

## اثرات ۱۲ هفته تمرینات هوازی با شدت متوسط و ۵ ماه بی‌تمرینی بر بیومارکرهای قلبی عروقی در زنان یائسه غیرفعال

\***بختیار ترتیبیان:** دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، رئیس هسته پژوهشی فیزیولوژی تندرستی و فعالیت بدنی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران (\*نویسنده مسئول). [ba.tartibian@gmail.com](mailto:ba.tartibian@gmail.com)  
**عباس مآل اندیش:** دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.  
**رقیه افسرقره‌باغ:** استادیار فلوشیپ بالون آنژیوپلاستی، گروه بیماری‌های قلب و عروق، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، ارومیه، ایران.  
**زینب شیخلو:** کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۷/۲/۹

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۱۳

### چکیده

**زمینه و هدف:** اخیراً موضوع سازگاری‌های ناشی از فعالیت ورزشی بر شاخص‌های قلبی و عروقی و همچنین مدت زمان ماندگاری سازگاری‌های مثبت ناشی از آن در دوره بی‌تمرینی برای فیزیولوژیست‌های ورزشی جالب توجه است. هدف از پژوهش حاضر اثرات ۱۲ هفته تمرینات هوازی با شدت متوسط و ۵ ماه دوره بی‌تمرینی بر بیومارکرهای قلبی عروقی کلسیم، فسفر، هورمون پاراتیروئید و ویتامین D در زنان یائسه غیرفعال بود.

**روش کار:** در این مطالعه نیمه‌تجربی، ۲۴ زن یائسه کم‌تحرک داوطلب و واجد شرایط با میانگین سنی ۵۳ سال و شاخص توده‌بدن ۲۹ کیلوگرم بر مترمربع شرکت کرده و سپس به صورت تصادفی در دو گروه تمرین (۱۲ زن) و کنترل (۱۲ زن) قرار گرفتند. گروه تمرین (۱۲/هفته، ۳ جلسه/هفته، ۶۰-۵۰ دقیقه/جلسه، ۶۵-۷۰٪ حداکثر ضربان قلب تمرین) را اجرا کردند و سپس به مدت ۵ ماه دیگر نیز بی‌تمرین ماندند. گروه کنترل نیز سطح فعالیت جسمانی روزانه خود را به مدت ۸ ماه حفظ کردند. از گروه تمرین و کنترل در حالت پایه، بعد از ۱۲ هفته مداخله تمرینی و ۵ ماه پس از دوره بی‌تمرینی نمونه خون برای ارزیابی سطوح سرمی گرفته شد. داده‌ها با آمار توصیفی و استنباطی (آزمون مانوا) در سطح معناداری ( $p \leq 0.05$ ) بوسیله نرم‌افزار اسپ‌اس‌اس نسخه ۲۳ تجزیه و تحلیل شد.

**یافته‌ها:** نتایج بین گروهی نشان داد که هورمون پاراتیروئید تنها پس از ۱۲ هفته مداخله تمرینی افزایش معناداری یافت ( $p \leq 0.05$ )، اما بین کلسیم، فسفر و ویتامین D گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل پس از ۱۲ هفته مداخله تمرینی و همچنین پس از ۵ ماه بی‌تمرینی تفاوت معناداری وجود نداشت ( $p > 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** نتایج بیانگر آن است که ۱۲ هفته تمرینات هوازی با شدت متوسط ۶۵ الی ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب تمرین سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید (احتمالاً با اثرات مستقیم آن بر دستگاه قلبی عروقی) را افزایش داد، بطوریکه برخی از سازگاری‌های مثبت ناشی از فعالیت ورزشی از جمله افزایش سطوح سرمی ویتامین D در زنان یائسه غیرفعال حتی پس از ۵ ماه دوره بی‌تمرینی نیز حفظ شده بود.

**کلیدواژه‌ها:** مارکرهای قلبی، فعالیت هوازی، بی‌تمرینی، یائسگی

### مقدمه

فعالیت ورزشی (۱، ۲، ۵) و بی‌تمرینی/کم‌تحرکی (۵) می‌تواند دستگاه قلب و عروق را تحت تاثیر قرار دهد. کلسیم با عدد اتمی ۲۰ و وزن اتمی ۴۰/۰۷۸ گرم بر مول، فراوانترین ماده معدنی در بدن انسان است. کلسیم نقش کلیدی را در تنظیم ضربان قلب و تعیین مدت زمان پتانسیل عمل سلول‌های قلبی بر عهده دارد. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که انقباض قلبی نیازمند کلسیم است، لذا نقش کلسیم به عنوان یک سینگالینگ یونی در قلب اهمیت ویژه‌ای دارد (۶). جریان کلسیم یک

بیماری‌های قلبی عروقی عامل اصلی مرگ و میر (۲، ۱) و ناتوانی در اکثر کشورهای دنیا از جمله ایران به شمار می‌آیند. طبق آمار به دست آمده، از هر ۱۰۰ هزار مورد بیماری قلبی گزارش شده در کشور، حدوداً ۱۶۷ مورد منجر به مرگ می‌شود. بر این اساس، خطر بیماری‌های قلبی با افزایش سن تغییر می‌کند. نتایج گزارشات علمی نشان می‌دهد که سطوح سرمی کلسیم (۴، ۳)، فسفر (۴، ۳)، هورمون پاراتیروئید (۴، ۳)، ویتامین D (۴، ۳)،

تغییرات حساس در سیستم پاراتیروئید باشد که این امر با توده بطن چپ و خطر سکتۀ قلبی ارتباط دارد (۸،۴). ژانگ و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی رابطه بین تغییرات الکتروکاردیوگرام و سطوح سرمی فسفر پرداختند. آنها گزارش کردند که بین مدت زمان فاصله QT با سطوح سرمی فسفر رابطه معناداری وجود دارد (۴).

کلسی فدیول یا ۲۵-هیدروکسی ویتامین D یک پیش‌هورمون با فرمول شیمیایی  $C_{27}H_{44}O_2$  است که بوسیله هیدروکسیلاسیون ویتامین D<sub>3</sub> در کبد تولید می‌شود. مکان اصلی فعالیت این ویتامین در روده کوچک بوده و موجب افزایش جذب کلسیم و فسفر از روده می‌گردد و بر دستگاه قلبی عروقی تاثیر دارد (۹). رحمان و همکاران (۲۰۱۵) رابطه بین سطوح سرمی ویتامین D با عملکرد قلبی را مورد بررسی قرار دادند. آنها در مطالعه خود گزارش کردند که سطوح سرمی ویتامین D با دپولاریزاسیون و ریپولاریزاسیون بطن‌ها رابطه معناداری وجود دارد و باعث تغییرات کمپلکس QRS و موج T در الکتروکاردیوگرام می‌شود (۹). تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که عضله قلبی دارای گیرنده‌های ویتامین D بوده و این احتمال وجود دارد که فعالسازی گیرنده‌های ویتامین D دارای اثرات مفیدی بر عملکرد قلبی در حیوانات باشد (۱۰،۱۱). در مطالعات حیوانی، نقش مستقیمی برای ویتامین D در تنظیم انقباض‌پذیری قلبی نشان داده شده است (۱۰،۱۱). در مطالعات انسانی نیز کمبود ویتامین D با وقوع سکتۀ قلبی همراه است (۱۲). همچنین، مطالعات حیوانی و انسانی نشان می‌دهد که ویتامین D فعالیت دستگاه رنین - آنژیوتانسین - آلدوسترون را تحت تاثیر قرار می‌دهد، بطوریکه کمبود ویتامین D با سرکوب بیان ژن رنین همراه بوده، و دستگاه قلبی عروقی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۱۳). در مقابل، ژانگ و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی رابطه بین ۲۵ هیدروکسی ویتامین D با تغییرات الکتروکاردیوگرام پرداختند. نتایج آنها نشان داد که بین ۲۵ هیدروکسی ویتامین D با مدت زمان فاصله QT رابطه معناداری وجود ندارد (۴). با این حال، نقش ویتامین D بر دستگاه قلبی عروقی

جریان دپولاریزه است که مدت زمان پتانسیل عمل بطنی را طولانی می‌کند، لذا تغییرات غلظت سرمی کلسیم باعث تغییرات مشخصی در دستگاه قلب و عروق می‌شود که این امر با هیپوکلسمی و هیپرکلسمی رخ می‌دهد (۷). این تغییرات با مدت زمان بخش ST (ST segment) یا ریپولاریزاسیون اولیه بطن‌ها و تغییرات جزئی در کمپلکس QRS (QRS complex) یا موج T (T wave)؛ ریپولاریزاسیون و دپولاریزاسیون بطنی) نیز ارتباط دارد (۷). سطوح بالای کلسیم باعث کوتاه شدن بخش ST در الکتروکاردیوگرام می‌شود. برعکس، سطوح پایین کلسیم باعث طولانی شدن بخش ST می‌شود. گاردنر و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی تاثیر سطوح سرمی کلسیم بر تغییرات دستگاه قلبی عروقی پرداختند. نتایج آنها نشان داد که سطوح بالای کلسیم باعث کوتاه شدن بخش ST و سطوح پایین کلسیم باعث طولانی شدن بخش ST می‌شود (۷). فسفر ماکرومینرالی است که یک درصد وزن بدن را تشکیل داده و در ساختمان همهٔ کروموزوم‌ها و غشای سلول‌های بدن وجود دارد و به حفظ pH خون کمک می‌کند. سطوح بالای سرمی فسفر با افزایش خطر قلبی عروقی همراه بوده و توده بطنی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۸). به عبارت دیگر، افزایش یا کاهش غلظت سرمی فسفر باعث تغییراتی در کمپلکس QRS و موج T موجود در الکتروکاردیوگرام شده و بخش‌ها و فواصل مختلف الکتروکاردیوگرام را دستخوش تغییر می‌دهد (۸). مشاهدات اپیدمیولوژیکی بیانگر رابطه بین سطوح سرمی فسفر و بخش‌ها و فواصل زمانی QT (QT segment and interval) است. مکانیسم‌های مختلفی در ارتباط با فسفر به عنوان یک مارکر قلبی وجود دارد. اولاً، سطوح بالای فسفر خون ممکن است به عنوان یک مارکر کاهش دهندهٔ سطوح ویتامین D باشد. کاهش سطوح سرمی ویتامین D با فعالیت بالای رنین، فشار خون بالا، شیوع سکتۀ قلبی و خطر بالای بیماری‌های قلبی عروقی همراه است. علاوه بر این، سطوح سرمی فسفر با مکمل ویتامین D کاهش یافته و با بهبود عملکرد سیستم قلب همراه است (۸). ثانیاً، سطوح بالای فسفر ممکن است بیانگر

تاثیر قرار می‌گیرد و کارآیی قلب در اثر افزایش فشار خون، خطر افزایش بیماری‌های قلبی عروقی ناشی از افزایش سن، کاهش انقباض پذیری قلب در اثر سطوح سرمی کلسیم ناشی از سن کاهش می‌یابد (۸،۷،۴). همچنین آثار احتمالی ناشی از کم‌حرکی و بی‌تمرینی بر شاخص‌های مذکور قلبی ممکن است با فرآیند افزایش سن و همچنین دوران یائسگی نیز تشدید یابد. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که کم‌حرکی ناشی از افزایش سن و بی‌تمرینی باعث افزایش عوامل خطرزای قلبی عروقی از جمله کاهش سطوح سرمی ویتامین D ناشی از کاهش جذب روده‌ای (۲،۱)، افزایش و یا کاهش هورمون پاراتیروئید و بهم خوردن هومئوستاز کلسیم و افزایش سطوح سرمی فسفر شده (۴) و ممکن است با افزایش فشار خون و عوامل خطرزای قلبی عروقی همراه باشد. از طرفی، مدت زمان کم‌حرکی و بی‌تمرینی نیز عامل مهمی در روند شیوع برخی از بیماری‌های مزمن و کاهش کارآیی دستگاه قلبی عروقی است. نتایج برخی مطالعات نشان می‌دهد که سازگاری‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی حتی پس از یک دوره کوتاه مدت بی‌تمرینی کاهش می‌یابد، درحالی‌که برخی مطالعات گزارش کرده‌اند که نه تنها سازگاری‌های فیزیولوژیکی دستگاه قلبی عروقی ناشی از تمرین ورزشی هوازی پس از دوره بی‌تمرینی حفظ می‌شود، بلکه برخی از این سازگاری‌ها حتی پس از دوره بی‌تمرینی در افراد مسن افزایش نیز می‌یابد. با این حال، اطلاعات در زمینه تاثیر بی‌تمرینی طولانی مدت در افراد مسن بسیار نادر است. از سوی دیگر، تغییرات نشانگرهای سطوح سرمی کلسیم، فسفر، هورمون پاراتیروئید و ویتامین D قلبی در زنان یائسه و افراد مسن کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. در این راستا، به نظر می‌رسد چنین غفلتی، خطرات عدیده‌ای را در حیطه سلامتی و تندرستی دستگاه قلبی عروقی زنان یائسه بوجود خواهد آورد. لذا با این طرز تفکر که "پیشگیری بهتر از درمان است" می‌توان راهکارهای ساده و کم‌هزینه کاربردی را جایگزین شیوه‌های پرهزینه در مسیر توسعه و ارتقاء سطح سلامتی و بهبود کارآیی دستگاه قلبی

نامشخص و ضد و نقیض بوده و به مطالعات بیشتری نیاز دارد. هورمون پاراتیروئید پپتیدی ساده با وزن مولکولی ۹/۵ کیلودالتون و ۸۴ اسید آمینه از غدد پاراتیروئید ترشح شده و در قسمت خلفی غده تیروئید قرار دارد. این هورمون با تأثیر مستقیم بر استخوان و کلیه و از طریق عمل غیر مستقیم بر مخاط روده، غلظت کلسیم مایع خارج سلولی را تنظیم می‌کند. اخیراً، نتایج مطالعات نشان می‌دهد که mRNA گیرنده هورمون پاراتیروئید در میوکاردیوم انسان وجود دارد (۱۴). همچنین، مطالعه‌ای نشان داد که سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید با مرگ و میر قلبی عروقی در افراد مسن ارتباط دارد (۱۴). سوارز و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید با هیپرتروفی کانسنتریک بطن چپ ارتباط دارد (۱۴). با این حال، اطلاعات بسیار اندکی در مورد مکانیسم‌های درگیر در آن موجود است و اثرات دوگانگی آن بر دستگاه قلبی عروقی در پرده‌ای از ابهام باقی مانده است. نتایج مطالعات قبلی نشان می‌دهد که هورمون پاراتیروئید در سوخت و ساز کلسیم و فسفر نقش دارد و لذا با افزایش سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید، سطوح سرمی فسفر نیز افزایش یافته، و با پرفشار خون و تحمل گلوکز همراه است و این امر می‌تواند برخی از امواج قلبی را تحت تاثیر قرار دهد (۱۴،۴). اما تاثیر این تغییرات بر امواج قلبی و مدت زمان آنها هنوز مشخص نیست (۴).

از طرفی، با افزایش سن و فرآیند پیری سطوح کلسیم خون در اثر تحلیل بافت استخوان نیز تحت تاثیر قرار گرفته، بویژه در دوران یائسگی که کاهش ترشح برخی از هورمون‌های زنانه مانند استروژن و پروژسترون روند برخی از بیماری‌ها را با شیوه زندگی کم‌تحرك یا بی‌تمرینی افراد تسریع می‌کند. به عبارت دیگر، سطوح سرمی برخی از مارکرهای قلبی مانند ویتامین D کاهش یافته، تعادل و هومئوستاز کلسیم خون در اثر کاهش هورمون‌های زنانه تحت تاثیر قرار گرفته و کارآیی قلب نیز کاهش می‌یابد (۱۱،۱۰،۴). همچنین روند پیری باعث تغییرات هورمون پاراتیروئید شده و لذا متابولیسم کلسیم و فسفر نیز با افزایش سن تحت

به صورت تصادفی به دو گروه مساوی تمرین (۱۲ زن یائسه) و کنترل (۱۲ زن یائسه) تقسیم شدند. گروه تمرین در برنامه تمرینات ورزشی هوازی پیاده‌روی و دوی سبک با شدت متوسط ۶۵ الی ۷۰٪ حداکثر ضربان قلب تمرین بر روی تردمیل را به همراه گرم کردن در ابتدا و بازگشت به حالت اولیه فعال در انتهای این نوع شیوه تمرینی (Warm up- Walking & Jogging Moderate- Intensity Aerobic Exercise Program- Recovery (W-WJMIAEP-R)) به مدت ۱۲ هفته شرکت داشتند (۱۵) و سپس گروه تمرین به مدت ۵ ماه دوره بی‌تمرینی طولانی مدت را سپری کردند، درحالیکه گروه کنترل در طول این ۸ ماه در هیچ برنامه تمرینی شرکت نکردند. فرآیند خونگیری از هر دو گروه در سه نوبت حالت پایه، ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی طی ۱۲ هفته مداخله تمرینی و ۲۴ ساعت پس از ۵ ماه دوره بی‌تمرینی در شرایط ناشتایی حداقل ۱۲ ساعته به مقدار ۵ سی‌سی جهت بررسی تغییرات سطوح سرمی کلسیم و فسفر (با دستگاه اتوآنالیزر مدل BT-1500 ساخت کشور ایتالیا با کیت بیوشیمی پارس آزمون)، هورمون پاراتیروئید (با دستگاه الیزا مدل Stat Fax<sup>®</sup> آمریکا به روش پاندولیتی و با کیت الیزای EuroImmun آلمان) و ویتامین D (با دستگاه الیزا مدل Stat Fax<sup>®</sup> آمریکا به روش پاندولیتی و با کیت الیزای Bioactiva Diagnostica هامبورگ آلمان) از هر دو گروه به عمل آمد. لازم به توضیح است که متغیرهای زمینه‌ای سن بوسیله شناسنامه، قدسنج دیجیتالی (کمپانی Beurer آلمان) با دقت یک میلی‌متر و ترازوی دیجیتالی (کمپانی Beurer آلمان) با دقت ۱۰۰ گرم، شاخص توده بدن با استفاده از فرمول وزن تقسیم بر قد بتوان ۲، ضربان قلب استراحتی با ضربان‌سنج دیجیتالی (مدل Polar سوئد) و فشار خون با فشارسنج دیجیتالی (مدل Brisk آلمان) در حالت پایه و همچنین پرسشنامه یادآمد سه روزه غذایی (برحسب دستورالعمل اندازه‌گیری هر متغیر) برای کنترل تغذیه آزمودنی‌ها با ابزار و دستگاه‌های استاندارد و روا اندازه‌گیری شدند.

عروقی زنان یائسه در نظر گرفت. بنابراین، هدف از پژوهش حاضر بررسی اثرات تمرین هوازی با شدت متوسط و ۵ ماه دوره بی‌تمرینی بر شاخص‌های فیزیولوژیک و سطوح سرمی مارکرهای قلبی کلسیم، فسفر، هورمون پاراتیروئید و ویتامین D در زنان یائسه غیرفعال بود.

## روش کار

پژوهش حاضر از نوع مطالعات نیمه‌تجربی با دو گروه پیش و پس آزمون بود که مراحل مربوط به اجرای آن در کمیته علمی - اخلاقی و پژوهشی دانشگاه علامه طباطبائی با کد ۱۰۸/د/ط تصویب گردید. جامعه آماری پژوهش حاضر را زنان یائسه کم‌تحرک اضافه وزن ۵۰ الی ۷۰ سال سال شهرستان ارومیه تشکیل دادند. معیارهای ورود آزمودنی‌ها زنانه یائسه سالم و کم‌تحرک ۵۰ الی ۷۰ سال در نظر گرفته شدند که بر اساس پرسشنامه پزشکی - ورزشی کم‌تحرک باشند (۵) و پزشک تندرستی آنها را تایید نماید، عادت ماهانه آنها به مدت حداقل شش ماه به طور کامل متوقف شده باشد، شش ماه گذشته عدم مصرف دخانیات و مشتقات آنها، عدم مصرف داروهای ضد التهابی از لیست داروهای که از قبل برای آزمودنی‌ها مشخص شده بود، عدم هورمون‌تراپی، عدم سابقه ابتلاء به بیماری دیابت، فشار خون و یا هر نوع بیماری قلبی عروقی و روحی روانی. در این راستا، الکتروکاردیوگرام ۱۲ اشتقاقی و در صورت نیاز اکوکاردیوگرافی داپلر (مدل Esaote ایتالیا) برای سالم بودن دستگاه قلبی عروقی توسط پزشک متخصص قلب و عروق ارزیابی شد. معیارهای خروج آزمودنی‌ها نیز عبارتند از: شناسایی بیماری و یا هر گونه بیماری مزمن دستگاه‌های بدن در روند ۱۲ هفته پروتکل تمرینی، دارو درمانی و یا هر نوع عامل دیگری که بر دستگاه قلبی عروقی تاثیرگذار باشد، ادامه ندادن منظم پروتکل تمرینی مطالعه، رژیم‌درمانی برای کاهش و یا افزایش وزن، شناسایی و یا ابتلاء به بیماری‌های قلبی عروقی - تنفسی در طی ۱۲ هفته پروتکل تمرینی. پس از اخذ رضایت‌نامه مبتنی بر آگاهی کامل آزمودنی، ۲۴ زن یائسه به‌عنوان نمونه نهایی انتخاب شده و

۵ ماه دوره بی‌تمرینی به‌ترتیب از تست اندازه‌های مکرر و مانوا استفاده شد که برای پیش‌فرض‌های آزمون مانوا از تست کولموگروف-اسمیرنوف برای طبیعی بودن داده‌ها، تست لون (Levene test) برای همگنی واریانس‌ها، تست پایایی (Reliability test) برای پایا بودن متغیر همپراش (Covariate) و تست اثرات بین‌گروه‌ها (Tests of between-subjects effects) برای همگنی شیب رگرسیون استفاده گردید (۱۰). همه آنالیز آماری با تجزیه و تحلیل آماری بوسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ (مدل Armonk آمریکا) در سطح معنی‌داری ۵ درصد ارزیابی شد.

### یافته‌ها

جدول ۱، ویژگی‌های دموگرافیک و فیزیولوژیک گروه‌ها را نشان می‌دهد که از لحاظ فیزیولوژیکی دو گروه همگن هستند و تفاوت معناداری وجود ندارد ( $p > 0/05$ ). نتایج نشان داد که بین میانگین تغییرات بین‌گروهی تنها سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید پس از ۱۲ هفته مداخله تمرینی تفاوت معناداری را نشان داد ( $p = 0/001$ ) که اثر ۱۲ هفته مداخله تمرینی ۴۴/۹ درصد بود (مشاهده ضریب اتا در جدول ۳)، اما سطوح سرمی کلسیم، فسفر و ویتامین D طی ۱۲ هفته مداخله تمرینی و ۵ ماه دوره بی‌تمرینی در دو گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده نشد ( $p > 0/05$ ). نتایج درون‌گروهی در جدول ۳ نیز نشان می‌دهد که پس از ۱۲ هفته مداخله تمرینی و همچنین پس از ۵ ماه دوره بی‌تمرینی سطوح

برای تعیین حداکثر اکسیژن مصرفی از آزمون نوارگردان GXT (Graded exercise test) جورجی و همکاران (۱۹۹۶) استفاده شد (۱۶). گروه تمرین، برنامه تمرینات ورزشی هوازی پیاده‌روی و دوی سبک با شدت متوسط ۶۵ الی ۷۰٪ حداکثر ضربان قلب تمرین 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. هر جلسه تمرینی نیز شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۴۰ دقیقه تمرینات هوازی با شدت متوسط از جمله پیاده‌روی و دوی سبک و ۱۰ دقیقه برای سرد کردن یا ریکاوری (برگشت به حالت اولیه فعال) بود (۱۵)، به‌طوری‌که گروه تمرین اولین هفته را با ۵۰٪، دو هفته دوم را با ۶۰٪، چهار هفته سوم را با ۶۵٪ و پنج هفته آخر را با ۷۰٪ حداکثر ضربان قلب تمرین بر روی تردمیل اجرا کردند (۱۵) و سپس به مدت ۵ ماه دیگر نیز بی‌تمرین بودند. گروه کنترل نیز طی این ۸ ماه مطالعه هیچ نوع فعالیت ورزشی منظمی نداشته و شیوه عادی زندگی خود را دنبال کردند.

به‌منظور آزمون پیش‌فرض‌های پژوهش، ابتدا طبیعی بودن داده‌های حاصل از متغیرهای وابسته با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. در مقایسه میانگین ویژگی‌های فیزیولوژیک دو گروه در حالت پایه از آزمون تی مستقل استفاده شد. سپس برای تعیین وجود تفاوت معنادار درون‌گروهی و بین‌گروهی حالت پایه، پس‌آزمون ۱۲ هفته مداخله تمرینی و پس‌آزمون

جدول ۱- مقایسه همسانی زنان یائسه در گروه تمرین و کنترل در شرایط پایه با آزمون آماری تی مستقل

متغیر	گروه تمرین (تعداد=۱۲)	گروه کنترل (تعداد=۱۲)	تست لون	سطح معنادار	تی مستقل	سطح معنادار
سن (سال)	۳/۹۸ ± ۵۳/۳۶ <sup>#</sup>	۳/۲۶ ± ۵۲/۰۰	۱/۲۵۶	۰/۲۷۶	-۰/۰۹۲	۰/۹۲۸
قد (cm)	۶/۲۱ ± ۱۵۷/۴۵	۵/۴۲ ± ۱۵۸/۴۰	۰/۴۳۹	۰/۵۱۵	-۰/۴۴۸	۰/۶۵۹
وزن (kg)	۱۰/۳۰ ± ۷۳/۲۰	۱۶/۳۵ ± ۷۶/۱۰	۲/۷۵۳	۰/۱۱۳	-۰/۷۱۳	۰/۴۸۴
شاخص توده بدن ( $kg/m^2$ )	۵/۱۷ ± ۲۹/۶۷	۶/۶۰ ± ۳۰/۳۰	۰/۵۰۱	۰/۴۸۷	-۰/۴۰۸	۰/۶۸۸
فشار خون سیستول (mmHg)	۲۳/۱۶ ± ۱۳۰/۰۰	۱۷/۶۶ ± ۱۱۶/۸۰	۰/۵۵۹	۰/۴۶۳	۰/۵۹۹	۰/۵۵۶
فشار خون دیاستول (mmHg)	۱۶/۵۳ ± ۷۷/۶۳	۱۳/۸۲ ± ۷۹/۰۰	۱/۳۲۹	۰/۲۶۳	۰/۲۸۲	۰/۷۸۱
ضربان قلب (bit/min)	۱۰/۹۴ ± ۸۰/۸۱	۱۱/۲۵ ± ۷۶/۵۰	۰/۱۴۱	۰/۷۱۱	۰/۸۸۶	۰/۳۸۶

<sup>#</sup> اعداد بر حسب میانگین و انحراف استاندارد بیان شده‌اند. \*تفاوت معنادار ( $p \leq 0.05$ )

جدول ۲- مقایسه میانگین تغییرات بین گروهی پیش و پس از ۱۲ هفته تمرینات هوازی در دو گروه پژوهش با آزمون مانوا

Eta ضریب	سطح معنادار	F یا مانوا	گروه کنترل (n=۱۲)			گروه تمرین (n=۱۲)			آزمودنی
			پنج ماه دوره	۱۲ هفته پس از	پیش از آزمون	۵ ماه دوره	۱۲ هفته پس از	پیش از آزمون	
								متغیرها	
۰/۲۰۰	۰/۱۳۴	۲/۲۵۵	۳۱/۶±۰۳/۲۲	۳۰/۵±۱۹/۴۴	۳۰/۶±۳۰/۶۰	۲۹/۵±۹۰/۱۸	۳۰/۴±۲۶/۹۲	شاخص توده بدن (kg/m <sup>2</sup> )	
۰/۱۲۴	۰/۳۰۵	۱/۲۶۹	۱۲۰/۱۶±۴۵/۶	۱۱۵±۸۱/۲۶	۱۱۶/۱۷±۸/۶۶	۱۲۵±۳۰/۲	۱۱۶/۱۶±۱۸/۳	فشار خون سیستول (mmHg)	
۰/۰۰۴	۰/۹۶۴	۰/۰۳۷	۷۲/۱۲±۰۹/۳۳	۷۰/۸±۶۳/۵۳	۷۹/۱۳±۰/۸۲	۱۱۲±۱۸/۷۵	۷۱/۱۲±۷۳/۱۹	فشار خون دیاستول (mmHg)	
۰/۲۰۸	۰/۱۲۳	۲/۳۵۸	۷۷/۹±۷۲/۳۰	۷۶/۹±۲۷/۳۳	۷۶/۱۱±۵/۲۵	۷۸/۶±۴۵/۷۲	۸۱/۱۲±۹۰/۹	ضربان قلب (bit/min)	
۰/۱۸۴	۰/۱۶۰	۲/۰۳۳	۹/۰±۴۲/۲۹	۹/۰±۴۰/۶۷	۹/۰±۲۹/۲۴	۹/۰±۳۰/۴۰	۹/۰±۴۲/۴۵	کلسیم (dl/mg)	
۰/۰۷۲	۰/۵۱۰	۰/۷۰۰	۳/۰±۴۰/۴۴	۳/۰±۳۲/۲۶	۳/۰±۲۶/۳۲	۳/۰±۲۹/۲۹	۳/۰±۱۸/۲۰	فسفر (dl/mg)	
۰/۵۶۶	۰/۰۰۱	۱۱/۷۴	۲۰/۱۴±۴۲/۲۶	۱۹/۱۵±۸۹/۱۴	۳۲/۱۴±۷۴/۶	۲۰/۹±۶۰/۴۲	۴۲/۱۱±۱/۵۸	پاراتیروئید (ml/ng)	
۰/۰۱۸	۰/۸۵۰	۰/۱۶۴	۱۹/۱۷±۳۱/۴۵	۱۷/۱۸±۹۲/۳۷	۷/۸±۸۶/۹۰	۱۲/۱۰±۶۹/۰	۱۱/۴۱±۳/۳۴	ویتامین D (ml/ng)	

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

تمرینی تفاوت معناداری دارد که اثر ۱۲ هفته مداخله تمرینی ۴۴/۹ درصد بود، اما شاخص‌های فیزیولوژیک شاخص توده بدن، فشار خون سیستول و دیاستول، ضربان قلب و سطوح سرمی کلسیم، فسفر و ویتامین D طی ۱۲ هفته مداخله تمرینی و همچنین ۵ ماه دوره بی‌تمرینی در دو گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معناداری نداشت که با یافته‌های قارداشی و همکاران بیان داشتند هشت هفته فعالیت تناوبی خیلی شدید و فزاینده باعث افزایش معنادار هورمون پاراتیروئید گروه تجربی نسبت به گروه کنترل می‌شود (۱۷) و با نتایج معظمی و جمالی 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 (۱۸) و ترتیبی و همکاران مبنی بر عدم تغییر سطوح سرمی کلسیم و فسفر بعد از ۲۴ هفته فعالیت ورزشی هوازی در زنان یائسه با میانگین سنی ۶۸ سال (۱۹) و ابراهیم و همکاران مبنی بر عدم

سرمی هورمون پاراتیروئید بترتیب افزایش و کاهش معنادار (p=۰/۰۳۷ و p=۰/۰۳۱) و سطوح سرمی ویتامین D در هر دو حالت پس ۱۲ هفته مداخله تمرینی و همچنین پس از ۵ ماه دوره بی‌تمرینی افزایش معناداری را در گروه تمرین نشان داد (p=۰/۰۲۰ و p=۰/۰۰۱)، اما کلسیم و فسفر تفاوت معناداری را نشان ندادند (p>۰/۰۵). در گروه کنترل نیز تنها سطوح سرمی ویتامین D پس از ۵ ماه دوره بی‌تمرینی نسبت به حالت پایه افزایش معناداری را نشان داد (p=۰/۰۱۵)، ولی سطوح سرمی کلسیم، فسفر و هورمون پاراتیروئید تفاوت معناداری نداشتند (p>۰/۰۵).

### بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر ۱۲ هفته تمرینات هوازی با شدت متوسط و پنج ماه بی‌تمرینی بر بیومارکرهای قلبی در زنان یائسه بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تنها سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید پس از ۱۲ هفته مداخله

جدول ۳- نتایج تعقیبی تحلیل واریانس چند متغیره (مانوای) اثرات گروه بر متغیرهای وابسته پژوهش

منبع	متغیر وابسته	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معناداری	ضریب Eta
گروه	PTH پس از آزمون	۲۸۶۹/۳۹۹	۱	۲۸۶۹/۳۹۹	۱۵/۴۹۹	۰/۰۰۱	۰/۴۴۹
	PTH بی‌تمرینی	۱/۸۷۸	۱	۱/۸۷۸	۰/۰۱۴	۰/۹۰۷	۰/۰۰۱
خطا	PTH پس از آزمون	۳۵۱۷/۵۴۹	۲۰	۱۸۵/۱۳۴	-	-	-
	PTH بی‌تمرینی	۲۵۶۷/۳۸۲	۲۰	۱۳۵/۱۲۵	-	-	-

\* تفاوت معنادار (p≤۰/۰۵).

جدول ۴- مقایسه میانگین تغییرات درون گروهی پیش، پس از ۱۲ هفته مداخله تمرینی و ۵ ماه دوره بی تمرینی در دو گروه پژوهش

سطح معناداری	F اندازه گیری مکرر	درجه آزادی	پنج ماه پس از دوره بی-تمرینی	۱۲ هفته پس از تمرین	پیش از تمرین	آزمون آماری متغیرها
						گروه تمرین
۰/۴۶۲	۰/۸۴۳	۱۱	۹/۳۰ ± ۰/۴۰	۹/۴۲ ± ۰/۴۵	۹/۴۳ ± ۰/۳۵	کلسیم (dl/mg)
۰/۳۴۴	۱/۲۰۵	۱۱	۳/۲۹ ± ۰/۲۹	۳/۱۸ ± ۰/۲۰	۳/۲۰ ± ۰/۲۲	فسفر (dl/mg)
*۰/۰۰۱	۱۵/۲۱	۱۱	۲۰/۶۰ ± ۹/۴۲	۴۲/۱۱ ± ۱۴/۵۸	۳۱/۴۲ ± ۱۳/۷۰	پاراتیروئید (ml/ng)
*۰/۰۰۵	۱۰/۱۹	۱۱	۱۲/۶۹ ± ۱۰/۰۲	۱۱/۴۱ ± ۳/۳۴	۴/۴۹ ± ۲/۴۳	ویتامین D (ml/ng)
						گروه کنترل
۰/۱۴۴	۲/۴۲۳	۱۱	۹/۴۲ ± ۰/۲۹	۹/۴۰ ± ۰/۶۷	۹/۲۹ ± ۰/۲۴	کلسیم (dl/mg)
۰/۲۷۸	۱/۴۸۱	۱۱	۳/۴۰ ± ۰/۴۴	۳/۳۲ ± ۰/۳۶	۳/۲۶ ± ۰/۳۲	فسفر (dl/mg)
۰/۰۶۸	۳/۶۹۰	۱۱	۲۰/۴۲ ± ۱۴/۲۶	۱۹/۸۹ ± ۱۵/۱۴	۳۲/۷۴ ± ۱۴/۶۰	پاراتیروئید (ml/ng)
*۰/۰۲۴	۰/۴۳۵	۱۱	۱۹/۳۱ ± ۱۷/۴۵	۱۷/۹۲ ± ۱۸/۳۷	۷/۸۶ ± ۸/۹۰	ویتامین D (ml/ng)

# اعداد بر حسب میانگین و انحراف استاندارد بیان شده اند. \* تفاوت معنادار (p ≤ ۰/۰۵).

جدول ۵- نتایج تعقیبی اندازه گیری های مکرر اثرات گروه به صورت مقایسه زوجی بر متغیرهای وابسته پژوهش

سطح معناداری	خطای استاندارد	میانگین تفاوت	گروه	متغیر
*۰/۰۰۱	۱/۵۵۴	-۶/۹۲۷	۱۲ هفته پس از تمرین	ویتامین D (گروه تمرین)
*۰/۰۲۰	۲/۹۵۶	-۸/۲۰۰	پنج ماه پس از دوره بی تمرینی	
۰/۶۷۶	۲/۹۶۰	-۱/۲۷۳	پنج ماه پس از دوره بی تمرینی	
*۰/۰۳۱	۴/۲۴۸	-۱۰/۶۹۱	۱۲ هفته پس از تمرین	هورمون پاراتیروئید (گروه تمرین)
*۰/۰۳۷	۴/۴۹۲	۱۰/۸۱۸	پنج ماه پس از دوره بی تمرینی	
*۰/۰۰۱	۳/۷۰۸	۲۱/۵۰۹	پنج ماه پس از دوره بی تمرینی	
۰/۰۵۹	۴/۶۹۹	-۱۰/۰۱۸	۱۲ هفته پس از تمرین	ویتامین D (گروه کنترل)
*۰/۰۱۵	۳/۹۱۲	-۱۱/۴۰۹	پنج ماه پس از دوره بی تمرینی	
۰/۸۲۴	۶/۰۹۵	-۱/۳۹۱	پنج ماه پس از دوره بی تمرینی	

\* تفاوت معنادار (p ≤ ۰/۰۵).

است (۲۲) و ابراهیم و همکاران مبنی بر کاهش کلسیم خون و فسفر ادرار و افزایش فسفر خون پس از هشت هفته فعالیت هوازی و فزاینده در زنان یائسه غیرفعال با میانگین سنی ۵۱ سال (۲۰) ناهمسو بود.

از دلایل همسو بودن نتایج پژوهش حاضر با نتایج تحقیقات قبلی می توان به سن، جنس، سطح فعالیت ورزشی یعنی شدت، مدت و زمان جلسات تمرینی و تغییرات فصلی اشاره کرد. به عبارت دیگر، در پژوهش ترتیبیان و همکاران آزمودنی ها زنان یائسه با میانگین سنی ۶۸ سال بودند که پروتکل مشابه تمرینات هوازی پیاده روی را با ۵۵ الی ۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره اجرا کردند که از لحاظ جنسیت و سن آزمودنی ها نیز مشابه با پژوهش حاضر بود (۱۹). علاوه بر این، آزمودنی های زنان یائسه و فعالیت هوازی در

تغییرات کلسیم ادرار پس از مداخله هشت هفته فعالیت هوازی و فزاینده در زنان یائسه غیرفعال (۲۰) همسو بود. در مقابل، با یافته های مارکوس و همکاران مبنی بر اینکه سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید طی ۳۲ هفته فعالیت ورزشی با ۷۵ الی ۸۰ درصد بیشینه دو جلسه ای به همراه یک جلسه تمرین با تحمل وزن در هفته بدون تغییر باقی می ماند (۲۱)، ترتیبیان و همکاران مبنی بر اینکه 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 می شود (۱۹)، رمضان پور و همکاران (۲۰۰۶) مبنی بر اینکه سطوح کلسیم خون زنان یائسه فعال بطور معنی داری پایین تر از سطوح سرمی کلسیم خون زنان یائسه غیرفعال

گروهی ممکن است از سازگاری‌های مثبت ۱۲ هفته مداخله فعالیت ورزشی هوازی با شدت متوسط ۶۵ الی ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب تمرین باشد. به عبارت دیگر، افزایش سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید به علت اثرات دوگانه آن بر دستگاه قلبی عروقی و همچنین افزایش سطوح سرمی ویتامین D درون گروهی تمرین در راستای حفظ تعادل سوخت و ساز کلسیم و فسفر ناشی از ۱۲ هفته مداخله تمرینی می‌تواند به عنوان مارکرهای قلبی در راستای سازگاری‌های مثبت دیپولاریزاسیون دهلیزی ناشی از مداخله تمرینات هوازی نقش موثری داشته باشد. از طرف دیگر، نشان داده شده است که گیرنده‌های هورمون پاراتیروئید در بسیاری از بافت‌ها از جمله مغز، غدد آدرنال، سلول‌های عضله صاف عروقی، اندوتلیوم و میوکاردیوم وجود دارد که احتمالاً این هورمون اثرات مستقیمی بر دستگاه قلبی عروقی دارد (۲۴). نتایج مطالعات قلبی نشان می‌دهد که افزایش سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید با اختلال عملکرد عروقی، افزایش سفتی عروقی و افزایش فشار خون سیستولی و دیاستولی و خطر بالای مرگ و میر قلبی عروقی همراه است. اخیراً، نتایج مطالعات نشان می‌دهد که افزایش سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید با انقباض پذیری قلبی، هیپرتروفی کاردیومیوسیت، آپوپتوز و همچنین با تغییرات ساختاری و عملکردی دستگاه قلبی عروقی همراه است (۲۴، ۲۵). با این حال، اثرات دوگانگی هورمون پاراتیروئید بر دستگاه قلبی عروقی در پرده‌ای از ابهام باقی مانده و به مطالعات بیشتری نیاز دارد.

همچنین، نتایج درون گروهی پژوهش حاضر نشان داد که سطوح سرمی ویتامین D پس از ۱۲ هفته مداخله تمرینی و پس از ۵ ماه دوره طولانی مدت بی‌تمرینی افزایش معنادار و سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید پس از ۱۲ هفته مداخله تمرینی افزایش معنادار و پس از ۵ ماه دوره بی-تمرینی کاهش معناداری را نسبت به حالت پایه در گروه تمرین داشت. به عبارت دیگر، این احتمال وجود دارد که تنظیم مثبت دستگاه رنین - آنژیوتانسین - آلدوسترون ناشی از افزایش سطوح

پژوهش ابراهیم و همکاران (۲۰)؛ نوع تمرین ورزشی در پژوهش معظمی و جمالی (۱۸) از دلایل احتمالی همسویی نتایج آنها با نتایج پژوهش حاضر است. در مقابل، از دلایل احتمالی ناهمسو بودن نتایج تحقیقات قلبی با نتایج پژوهش حاضر می‌توان به متفاوت بودن نوع پروتکل تمرینی در پژوهش مارکوس و همکاران (۲۱)، نوع ارزیابی شاخص‌های سرمی در پژوهش ابراهیم و همکاران (۲۰) و مدت زمان مداخله تمرینی به صورت طولانی مدت ۳۲ هفته‌ای در پژوهش مارکوس و همکاران (۲۱) و ۲۴ هفته‌ای در پژوهش ترتیبیان و همکاران (۱۹) اشاره کرد.

عضله قلبی دارای گیرنده‌های ویتامین D بوده و این احتمال وجود دارد که فعالسازی گیرنده‌های ویتامین D ناشی از فعالیت ورزشی دارای اثرات مفیدی بر عملکرد قلبی باشد (۱۱، ۱۰) و لذا نقش مستقیمی برای ویتامین D در تنظیم انقباض - پذیری قلبی نشان داده شده است (۱۰). همچنین، گزارش شده است که سطوح سرمی ویتامین D باعث تنظیم سوخت و ساز کلسیم و فسفر می‌شود (۴). با توجه به اینکه سطوح سرمی ویتامین D در دیپولاریزاسیون و ریپولاریزاسیون قلبی نقش مهمی داشته و باعث تغییرات دیپولاریزاسیون و ریپولاریزاسیون قلبی شده، و برون‌ده قلبی و حجم ضربه‌ای را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۱۱، ۱۰)، لذا این احتمال وجود دارد که عدم تغییرات سطوح سرمی ویتامین D، کلسیم و فسفر طی ۱۲ مداخله تمرینی با شدت متوسط تاثیر مثبتی بر دیپولاریزاسیون و ریپولاریزاسیون قلبی نداشته و در نتیجه انقباضات قدرتمند برون‌ده قلبی و حجم ضربه‌ای در زنان یائسه صورت نگرفته (۲، ۱) و احتمالاً گیرنده‌های ویتامین D موجود در عضله قلبی تحریک نشده است. از طرفی ممکن است عوامل دیگری در این راستا دخیل باشد که می‌توان به عدم فعالسازی مژمن دستگاه قدرتمند نوروهومرال از جمله نوتریورتیک پپتید دهلیزی، نوتریورتیک پپتید مغزی، آنژیوتانسین II و آلدوسترون، و دیگر عوامل دخیل در بهبود رمودلینگ قلب اشاره کرد (۲۳). همچنین، افزایش هورمون پاراتیروئید بین



سطوح سرمی ویتامین D گروه کنترل پس از ۵ ماه دوره بی‌تمرینی نسبت به حالت پایه بود، هر چند که این افزایش نسبت به رنج نرمال سطوح سرمی ویتامین D در افراد بزرگسال و مسن پایین‌تر بود. ولی سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید در گروه کنترل کاهش یافته بود که این کاهش معنادار نبود. همچنین نتایج مطالعات نشان می‌دهد که زمان تحریکات عصبی قلبی با افزایش سن کاهش یافته (۲۸) و با کاهش و یا افزایش سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید این فرآیند نیز تحت تاثیر قرار می‌گیرد (۲۹)، بطوریکه با کاهش دپولاریزاسیون بطنی، فرآیند رپولاریزاسیون اولیه بطنی از لحاظ تحریکات ایزوالکتریک افزایش یافته و اختلالات قلبی عروقی از جمله ایسکمی میوکارد قلبی افزایش می‌یابد و برعکس (۲). با این حال، اینکه افزایش و یا کاهش سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید در رپولاریزاسیون اولیه بطنی، نقش تنظیمی مثبت دارد و یا تنظیمی منفی، هنوز در پرده‌ای از ابهام باقی مانده و نیاز به مطالعات بیشتری دارد.

در نهایت، با توجه به افزایش سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید بدنبال ۱۲ هفته تمرینات هوازی در گروه تمرین و کاهش سطوح سرمی این هورمون در گروه کنترل و همچنین در هر دو گروه بدنبال ۵ ماه بی‌تمرینی، توصیه می‌شود که زنان یائسه با دامنه سنی ۵۰ الی ۷۰ سال برای پیشگیری از افزایش رپولاریزاسیون اولیه بطنی ناشی از افزایش سن در راستای کاهش سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید، فعالیت‌های ورزشی پیاپی و دوی سبک با شدت ۶۵ الی ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب تمرین را به مدت ۱۲ هفته انجام دهند تا با افزایش سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید به عنوان یک مارکر مستقیم شاخص‌های قلبی از افزایش و بیش‌فعالی رپولاریزاسیون اولیه بطنی و ایسکمی میوکارد قلبی پیشگیری گردد.

برای تاثیرات کاربردی پروتکل تمرینی این پژوهش، توصیه می‌شود که پروتکل تمرینی مشابه در سایر رده‌های سنی دختران و زنان جوان نیز مورد بررسی قرار گیرد تا تفاوت‌های سنی مشخص

سرمی ویتامین D طی ۱۲ هفته مداخله تمرینی در گروه تمرین باعث بهبود کارایی این دستگاه شده و رمودلینگ ساختاری و الکتریکی دهلیزها را بدنبال داشته باشد (۲۶) و در نتیجه دپولاریزاسیون دهلیزی تحت تاثیر قرار می‌گیرد. از طرف دیگر، خواص آنتی‌اکسیدانی ویتامین D که دهلیزها را در برابر استرس اکسیداتیو حفظ می‌کند (۲۶)، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همچنین، این احتمال وجود دارد که افزایش سطوح سرمی ویتامین D منجر به کاهش پروتئین واکنشگر C شده و در نتیجه یک تنظیم مثبت برای دپولاریزاسیون دهلیزی ایجاد گردد (۲۶). هانافی و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که سطوح سرمی بالای ویتامین D مدت زمان پتانسیل عمل و انقباض پذیری دهلیز چپ را در خرگوش‌های با سکتة قلبی افزایش می‌دهد و لذا اثرات مستقیم الکترومکانیکی ویتامین D برای پیشگیری از فیبریلاسیون دهلیزی مشاهده شد (۲۷). همچنین برخی از مکانیسم‌های سلولی درگیر در فرآیند پیشگیری از عوامل سارکوپنی از جمله افزایش سطوح سرمی ویتامین D درون‌گروهی تمرین در راستای افزایش احتمالی بیان ژن گیرنده ویتامین D موجود در سلول‌های قلبی و یا میوسیت‌های قلبی ناشی از سازگاری‌های مثبت دستگاه قلبی عروقی حتی با ۵ ماه دوره بی‌تمرینی نیز باقی بماند. به عبارت دیگر، این احتمال وجود دارد که سازگاری‌های مثبت دستگاه قلبی عروقی ناشی از افزایش سطوح سرمی ویتامین D و افزایش سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید طی ۱۲ هفته تمرینات ورزشی هوازی با شدت متوسط بعد از یک دوره طولانی مدت بی‌تمرینی / کم‌حرکی ۵ ماهه نیز از بین نمی‌رود، هر چند که سطوح سرمی هورمون پاراتیروئید پس از ۵ ماه دوره بی‌تمرینی کاهش یافته بود. با این حال، اطلاعات در مورد تاثیر سطوح سرمی ویتامین D بر دپولاریزاسیون دهلیزی هنوز نامشخص بوده و نیاز به مطالعات بیشتری دارد. در مورد اثرات دوگانگی هورمون پاراتیروئید (اثرات مستقیم کاهش و یا افزایش آن) بر دستگاه قلبی عروقی نیز نیاز به مطالعات بیشتری است. نکته قابل تأمل این پژوهش افزایش

phosphorus in sedentary postmenopausal women]. *Tehran Univ Med J*; 2016. 74(8):554-561. (Persian).

4. Zhang Y, Post WS, Dalal D, Bansal S, Blasco-Colmenares E, Jan De Beur S, et al. 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.

5. Tartibian B, BotelhoTeixeira AM, Baghaiee B. Moderate intensity exercise is associated with decreased angiotensin-converting enzyme, increased  $\beta$ 2-adrenergic receptor gene expression, and lower blood pressure in middle-aged men. *Journal of Aging and Physical Activity*; 2015. 23(2): 212-220.

6. Landstrom AP, Dobrev D, Wehrens XHT. Calcium signaling and cardiac arrhythmias. *Circ Res*; 2017. 120(2): 1969-1993.

7. Gardner JD, Calkins Jb, Garrison GE. ECG Diagnosis: The effect of ionized Serum Calcium Levels on Electrocardiogram. *Perm JW inter*; 2014. 18(1): e119-e120.

8. Dhingra R, Gona P, Benjamin EJ, Wang TJ, Aragam J, D'Agostino RB, et al. Relations of serum phosphorus levels to echocardiographic left ventricular mass and incidence of heart failure in the community. *Eur J Heart Fail*; 2010. 12: 812-818.

9. Rahman MAA, Galal H, Omar AMS. Correlation between serum vitamin D level and cardiac function: Echocardiographic assessment. *The Egyptian Heart J*; 2015. 67(4): 299-305.

10. Meems LM, Cannon MV, Mahmud H, Voors AA, Van-Gilst WH, Sillje HH, et al. The vitamin D receptor activator paricalcitol prevents fibrosis and diastolic dysfunction in a murine model of pressure overload. *J Steroid Biochem Mol Biol*; 2012. 132(3-5): 282-289.

11. Meems LM, Vander-Harst P, VanGilst WH, de-Boer RA. Vitamin D biology in heart failure: molecular mechanisms and systematic review. *Curr Drug Targets*; 2011. 12(1): 29-41.

12. Pilz S, Marz W, Wellnitz B, Seelhorst U, Fahrleitner-Pammer A, Dimai HP, et al. Association of vitamin D deficiency with heart failure and sudden cardiac death in a large cross-sectional study of patients referred for coronary angiography. *J Clin Endocrinol Metab*; 2008. 93(10): 3927-3935.

13. Mozos I, Marginean O. Links between Vitamin D Deficiency and Cardiovascular Diseases. *BioMed Rese Inter*; 2015. 109275: 1-12.

14. Soares AA, Freitas WM, Japiassú AV, Quaglia LA, Santos SN, Pereira AC, et al. Enhanced parathyroid hormone levels are associated with left ventricle hypertrophy in very elderly men and women. *J Am Soc Hypertens*; 2015. 9(9): 697-704.

15. Tartibian B, Malandish M, Sheikhlou Z. [Does 12 weeks of moderate-intensity aerobic exercise (W-WJMIEP-R) effects on bone density and content of upper and lower limbs in sedentary postmenopausal women?] *J Applied Sport Physiol*;

گردد. همچنین توصیه می‌شود همین پروتکل تمرینی بر روی مردان همسان یعنی مردان کم‌تحرک ۵۰ الی ۷۰ سال نیز مورد بررسی قرار گیرد تا تفاوت‌های جنسیتی مشخص گردد. با توجه به اثرات دوگانه هورمون پاراتیروئید بر دستگاه قلبی عروقی توصیه می‌شود که پروتکل تمرینی مشابه در آزمودنی‌های همسان نیز به صورت بیان ژن گیرنده این هورمون در سلول‌های قلبی بر روی شاخص‌های دستگاه قلبی عروقی مورد بررسی قرار گیرد تا نقش مستقیم این هورمون بر دستگاه قلبی عروقی دقیقاً مشخص گردد. در نهایت، برای محققان جوان پیشنهاد می‌شود همین پروتکل تمرینی با شدت بالاتر یعنی تمرینات هوازی با شدت شدید بالای ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب تمرین بر روی زنان یا نسه همسان مورد بررسی قرار گیرد تا تفاوت‌های شدت تمرینی در این آزمودنی‌ها مشخص گردد. برای تفاوت‌های موجود در نوع فعالیت ورزشی نیز می‌توان با تغییر نوع فعالیت ورزشی یعنی از تمرینات هوازی به تمرینات مقاومتی با همین شدت تمرینی به تفاوت‌های تمرینات مختلف پی برد.

### تقدیر و تشکر

این مقاله بخشی از طرح مصوب دانشگاه علامه طباطبائی با کد ۱۰۸/د/ط است که در خرداد ماه سال ۱۳۹۶ در دانشگاه علامه طباطبائی به اتمام رسید. همچنین، مجری و همکاران این طرح از زنان شرکت کننده شهرستان ارومیه به عنوان آزمودنی‌های این پژوهش کمال تشکر را اعلام می‌دارند.

### منابع

1. Tartibian B, Malandish A. [Exercise physiology for health, fitness, and performance]. 3rd ed. Urmia: Urmia U Publishers; 2012a. p. 904-5. (Persian).
2. Tartibian B, Malandish A. [Advanced cardiovascular exercise physiology]. 1st ed. Urmia: Urmia U Publishers; 2012b. (Persian).
3. Tartibian B, Afsar Garebag R, Malandish A, Sheikhlou Z. [Correlation between blood pressure and vitamin D, parathyroid hormone, calcium, and

Electrophysiol; 2014. 25(3): 317-323.

28. Dogan U, Dogan NU, Basarir AO, Yildirim S, Celik C, Incesu F, et al. P-wave parameters and cardiac repolarization indices: Does menopausal status matter? *J Cardiol*; 2012. 60(4): 333-337.

29. Palmeri NO, Davidson KW, Whang W, Kronish IM, Edmondson D, Walker MD. Parathyroid hormone is related to QT interval independent of serum calcium in patients with coronary artery disease. *Ann Noninvasive Electrocardiol*; 2017. e12496.

2017. 13(25): 37-50. (Persian).

16. Tartibian B, Khorshidi M. [Estimation of physiological indices in exercise]. 1<sup>st</sup> ed. Tehran: Teimourzadeh press-Nashre Tabib; 2006. p.37-142. (Persian).

17. GardashiAfousi A, Khashayar P, Gaeini 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. 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).

19. 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.

20. Ebrahim KH, Ramezani MR, Rezayee Sahrayee 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 Endocrin Metab of Iran*; 2010. 12(4): 401-408. (Persian).

21. 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 32-week combined loading exercise programs in older men and women. *Archives of Geront & Geria*; 2013. 57(2): 226-233.

22. Ramezani 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).

23. Blume GG, McLeod CJ, Barnes ME, Seward JB, Pellikka PA, Bastiansen PM, et al. Left atrial function: physiology, assessment, and clinical implications. *European J Echocardio*; 2011. 12(6): 421-430.

24. Alsancak Y, Emrullah-Kızıltunç E, Sezenöz B, Özkan S, Alsancak AD, Gül M, et al. Association between parathyroid hormone levels and the extensiveness of coronary artery disease. *Anatol J Cardiol*; 2016. 16(11): 839-843.

25. Shekarkhar S, Foroughi M, Moatamedi M, Gachkar L. The association of serum parathyroid hormone and severity of coronary artery diseases. *Coron Artery Dis*; 2014. 25(4): 339-42.

26. Zhang Z, Yang Y, Yuan C, Wang D, Wang J, Li G, et al. Meta-analysis of Vitamin D Deficiency and Risk of Atrial Fibrillation. *Clin Cardiol*; 2016. 39(9): 537-543.

27. Hanafy DA, Chang SL, Lu YY. Electromechanical effects of 1,25-dihydroxyvitamin D with antiatrial fibrillation activities. *J Cardiovasc*

## Effects of 12 weeks of moderate-intensity aerobic exercise and 5 months detraining on cardiovascular biomarkers in inactive postmenopausal women

\***Bakhtyar Tartibian**, PhD, Associate Professor of Exercise Physiology, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Head of core research of health physiology & physical activity, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran (\*Corresponding author). [ba.tartibian@gmail.com](mailto:ba.tartibian@gmail.com)

**Abbas Malandish**, PhD of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran.

**Roghayeh AfsarGarebag**, MD, Assistant Professor of Fellowship of Balloon Angioplasty, Department of Interventional Cardiology, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran.

**Zeinab Sheikhlou**, MSc of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Urmia University, Urmia, Iran.

### Abstract

**Background:** Recently, the topic of exercises-induced adaptations on cardiovascular indexes, as well as the long-term sustainability of positive adaptations resulting from it in the period of detraining, it's interesting for sports physiologists. The purpose of this study was to investigate the effects of 12 weeks moderate-intensity aerobic exercise and 5 months detraining on cardiovascular biomarkers in inactive postmenopausal women.

**Methods:** in this semi-experimental study, 24 sedentary post-menopausal women with having an average age of 53 yr and MBI 29 kg/m<sup>2</sup> voluntarily and bona fide participated, and then were randomly assigned to Exercise (E, n=12) and Control (C, n=12) groups. The E group performed walking and jogging moderate-intensity aerobic exercise training (W-WJMIAEP-R) (50-60min/d, 3d/wk at 65%-70% of maximal heart rate of training for 12 weeks, and then maintained for 5 months detraining. C group maintained their normal daily physical activity level for 8 months. To measure serum levels of the E and C groups were taken blood samples at the baseline, after 12 weeks exercise intervention, and after 5 months detraining. Data analysis included descriptive and inferential (MANOVA test) statistics using SPSS-23 software, and the significance level was set at  $p \leq 0.05$ .

**Results:** The between-groups results showed that only serum PTH levels increased significantly after 12 weeks exercise intervention ( $p \leq 0.05$ ), whereas serum levels of Ca<sup>+2</sup>, P, and Vit D after 12 weeks exercise intervention and after 5 months detraining were no significant difference in E group compared to the C group ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion:** The results suggested that 12 weeks walking and jogging aerobic exercise of 65-70% maximal heart rate of training increased significantly serum PTH levels (probably with its direct effects on cardiovascular system), as some of the exercise induced-positive adaptations such as increased serum Vit D levels were maintained even after a 5 months detraining period among inactive postmenopausal women.

**Keywords:** Cardiac markers, Aerobic exercise, Detraining, Menopause