO_4 می‌باشد (۳۹). در مطالعه تاکادا و همکاران (۱۹۹۸) با بررسی پاسخ هورمون‌های پاراتیروئید و کلسیم که ۵ مرتبه (۲ بار در قبل از شروع دوره تمرینی، ۱ بار بلافاصله بعد از اتمام

یائسه زودرس شد که این عامل می‌تواند خطر بالقوه ابتلاء به بیماری پوکی استخوان را کاهش دهد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از طرح تحقیقاتی ثبت شده با کد ۴۲۳۰۷ می‌باشد که با حمایت مالی معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. بدین‌وسیله از زحمات بی‌دریغ آزمودنی‌های شرکت‌کننده که ما را در انجام این پژوهش یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

که انجام فعالیت‌های ورزشی هوازی به سبب تغییرات فیزیولوژیکی می‌تواند از عوامل مؤثر بر تغییرات هورمون‌های جنسی و بیومارکرهای استخوانی باشد و نظر به اینکه تغییر اینگونه متغیرها به شدت، مدت تمرین و وضعیت آمادگی جسمانی افراد بستگی دارد، به مربیان و پزشکان ورزشی پیشنهاد می‌شود که به هنگام طراحی تمرینات ورزشی تدابیر لازم را بیاندیشند.

نتیجه‌گیری

هشت هفته تمرین هوازی منجر به افزایش معنی‌دار در مقادیر کلسیم، فسفر، استروژن و پاراتورمون در زنان

منابع

1. Sato Y, Abe T. KAATSU-walk training increases serum bone-specific alkaline phosphatase in young men. *Int J KAATSU Train Res* 2005; 1(2):77-81.
2. Rizzoli R, Åkesson K, Boussein M, Kanis J, Napoli N, Papapoulos S, et al. Subtrochanteric fractures after long-term treatment with bisphosphonates: a European society on clinical and economic aspects of osteoporosis and osteoarthritis, and international osteoporosis foundation working group report. *Osteoporos Int* 2011; 22(2):373-90.
3. World Health Organization. WHO scientific group on the assessment of osteoporosis at primary health care level. Summary meeting report. Geneva: World Health Organization; 2004.
4. Soltani M, Soltani S, Abrishami LH, Zeiaadini L, Ashkanifar M. The analysis of relation between physical activity level with paratormone and calcitonin in middle aged women's. *Biol Forum* 2015; 7(2):142-7.
5. Esmaili H, Alimi R, Javanrouh N, Azizi H, Vahid Roudsari F. Age at menopause and associated factors in middle-aged women in Mashhad city, 2010-2011. *Iran J Obstet Gynecol Infertil* 2013; 15(36):1-7. (Persian).
6. Shabani R, Yosefzad L, Fallah F. Effects of eight weeks of endurance-resistance training on some inflammatory markers and cardiovascular endurance in sedentary postmenopausal women. *Iran J Obstet Gynecol Infertil* 2017; 20(1):23-30. (Persian).
7. Mödder UI, Clowes JA, Hoey K, Peterson JM, McCready L, Oursler MJ, et al. Regulation of circulating sclerostin levels by sex steroids in women and in men. *J Bone Miner Res* 2011; 26(1):27-34.
8. Lapauw B, Vandewalle S, Taes Y, Goemaere S, Zmierzczak H, Collette J, et al. Serum sclerostin levels in men with idiopathic osteoporosis. *Eur J Endocrinol* 2013; 168(4):615-20.
9. Izquierdo M, Häkkinen K, Ibanez J, Garrues M, Anton A, Zuniga A, et al. Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. *J Appl Physiol* 2001; 90(4):1497-507.
10. Simon D, Preziosi P, Barrett-Connor E, Roger M, Saint-Paul M, Nahoul K, et al. Interrelation between plasma testosterone and plasma insulin in healthy adult men: the Telecom Study. *Diabetologia* 1992; 35(2):173-7.
11. Watkins ES. The estrogen elixir: a history of hormone replacement therapy in America. Maryland: JHU Press; 2007.
12. Mohammadsani K. Examination amount of calcitonin and parathyroid hormones on women before and after postmenopausal and it's relation with osteoprosis. *J Med Sci Coll Gonabad* 2001; 4:19-25.
13. Rong H, Ji H, Tsai JA, Pernow Y, Bucht E. Calcitonin-suppressed expression of parathyroid hormone-related protein in breast cancer cells. *Biochem Biophys Res Commun* 1999; 265(1):260-4.
14. Schipani E, Kruse K, Juppner H. A constitutively active mutant PTH-PTHrP receptor in Jansen-type metaphyseal chondrodysplasia. *Science* 1995; 268(5207):98-100.
15. Calvi LM, Sims NA, Hunzelman JL, Knight MC, Giovannetti A, Saxton JM, et al. Activated parathyroid hormone/parathyroid hormone-related protein receptor in osteoblastic cells differentially affects cortical and trabecular bone. *J Clin Invest* 2001; 107(3):277-86.
16. Woitge HW, Friedmann B, Suttner S, Farahmand I, Müller M, Schmidt-Gayk H, et al. Changes in bone turnover induced by aerobic and anaerobic exercise in young males. *J Bone Miner Res* 1998; 13(12):1797-804.
17. Tosun A, Bölükbaşı N, Çıngı E, Beyazova M, Ünlü M. Acute effects of a single session of aerobic exercise with or without weight-lifting on bone turnover in healthy young women. *Mod Rheumatol* 2006; 16(5):300-4.

18. Meier C, Seibel MJ, Kraenzlin ME. Use of bone turnover markers in the real world: are we there yet? *J Bone Miner Res* 2009; 24(3):386-8.
19. Garnero P, Delmas PD. Assessment of the serum levels of bone alkaline phosphatase with a new immunoradiometric assay in patients with metabolic bone disease. *J Clin Endocrinol Metab* 1993; 77(4):1046-53.
20. Beshgetoor D, Nichols JF, Rego I. Effect of training mode and calcium intake on bone mineral density in female master cyclists, runners, and non-athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2000; 10(3):290-301.
21. Duncan CS, Blimkie CJ, Kemp A, Higgs W, Cowell CT, Woodhead H, et al. Mid-femur geometry and biomechanical properties in 15-to 18-yr-old female athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34(4):673-81.
22. Thorsen K, Kristoffersson A, Hultdin J, Lorentzon R. Effects of moderate endurance exercise on calcium, parathyroid hormone, and markers of bone metabolism in young women. *Calcif Tissue Int* 1997; 60(1):16-20.
23. Ay A, Yurtkuran M. Evaluation of hormonal response and ultrasonic changes in the heel bone by aquatic exercise in sedentary postmenopausal women. *Am J Phys Med Rehabil* 2003; 82(12):942-9.
24. Moazami M, Jamali FS. The effect of 6-months aerobic exercises on bone-specific alkaline phosphatase and parathyroid hormone in obese inactive woman. *J Sport Biomotor Sci* 2014; 10(2):71-9.
25. Bemben DA, Sharma-Ghimire P, Chen Z, Kim E, Kim D, Bemben M. Effects of whole-body vibration on acute bone turnover marker responses to resistance exercise in young men. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2015; 15(1):23-31.
26. Alp A. Effects of aerobic exercise on bone specific alkaline phosphatase and urinary CTX levels in premenopausal women. *Turkish J Physical Med Rehabil* 2013; 59(4):310-3.
27. Sternfeld B, Ainsworth BE, Quesenberry CP. Physical activity patterns in a diverse population of women. *Prev Med* 1999; 28(3):313-23.
28. Acevedo EO, Starks MA. Exercise testing and prescription lab manual. Canada: Human Kinetics; 2003.
29. Ghahremani Moghadam M. Effect of aerobic training for 8 weeks on c-reactive protein, uric acid and total bilirubin in sedentary elderly women. *Horizon Med Sci* 2015; 21(2):81-9.
30. Emami H, Rahnema N, Nuri R, Damirchi A, Rahmani-Nia F, Afshar-Nejad T. Effect of combination exercise training on sex hormone binding globulin in postmenopausal women with breast cancer. *Gazzetta Med Italian* 2012; 171(5):639-51.
31. McCaulley GO, McBride JM, Cormie P, Hudson MB, Nuzzo JL, Quindry JC, et al. Acute hormonal and neuromuscular responses to hypertrophy, strength and power type resistance exercise. *Eur J Appl Physiol* 2009; 105(5):695-704.
32. Silveira LC, Tezini GC, Schujmann DS, Porto JM, Rossi BR, Souza HC. Comparison of the effects of aerobic and resistance training on cardiac autonomic adaptations in ovariectomized rats. *Auton Neurosci* 2011; 162(1-2):35-41.
33. Souster MJ. The effect of high-intensity resistance training on the hormonal and strength responses in healthy elderly males. [Master Thesis]. Canada: University of Alberta; 2000.
34. Ebrahim K, Rezaei Sahraei A. Effect of eight weeks of aerobic and progressive exercises on changes of estrogen hormone and effective factors on bone mass in menopausal sedentary women. *Iran J Endocrinol Metab* 2010; 12(4):401-8.
35. Salesi M, Khoshneshin Ghashghae Z, Daryanoosh F, Tahmasebi S, Taleie A. The effect of eight weeks aerobic exercise on cardiovascular and hormonal risk factors in breast cancer patients. *Razi J Med Sci* 2015; 22(131):35-43.
36. Aldahr MH. Bone mineral status response to aerobic versus resistance exercise training in postmenopausal women. *World Appl Sci J* 2012; 16(6):806-13.
37. Lin LL, Hsieh SS. Effects of strength and endurance exercise on calcium-regulating hormones between different levels of physical activity. *J Mechan Med Biol* 2005; 5(2):267-75.
38. Alghadir AH, Aly FA, Gabr SA. Effect of moderate aerobic training on bone metabolism indices among adult humans. *Pakistan J Med Sci* 2014; 30(4):840-4.
39. Townsend R, Elliott-Sale KJ, Jessica Pinto A, Thomas C, Scott JP, Currell K, et al. Parathyroid hormone secretion is controlled by both ionised calcium and phosphate during exercise and recovery in men. *J Clin Endocrinol Metab* 2016; 101(8):3231-9.
40. Takada H, Washino K, Hanai T, Iwata H. Response of parathyroid hormone to exercise and bone mineral density in adolescent female athletes. *Environ Health Prev Med* 1998; 2(4):161-6.
41. Bellew JW, Gehrig L. A comparison of bone mineral density in adolescent female swimmers, soccer players, and weight lifters. *Pediatr Phys Ther* 2006; 18(1):19-22.
42. Colletti LA, Edwards J, Gordon L, Shary J, Bell NH. The effects of muscle-building exercise on bone mineral density of the radius, spine, and hip in young men. *Calcif Tissue Int* 1989; 45(1):12-4.