



پاسخ متابولیکی استخوان به فعالیت‌های ورزشی هوازی در مردان سالم کم‌تحرک

داود خورشیدی^{*}، مجتبی ایزدی^۱، کمال عزیزبگی^۲

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه- دانشکده علوم انسانی- گروه فیزیولوژی ورزش- استادیار.

۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنج- دانشکده علوم انسانی- گروه فیزیولوژی ورزش- استادیار.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۲۲، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۲/۴

چکیده

مقدمه: هدف از اجرای این مطالعه بررسی پاسخ مارکرهای بیوشیمیایی متابولیسم استخوان به فعالیت‌های ورزشی هوازی در مردان سالم کم‌تحرک بود. **مواد و روش‌ها:** در این مطالعه نیمه‌تجربی، ۲۲ مرد سالم کم‌تحرک با میانگین سنی $35/2 \pm 3/1$ سال در دو گروه تجربی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) قرار گرفتند. آزمودنی‌های گروه تجربی به مدت ۱۲ هفته در یک برنامه تمرینات هوازی شرکت نمودند. گروه کنترل در هیچگونه فعالیت ورزشی شرکت نداشتند. ظرفیت هوازی، درصد چربی بدن و سطوح سرمی کربوکسی ترمینال تلوپپتید کلاژن نوع یک و آلکالین فسفاتاز قبل و بعد از دوره تمرین اندازه‌گیری شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تی زوجی و تی مستقل استفاده شد. **نتایج:** پس از تمرینات هوازی تفاوت معنی‌داری در سطوح کربوکسی ترمینال تلوپپتید کلاژن نوع یک و آلکالین فسفاتاز بین دو گروه ایجاد نشد اما ظرفیت هوازی و درصد چربی بدن آزمودنی‌های گروه تجربی به‌طور معنی‌داری بهبود یافت. **نتیجه‌گیری:** یافته‌های این مطالعه نشان داد که ۱۲ هفته تمرینات هوازی بر مارکرهای بیوشیمیایی متابولیسم استخوان مردان کم‌تحرک تأثیری نداشت. احتمالاً شدت تمرینات به‌کار رفته برای ایجاد تغییرات مارکرهای متابولیکی استخوان کافی نبوده است.

واژه‌های کلیدی: فعالیت هوازی، بازسازی استخوان، مردان کم‌تحرک.

*نویسنده مسئول: ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی، گروه فیزیولوژی ورزشی، تلفن: ۰۹۱۲۵۹۰۸۰۲۶، نامبر: ۰۸۶-۴۲۴۲۳۰۰۷، Email: khorshididavood@yahoo.com

ارجاع: خورشیدی داود، ایزدی مجتبی، عزیزبگی کمال. پاسخ متابولیکی استخوان به فعالیت‌های ورزشی هوازی در مردان سالم کم‌تحرک. مجله دانش و تندرستی ۱۳۹۷؛ ۱۳(۱): ۳۳-۳۸.

مقدمه

تمرین مؤثر بر فرآیندهای متابولیکی استخوان و با در نظر گرفتن اهمیت ارزیابی همزمان تغییرات ناشی از ورزش بیومارکرهای تشکیل و بازجذب استخوان جهت درک بهتر اثرات ورزش بر متابولیسم استخوان، این مطالعه با هدف بررسی تغییرات سطوح سرمی آلکالین فسفاتاز و کربوکسی ترمینال تلویپتید کلاژن نوع یک (CTX) پس از یک دوره فعالیت هوازی با تحمل وزن در مردان سالم کم تحرک انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع نیمه تجربی و طرح آن به صورت پیش آزمون- پس آزمون با گروه‌های تجربی و کنترل می‌باشد. در این مطالعه ۲۲ مرد سالم کم‌تحرک شهرستان ساوه با میانگین سنی $35/2 \pm 3/1$ سال که داوطلب شرکت در پژوهش بودند به طور هدفمند انتخاب شدند. کم‌تحرکی از مهم‌ترین معیارهای شرکت آزمودنی‌ها در مطالعه بود. از این رو افرادی انتخاب شدند که دارای سابقه ورزشی نبودند و در یک سال گذشته در فعالیت‌های ورزشی منظم شرکت نداشتند. همچنین نداشتن هرگونه بیماری خاص مانند بیماری‌های قلبی عروقی، متابولیکی، کلیوی و ارتوپدی و عدم مصرف سیگار از دیگر معیارهای ورود به مطالعه بود. معیارهای خروج از مطالعه نیز شامل مصرف دارو و هرگونه مکمل غذایی، رژیم درمانی و شرکت نامنظم در برنامه تمرینی مطالعه بود. آزمودنی‌ها ابتدا با اهداف و مراحل اجرای پژوهش آشنا شدند و پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه در دو گروه تجربی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) قرار گرفتند. گروه تجربی به مدت ۱۲ هفته در یک برنامه تمرینات هوازی شرکت نمودند در حالی که گروه کنترل در این مدت فعالیت‌های عادی و روزمره خود را انجام می‌دادند.

متغیرهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گروه‌های مورد مطالعه در مراحل قبل و پس از تمرینات اندازه‌گیری شد. وزن و درصد چربی بدن با استفاده از دستگاه سنجش ترکیب بدن (Omron, Finland) ارزیابی شد. قد افراد نیز با استفاده از قدسنج دیواری (مدل ۴۴۴۰؛ ایران) اندازه‌گیری شد. ظرفیت هوازی آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون هوازی YMCA روی دوچرخه ثابت آزمایشگاهی (نوع تئوری، مدل E604) برآورد شد (۱۶). برای اندازه‌گیری متغیرهای بیوشیمیایی عمل خونگیری پس از ۱۲ ساعت ناشتایی، قبل از شروع تمرینات و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین انجام گرفت. پس از سانتیفریژ و جدا کردن سرم، نمونه‌ها تا زمان آزمایش در دمای -70°C درجه سانتیگراد نگهداری شدند. سطح آلکالین فسفاتاز سرم به عنوان شاخص بازجذب استخوان با استفاده از کیت تشخیص کمی آلکالین فسفاتاز با ضریب تغییرات درون گروهی $1/50$ و بین گروهی $1/60$ درصد به روش فتومتریک منطبق با روش انجمن بیوشیمیایی آلمان اندازه‌گیری شد. میزان کربوکسی ترمینال تلویپتید کلاژن نوع یک به عنوان شاخص بازجذب استخوان با استفاده از کیت Immuno diagnostic system ساخت کشور انگلستان با ضریب تغییرات درون گروهی $1/7$ و بین گروهی $9/7$ به روش الایزا

استخوان یک بافت متابولیکی فعال است که در سراسر عمر به طور مداوم بازسازی می‌شود (۱). بازسازی استخوان فرآیندی بسیار پیچیده است که طی آن سلول‌های استخوانی جدید جایگزین استخوان‌های فرسوده می‌شوند (۲). هموستاز بافت اسکلتی به تعادل بین تشکیل استخوان توسط استئوبلاست‌ها و بازجذب آن توسط استئوکلاست‌ها بستگی دارد (۳). بنابراین افزایش بازجذب استخوان همراه با تشکیل نامتناسب آن می‌تواند به کاهش تراکم استخوان و استئوپروز منجر شود (۴). فرآیند بازسازی استخوان با استفاده از بیومارکرهای تشکیل و بازجذب استخوان قابل ارزیابی است. این بیومارکرها شامل اجزای ماتریس استخوان، مواد و آنزیم‌هایی هستند که طی فرآیند بازسازی آزاد می‌شوند (۵). آلکالین فسفاتاز و کربوکسی ترمینال تلویپتید کلاژن نوع یک (CTX) از مهم‌ترین بیومارکرهای فرآیند بازسازی استخوان به شمار می‌روند که به ترتیب منعکس کننده تشکیل و بازجذب استخوان می‌باشند (۱).

فعالیت ورزشی به عنوان یک مداخله غیردارویی در سلامت بافت اسکلتی و پیشگیری و بهبود استئوپروز از اهمیت بالایی برخوردار است (۶). ورزش هم تأثیر استئوژنیک مستقیم و هم تأثیر غیرمستقیم بر بافت اسکلتی دارد و می‌تواند از طریق تغییر تعادل بین تشکیل و بازجذب استخوان موجب افزایش تراکم استخوان شود (۷). مارکرهای بیوشیمیایی بازسازی استخوان در مقایسه با آزمایش‌های بالینی دیگر از جمله سنجش تراکم معدنی استخوان، در تعیین تغییرات متابولیسم استخوان حساسیت بیشتری دارند و تغییرات مربوط به فرآیندهای متابولیکی بافت اسکلتی را سریع‌تر نشان می‌دهند (۸ و ۹). بر این اساس به نظر می‌رسد بیومارکرهای استخوانی در تعیین پاسخ متابولیکی استخوان به فعالیت‌های ورزشی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. با وجود مطالعات مختلفی که در زمینه بررسی اثرات فعالیت‌های ورزشی بر تغییرات بیومارکرهای تشکیل و بازجذب استخوان انجام شده، یافته‌های ناهمگونی گزارش گردیده است. به طور نمونه اعلام شده است که تمرینات هوازی می‌تواند منجر به افزایش سطوح بیومارکرهای تشکیل استخوان از جمله آلکالین فسفاتاز در مردان و زنان سالم شود (۱۰). اما مطالعات دیگر به عدم تغییر سطوح آلکالین فسفاتاز پس از یک دوره تمرینات هوازی با شدت متوسط (۱۱ و ۱۲) و کاهش بیومارکر تشکیل استخوان پس از تمرینات تناوبی شدید اشاره نموده‌اند (۱۳). به طور مشابهی در مورد تغییرات بیومارکرهای بازجذب استخوان نیز یافته‌های پراکنده و متفاوتی وجود دارد. به طوری که برخی مطالعات پیشین کاهش (۱۱) و برخی دیگر افزایش (۱۴) و یا عدم تغییر (۱۵) سطوح CTX یا دیگر بیومارکرهای بازجذب استخوان را پس از انواع مختلف فعالیت‌های ورزشی گزارش نموده‌اند. بنابراین با توجه به گزارشات متناقض و ابهامات موجود در مورد بهترین شدت، مدت و نوع

در متغیرهای سن، وزن، شاخص توده بدن، درصد چربی بدن و ظرفیت هوازی تفاوت آماری معنی‌داری بین دو گروه وجود نداشت ($P > 0.05$) که نشان‌دهنده همگنی گروه‌ها از نظر ویژگی‌های فردی و فیزیولوژیکی بود.

نتایج نشان داد که تمرینات هوازی به تغییر معنی‌داری در هر یک از متغیرهای فیزیولوژیکی در گروه تجربی منجر شد، در حالی که در گروه کنترل تغییرات معنی‌داری ایجاد نشد. نتایج مقایسه تغییرات بین گروهی این متغیرها نیز نشان داد مقادیر شاخص توده بدن، درصد چربی بدن و ظرفیت هوازی در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل تفاوت معنی‌داری داشت. (جدول ۲)

براساس یافته‌های جدول ۲ پس از تمرینات هوازی تغییر معنی‌داری در سطوح سرمی آلکالین فسفاتاز و کربوکسی ترمینال تلوپپتید کلاژن نوع یک (CTX) در هر یک از گروه‌های تجربی و کنترل ایجاد نشد. همچنین مقایسه تغییرات بین گروه‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری را در سطوح سرمی آلکالین فسفاتاز و کربوکسی ترمینال تلوپپتید کلاژن نوع یک بین دو گروه نشان نداد.

جدول ۱- ویژگی‌های فردی و فیزیولوژیکی دو گروه تجربی و کنترل قبل از تمرین

متغیر (واحد)	گروه تجربی	گروه کنترل	P
سن (سال)	۳۴/۹±۳/۲	۳۵/۵±۳/۰۶	۰/۶۷
قد (سانتی‌متر)	۱۷۵/۶±۴/۵	۱۷۵±۴/۱	۰/۷۵
وزن (کیلوگرم)	۹۷/۷۵±۸/۱	۱۰۰/۴±۵/۵	۰/۳۹
شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	۳۱/۷۸±۲/۳	۳۲/۸۲±۲/۲	۰/۲۹
چربی بدن (درصد)	۳۰/۸۳±۳/۱	۳۲/۱±۲/۳	۰/۳
ظرفیت هوازی (ml.kg-1.min-1)	۲۶/۱±۴/۲	۲۵/۷±۴	۰/۸۳

اندازه‌گیری شد. لازم به یادآوری است که از آزمودنی‌ها درخواست شد ۴۸ ساعت قبل از خون‌گیری از انجام فعالیت ورزشی و یا هرگونه فعالیت بدنی شدید خودداری نمایند.

آزمودنی‌های گروه تجربی به مدت ۱۲ هفته در یک برنامه تمرینات هوازی شرکت نمودند. این تمرینات شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۲۵ تا ۴۰ دقیقه راه رفتن-دویدن با شدت ۵۵ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود که طی سه جلسه در هفته به اجرا درآمد. بخش اصلی تمرین با شدت ۵۵ درصد ضربان قلب ذخیره و مدت ۲۵ دقیقه آغاز و به تدریج هر سه هفته یکبار بر شدت و مدت فعالیت افزوده شد به طوری که در سه هفته پایانی، آزمودنی‌ها به مدت ۴۰ دقیقه با شدت ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره به فعالیت پرداختند. برای تعیین شدت فعالیت بر اساس درصدی از VO_{2max} ، ضربان قلب هدف هر فرد بر اساس روش کارروون تعیین شد. برای کنترل شدت فعالیت نیز از ضربان‌سنج دیجیتالی (Polar, China) استفاده شد.

به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها در ابتدا از آزمون کولموگروف اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. برای مقایسه تغییرات پیش و پس از آزمون هر یک از متغیرها در گروه‌های کنترل و تجربی از آزمون تی همبسته و برای مقایسه مقادیر پیش آزمون بین گروه‌ها و مقایسه تغییرات بین گروهی از تی مستقل استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد و سطح معنی‌داری نیز کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

داده‌های مربوط به ویژگی‌های فردی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها به تفکیک گروه در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج نشان داد که قبل از شروع مطالعه

جدول ۲- متغیرهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی دو گروه در مرحله پیش آزمون و پس از آزمون

متغیر	پیش از تمرین	پس از تمرین	تغییرات	P.V	
				بین گروهی	درون گروهی
نمایه توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)					
تجربی	۳۱/۷۸±۲/۳	۳۰/۶۹±۲/۳	-۱/۰۹±۱/۱	۰/۰۰۸	۰/۰۲۲
کنترل	۳۲/۸۲±۲/۲	۳۲/۹۵±۲/۳	۰/۱۳±۰/۳۵	۰/۲۵	
توده چربی بدن (درصد)					
تجربی	۳۰/۸۳±۳/۱	۲۸/۴۱±۲/۷	-۲/۴۲±۲/۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
کنترل	۳۲/۱±۲/۳	۳۲/۲۵±۲/۲	-۰/۱۵±۰/۸	۰/۵۷	
ظرفیت هوازی (ml.kg-1.min-1)					
تجربی	۲۶/۱±۴/۳	۳۱/۳±۵/۶	۵/۲۵±۳/۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
کنترل	۲۵/۷±۴/۰۲	۲۵/۳±۳/۷	-۰/۴±۱/۳۴	۰/۳۷	
آلکالین فسفاتاز (U/L)					
تجربی	۲۴۴/۴±۱۳/۶	۲۳۶/۷±۴۴/۳	-۷/۷۵±۳۹/۴	۰/۵۱	۰/۸۱
کنترل	۲۴۸/۲±۱۰/۵	۲۴۳/۵±۱۲/۴	-۴/۷±۱۲/۶	۰/۲۷	
کربوکسی ترمینال تلوپپتید کلاژن نوع یک (ng/ml)					
تجربی	۰/۴۶±۰/۱۱	-۰/۵±۰/۱۳	۰/۰۴±۰/۱۲	۰/۲۴	۰/۶۵
کنترل	۰/۴۳±۰/۰۹	۰/۴۵±۰/۱۱	-۰/۰۲±۰/۱	۰/۵۵	

بحث

عواملی است که می‌تواند پاسخ بیومارکرهای تشکیل و بازجذب استخوان به تمرینات ورزشی را تحت تأثیر قرار دهد (۶ و ۹). باتوجه به قانون وولف فرآیند بازسازی استخوان به‌طور مستقیم به فشارهای مکانیکی وارد شده بر استخوان بستگی دارد (۱۵). بر این اساس باتوجه به فشارهای مکانیکی ناشی از فعالیت‌های با تحمل وزن، شرکت در این‌گونه فعالیت‌ها می‌تواند به بهبود سطوح مارکرهای بیوشیمیایی استخوان منجر شود، درحالی که این سازگاری‌های استئوژنیک با ورزش‌های بدون تحمل وزن مانند شنا ایجاد نمی‌شود (۱۴). از طرفی به‌دلیل متفاوت بودن فشارهای مکانیکی مربوط به نیروی عکس‌العمل زمین در انواع مختلف تمرینات با تحمل وزن، این فعالیت‌ها از اثرات استئوژنیک متفاوتی برخوردارند. باتوجه به نوع مداخله ورزشی به‌کار رفته در مطالعه ما، به‌نظر می‌رسد که نیروهای مکانیکی ناشی از دویدن و راه رفتن با شدت و مدت اعمال شده برای ایجاد پاسخ متابولیکی استخوان و تغییرات مطلوب در بیومارکرهای تشکیل و بازجذب استخوان کافی نبوده و احتمالاً افزایش شدت تمرینات و یا افزودن فعالیت‌هایی مانند حرکات پرشی به برنامه تمرینی می‌توانست به نتایج مطلوبی منجر شود چرا که براساس یافته‌های پژوهشی نیروی عکس‌العمل زمین در راه رفتن و دویدن به ترتیب معادل ۱/۱ و ۲/۵ برابر وزن بدن می‌باشد در صورتی که در فعالیت‌های پرشی این نیرو به ۶ برابر وزن بدن افزایش می‌یابد (۲۴). به این ترتیب به‌نظر می‌رسد که حرکات پرشی نسبت به راه رفتن و دویدن با اعمال نیروی مکانیکی بیشتر از اثرات استئوژنیک بیشتری نیز برخوردارند. از طرفی براساس شواهد موجود علاوه بر نوع و شدت فعالیت ورزشی، مدت و تکرار آن، سن و جنسیت آزمودنی‌ها (۹ و ۲۵)، ویژگی‌های ژنتیکی، تغذیه و وضعیت هورمونی آنها (۲۶) از مهم‌ترین عواملی هستند که می‌توانند بر پاسخ متابولیکی بافت اسکلتی به فعالیت‌های ورزشی مؤثر باشند. علیرغم نتایج به‌دست آمده در مطالعه حاضر، فعالیت ورزشی از تعیین‌کننده‌های اصلی تراکم استخوان به‌شمار می‌رود اما مکانیسم‌هایی که به‌موجب آن ورزش می‌تواند به ایجاد تغییراتی در متابولیسم استخوان منجر شود به‌طور کامل شناخته نشده است (۱۰ و ۲۷). با این وجود ممکن است برخی تنظیم‌کننده‌های متابولیسم استخوان مانند استئوپروترگین (OPG) به‌عنوان مهارکننده تولید استئوکلاست‌ها و لیگاند فعال‌کننده گیرنده شاخص هسته‌ای (RANKL) به‌عنوان قوی‌ترین محرک استئوکلاست‌ها در این مورد نقش کلیدی داشته باشند (۲۷). پیشنهاد شده است که فشارهای مکانیکی وارد بر استخوان ممکن است استئوبلاست‌ها را به‌طور مستقیم و استئوکلاست‌ها را غیرمستقیم تحت تأثیر قرار دهد. پاسخ غیرمستقیم استئوکلاستی بیان OPG را افزایش و بیان RANKL را کاهش می‌دهد که این تغییرات به‌نوبه خود به کاهش تعداد استئوکلاست‌ها منجر می‌شود (۲۸).

در این مطالعه ۱۲ هفته تمرین هوازی با شدت متوسط که از ویژگی تحمل وزن برخوردار بود بر سطوح سرمی بیومارکرهای تشکیل و بازجذب استخوان مردان کم تحرک تأثیری نداشت. آلکالین فسفاتاز که در این مطالعه به‌عنوان بیومارکر تشکیل استخوان مورد ارزیابی قرار گرفت پرمصرف‌ترین بیومارکر متابولیسم استخوان است که در تمام مراحل مینرالیزه‌شدن استخوان دخالت دارد و به‌عنوان شاخص ویژه فعالیت استئوبلاست‌ها شناخته شده است (۹). بنابراین باتوجه به نتایج به‌نظر می‌رسد تمرینات هوازی به‌کار رفته بر عملکرد استئوبلاست‌ها و روند تشکیل استخوان تأثیری نداشته است. همسو با یافته‌های ما برخی مطالعات گزارش نموده‌اند که تمرینات هوازی با شدت متوسط بر بیومارکرهای تشکیل استخوان به‌ویژه آلکالین فسفاتاز بی‌تأثیر است. در همین راستا گزارش شده است که دو ماه تمرین هوازی زیر بیشینه در سطوح سرمی آلکالین فسفاتاز زنان غیرفعال در مقایسه با گروه کنترل تغییری ایجاد نمی‌کند (۱۱). در مطالعه‌ای دیگر نیز تمرینات هوازی با شدت ۵۵ تا ۶۵ درصد ضربان قلب ذخیره به تغییر معنی‌داری در سطوح آلکالین فسفاتاز زنان غیرفعال منجر نشد (۱۷). همچنین یک دوره تمرین هوازی با شدت ۵۰ تا ۶۵ درصد ضربان قلب ذخیره در سطوح سرمی بیومارکرهای تشکیل استخوان (آلکالین فسفاتاز و استئوکلسین) بیماران دیابتی تغییری ایجاد نکرد (۱۲). با این حال برخی مطالعات نشان داده‌اند که فعالیت‌های هوازی شدید می‌توانند سطوح آلکالین فسفاتاز را افزایش دهند (۱۸ و ۱۹). افزایش سطوح آلکالین فسفاتاز در اثر تمرین شدید باعث انتقال فشارهای مکانیکی به درون سیگنال‌های بیوشیمیایی شده و معدنی‌شدن استخوان را افزایش می‌دهد (۲۰). به‌نظر می‌رسد که نوع تمرین نیز می‌تواند بر پاسخ آلکالین فسفاتاز به تمرینات ورزشی مؤثر باشد. در این رابطه لستر و همکاران با مقایسه انواع مختلف تمرینات ورزشی شامل تمرینات هوازی، قدرتی و ترکیبی به این نتیجه رسیدند که تمرین هوازی بر سطوح بیومارکرهای تشکیل استخوان به‌ویژه آلکالین فسفاتاز بی‌تأثیر است درحالی که تمرینات مقاومتی و ترکیبی به افزایش آلکالین فسفاتاز منجر می‌شود (۲۱). در مطالعه حاضر همچنین با توجه به عدم تغییر سطوح CTX سرم به‌نظر می‌رسد که در فرآیند بازجذب استخوان توسط استئوکلاست‌ها تغییری ایجاد نشده است. CTX بیومارکر حساس و ویژه بازجذب استخوان است که هنگام تخریب کلاژن نوع یک آزاد می‌شود (۲۲). در تأیید یافته‌های ما گزارش شده است که تمرینات هوازی به‌شکل پیاده‌روی در سطوح بیومارکرهای تشکیل و بازجذب استخوان تغییری ایجاد نمی‌کند (۱۵)، درحالی که تمرینات هوازی در ترکیب با سایر انواع فعالیت‌های ورزشی از جمله فعالیت‌های مقاومتی می‌تواند به بهبود بیومارکرهای تشکیل و بازجذب استخوان منجر شود (۲۳). براساس شواهد علمی، نوع فعالیت از مهم‌ترین

- phosphatase and osteocalcin in patients with type 2 diabetes. *J Shahid Sadoughi Univ Med Sci* 2011;19:676-85.
13. Zilaei Bouri S, Peeri M, Azarbayjani MA, Ahangarpour A. The effect of physical activity on adiponectin and osteocalcin in overweight young females. *International Medical Journal* 2015;22:43-6.
 14. Mohr M, Helge EW, Petersen LF, Lindenskov A, Weihe P, Mortensen J, et al. Effects of soccer vs swim training on bone formation in sedentary middle-aged women. *Eur J Appl Physiol* 2015;115:2671-9. doi: 10.1007/s00421-015-3231-8
 15. Honisett SY, Tangalakis K, Wark J, Apostolopoulos V, Stojanovska L. The effects of hormonal therapy and exercise on bone turnover in postmenopausal women: a randomised double-blind pilot study. *Pril (Makedon Akad Nauk Umet Odd Med Nauki)* 2016;37:23-32. doi: 10.1515/prilozi-2016-0013
 16. American College of Sports Medicine. ACSM's health and fitness certification review. Lippincott Williams & Wilkins;2001.p.174-8.
 17. Moazzami M, Jamali F. The effect of 6-months aerobic exercises on bone-specific alkaline phosphatase and parathyroid hormone in obese inactive woman. *Journal of Sport in Biomotor Sciences* 2014;5:71-9.[Persian].
 18. Ghardashi Afousi A, Khashayar P, Gaeni AA, Choobineh S, Fallahi AA, Javidi M. Effect of high intensity interval training on hormonal factor affecting bone metabolism. *Razi Journal of Medical Sciences* 2015;22:29-37.[Persian].
 19. Tartibian B, Motab Saei N. Effects of 9-weeks high intensity aerobic exercises on parathyroid hormones and marker of metabolism of bone formation in young women. *OLYMPIC* 2009;16:79-88.[Persian].
 20. Tartibian B, Motabsaei N, Tolouei- Azar J. The influence of nine-week intensive aerobic exercises, calcium and vitamin D supplementation on the metabolic response of bone formation biomarkers. *ZJRMS* 2013;15:45-50.
 21. Lester ME, Urso ML, Evans RK, Pierce JR, Spiering BA, Maresh CM, et al. Influence of exercise mode and osteogenic index on bone biomarker responses during short-term physical training. *Bone* 2009; 45:768-76. doi: 10.1016/j.bone.2009.06.001
 22. Kuo TR, Chen CH. Bone biomarker for the clinical assessment of osteoporosis: recent developments and future perspectives. *Biomark Res* 2017;5:18. doi: 10.1186/s40364-017-0097-4
 23. Smith JK, Dykes R, Chi DS. The effect of long-term exercise on the production of osteoclastogenic and antiosteoclastogenic cytokines by peripheral blood mononuclear cells and on serum markers of bone metabolism. *J Osteoporos* 2016;2016:1-11. doi: 10.1155/2016/5925380
 24. Zanker CL, Gannon L, Cooke CB, Gee KL, Oldroyd B, Truscott JG. Differences in bone density, body composition, physical activity, and diet between child gymnasts and untrained children 7-8 years of age. *J Bone Miner Res* 2003;18:1043-50. doi: 10.1359/jbmr.2003.18.6.1043
 25. Maïmoun L, Sultan C. Effects of physical activity on bone remodeling. *Metabolism* 2011;60:373-88. doi: 10.1016/j.metabol.2010.03.001
 26. Cadore EL, Brentano MA, Martins Krueel LF. Effects of the physical activity on the bone mineral density and bone remodeling. *Rev Bras Med Esporte* 2005;11:338e-44e.
 27. Gombos CG, Bajsz V, Pék E, Schmidt B, Sió E, Molics B, et al. Direct effects of physical training on markers of bone metabolism and serum sclerostin concentrations in older adults with low bone mass. *BMC Musculoskelet Disord* 2016;17:1-8. doi: 10.1186/s12891-016-1109-5
 28. Robling AG, Castillo AB, Turner CH. Biomechanical and molecular regulation of bone remodeling. *Annu Rev Biomed Eng* 2006;8:455-98. doi: 10.1146/annurev.bioeng.8.061505.095721

یافته‌های این مطالعه نشان داد که تمرینات هوازی با شدت متوسط در سطوح سرمی آلكالین فسفاتاز و کربوکسی ترمینال تلوپتید کلاژن نوع یک تغییری ایجاد نمی‌کند. احتمالاً شدت و مدت تمرینات به کار رفته برای ایجاد تغییرات مطلوب کافی نبوده است. با این حال باتوجه به پیچیدگی مکانیسم‌های مربوطه پاسخ بیومارکرهای متابولیسم استخوان به فعالیت‌های ورزشی، انجام مطالعات بیشتر با بررسی انواع تمرینات ورزشی با شدت و مدت‌های مختلف جهت درک بهتر پاسخ‌های متابولیکی استخوان به فعالیت‌های ورزشی ضروری به نظر می‌رسد.

تشکر و قدردانی

این مطالعه با همکاری معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی ساوه انجام گرفت. بدین‌وسیله از معاونت محترم پژوهشی و شرکت‌کنندگان در مطالعه تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1. Shetty S, Kapoor N, Bondu JD, Thomas N, Paul TV. Bone turnover markers: Emerging tool in the management of osteoporosis. *Indian J Endocrinol Metab* 2016;20:846-52. doi: 10.4103/2230-8210.192914
2. Florencio-Silva R, Sasso GR, Sasso-Cerri E, Simoes MJ, Cerri PS. Biology of bone tissue: Structure, function, and factors that influence bone cells. *BioMed Res Int* 2015;2015:421746. doi: 10.1155/2015/421746
3. Lambertini E, Penolazzi L, Tavanti E, Pocatererra B, Schincaglia GP, Torreggiani E, et al. Modulation of expression of specific transcription factors involved in the bone microenvironment. *Minerva Biotec* 2008;20:69-77.
4. Khosla S, Oursler MJ, Monroe DG. Estrogen and the skeleton. *Trends in Endocrinol Metab* 2012;23:576-81. doi: 10.1016/j.tem.2012.03.008
5. Allende-Vigo MZ. The use of biochemical markers of bone turnover in osteoporosis. *P R Health Sci J* 2007;26:91-5.
6. Moreira LD, Oliveira ML, Lirani-Galvão AP, Marin-Mio RV, Santos RN, Lazaretti-Castro M. Physical exercise and osteoporosis: effects of different types of exercises on bone and physical function of postmenopausal women. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2014;58:514-22.
7. Rogers RS, Dawson AW, Wang Z, Thyfault JP, Hinton PS. Acute response of plasma markers of bone turnover to a single bout of resistance training or plyometrics. *J Appl Physiol* 2011;111:1353-60. doi: 10.1152/jappphysiol.00333.2011
8. Cavalier E, Bergmann P, Bruyere O, Delanaye P, Durnez A, Devogelaer JP, et al. The role of biochemical of bone turnover markers in osteoporosis and metabolic bone disease: a consensus paper of the belgian bone club. *Osteoporos Int* 2016;27:2181-95. doi: 10.1007/s00198-016-3561-3
9. Banfi G, Lombardi G, Colombini A, Lippi G. Bone metabolism markers in sports medicine. *Sports Med* 2010;40:697-714. doi: 10.2165/11533090-000000000-00000
10. Alghadir AH, Aly FA, Gabr SA. Effect of moderate aerobic training on bone metabolism indices among adult humans. *Pak J Med Sci* 2014;30:840-4.
11. Alev ALP. Effects of aerobic exercise on bone specific alkaline phosphatase and urinary ctx levels in premenopausal women. *Turk J Phys Med Rehab* 2013;59:310-3. doi: 10.4274/tftr.93546
12. Khorshidi D, Matinhomae H, Azarbayjani MA, Hossein-nezhad A. Effect of one period of aerobic exercise on serum levels of alkaline



The Bone Metabolic Response to Aerobic Exercise in Healthy and Sedentary Males

Davood Khorshidi (Ph.D.)^{1*}, Mojtaba Eizadi (Ph.D.)¹, Kamal Azizbeigi (Ph.D.)²

1. Dept. of Exercise Physiology, College of Humanities, Saveh Branch, Islamic Azad University, Saveh, Iran.

2. Dept. of Exercise Physiology, College of Humanities, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran.

Received: 13 March 2018, Accepted: 24 April 2018

Abstract:

Introduction: The purpose of this study was to investigate the response of biochemical markers of bone metabolism to aerobic exercise among healthy and sedentary males.

Methods: In this quasi-experiment study, twenty two sedentary males (mean age 35.2 ± 3.1 years) were divided into training ($n=12$) and control ($n=10$) groups. Subjects of training group did 12 weeks of aerobic exercise. Control group did not participate in any exercise training or physical activity. Serum levels of alkaline phosphatase and Carboxy-terminal telopeptide of type I collagen, VO_{2max} and body fat percent were measured at the beginning and after training. Data were analyzed using independent and paired t-test.

Results: No significant difference was observed in the levels of alkaline phosphatase and Carboxy-terminal telopeptide of type I collagen after aerobic exercise; however aerobic exercise resulted in a significant increase in VO_{2max} and a significant decrease in body fat percent in exercise group.

Conclusion: The results of this study showed that 12 weeks of aerobic exercise has no effect on biochemical markers of bone metabolism of sedentary males. It seems that the intensity of exercise was not enough to alter bone metabolic markers.

Keywords: Aerobic exercise, Bone remodeling, Sedentary males.

Conflict of Interest: No

*Corresponding author: D. Khorshidi, Email: khorshididavood@yahoo.com

Citation: Khorshidi D, Eizadi M, Azizbeigi K. The bone metabolic response to aerobic exercise in healthy and sedentary males. Journal of Knowledge & Health 2018;13(1):33-38.