

# تأثیر ۱۲ هفته تمرینات هوازی با شدت متوسط (W-WJMIEP-R) بر سطوح سرمی ویتامین D، هورمون پاراتیروئید، کلسیم و فسفر در زنان یائسه اضافه وزن

زینب شیخلو<sup>۱</sup>، بختیار ترتیبیان<sup>۲\*</sup>، عباس مال اندیش<sup>۳</sup>

۱- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه ارومیه

۲- دانشگاه علامه طباطبائی

۳- دانشگاه ارومیه

\* نشانی نویسنده مسئول: تهران، دانشگاه علامه طباطبائی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی

Email: ba.tartibian@gmail.com

پذیرش: ۹۴/۱۱/۲۷

اصلاح: ۹۴/۰۹/۱۴

وصول: ۹۴/۰۸/۰۱

## چکیده

**مقدمه و هدف:** پوکی استخوان بیماری متابولیکی استخوان است که کاهش عمومی و شدید چگالی استخوان را به همراه دارد. بنابراین، هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر دوازده هفته تمرینات هوازی با شدت متوسط بر سطوح سرمی ویتامین D، هورمون پاراتیروئید، کلسیم و فسفر در زنان یائسه کم تحرک بود.

**روش شناسی:** این مطالعه از نوع تحقیقات نیمه تجربی با دو گروه تجربی و کنترل بود. ۲۰ زن یائسه کم تحرک داوطلب و واجد شرایط با میانگین سنی  $60 \pm 2/12$  سال و شاخص توده بدن  $29/46 \pm 3/24$  کیلوگرم بر مترمربع به صورت تصادفی در دو گروه تجربی (۱۰ زن) و کنترل (۱۰ زن) در این پژوهش شرکت نمودند. گروه فعالیت ورزشی در برنامه ۱۲ هفته‌ای، هر هفته سه جلسه و در هر جلسه به مدت زمان ۵۰ تا ۶۰ دقیقه تمرینات هوازی با شدت ۶۵ الی ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره را اجرا کردند، درحالیکه گروه کنترل در هیچ مداخله‌ای شرکت نداشتند. از گروه تجربی و کنترل ۲۴ ساعت قبل و بعد از ۱۲ هفته برنامه تمرینی در حالت ناشتا به منظور اندازه‌گیری متغیرهای وابسته نمونه‌گیری خون به عمل آمد. اطلاعات مربوطه با روش آماری توصیفی و استنباطی تی همبسته و آنکوا در سطح معناداری ( $p \leq 0/05$ ) و با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۳ تجزیه و تحلیل شد.

**یافته‌ها:** نتایج بین‌گروهی نشان داد که پس از ۱۲ هفته تمرینات هوازی با شدت متوسط سطوح سرمی ویتامین D، کلسیم و فسفر تفاوت معناداری نداشت ( $P > 0/05$ )، درحالیکه سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید افزایش معناداری داشت ( $p \leq 0/05$ ).

**بحث و نتیجه‌گیری:** نتایج پژوهش حاضر بیانگر آن است که ۱۲ هفته فعالیت ورزشی هوازی پیاده‌روی و دوی سبک با شدت متوسط ۶۵ الی ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره سطوح سرمی ویتامین D، کلسیم و فسفر را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد، درحالی که هورمون پاراتیروئید را افزایش می‌دهد که احتمالاً ناشی از دوگانگی اثرات آن برای بهبود توده استخوانی در زنان یائسه ۵۰ الی ۷۰ سال است.

**واژه‌های کلیدی:** تمرینات هوازی، ویتامین D، هورمون پاراتیروئید، کلسیم، فسفر، زنان یائسه.

همچون یائسگی از عوامل مؤثر در بروز اختلال دستگاه

اسکلتی، به‌ویژه بافت استخوان در افراد مسن هستند (۱). کاهش

تراکم استخوانی یا پوکی استخوان یک بیماری ساکت و

خاموش است که نوعی اختلال اسکلتی بوده که بیشتر در

## مقدمه

تغییرات فیزیولوژیکی همراه با روند طبیعی افزایش سن مانند

تغییرات فنوتیپی ترکیب بدن، هورمون‌های جنسی و شرایطی

دوران کهنسالی و پیری بروز کرده و ویژگی بارز آن کاهش استحکام استخوان بوده و فرد را در معرض خطر شکستگی قرار می‌دهد (۱). از سوی دیگر، اختلالات مربوط به کم‌تحرکی نیز از دیگر عواملی هستند که پوکی استخوان را تحت تأثیر قرار می‌دهند. عوامل هورمونی نیز در متابولیسم استخوان درگیر هستند که می‌توان به ویتامین D، پاراتیروئید، تستوسترون و هورمون‌های جنسی اشاره کرد (۴-۲).

ویتامین D یا کلسی‌فرول یکی از ویتامین‌های لازم برای بدن و از ویتامین‌های محلول در چربی است که به رشد و استحکام استخوان‌ها از طریق کنترل تعادل کلسیم و فسفر کمک می‌کند (۲). این ویتامین با ایجاد افزایش جذب فسفر و کلسیم از روده‌ها و کاهش دفع از کلیه به متابولیسم استخوان‌ها کمک می‌کند و همچنین از طریق ترجمه ژن‌های هسته سلول به رشد سلول کمک می‌کند. کمبود این ویتامین منجر به کاهش جذب روده‌ای کلسیم از ۳۰٪ به ۱۵٪ شده که این امر خود باعث افزایش هورمون پاراتیروئید می‌شود (۳).

هورمون پاراتیروئید (پاراتورمون) از غدد پاراتیروئید ترشح می‌شود. این غدد چهار تا عدد است و اغلب در قسمت خلفی غده تیروئید واقع شده و وظیفه کنترل سطوح سرمی کلسیم را بر عهده دارند. هورمون پاراتیروئید (PTH) با افزایش جذب روده‌ای کلسیم، کاهش دفع کلیوی و افزایش فعالیت استئوکلاست‌ها (بازجذب استخوان)، موجب افزایش سطح کلسیم خون می‌شود. کلسیم یکی از اجزای معدنی خون است که به تنظیم ضربان قلب، انتقال پیام‌های عصبی، انقباض عضلات و تشکیل استخوان و دندان‌ها کمک می‌کند (۱).

هم‌چنین، نقش متابولیکی و ساختاری بسیار مهم مواد معدنی، به‌ویژه کلسیم و فسفر در رشد استخوان تأثیرگذار بوده، و به عنوان شاخص‌های اولیه نشان دهنده خطر شکستگی بر اثر پوکی استخوان محسوب می‌شوند. فعالیت ورزشی در تعادل کلسیم نقش داشته و باعث افزایش توده اسکلتی می‌شود که عمدتاً این از طریق افزایش سطوح ۱ و ۲۵ هیدروکسی ویتامین D، کاهش سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید و افزایش جذب کلسیم روده‌ای صورت می‌گیرد (۴). فسفر املاح ماکرومینرال است که ۱ درصد وزن بدن را تشکیل می‌دهد. فسفر در ساختمان همهٔ کروموزوم‌ها و غشای سلول‌های بدن وجود دارد و به حفظ pH خون کمک می‌کند. هم‌چنین، فسفر به صورت

ترکیب با کلسیم به تشکیل مواد سخت و بلوری موجود در بافت استخوان کمک کرده و باعث کاهش دردهای استخوانی می‌شود (۲،۱).

با توجه به متابولیسم کلسیم و فسفر، به نظر می‌رسد که تعادل بین ویتامین D و هورمون پاراتیروئید نقش اساسی در هموستاز کلسیم و نهایتاً تغییرات بافت استخوانی دارد (۲، ۱). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که با افزایش سن، میزان دریافت غذایی ویتامین D کاهش می‌یابد. هم‌چنین، سنتز پوستی این ویتامین نیز کم شده و در مجموع سبب شیوع بالای کمبود ویتامین D در افراد مسن می‌گردد (۵). از طرفی، تغییرات وابسته به سن در بافت کلیوی نیز تبدیل ویتامین D به شکل فعال آن را دچار نقصان می‌کند که همهٔ این عوامل، نهایتاً باعث کاهش جذب روده‌ای کلسیم و تحریک ترشح هورمون پاراتیروئید یا به عبارت دیگر هیپوپاراتیروئیدیسم ثانویه می‌شود (۶، ۵). در زنان پس از سن یائسگی، الگوی ترشح استروژن و هورمون‌های جنسی تغییر می‌کند. یکی از اثرات تغییر در ترشح استروژن بهم خوردن نقطه تنظیمی کلسیم و در نتیجه تغییر آستانه تحریک ترشح هورمون پاراتیروئید است که سبب هیپوپاراتیروئیدیسم در زنان یائسه می‌شود (۴).

فعالیت بدنی از تعیین‌کننده‌های مهم توده استخوان به شمار می‌رود (۷، ۸) و اهمیت آن در سلامت بافت اسکلتی و پیشگیری از استئوپروز بارها ثابت شده است (۹، ۱۰). از طرفی، در بافت استخوان، ذخیره کلسیم به عنوان تنظیم‌کننده درون‌سلولی در پاسخ به فعالیت ورزشی بیشتر می‌شود (۱۱). فرآیند بازسازی استخوان به میزان قابل توجهی تحت تأثیر فشارهای مکانیکی وارده بر استخوان قرار می‌گیرد (۱۲). تأثیر فعالیت‌های ورزشی با تحمل وزن بر بافت اسکلتی با استفاده از اندازه‌گیری سرمی شاخص‌های متابولیسم استخوان، به‌ویژه شاخص‌های تشکیل استخوان در مطالعات مختلفی بررسی شده است. در برخی از این مطالعات فعالیت‌های ورزشی هوازی و استقامتی مورد بررسی قرار گرفته‌اند (۱۴، ۱۳، ۱۱، ۴). نتایج مطالعات حاکی از آن است که فعالیت ورزشی منظم می‌تواند سطح بهتری از فعالیت جسمانی را به همراه داشته باشد و لذا در فرآیند افزایش سن تأثیرگذار است (۴، ۱). از طرفی، فعالیت ورزشی منظم تغییرات فنوتیپی و ژنوتیپی را در دستگاه اسکلتی، به‌ویژه در رشد سلول‌های بافت استخوان ایجاد کرده (۴) و لذا

در تشکیل و افزایش سلول‌های استخوان‌ساز در راستای پیشگیری از پوکی استخوان نوعی راهکار غیر دارویی محسوب می‌شود (۱۱، ۹، ۴). مطالعه دیگری حاکی از آن است که ۹ ماه فعالیت ورزشی هوازی، شاخص‌های تشکیل استخوان را در زنان یائسه سالم تغییر نمی‌دهد (۱۴). به عبارت دیگر، نتایج مطالعات مربوط به سازگاری‌های فعالیت ورزشی بر بافت استخوان ضد و نقیض است. با این حال، فعالیت ورزشی هوازی با شدت متوسط به همراه گرم کردن با حرکات کششی و افزایش ضربان قلب و سرد کردن/ بازگشت به حالت اولیه فعال یکی از شیوه‌های تمرینی تأثیرگذار مثبت و محرکی استئوژنیک بر بافت استخوانی با افزایش شاخص‌های تشکیل استخوان و کاهش عوامل تحریک‌کننده استئوکلاست‌ها است (۴) و در نتیجه می‌تواند عملکرد دستگاه اسکلتی را تغییر دهد. بنابراین، این احتمال وجود دارد که این تغییرات از طریق تغییرات سطوح سرمی ویتامین D، هورمون پاراتیروئید، کلسیم و فسفر که جزء شاخص‌های مهم بافت استخوانی‌اند، صورت گیرد. بنابراین، هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر ۱۲ هفته فعالیت ورزشی هوازی با شدت متوسط بر شاخص‌های توده استخوانی یعنی سطوح سرمی ویتامین D، هورمون پاراتیروئید، کلسیم و فسفر در زنان یائسه کم‌تحرك ۵۰ تا ۷۰ سال بود.

## روش‌شناسی

### نمونه‌های پژوهش

پژوهش حاضر از نوع تحقیقات نیمه تجربی با دو گروه تجربی و کنترل بود که مراحل مربوط به اجرای آزمایشات در کمیته اخلاق در پژوهش‌های پزشکی و زیستی دانشگاه علوم پزشکی ارومیه با کد ir.umsu.rec.1394.453 تصویب گردید. جامعه آماری این پژوهش را کلیه زنان یائسه سالم و کم‌تحرك ۵۰ تا ۷۰ سال شهرستان ارومیه تشکیل دادند. طی فراخوان به عمل آمده در سرتاسر شهرستان ارومیه، ۲۰۰ زن یائسه کم‌تحرك واجد شرایط بر طبق فراخوان به صورت داوطلب اعلام آمادگی کردند. سپس رضایت‌نامه کتبی، پرسشنامه سلامت و تندرستی برای آگاهی از وضعیت تندرستی و پرسشنامه یادآمد ثبت سه روزه تغذیه در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت که از این بین تعداد ۲۰ زن یائسه کم‌تحرك دارای شرایط لازم برای مطالعه مورد نظر (معیارهای ورود شامل زنان یائسه ۵۵ تا ۷۰ سال، حداقل داشتن دوره ۶ ماه یائسگی، کم‌تحركی جسمانی،

وضعیت جسمانی سالم و بدون مشکل خاص بالینی، بدون هیچگونه بیماری خاص در دستگاه‌های بدن و هم‌چنین دستگاه اسکلتی - استخوانی مانند پوکی استخوان، بیماری‌های قلبی عروقی، کم‌کاری یا پرکاری تیروئیدی و پاراتیروئیدی، نارسایی کلیوی، بیماری‌های تنفسی، آرتريت روماتوئید، دیابت، بیماری‌های عصبی - روانی، بیماری‌های دستگاه تناسلی و غیره، بدون استفاده از هر داروی تأثیرگذار و یا داروهای بالینی، بدون هر گونه شکستگی استخوان و یا جراحی یک اندام/عضوی از بدن، و در نهایت تاییدیه سالم و نرمال بودن تست تراکم استخوان؛ و معیارهای خروج شامل شناسایی بیماری و یا هرگونه بیماری مزمن دستگاه‌های بدن در روند ۱۲ هفته پروتکل تمرینی، دارودرمانی و یا هر نوع عامل درمانی - دارویی که بر تراکم استخوان تأثیرگذار باشد، ادامه ندادن منظم پروتکل تمرینی پژوهش، رژیم‌درمانی برای کاهش و یا افزایش وزن، شکستگی و یا جراحی عضوی از بدن در طی ۱۲ هفته پروتکل تمرینی پژوهش) به عنوان نمونه نهایی انتخاب شدند. پس از اخذ رضایت‌نامه آگاهانه، آزمودنی‌ها به صورت تصادفی به دو گروه تجربی (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند (جدول ۱). گروه تجربی در برنامه تمرینات هوازی با شدت متوسط پیاده‌روی و دوی سبک بر روی تردمیل همراه با گرم کردن در ابتدا و بازگشت به حالت اولیه فعال در انتهای این نوع شیوه تمرینی (W-WJMIEP-R) را به مدت ۱۲ هفته شرکت داشتند، درحالی‌که گروه کنترل در هیچ برنامه تمرینی شرکت نکردند. وضعیت تندرستی آزمودنی‌ها نیز با پرسش‌نامه تندرستی و پزشکی - ورزشی هنجار شده (۴) و هم‌چنین دستگاه‌های سنجش تراکم استخوان (مدل هولوجیک آمریکا) و الکتروکاردیوگرام و اکوکاردیوگرافی داپلر (مدل ایسوت ساخت کشور ایتالیا) به ترتیب برای سالم بودن دستگاه اسکلتی (بافت استخوان) توسط پزشک فوق تخصص روماتولوژی و دستگاه قلبی - عروقی توسط پزشک متخصص قلب و عروق ارزیابی شدند. متغیرهای زمینه‌ای مانند سن، قد و وزن آزمودنی‌ها به ترتیب با استفاده از شناسنامه، قدسنج دیجیتالی (شرکت بیورر آلمان) با دقت یک میلی‌متر و ترازوی دیجیتالی (شرکت بیورر آلمان) با دقت ۱۰۰ گرم ارزیابی شدند. درصد چربی و شاخص توده بدن با دگزا و ضربان قلب با ضربان‌سنج دیجیتالی پولار ساخت سوئد و فشار خون با فشارسنج دیجیتالی (مدل بریسک

هفته در این تحقیق، هیچ نوع فعالیت ورزشی منظمی نداشته و شیوه عادی زندگی خود را دنبال کردند.

### روش‌های آزمایشگاهی

برای ارزیابی سطوح سرمی ویتامین D، هورمون پاراتیروئید، کلسیم و فسفر با استفاده از سوزن‌های ونوجکت از ورید بازویی دست چپ آزمودنی‌ها در حالت نشسته بر روی صندلی و استراحت، ۵ سی‌سی نمونه خون در دو نوبت پیش و پس از آزمون در حالت ۱۲ ساعت ناشتایی به وسیله تکنسین آزمایشگاه گرفته شد. برای جداسازی سرم، نمونه‌های خونی بعد از ۱۵ دقیقه لخته شدن در دمای اتاق، در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند و سطوح سرمی متغیرهای وابسته پژوهش ارزیابی شدند.

### تحلیل آماری

به منظور آزمون پیش‌فرض‌های پژوهش، ابتدا طبیعی بودن داده‌های حاصل از ویژگی‌های عمومی و سطوح سرمی ویتامین D، هورمون پاراتیروئید، کلسیم و فسفر با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. در مقایسه میانگین ویژگی‌های عمومی دو گروه از آزمون تی مستقل استفاده شد. سپس برای تعیین وجود تفاوت معنی‌دار بین گروهی و درون گروهی پیش و پس از آزمون بترتیب از آنکوا و تی همبسته استفاده شد که از تست شیب و همگنی واریانس‌ها نیز برای پیش‌فرض‌های آزمون آنکوا استفاده گردید. همه آنالیز آماری به وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ در سطح معنی‌داری ( $p \leq 0/05$ ) مورد ارزیابی قرار گرفت.

### یافته‌ها

جدول ۱، ویژگی‌های فیزیولوژیکی و تن‌سنجی زنان یائسه کم‌تحرک و سالم گروه فعالیت ورزشی و کنترل با مقایسه میانگین متغیرهای زمینه‌ای‌شان با استفاده از تی مستقل را نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیولوژیکی همگن هستند و تفاوت معناداری وجود ندارد ( $P > 0/05$ ). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که سطوح سرمی ویتامین D، کلسیم و فسفر بین گروهی تفاوت معناداری نداشت ( $P > 0/05$ ) (جدول ۲)، درحالی که سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید بین گروهی افزایش معناداری را نشان داد ( $p \leq 0/05$ ) (جدول ۲). با این حال، ضرایب اِتا<sup>۱</sup> در

ساخت آلمان) اندازه‌گیری شدند. نمونه‌های خونی به صورت ناشتا قبل ۲۴ ساعت از هر نوع برنامه تمرینی از آزمودنی‌های دو گروه جمع‌آوری شد. در مرحله بعدی، نمونه‌های خونی ۲۴ ساعت پس از پایان آخرین جلسه تمرینی از آزمودنی‌ها جمع‌آوری گردید. لازم به ذکر است که سه روز قبل از خون‌گیری پیش و پس از آزمون به همه آزمودنی‌ها غذای یکسانی داده شد. قبل تمرین و ۱۲ هفته پس از تمرین نیز برای اندازه‌گیری سطوح سرمی ویتامین D (میلی‌لیتر/نانوگرم)، هورمون پاراتیروئید (میلی‌لیتر/نانوگرم) بترتیب با کیت الایزای ویتامین D بیواکتیو دیاگنوستیک هامبورگ آلمان و کیت الایزای هورمون پاراتیروئید یوروایمون آلمان با دستگاه خوانشگر الایزا (مدل استات‌فاکس آمریکا) با روش پاندولیتی و سطوح سرمی کلسیم و فسفر (بر حسب دسی‌لیتر/میلی‌گرم) با دستگاه اتومات شده استاندارد بی‌تی - ۱۵۰۰ ایتالیا به وسیله کیت‌های بیوشیمی پارس آزمون با روش مستقیم ارزیابی شدند.

### برنامه تمرینی

برای تعیین حداکثر اکسیژن مصرفی از آزمون نوارگردان جی‌ایکس تی جورجی و همکاران (۱۹۹۶) استفاده شد (۱۵). گروه فعالیت ورزشی، برنامه فعالیت ورزشی هوازی پیاده‌روی و دوی سبک با شدت متوسط ۶۵ الی ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره را بر روی تردمیل انجام دادند که زمان هر جلسه تمرین ۵۰ تا ۶۰ دقیقه، سه جلسه در هفته و به مدت ۱۲ هفته در نوبت صبح (۱۰:۰۰ - ۱۱:۳۰) اجرا شد. از معادله واسرمن و همکاران (۲۰۱۱) برای تعیین حداکثر ضربان قلب آزمودنی‌ها استفاده شد (۱۶). بعد از تعیین حداکثر ضربان قلب آزمودنی‌ها، شدت تمرینات مورد نظر نیز با استفاده از رابطه کارونن یعنی محاسبه گردید (۱۶). هر جلسه تمرینی نیز شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۳۵ تا ۴۵ دقیقه تمرینات هوازی شدت متوسط از جمله پیاده‌روی و دوی سبک و ۵ دقیقه برای سرد کردن یا ریکآوری (برگشت به حالت اولیه فعال به منظور جلوگیری از کوفتگی عضلانی، جلوگیری از حجم ورودی خون در اندام‌های پایین تنه و بازگشت تدریجی به دمای طبیعی بدن) بود (۴)، بطوری که گروه فعالیت ورزشی ۱ هفته اول را با ۵۰ درصد، ۲ هفته دوم را با ۶۰ درصد، ۴ هفته سوم را با ۶۵ درصد و ۵ هفته آخر را با ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره بر روی تردمیل اجرا کردند. گروه کنترل نیز طی ۱۲

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیولوژیک و تن‌سنجی زنان یائسه کم‌تحرک در گروه فعالیت ورزشی و کنترل و مقایسه میانگین متغیرهای دو گروه در حالت پایه

متغیر	گروه فعالیت ورزشی ۱۰ نفر	گروه کنترل ۱۰ نفر	تی مستقل	سطح معنادار
سن (سال)	۵۹/۰۰ ± ۳/۵۷ <sup>#</sup>	۶۲/۲۴ ± ۴/۳۶	-۰/۲۲۳	۰/۸۲۶
قد (سانتیمتر)	۱۵۵/۵۹ ± ۶/۲۷	۱۵۸/۲۵ ± ۶/۰۸	۰/۹۲۳	۰/۳۶۹
وزن (کیلوگرم)	۷۳/۱۸ ± ۱۰/۳۰	۷۱/۵۰ ± ۱۰/۸۸	-۰/۳۴۳	۰/۷۳۶
مقادیر چربی (درصد)	۴۲/۰۳ ± ۵/۱۰	۴۱/۷۰ ± ۱/۵۱	-۰/۱۱۰	۰/۹۱۴
شاخص توده بدنی (کیلوگرم/متر مربع)	۲۹/۶۸ ± ۵/۱۷	۲۸/۵۶ ± ۱/۷۰	-۰/۵۵۴	۰/۵۸۷
فشار خون سیستول (میلیمتر جیوه)	۱۱۳/۵۰ ± ۱۱/۴۷	۱۱۱/۰۰ ± ۸/۰۸	۰/۷۱۶	۰/۴۸۴
فشار خون دیاستول (میلیمتر جیوه)	۷۲/۷۰ ± ۵/۷	۶۴/۰۰ ± ۶/۲۴	۰/۷۶۳	۰/۴۵۶
ضربان قلب استراحت (ضربان/دقیقه)	۷۸/۹۰ ± ۸/۲۷	۷۱/۳۳ ± ۸/۵۰	-۱/۳۷۹	۰/۱۸۶
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلیمتر/کیلوگرم/دقیقه)	۳۹/۰۵ ± ۲/۲۵	۳۹/۷۱ ± ۱/۳۸	۱/۰۱۱	۰/۳۴۲

<sup>#</sup> اعداد بر حسب میانگین و انحراف معیار استاندارد بیان شده‌اند. \* تفاوت معنادار.

جدول ۲. میانگین تغییرات بین گروهی پیش و پس از ۱۲ هفته تمرینات هوازی در دو گروه پژوهش

متغیرها	گروه فعالیت ورزشی ۱۰ نفر		درجه آزادی	F یا آنکوا	سطح معناداری	ضریب Eta
	پیش از آزمون	پس از آزمون				
ویتامین D	۳/۹۹ ± ۱/۶۲ <sup>#</sup>	۱۱/۴۱ ± ۳/۳۴	۱	۰/۳۴۵	۰/۵۶۶	۰/۰۲۴
هورمون پاراتیروئید	۳۵/۳۲ ± ۱۶/۵۹	*۴۲/۱۱ ± ۱۴/۵۸	۱	۱۰/۵۷	۰/۰۰۶	۰/۴۳۰
کلسیم	۹/۴۳ ± ۰/۳۵	۹/۴۲ ± ۰/۴۵	۱	۰/۰۰	۰/۹۹۰	۰/۰۰۱
فسفر	۳/۱۹ ± ۰/۲	۳/۱۸ ± ۰/۲۰	۱	۱/۶۳۳	۰/۲۲۲	۰/۱۰۴

<sup>#</sup> اعداد بر حسب میانگین و انحراف استاندارد بیان شده‌اند. \* تفاوت معنادار (p ≤ ۰/۰۵).

جدول ۳. میانگین تغییرات درون گروهی پیش و پس از ۱۲ هفته برنامه تمرینات هوازی در دو گروه پژوهش

متغیرها	آزمون آماری		درجه آزادی	تی همبسته	سطح معناداری
	پیش از آزمون	پس از آزمون			
ویتامین D	۳/۹۹ ± ۱/۶۲ <sup>#</sup>	*۱۱/۴۱ ± ۳/۳۴	۹	-۶/۲۲۹	۰/۰۰۱
هورمون پاراتیروئید	۳۵/۳۲ ± ۱۶/۵۹	۴۲/۱۱ ± ۱۴/۵۸	۹	-۱/۲۷۶	۰/۲۳۱
کلسیم	۹/۴۳ ± ۰/۳۵	۹/۴۲ ± ۰/۴۵	۹	۰/۰۶	۰/۹۵۳
فسفر	۳/۱۹ ± ۰/۲	۳/۱۸ ± ۰/۲۰	۹	۰/۰۳	۰/۹۷۵
ویتامین D	۲۸/۲۵ ± ۳۳/۵۳	۳۸/۰۱ ± ۳۷/۹۷	۹	-۱/۰۱۶	۰/۳۵۶
هورمون پاراتیروئید	۲۲/۴۳ ± ۲/۸۵	۱۵/۳۸ ± ۷/۷۲	۹	۱/۹۹۵	۰/۱۰۳
کلسیم	۹/۲۸ ± ۰/۲۸	۹/۳۸ ± ۰/۹۱	۹	-۰/۲۵	۰/۸۰۹
فسفر	۳/۱۹ ± ۰/۳۱	۳/۳۳ ± ۰/۲۵	۹	-۰/۶۹	۰/۵۱۹

<sup>#</sup> اعداد بر حسب میانگین و انحراف استاندارد بیان شده‌اند. \* تفاوت معنادار (p ≤ ۰/۰۵).

جدول ۲ نشان می‌دهد که ۱۲ هفته فعالیت ورزشی شدت متوسط تقریباً باعث حفظ سطوح سرمی ویتامین D و کلسیم شده و بر هورمون پاراتیروئید افزایش ۷ واحدی یعنی تغییرات ۴ درصدی و برای فسفر نیز کاهش ۰/۰۱ یعنی تأثیر مثبت ۱ درصدی را به همراه داشت (جدول ۲). هم‌چنین، نتایج نشان داد که سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید، کلسیم و فسفر بعد از ۱۲ هفته فعالیت ورزشی هوازی با شدت متوسط در درون‌گروهی هر دو گروه و هم‌چنین سطوح سرمی ویتامین D درون‌گروهی کنترل تفاوت معناداری نداشت ( $P > 0/05$ ) (جدول ۳)، درحالی‌که سطوح سرمی ویتامین D درون‌گروهی فعالیت ورزشی افزایش معناداری را نشان داد ( $p \leq 0/05$ ) (جدول ۳).

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج بین‌گروهی حاصل از آزمون آنکوای پژوهش حاضر نشان داد که ۱۲ هفته برنامه فعالیت ورزشی هوازی با شدت متوسط ۶۵ الی ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره یا برنامه W-WJMIEP-R بر سطوح سرمی ویتامین D، کلسیم و فسفر تأثیر/تفاوت معناداری نداشت ( $P > 0/05$ ) (جدول ۲)، ولی سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید بین گروهی تفاوت معناداری را نشان داد ( $p \leq 0/05$ ) (جدول ۲)، بطوریکه در گروه فعالیت ورزشی افزایش و در گروه کنترل کاهش پیدا کرده بود و تغییرات ۴ درصدی را به همراه داشت (مشاهده ضرایب اِتا در جدول ۲) که با یافته‌های قارداشی و همکاران (۱۳۹۴) و مایمون و همکاران (۲۰۰۶) که بترتیب بیان داشتند هشت هفته فعالیت هوازی شدید باعث افزایش معنادار هورمون پاراتیروئید می‌شود (۱۷) و دو شدت ۱۵ درصد بالاتر و پایین‌تر از آستانه تهویه‌ای باعث افزایش غلظت هورمون پاراتیروئید در گروه تمرینی با شدت زیاد افزایش می‌یابد (۱۸) و هم‌چنین با نتایج معظمی و جمالی (۱۳۹۳) مبنی بر عدم تغییر سطوح سرمی کلسیم و فسفر خون بعد از ۶ ماه فعالیت ورزشی هوازی در زنان چاق غیر فعال با میانگین سنی ۴۲ سال و ترتیبیان و همکاران (۲۰۱۱) مبنی بر عدم تغییر تراکم استخوانی مهره‌های کمری و گردن ران و سطوح کلسیم و فسفر بعد از ۲۴ هفته فعالیت ورزشی هوازی در زنان یائسه با میانگین سنی ۶۸ سال) همسو هستند (۱۹، ۴)، درحالی‌که با نتایج ترتیبیان و همکاران (۲۰۱۱) و مارکوس و همکاران (۲۰۱۳) که بترتیب بیان داشتند

۲۴ هفته تمرینات هوازی با شدت ۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه و سه جلسه در هفته و هر جلسه تمرین ۴۵ دقیقه باعث افزایش سطوح سرمی ۱ و ۲۵ هیدروکسی ویتامین D در زنان یائسه ۵۸ تا ۷۸ سال می‌شود (۴) و سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید طی ۳۲ هفته فعالیت ورزشی با ۷۵ الی ۸۰ درصد بیشینه دو جلسه‌ای به همراه یک جلسه تمرین با تحمل وزن در هفته بدون تغییر باقی می‌ماند (۲۰) و رمضان‌پور و همکاران (۲۰۰۶) مبنی بر اینکه سطح کلسیم خون زنان یائسه فعال بطور معنی‌داری پایین‌تر از سطح سرمی کلسیم خون زنان یائسه غیرفعال است (۲۱) و هم‌چنین با نتایج ابراهیم و همکاران (۱۳۸۹) مبنی بر کاهش معنی‌دار سطوح کلسیم خون و افزایش معنی‌دار سطوح فسفر خون پس از هشت هفته فعالیت ورزشی هوازی فزاینده در زنان یائسه غیرفعال با میانگین سنی ۵۱ سال (۲۲)، ناهمسو هستند. همسو بودن نتایج مطالعه معظمی و جمالی (۱۳۹۳) و ترتیبیان و همکاران (۲۰۱۱) با مطالعه حاضر را می‌توان به ترتیب به نوع آزمودنی مشابه یعنی زنان چاق غیرفعال (۱۹) و پروتکل تمرینی و زنان یائسه غیرفعال (۴) نسبت داد. هم‌چنین در مطالعات مارکوس و همکاران (۲۰۱۳) از لحاظ متفاوت بودن پروتکل تمرینی طولانی‌مدت (۲۰) و رمضان‌پور و همکاران از لحاظ متفاوت بودن نوع آزمودنی یعنی زنان یائسه فعال (۲۱) می‌تواند از دلایل احتمالی ناهمخوانی با نتایج پژوهش حاضر باشد.

از طرف دیگر با توجه به نتایج بین‌گروهی هورمون پاراتیروئید که تفاوت معناداری در گروه فعالیت ورزش در مقایسه با گروه کنترل داشت می‌توان به مسیر سیگنالینگ آن در سلول‌های استئوبلاستی نسبت داد. به عبارت دیگر، مقدار تناوبی یعنی افزایش و کاهش دوره‌ای هورمون پاراتیروئید اثرات استئوژنیک قوی دارد یعنی از طریق اتصال به گیرنده وابسته به پپتید PTHR-1 - که در سلول استئوبلاست بیان می‌شود - مسیر سیگنالینگ PKC-GAMP3,5IP3 - PLC-B و آبشار MEK-ERK AMPK را از راه سازوکار پروتئین G فعال می‌کند. این آبشار سلولی فعال شده از طریق گیرنده وابسته به پپتید یک پاراتورمون در استئوبلاست‌ها با تغییر فعالیت میانجی‌های درون‌سلولی مانند بتا کاتین و گیرنده استروژن آلفا باعث اثرات استئوژنیک می‌شود (۲۳، ۱۷). و یا اینکه این احتمال نیز وجود دارد که فعالیت ورزشی از طریق

است که همسو با کاهش یا افزایش برخی از بیان ژن‌های تأثیرگذار بر توده استخوانی می‌باشد.

در حالت کلی، نتایج ضد و نقیض پژوهش‌هایی که به بررسی اثرات فعالیت‌های ورزشی بر سوخت‌وساز بافت استخوانی پرداخته‌اند، نشان می‌دهد که عوامل متعددی مانند نوع، شدت، مدت و تکرار فعالیت ورزشی و هم‌چنین ویژگی فعالیت ورزشی (با تحمل وزن یا بدون تحمل وزن)، سن و جنس آزمودنی‌ها ممکن است پاسخ‌های سوخت‌وسازی شاخص‌های استخوان به فعالیت ورزشی را تحت تأثیر قرار دهند (۲۲، ۱۹، ۱۷، ۴)، بطوری که در فعالیت‌های کوتاه‌مدت و طاقت‌فرسا سطوح کلسیم خون افزایش می‌یابد که احتمالاً به علت افزایش هورمون پاراتیروئید ناشی از شدت فعالیت‌های ورزشی مورد استفاده باشد (۲۱، ۱۹). بنابراین، عوامل مختلفی از جمله شدت و مدت زمان تمرین، نوع بازگشت به حالت اولیه (یعنی فعال یا غیرفعال)، نوع فعالیت ورزشی و جنسیت و سن آزمودنی‌ها می‌تواند تنوع یافته‌های مربوط به تغییرات سطوح سرمی کلسیم و فسفر را توجیه کند (۲۷). غلظت کلسیم خارج سلولی تنظیم‌کننده ترشح هورمون پاراتیروئید است، بطوریکه کاهش غلظت کلسیم آزاد (یونیزه) موجب آزاد شدن سریع پاراتیرومون از قاعده سلول‌های پاراتیروئید می‌شود. با این حال، شدت و میزان فشار تمرینی از اصلی‌ترین علل تناقضات موجود در نتایج پژوهش‌های مختلف است، بطوری که شدت فعالیت ورزشی تعیین‌کننده بیشترین میزان تغییرات در سطوح پاراتیروئید و در نتیجه یون‌های سرمی کلسیم و فسفر است (۲۸). بنابراین، همانطور که در بالا نیز بدان اشاره شد، حداقل کشش موثر و میزان بار وارده، که برای سازگاری‌های مثبت اسکلتی در انسان لازم است دقیقاً مشخص نشده‌اند (۱)، اما میزان تحریک باید شامل نیروهای بسیار بزرگ‌تر از آن چیزی باشد که معمولاً در فعالیت همیشگی وارد می‌شود (۱). با این حال، حفظ توده استخوانی/شاخص‌های حساس سطوح سرمی استخوان ناشی از فعالیت ورزشی هوازی نوعی سازگاری مثبت بر سوخت‌وساز استخوان محسوب می‌شود که در پژوهش حاضر دو متغیر وابسته تحقیق یعنی سطوح سرمی ویتامین D و هورمون پاراتیروئید در گروه فعالیت ورزشی/زنان یائسه سالم و کم‌تحریک افزایش یافت، درحالی‌که در گروه کنترل این چنین نبود. در مجموع، از مهم‌ترین کاربردهای این

تأثیر تناوبی بر غلظت هورمون پاراتیروئید باعث فعال شدن دو مسیر وینگلس (Wnt3a) و AKT می‌شود (۲۴، ۱۷). مسیر Wnt3a حجم استخوان را تنظیم می‌کند. در این مسیر دو گیرنده Lrp5/frizzled وجود دارد که از طریق پروتئین‌هایی که wnt3a ترشح می‌کند، مسیرهای پیام‌رسانی مجازی با کانونیکال (مسیری که باعث انباشت بتا کاتنین در سیتوپلاسم و انتقال به هسته شده و عوامل رونویسی را فعال می‌کند) و غیرمجازی یا غیرکانونیکال را فعال می‌کند. مهم‌ترین ویژگی سیگنالینگ وینگلس مجازی انتقال پیک ثانویه پروتئین بتا کاتنین به هسته است که عامل کلیدی تنظیم‌کننده حجم و تراکم استخوان محسوب می‌شود (۲۵، ۱۷). پروتئین اسکرواستین نیز تحت تأثیر هورمون پاراتیروئید است. این پروتئین روی گیرنده Lrp5/frizzled قرار می‌گیرد و فعالیت پروتئین‌های رها شده از مسیر wnt3a را سرکوب کرده و مانع از افزایش حجم استخوان می‌شود (۲۶، ۱۷). با این حال، سازوکار هورمون پاراتیروئید در مسیر سیگنالینگ افزایش و یا کاهش تراکم استخوانی هنوز مشخص نیست. با توجه به اینکه هورمون پاراتیروئید با فعال نمودن استئوکلاست‌ها جذب کلسیم از استخوان‌ها، افزایش بازجذب کلسیم از توبول‌های کلیوی و در نهایت افزایش تبدیل ویتامین D به شکل فعال آن یعنی ۱ و ۲۵ دی‌هیدروکسی کوله کلسیفرول در کلیه‌ها سبب تسهیل جذب کلسیم از روده می‌شود (۲). بنابراین، تغییرات این هورمون ارتباط تنگاتنگی با تغییرات ویتامین D دارد (۲) و مطالعات نشان می‌دهد که در دوران یائسگی، کاهش توده استخوانی شروع شده (۱۹، ۴، ۲، ۱) و لذا حفظ توده استخوانی زنان یائسه به مقادیر بالاتری کلسیم و ویتامین D نیاز دارند که در تحقیق حاضر تمرین هوازی شدت متوسط باعث افزایش سطوح سرمی ویتامین D در گروه ورزش شده و این احتمال وجود دارد که باعث جلوگیری از اثرات سوء پوکی استخوان در دوران یائسگی شده و هم‌چنین می‌تواند به افزایش تراکم استخوانی منجر شود (۴، ۲). بنابراین، در تحقیق حاضر این احتمال وجود دارد که تمرینات هوازی با شدت متوسط ۶۵ الی ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب تمرین باعث تحریک مسیر سیگنالینگ در راستای بهبود افزایش حجم و تراکم استخوانی در زنان یائسه شود و لذا اثرات استئوژنیک ویتامین D با افزایش و یا کاهش دوره‌ای هورمون پاراتیروئید امکان‌پذیر

سرمی استخوانی، انجام دادن تحقیقات علمی آتی در راستای سازگاری‌های بافت استخوان ناشی از فعالیت ورزشی هوازی با شدت متوسط ۶۵ الی ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره و بالاتر از این شدت ضروری به نظر می‌رسد.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از سرکار خانم دکتر افسر قره‌باغ (متخصص قلب و عروق و استادیار دانشگاه علوم پزشکی ارومیه)، جناب آقای دکتر آغداشی (فوق تخصص روماتولوژی و دانشیار دانشگاه علوم پزشکی ارومیه) و زنان یائسه شهرستان ارومیه (به عنوان آزمودنی‌های این پژوهش) کمال تشکر را اعلام می‌دارند.

پژوهش می‌تواند به سازگاری‌های مثبت ناشی از فعالیت ورزشی هوازی با شدت متوسط ۶۵ الی ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره جهت بهبود عملکرد و یا جلوگیری از آسیب‌های احتمالی دستگاه اسکلتی - استخوانی از جمله پوکی استخوان در زنان یائسه کم‌تحرك نام برد. با این حال، تا به امروز نتایج تحقیقات مربوط به سازگاری‌های شاخص‌های حساس بافت استخوان ناشی از فعالیت ورزشی نتوانسته است اندازه و میزان شدت آستانه را برای تحریک سلول‌های استخوانساز یعنی استئوبلاست‌ها با تغییرات شاخص‌های سرمی استخوان تعیین کند، لذا برای مشخص شدن سوخت‌وساز استخوان به فعالیت ورزشی و هم‌چنین تعیین اندازه و شدت تمرین و نوع فعالیت ورزشی جهت بهبود یا حفظ شاخص‌های

### منابع

- 1- Plowman SA, Smith DL. Exercise physiology for health, fitness, and performance. 4th edition. 2014; 488-509.
- 2- Zhang Y, Post WS, Dalal D, Bansal S, Blasco-Colmenares E. Serum 25-Hydroxyvitamin D, Calcium, Phosphorus, and Electrocardiographic QT Interval Duration: Findings from NHANES III and ARIC. *J Clin Endocrinol Metab* 2011; 96(6): 1873-1882.
- 3- Gallagher JC, Riggs BL, Eisman J. intestinal calcium absorption and serum vitamin D metabolites in normal subjects and osteoporotic patients: effect of age and dietary calcium. *J Clin Invest* 1979; 64: 729-736.
- 4- Tartibian B, Hajizadeh-Maleki B, Kanaley J, Sadeghi K. Long-term aerobic exercise and omega-3 supplementation modulate osteoporosis through inflammatory mechanisms in post-menopausal women: a randomized, repeated measures study. *Nutrition & Metabolism*. 2011; 8: 71-9.
- 5- Dawson-Hughes B, Harris S, Dallal GE. Serum ionized calcium, as well as phosphorus and PTH, is associated with plasma 1, 25-dihydroxy vitamin D3 concentration in normal postmenopausal women. *J Bone Miner Res* 1991; 6: 461-8.
- 6- LeBoff MS, Kohlmeier L, Hurwitz S. Occult vitamin D deficiency in postmenopausal US women with acute hip fracture. *J American Med Associ* 1999; 281: 1595-1602.
- 7- Kelley GA, Kelley KS. Exercise and bone mineral density at the femoral neck in postmenopausal women: a meta-analysis of controlled clinical trials with individual patient data. *Am J Obstet Gynecol* 2006; 194(3): 760-7.
- 8- Karlsson MK, Magnusson H, Karlsson C, Seeman E. The duration of exercise as a regulator of bone mass. *Bone* 2001; 28(1): 128-32.
- 9- Kohrt WM, Bloomfield S, Little KD, Nelson ME, Yingling VR. American college of sports medicine position stand: physical activity and bone health. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36(1): 1985-96.
- 10- Borer KT. Physical activity in the prevention and amelioration of osteoporosis in women: interaction of mechanical, hormonal and dietary factors. *Sports Med* 2005; 35(9): 779-830.
- 11- Tartibian B, Tolouei-Azar J, Motabsae N. The influence of nine - week intensive aerobic exercises; calcium and vitamin D supplementation on the metabolic response of bone formation biomarkers in young women. *Zahedan J Research in Med Scie* 2011; 6: 47-54. [Persian].
- 12- Robling AG, Castillo AB, Turner CH. Biomechanical and molecular regulation of bone remodeling. *Annu Rev Biomed Eng* 2006; 8: 455-98.
- 13- Yamazaki S, Ichimura S, Iwamoto J, Takeda T, Toyama Y. Effect of walking exercise on bone metabolism in postmenopausal women with osteopenia/osteoporosis. *J Bone Miner Metab* 2004; 22(5): 500-8.
- 14- Evans EM, Racette SB, Van-Pelt RE, Peterson LR, Villareal DT. Effects of soy protein isolate and moderate exercise on bone turnover and bone mineral density in postmenopausal women. *Menopause* 2007; 14(3): 481-8.
- 15- Tartibian B, Khorshidi M. Estimation of physiological indices in exercise. 1st edition. Tehran: Teimourzadeh Publication - Nashre Tabib; 2006. 37-142. [Persian].
- 16- Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Stringer WW, Sietsema KS, Sun XG, Whipp BJ. Principle of exercise testing and interpretation. LWW Publisher; Fifth edition, 2011; ISBN-13: 978-1609138998.
- 17- GardashiAfousi A, Khashayar P, Gaëini A, Choubineh S, Fallahi AS. Effect high intensity interval training on hormonal factors influence on bone metabolism. *J Med Scie Razi* 2015; 22(130): 31-37. [Persian].
- 18- Maimoun L, Manetta J, Couret I, Dupuy AM, Mariano-Goulart D, Micallef JP, et al. The intensity level of physical exercise and the bone metabolism response. *Int J Sports Med* 2006; 27: 105-11.



- 19- Moazemi 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 Scie* 2014; 5(2): 71-79. [Persian].
- 20- Marques EA, Mota J, Viana MJ, Tuna D, Figueiredo P, Guimaraes JT, et al. Response of bone mineral density, inflammatory cytokines, and biochemical bone markers to a 3-week combined loading exercise programs in older men and women. *Archives of Geront & Geria* 2013; 57: 226-233.
- 21- Ramezanpour MR, Hamedinia MR, Vaeznia F. Comparison some of calcium and bone metabolism indices in active & non-active postmenopausal women. *J Faculty of Nursing & Midwifery of Mashhad* 2010; 10(23): 42-51. [Persian].
- 22- Ebrahim KH, Ramezanpoor MR, RezayeeSahrayee A. Effect of 8 weeks aerobic exercise and intensive on estrogen hormone changes and some factors influence on bone mass in sedentary postmenopausal women. *J Endocrinology & Metabolism of Iran* 2010; 12(4): 401-408. [Persian].
- 23- Datta NS, Abou-Samra AB. PTH and PTHrP signaling in osteoblasts. *Cell Signal* 2009; 21: 1245-54.
- 24- Weinstein RS, Jilka RL, Almeida M, Roberson PK, Manolagas SC. Intermittent parathyroid hormone administration counteracts the adverse effects of glucocorticoids on osteoblast and osteocyte viability, bone formation, and strength in mice. *Endocrinology* 2010; 151: 2641-9.
- 25- Kramer I, Halleux C, Keller H, Pegurri M, Gooi JH, Weber PB, et al. Osteocyte Wnt/ $\beta$ -catenin signaling is required for normal bone homeostasis. *Mol Cell Bio* 2010a; 30: 3071-85.
- 26- Kramer I, Loots GG, Studer A, Keller M, Kneissel M, et al. Parathyroid hormone (PTH) induced bone gain is blunted in SOST overexpressing and deficient mice. *J Bone Miner Res* 2010b; 25: 178-89.
- 27- Takada H, Washino K. Response of parathyroid hormone to exercise and bone mineral density in adult female athletes. *Endocrinology Med* 2011; 25: 161-166.
- 28- Thorsen K, Kristofferson A. Effects of moderate Endurance exercise on calcium, parathyroid hormone of bone metabolism in women. *Tissue Inter* 1997; 60: 16-20.
- 29- Haakonssen EC, Ross ML, Knight E, Cato L, Nana A, Wluka AE, Cicuttini PM, et al. The effects of a calcium-rich pre-exercise meal on biomarkers of calcium homeostasis in competitive female cyclists: A randomised crossover trial. *PLoS One* 2015; 10(5): e0123302.



# Effect of 12 weeks of moderate intensity aerobic training (W-WJMIEP-R) on serum levels of vitamin D, parathyroid hormone, calcium, and phosphorous in overweight postmenopausal women

Sheikhlou Z<sup>1</sup>, Tartibian B<sup>2\*</sup>, Malandish A<sup>1</sup>

1- Urmia University

2- Allameh Tabataba'i University

Corresponding: Faculty of Physical Education and Sport Sciences/Pathology and movement of the corrective Group, Tehran, Iran.

Received: 2015/10/23

Revised: 2015/12/05

Accepted: 2016/02/16

## Abstract

**Correspondence:**  
Urmia University

**Email:**  
ba.tartibian@gmail.com

**Introduction:** Osteoporosis is a metabolic bone disease that dramatically reduces bone density. Therefore, the purpose of this study was to investigate the effect of moderate intensity aerobic training on serum levels of vitamin D, parathyroid hormone, calcium, and phosphorous in sedentary postmenopausal women.

**Methods:** This investigation was in the form of a semi-experimental with two experimental & control groups. Twenty sedentary postmenopausal women with having an average [age (60.12±2.12 yr) and BMI (29.46±3.24 kg.m<sup>2</sup>)] voluntarily & bona fide participated in this study. Then subjects were randomly divided into two the exercise (10 women) and control (10 women) groups. Exercise group performed of 12 weeks walking & jogging moderate-intensity aerobic training 65-70% maximal heart rate reserve, three sessions per week, and per session 50-60 (min), but the control group participated in no intervention. Twenty-four hours before and after of 12 weeks training program were taken blood samples for fasting in order to measure serum indices of vitamin D, parathyroid hormone, calcium, and phosphorous in the exercise & control groups. Data analysis included descriptive and inferential (paired samples t-test & ANCOVA test) statistics using SPSS-23 software and a significance level of P≤0.05 was considered.

**Results:** The results between-groups showed that serum levels of vitamin D, calcium, and phosphorus were not significantly different (P>0.05), while serum levels of parathyroid hormone significantly increased (P≤0.05).

**Conclusions:** The results in the study suggest that 12 weeks of moderate-intensity aerobic training 65-70% maximal heart rate reserve such as walking & jogging program (W-WJMIEP-R) serum levels of vitamin D, calcium and phosphorus does not affect, while parathyroid hormone increases that Probably due to the duality of it effects to improve bone mass in sedentary women 50-70 years old.

**Key Words:** Aerobic training, Vitamin D, Parathyroid hormone, Calcium, Phosphorus, postmenopausal women.