DOI: 10.22122/jims.v38i594.13407 Published by Vesnu Publications

مجله دانشکده پزشکی اصفهان سال سی و هشتم/شماره‌ی ۵۹٤/هفته‌ی دوم آذر ۱۳۹۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۲۹ تاریخ چاپ: ۱۳۹۹/۹/۱۴

عملکرد آندوکرینی استخوان، شاخص مقاومت به انسولین و نیمرخ لیپیدی دختران کم تحرک پس از ۴ هفته تمرین پلایومتریک با شدت بالا

فاطمه فخری[۱]، اکرم آهنگرپور[۲]، عبدالحمید حبیبی[۳]، علی‌اکبر علی‌زاده[۴]، سمیه فخری[۱]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: فعالیت بدنی و ورزش، می‌تواند استخوان‌ها را تحت‌تأثیر قرار دهد و با آزادسازی استئوکاینی نظیر استئوکلسین غیرکربوکسیله در متابولیسم گلوکز و چربی شرکت کند. بنابراین، هدف از انجام پژوهش‌حاضر، بررسی تأثیر ۴ هفته تمرین پلایومتریک با شدت بالا بر سطوح سرمی استئوکلسین غیر کربوکسیله، شاخص مقاومت به انسولین و اجزای نیمرخ لیپیدی در دختران کم تحرک بود.

روش‌ها: پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون بود. شرکت کنندگان، ۲۴ دانشجوی دختر غیر فعال با میانگین سنی ۱/۵۳ ± ۲۴/۱۶ سال و شاخص توده‌ی بدنی ۱/۰۱ ± ۲۲/۲۲ کیلوگرم/مترمربع بودند که به طور تصادفی به ۲ گروه مورد (تمرین پلایومتریک) (n = ۱۲) و شاهد (n = ۱۲) تقسیم شدند. گروه تمرین به مدت ۴ هفته به تمرینات پلایومتریک (۳ جلسه در هفته) پرداختند. در حالی که گروه شاهد هیچ گونه فعالیت بدنی منظمی نداشتند. نمونه‌ی خونی قبل و پس از دوره‌ی مداخله برای ارزیابی سطوح‌سرمی استئوکلسین غیر کربوکسیله، اجزای نیمرخ لیپیدی، گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین گرفته شد. برای تحلیل داده‌ها، از روش‌های آماری Independent t و Dependent t استفاده شد (P < ۰/۰۵۰).

یافته‌ها: کاهش معنی‌داری در سطوح سرمی گلوکز خون (P = ۰/۰۳۵)، شاخص مقاومت به انسولین (P = ۰/۰۴۰) و برخی متغیرهای نیمرخ لیپیدی مانند کلسترول تام (P = ۰/۰۴۰) و Low-density lipoprotein (LDL) (P = ۰/۰۲۵) در گروه مورد مشاهده شد. همچنین، کاهش‌معنی‌دار سطوح سرمی گلوکز خون (P = ۰/۰۲۵)، شاخص مقاومت به انسولین (P = ۰/۰۳۰) و تغییر معنی‌دار استئوکلسین غیر کربوکسیله و اجزای نیمرخ لیپیدی در گروه مورد نسبت به گروه شاهد وجود نداشت.

نتیجه‌گیری: کاهش معنی‌داری در سطح گلوکز خون، شاخص‌مقاومت به انسولین و بهبود برخی از اجزای نیمرخ لیپیدی در دختران غیر فعال مشاهده شد که به‌نظر می‌رسد مستقل از تغییرات شاخص عملکرد آندوکرینی استخوان (استئوکلسین غیر کربوکسیله) باشد.

واژگان کلیدی: استخوان؛ چربی‌ها؛ تمرین پلایومتریک؛ گلوکز؛ متابولیسم

ارجاع: فخری فاطمه، آهنگرپور اکرم، حبیبی عبدالحمید، علی‌زاده علی‌اکبر، فخری سمیه. **عملکرد آندوکرینی استخوان، شاخص مقاومت به انسولین و نیمرخ لیپیدی دختران کم تحرک پس از ۴ هفته تمرین پلایومتریک با شدت بالا.** مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۳۹۹؛ ۳۸ (۵۹۴): ۷۳۵-۷۲۸.

مقدمه

افزایش رو به رشد کم تحرکی، موجب بروز بیماری‌هایی نظیر مقاومت به انسولین، اختلالات نیمرخ لیپیدی، چاقی، بیماری‌های قلبی- عروقی، دیابت و پوکی استخوان شده است (۲-۱). مقاومت به انسولین با کاهش پاسخ گیرنده‌های دیواره‌ی سلولی به انسولین در خون ایجاد می شود و باعث افزایش قند خون و غلظت اسیدهای چرب آزاد می‌شود (۲). اختلال نیمرخ لیپیدی نیز با کاهش لیپوپروتئین با چگالی بالا (High-density lipoprotein یا HDL) و افزایش سطح کلسترول‌تام (Total cholesterol یا TC)، تری‌گلیسیرید (TG) و لیپوپروتئین با چگالی پایین

۱- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۲- استاد، گروه فیزیولوژی، پژوهشکده‌ی سلامت، مرکز تحقیقات دیابت، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران

۳- استاد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۴- استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

نویسنده‌ی مسؤول: اکرم آهنگرپور ؛ استاد، گروه فیزیولوژی، پژوهشکده‌ی سلامت، مرکز تحقیقات دیابت، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز، اهواز، ایران

Email: akramahangarpour@gmail.com

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

(Low-density lipoprotein یا LDL) مشخص می‌شود (۳).

تحقیقات نشان داده اند متابولیسم گلوکز و چربی، می‌تواند تحت تأثیر فعالیت سلول‌های استخوانی قرار گیرد. سلول‌های استئوبلاست استخوانی، پروتئین های پاراکراینی مانند استئوکلسین (پروتئین ۴۹ اسید آمینه‌ای ارگانیک و غیر کلاژنی متابولیسم استخوان) را سنتز و آزاد می‌کند که در شکل غیر کربوکسیله، منجر به تحریک سلول‌های بتا پانکراس و یا بیان آدیپونکتین در سلول چربی می‌شود و حساسیت به انسولین و متابولیسم انرژی را افزایش می‌دهد (۵-۴). همچنین، از طریق تأثیر غیر مستقیم بر عضلات، می‌تواند متابولیسم گلوکز را تنظیم کند. سطوح بالاتر استئوکلسین با حساسیت به انسولین و کنترل قند خون مرتبط است (۶). در حالی که سطوح پایین تری از استئوکلسین در حالت مقاومت به انسولین و افزایش هایپرگلیسمی و اختلالات متابولیکی دیده شده است (۷). Zhou و همکاران نیز گزارش کردند سطح HDL و TG به طور معکوسی با استئوکلسین همبستگی دارد (۸).

تحقیقات نشان داده‌اند سطوح استئوکلسین و عوامل مرتبط با سلامت نظیر مقاومت به انسولین و اجزای نیمرخ لیپیدی، می‌تواند تحت تأثیر ورزش و فعالیت بدنی قرار گیرد. چنانچه افراد کم تحرک نسبت به افراد فعال و ورزشکار حساسیت به انسولین و سطح استئوکلسین پایین تری دارند (۹). فعالیت بدنی منظم، در بهبود کیفیت زندگی و پیش‌گیری و درمان بیماری‌های مزمن غیر واگیردار توصیه می‌شود (۱۰). با این حال، کمبود زمان به عنوان یکی از مشکلات مشترک افراد برای ورزش نکردن منظم می‌باشد. جهت تأثیرگذاری بهینه و ماندگاری افراد در ورزش، بهتر است فعالیت‌های ورزشی به شیوه‌ی متناوب انجام شود (۱۱).

تمرینات پلایومتریک، شکل عملی تمرینات تناوبی است که شامل پرش، جهش و لی‌لی است (۱۲). پلایومتریک، شامل کشش سریع عضله (مرحله‌ی اکسنتریک یا برون‌گرا) بلافاصله پس از مرحله‌ی کوتاه شدن (انقباض یا کانسنتریک) همان عضله یا بافت همبند است و ترکیب سریع انقباض اکسنتریک و کانسنتریک را چرخه‌ی کشش-کوتاه شدن می‌نامند. این تمرینات، در هر مکان و زمانی قابل اجرا می‌باشد و در بین افراد محبوبیت ویژه ای دارد. امروزه، تمرینات پلایومتریک به عنوان یکی از روش های مهم ارتقای سلامت در افراد جوان تلقی می‌شود (۱۳) و مدت زمان این تمرینات، به طور قابل توجهی کمتر از تمرینات مقاومتی و هوازی است (۱۴). ورزش‌های مختلف، تأثیرات متفاوتی بر متابولیسم گلوکز، چربی و استئوکلسین دارند. به دنبال فعالیت‌های ورزشی مقاومتی و استقامتی، سطح استئوکلسین در افراد کم‌تحرک افزایش می‌یابد؛ در حالی که چند مطالعه گزارش کرده‌اند که تمرینات هوازی و مقاومتی با شدت و مدت متفاوت تأثیری در افزایش استئوکلسین ندارد (۱۷-۱۵). همچنین، در زمینه‌ی تأثیر تمرین پلایومتریک بر متابولیسم استخوان، به نظر می‌رسد تاکنون تأثیر تمرینات پلایومتریک بر شاخص عملکرد آندوکرینی استخوان (نظیر استئوکلسین غیر کربوکسیله) در دختران بررسی نشده است. از این رو، هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی عملکرد آندوکرینی استخوان، شاخص مقاومت به انسولین و نیمرخ لیپیدی دختران کم‌تحرک پس از ۴ هفته تمرین پلایومتریک با شدت بالا بود.

روش‌ها

پژوهش حاضر، از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون و دارای کد اخلاق IR.AJUMS.REC.1396.617 از دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز بود. بدین منظور، از جامعه‌ی آماری دانشجویان دختر غیر فعال دانشگاه شهید چمران اهواز از طریق فراخوان شرکت در پژوهش دعوت و ثبت نام به عمل آمد. پس از تکمیل پرسش‌نامه‌های اطلاعات فردی، افراد تحت معاینه‌ی پزشکی و ورزشی (جهت بررسی سلامت جسمانی) قرار گرفتند و معیارهای ورود و خروج از مطالعه شامل دامنه‌ی سنی بین ۲۸-۲۰ سال، شاخص توده‌ی بدنی بین ۲۵-۲۰ کیلوگرم/مترمربع، نداشتن فعالیت بدنی منظم طی یک سال اخیر، عدم مصرف دارو، الکل، سیگار، عدم ابتلا به استئوپنی، استئوپورز، التهاب مفصلی، بیماری دیابت، تیروئید، بیماری قلبی- تنفسی و بی‌نظمی قاعدگی (آمنوره) اشاره کرد. همچنین، ابتلا به هر گونه بیماری در هر مرحله از پژوهش که ادامه‌ی فعالیت ورزشی را مختل کند و غیبت بیش از یک جلسه در زمان اجرای شیوه‌نامه‌ی ورزشی نیز سبب خروج از مطالعه می‌شد. شرکت کنندگان یک هفته قبل از شروع دوره‌ی تمرینی، به منظور آمادگی و آشنایی با برنامه‌ی تمرینی طی ۲ جلسه در سالن ورزشی دانشگاه حضور یافتند، رضایت‌نامه‌ی کتبی آگاهانه جهت شرکت در پژوهش را تکمیل و آمادگی خود را برای شرکت در شیوه‌نامه‌ی تمرین اعلام نمودند. همچنین، سنجش های آنتروپومتریک و ترکیب بدن از آزمودنی‌ها صورت گرفت و شرکت کنندگان به طور تصادفی در گروه‌های مورد (تمرین پلایومتریک) (n = ۱۲) و شاهد (n = ۱۲) قرار گرفتند.

شیوه‌نامه‌ی تمرینی: تمرینات به مدت ۴ هفته (سه جلسه در هفته) و در مجموع ۱۲ جلسه انجام گرفت. برنامه‌ی تمرین در هر جلسه شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، برنامه‌ی تمرین اصلی و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. برنامه‌ی تمرین اصلی از چهار حرکت پرشی نظیر پرش عمقی (۳ مرحله یا ست ۶ تکراری)، استپ جامپ (۳ ست ۶ تکراری)، پرش جفت پا به جلو (۲ ست ۸ تکراری) و پرش جفت پا به پهلو (۲ ست ۸ تکراری)

تشکیل شده بود که جهت رعایت اصل اضافه بار، هر هفته به هر ست تمرین، ۲ پرش افزوده شد. استراحت بین ست‌ها یک دقیقه و بین ایستگاه‌ها ۲ دقیقه بود. شدت تمرین نیز بر اساس نیروی واکنش زمین ارزیابی شد. از آن جایی که بر اساس تحقیقات نیروی عمودی واکنش زمین بیش از ۴ برابر وزن بدن تمرینی با شدت زیاد برای بارگذاری استخوان در نظر گرفته می‌شود (۱۸)، بنابراین ابتدا آزمودنی‌ها حرکات مورد نظر را بر روی دستگاه نیروسنج با نیروی بیش از ۴ برابر وزن بدن انجام دادند و پس از معادل‌سازی بر اساس مقیاس درک فشار ۱۰-۰ بورگ (۱۹)، تمرینات خود را بر تخته‌ی استپ به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر اجرا کردند.

اندازه‌گیری‌های بیوشیمیایی: مقدار ۱۰ میلی‌لیتر خون پس از ۱۲ ساعت ناشتایی از شریان دست راست آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت قبل از شروع شیوه‌نامه‌ی تمرینی و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه‌ی تمرین جهت اندازه‌گیری استئوکلسین غیر کربوکسیله، گلوکز، انسولین و نیمرخ لیپیدی گرفته شد و پس از سانتریفیوژ و جدا کردن سرم در فریزر با دمای ۷۰- درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شد. گلوکز و نیمرخ لیپیدی با دستگاه اتوانالایزر و کیت پارس آزمون ساخت کشور ایران اندازه‌گیری شد. سطح سرمی استئوکلسین به روش Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) و با استفاده از کیت تجاری ZellBio GmbH (Human under-carboxelated osteocalcin) (UC-OC) ساخت کشور آلمان با ضریب تغییرات درون اندازه‌گیری کمتر از ۱۰ درصد و حساسیت ۰/۰۵ نانوگرم/میلی‌لیتر، انسولین با استفاده از کیت تجاری Monobind امریکا با ضریب تغییرات درون اندازه گیری کمتر از ۴/۹درصد و حساسیت ۰/۷۵ میکرو واحد بین‌المللی/میلی‌لیتر، اندازه‌گیری شد. شاخص مقاومت به انسولین (Homeostatic model assessment for insulin resistance یا HOMA-IR) نیز با استفاده از معادله‌ی زیر محاسبه شد (۲۰):

۴۰۵/گلوکز ناشتا (میلی‌گرم/دسی‌لیتر) × انسولین ناشتا (میکرو واحد بین‌المللی/میلی‌لیتر) = HOMA-IR

روش آماری: برای محاسبه‌ی میانگین و انحراف معیار داده‌ها، از آمار توصیفی و از آزمون Shapiro-Wilk برای تعیین طبیعی بودن متغیرهای موجود در تحقیق استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و مقایسه‌ی بین گروهی، از آزمون استنباطی Independent t و به منظور بررسی اختلاف‌های درون گروهی، از آزمون Depenent t استفاده شد. تمام عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۳ (version 23, IBM Corporation, Armonk, NY) انجام گرفت و سطح معنی‌داری در تمام آزمون‌ها ۰/۰۵۰ > P در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج مربوط به شاخص‌های آنتروپومتریک و ترکیب بدن در جدول ۱ آمده است. بر اساس آزمون‌های Independent t و Dependent t هیچ تغییر معنی‌داری در شاخص‌های ترکیب بدن نظیر وزن و شاخص‌توده‌ی بدن دیده نشد.

همچنین، بر اساس آزمون Dependent t تغییرات معنی‌داری در سطح گلوکز خون (P = ۰/۰۳۵)، شاخص مقاومت به انسولین (P = ۰/۰۴۰) و برخی متغیرهای نیمرخ لیپیدی مانند کلسترول تام (P = ۰/۰۴۰) و LDL (P = ۰/۰۲۵) در گروه تمرین مشاهده شد و هیچ تغییر معنی‌دار درون‌گروهی در سطوح سرمی استئوکلسین غیر کربوکسیله و تری‌گلیسیرید و HDL وجود نداشت (جدول ۲).

جدول ۱. مقایسه‌ی ویژگی‌های آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	مقدار P درون گروهی	مقدار P بین گروهی
سن (سال)	مورد	۲۴/۳۳ ± ۰/۸۶	---	---	۰/۷۷۰
	شاهد	۲۴/۰۰ ± ۱/۳۴	---	---	
قد (سانتی‌متر)	مورد	۱۶۰/۰۰ ± ۲/۷۱	---	---	۰/۲۳۰
	شاهد	۱۵۷/۶۶ ± ۱/۲۰	---	---	
وزن (کیلوگرم)	مورد	۵۹/۳۴ ± ۱/۰۷	۵۸/۷۲ ± ۱/۲۷	۰/۰۵۶	۰/۴۴۷
	شاهد	۵۶/۵۳ ± ۲/۱۴	۵۶/۸۳ ± ۲/۰۴	۰/۰۵۷	
شاخص توده‌ی بدنی (کیلوگرم/مترمربع)	مورد	۲۳/۰۷ ± ۱/۴۳	۲۲/۷۱ ± ۱/۵۴	۰/۰۶۶	۰/۷۸۰
	شاهد	۲۲/۳۸ ± ۰/۶۰	۲۲/۴۲ ± ۰/۵۸	۰/۲۰۴	

داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار آمده است.

جدول ۲. مقایسه‌ی تغییرات بین‌گروهی و درون‌گروهی شاخص‌های بیوشیمیایی

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	مقدار P درون گروهی	مقدار P بین گروهی
استئوکلسین (نانوگرم/میلی‌لیتر)	مورد	۳/۷۷ ± ۰/۳۵	۳/۸۷ ± ۰/۲۹	۰/۴۶۰	۰/۵۵۰
	شاهد	۳/۵۴ ± ۰/۳۳	۳/۵۱ ± ۰/۳۶	۰/۸۵۰	
گلوکز (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	مورد	۸۸/۷۵ ± ۳/۷۶	۸۴/۵۰ ± ۲/۴۶	*۰/۰۳۵	*۰/۰۲۵
	شاهد	۹۰/۵۰ ± ۲/۶۲	۹۰/۹۱ ± ۲/۴۳	۰/۴۴۰	
انسولین (میکرو واحد بین‌المللی/میلی‌لیتر)	مورد	۱۵/۲۵ ± ۱/۲۰	۱۴/۵۸ ± ۰/۸۹	۰/۰۷۰	۰/۰۹۰
	شاهد	۱۴/۰۰ ± ۰/۹۱	۱۴/۲۵ ± ۱/۰۰	۰/۴۸۰	
مقاومت به انسولین HOMA-IR	مورد	۳/۳۷ ± ۰/۳۵	۳/۰۵ ± ۰/۲۱	*۰/۰۴۰	*۰/۰۳۰
	شاهد	۳/۱۱ ± ۰ /۲۳	۳/۲۰ ± ۰/۲۴	۰/۴۴۰	
TC (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	مورد	۱۵۰/۷۵ ± ۸/۷۵	۱۴۸/۴۶ ± ۸/۰۵	*۰/۰۴۰	۰/۰۶۰
	شاهد	۱۵۵/۶۱ ± ۵/۳۶	۱۵۵/۴۳ ± ۵/۳۸	۰/۵۴۰	
TG (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	مورد	۹۶/۸۴ ± ۵/۲۳	۹۳/۱۲ ± ۳/۸۷	۰/۰۹۰	۰/۰۹۰
	شاهد	۹۸/۹۰ ± ۵/۳۰	۹۹/۰۰ ± ۵/۲۴	۰/۷۰۰	
LDL (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	مورد	۹۱/۴۲ ± ۷/۸۵	۸۸/۵۸ ± ۷/۳۷	*۰/۰۲۵	۰/۰۶۰
	شاهد	۹۵/۲۴ ± ۴/۶۳	۹۴/۸۳ ± ۴/۷۲	۰/۴۳۰	
HDL (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	مورد	۳۹/۹۶ ± ۲/۴۸	۴۱/۳۳ ± ۲/۰۸	۰/۰۷۰	۰/۱۴۰
	شاهد	۴۰/۵۸ ± ۲/۳۷	۴۰/۸ ± ۲/۵۰	۰/۴۰۰	

داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار آمده است.

TC: Total cholesterol; HOMA-IR: Homeostatic model assessment for insulin resistance; TG: Triglyceride; LDL: Low-density lipoprotein; HDL: High-density lipoprotein

نتایج آزمون Independent t نیز کاهش معنی‌دار سطح گلوکز خون (P = ۰/۰۲۵)،شاخص مقاومت به انسولین (P = ۰/۰۳۰)، در گروه تمرین مورد نسبت به گروه شاهد را نشان داد (جدول ۲)؛ با این حال، هیچ تغییر معنی‌دار بین گروهی (بر اساس آزمون Independent t) در سطح استئوکلسین غیر کربوکسیله (به عنوان شاخص عملکرد آندوکرینی استخوان) و هیچ یک از اجزای نیمرخ لیپیدی (تری‌گلیسیرید، کلسترول تام، LDL و HDL) مشاهده نشد.

بحث

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد اجرای چهار هفته تمرین پلایومتریک منجر به کاهش سطح گلوکز خون، مقاومت به انسولین و برخی متغیرهای نیمرخ لیپیدی (کلسترول تام و LDL) و عدم تغییر سطح استئوکلسین غیر کربوکسیله در دختران کم تحرک گردید. در رابطه با استئوکلسین غیر کربوکسیله، نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش علی‌پور و همکاران (۱۷)، Colleluori و همکاران (۲۱) و Wiklund و همکاران (۲۲) همسو است. نتایج پژوهش حاضر بر برخی پژوهش ها از جمله پژوهش کمالی و همکاران که تأثیر تمرینات هوازی را بر سطوح استئوکلسین بررسی کرد (۲۳) ناهمسو است. از جمله دلایل ناهم‌خوانی را شاید بتوان تفاوت در نوع تمرین (هوازی در برابر پلایومتریک) ذکر کرد. طی تحقیق رستمی زاده و همکاران (۱۵) نیز افزایش معنی‌دار استئوکلسین غیر کربوکسیله و کاهش معنی‌دار وزن و بهبود ترکیب بدن مشاهده شد.

تحقیقات نشان داده اند سطوح استئوکلسین با کاهش وزن و بهبود ترکیب بدن افزایش می‌یابد. از آن جایی که در تحقیق حاضر کاهش وزن معنی‌دار و بهبود ترکیب بدنی مشاهده نشد می‌تواند از جمله دلایل ناهم‌خوانی باشد. در مطالعه‌ی Franck و همکاران نیز ۴ هفته تمرین هوازی سطح استئوکلسین آزمودنی‌های جوان و سالم کاهش داد، اما پس از ۴ هفته به سطح پیش از تمرین بازگشت. این محققان پیشنهاد کردند که در مراحل ابتدایی سازگاری با تمرینات ورزشی سطوح استئوکلسین به علت افزایش ترشح هورمون‌های استرسی به ویژه گلوکو کورتیکوئیدها به طور موقت کاهش می‌یابد (۲۴).

از جمله مکانیسم های اصلی که از طریق آن تمرین باعث افزایش سطح استئوکلسین سرمی می‌شود، می‌توان به فعالیت بیشتر سلول‌های استخوانی و پاسخ به فشارهای مکانیکی ناشی از ورزش اشاره کرد که منجر به بهبود ترشح استئوکلسین به وسیله‌ی این سلول‌ها می‌شود. از دلایل دیگر، شاید به بر هم خوردن هموستاز و متابولیسم انرژی بدن در هنگام فعالیت بدنی مربوط شود. از آن جایی که به تازگی، از استخوان به عنوان یک بافت متابولیکی فعال یاد می‌شود، در هنگام فعالیت بدنی

سیگنال های ناشی از تغییرات انسولین و گلوکز منجر به فعالیت بیشتر سلول‌های استخوانی و تحریک ترشح استئوکلسین می‌شود (۱۵). با این حال، در تحقیق حاضر، تغییرات در سطوح استئوکلسین مشاهده نشد که ممکن است ناشی از طول دوره‌ی تمرینی باشد. همچنین، تحقیقات نشان داده‌اند سطوح پایه‌ی استئوکلسین نیز عامل مهمی است. بنابراین، این امکان وجود دارد تمرینات ورزشی در شرکت کنندگان با سطوح استئوکلسین پایین‌تر مؤثرتر واقع شود (۲۵).

از دیگر نتایج تحقیق حاضر، می‌توان به کاهش سطح گلوکز خون و مقاومت به انسولین اشاره کرد که با نتایج پژوهش Paschalis و همکاران (۲۶) و Racil و همکاران (۲۷) همسو است. تحقیقات نشان داده‌اند تمرینات پلایومتریک استرس و فشار قابل توجهی را بر سیستم عضلانی-اسکلتی وارد می‌کند. چنانچه استرس متابولیکی ناشی از این تمرینات در عضلات فعال منجر به افزایش مصرف گلوکز می‌گردد (۲۸).

البته در پژوهش هایی مانند علی‌پور و همکاران (۱۷) گزارش شده است فعالیت بدنی تأثیری بر مقاومت به انسولین ندارد که شاید از جمله دلایل ناهم‌خوانی ویژگی آزمودنی‌ها یا تفاوت در نوع تمرین باشد. برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند افزایش سطح استئوکلسین غیر کربوکسیله ناشی از ورزش از دو طریق می‌تواند منجر به کنترل گلیسمیک گردد. استئوکلسین غیر کربوکسیله، می‌تواند بر سلول‌های بتا پانکراس عمل کند (۲۹) و جذب گلوکز را افزایش دهد و یا بر گیرنده‌های جفتی G پروتئین 6A (GPCR6A) که به‌عنوان گیرنده‌ی استئوکلسین در عضلات اسکلتی شناخته شده است، تأثیر می‌گذارد و منجر به تنظیم متابولیسم گلوکز گردد (۳۰). با این حال، در تحقیق حاضر با وجود کاهش معنی‌دار سطح گلوکز و شاخص مقاومت به انسولین، تغییری در سطوح سرمی استئوکلسین غیر کربوکسیله مشاهده نشد. در این مورد، Wiklund و همکاران (۲۲) بیان کرده اند استرس و تنش اعمال شده ناشی از تمرین و فعالیت بدنی بر سیستم استخوانی بدن ممکن است به خودی خود (مستقل از عمل استئوکلسین) متابولیسم انرژی را تحت تأثیر قرار دهد و بر متغیرهای متابولیک از طریق انقباضات اکستریک (برون‌گرا) مرتبط با فعالیت پرشی و پلایومتریک اثرگذار باشد.

از دیگر نتایج پژوهش حاضر، می‌توان به کاهش معنی‌دار برخی از اجزای نیمرخ لیپیدی (کلسترول‌تام و LDL) اشاره کرد. بسیاری از مطالعات، تأثیر فعالیت بدنی را بر اجزای نیمرخ لیپیدی بررسی کرده‌اند. برخی تحقیقات بهبود اجزای نیمرخ لیپیدی (۳۱) و برخی عدم تغییرات معنی‌دار نیمرخ لیپیدی را نشان داده‌اند (۳۳-۳۲). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که عوامل مختلفی نظیر سن، جنسیت، چاقی، وراثت و شاخص توده‌ی بدنی ممکن است تغییرات نیمرخ لیپیدی را تحت تأثیر قرار دهند. تحقیقات نشان داده‌اند که تمریناتی نظیر پلایومتریک متغیرهای متابولیکی را از طریق بخش اکستریک (و نه بخش کانستریک) تحت تأثیر قرار می‌دهند. چنانچه طی تحقیق Vainionpaa و همکاران (۳۴) نشان داده شد تمرینات اکستریک منجر به کاهش سطح کلسترول و LDL می‌شود. در پژوهشی دیگر نیز ۸ هفته فعالیت ورزشی اکستریک، منجر به کاهش سطوح سرمی اجزای نیمرخ لیپیدی در زنان جوان گردید.

چنانچه گزارش شده است کاهش در سطوح سرمی کلسترول تام و LDL پس از تمرینات اکستریک ناشی از جریان کلسترول از پلاسما به عضلات است که سوبسترایی برای سنتز غشای سلول جدید را فراهم می‌کند. همچنین، ذکر شده است به دنبال این تمرینات، فعالیت لیپوپروتئین لیپاز بافت چربی افزایش می‌یابد که منجر به بهبود متابولیسم بافت چربی می‌گردد. Magni و همکاران (۳۵) و Bao و همکاران (۳۶) بین سطح استئوکلسین و TG سرم در جامعه‌ی مورد مطالعه رابطه‌ی منفی و معنی‌داری مشاهده کردند؛ در حالی که در مطالعه‌ای دیگر هیچ رابطه‌ای بین استئوکلسین غیر کربوکسیله و نیمرخ لیپیدی مشاهده نشد (۳۷). با این‌حال، در تحقیق حاضر هر چند رابطه‌ی همبستگی بین تغییرات استئوکلسین غیر کربوکسیله و اجزای نیمرخ لیپیدی بررسی نشد، اما تغییرات معنی‌دار درون‌گروهی در برخی از اجزای نیمرخ لیپیدی مشاهده شد که به نظر می‌رسد مستقل از تغییرات استئوکلسین غیر کربوکسیله است. با این حال، اجرای پژوهش‌های بیشتر ضروری به نظر می‌رسد.

از جمله محدودیت‌های پژوهش حاضر، می‌توان به عدم ارزیابی سطوح ویتامین K اشاره کرد که ممکن است سطح سرمی استئوکلسین غیر کربوکسیله را تحت تأثیر قرار دهد. همچنین، هر چند به آزمودنی‌ها توصیه شد از غذای سلف سرویس خوابگاه استفاده شود، اما رژیم غذایی کنترل نشد. از این رو، توصیه می‌شود در تحقیقات آینده رژیم غذایی نیز کنترل گردد.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر، نشان داد اجرای یک دوره‌ی کوتاه مدت تمرینات پلایومتریک (دوره‌ی ۴ هفته‌ای) منجر به کاهش معنی‌دار سطح گلوکز خون، شاخص مقاومت به انسولین و بهبود برخی از اجزای نیمرخ لیپیدی در دختران دانشجوی کم تحرک گردید که به نظر می‌رسد چنین تغییراتی مستقل از تغییرات شاخص عملکرد آندوکرینی استخوان (استئوکلسین غیر کربوکسیله) باشد.

تشکر و قدردانی

مقاله‌ی حاضر، برگرفته از طرح تحقیقاتی مصوب مرکز تحقیقات دیابت، دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز به شماره‌ی D-9607 می‌باشد. بدین وسیله مراتب تشکر و قدردانی از مسؤولین آن معاونت به عمل می‌آید.

References

1. Gholami F, Ebrahim K, Ahmadizad SJ, Dabaq Nikukheslat S, Rahbaran A. The concurrent effect of endurance training and garlic supplementation on body composition and lipid profile in sedentary young males. Med J Tabriz Univ Med Sci 2013; 35(1): 52-9. [In Persian].
2. Czech MP. Insulin action and resistance in obesity and type 2 diabetes. Nat Med 2017; 23(7): 804-14.
3. Hosseini A, Khoshsovt F, Ahmadi M, Azarbayjani M A, Salehi O, Farkhaie F. Effects of Aloe vera and swimming training on lipid profile of streptozotocin induced diabetic rats. Nutr Food Sci Res 2020; 7(1): 9-16.
4. Pandey A, Khan HR, Alex NS, Puttaraju M, Chandrasekaran TT, Rudraiah M. Under-carboxylated osteocalcin regulates glucose and lipid metabolism during pregnancy and lactation in rats. J Endocrinol Invest 2020; 43(8): 1081-95.
5. Mera P, Ferron M, Mosialou I. Regulation of energy metabolism by bone-derived hormones. Cold Spring Harb Perspect Med 2018; 8(6): a031666.
6. Zoch ML, Clemens TL, Riddle RC. New insights into the biology of osteocalcin. Bone 2016; 82: 42-9.
7. Liu JJ, Toy WC, Wong MD, Tan CS, Tavintharan S, Wong MS, et al. Elevated undercarboxylated and reduced carboxylated osteocalcin are associated with metabolic syndrome in middle age Asian females. Exp Clin Endocrinol Diabetes 2013; 121(6): 329-33.
8. Zhou B, Li H, Liu J, Xu L, Guo Q, Zang W, et al. Autophagic dysfunction is improved by intermittent administration of osteocalcin in obese mice. Int J Obes (Lond) 2016; 40(5): 833-43.
9. Yeap BB, Alfonso H, Chubb SA, Gauci R, Byrnes E, Beilby JP, et al. Higher serum undercarboxylated osteocalcin and other bone turnover markers are associated with reduced diabetes risk and lower estradiol concentrations in older men. J Clin Endocrinol Metab 2015; 100(1): 63-71.
10. MohammadHossein O, Mohammad F. The role of physical activity and exercise in prevention of non-communicable chronic diseases in Iran. J Isfahan Med Sch 2020; 38(582): 477-88. [In Persian].
11. Ghorbanian B, Shokrollahi F. The effects of rope training on Paraoxonase-1 enzyme, insulin resistance and lipid profiles in inactive girls. Tehran Univ Med J 2017; 75(4): 307-15. [In Persian].
12. Davies G, Riemann BL, Manske R. Current concepts of plyometric exercise. Int J Sports Phys Ther 2015; 10(6): 760-86.
13. Barillas SR, Watkins CM, Wong MA, Dobbs IJ, Archer DC, Munger CN, et al. Repeated plyometric exercise attenuates blood glucose in healthy adults. Int J Exerc Sci 2017; 10(7): 1076-84.
14. Moreno SD, Brown LE, Coburn JW, Judelson DA. Effect of cluster sets on plyometric jump power. J Strength Cond Res 2014; 28(9): 2424-8.
15. Rostamizadeh M, Elmieh A, Rahmaninia F. The effect of aerobic and resistance exercises on serum osteocalcin levels, insulin resistance and pancreas beta cell function in overweight men: A clinical trial. J Rafsanjan Univ Med Sci 2019; 18(1): 55-70. [In Persian].
16. Chahla SE, Frohnert BI, Thomas W, Kelly AS, Nathan BM, Polgreen LE. Higher daily physical activity is associated with higher osteocalcin levels in adolescents. Prev Med Rep 2015; 2: 568-71.
17. Alipour Y, Abbassi Daloii A, Barari A, Abdi A. Effects of resistance training on serum levels of undercarboxylated osteocalcin, adiponectin and insulin sensitivity in obese women. Tehran Univ Med J 2015; 73(9): 668-73. [In Persian].
18. Witzke KA, Snow CM. Effects of plyometric jump training on bone mass in adolescent girls. Med Sci Sports Exerc 2000; 32(6): 1051-7.
19. Singh F, Foster C, Tod D, McGuigan MR. Monitoring different types of resistance training using session rating of perceived exertion. Int J Sports Physiol Perform 2007; 2(1): 34-45.
20. Birgani GA, Ahangarpour A, Khorsandi L, Moghaddam HF. Anti-diabetic effect of betulinic acid on streptozotocin-nicotinamide induced diabetic male mouse model. Braz J Pharm Sci 2018; 54(2): e17171.
21. Colleluori G, Napoli N, Phadnis U, Armamento-Villareal R, Villareal DT. Effect of Weight Loss, Exercise, or Both on Undercarboxylated Osteocalcin and Insulin Secretion in Frail, Obese Older Adults. Oxid Med Cell Longev 2017; 2017: 4807046.
22. Wiklund P, Nordstrom A, Hogstrom M, Alfredson H, Engstrom P, Gustafsson T, et al. High-impact loading on the skeleton is associated with a decrease in glucose levels in young men. Clin Endocrinol (Oxf) 2012; 77(6): 823-7.
23. Kamali K, Abbassi Daloii A, Abdi A, Ziaolhagh SJ, Barari A. Effect of 8-weeks aerobic training on undercarboxylated osteocalcin, hs-CRP and inisulin resistance in ovreweight women. J Sabzevar Univ Med Sci 2015; 22(5): 823-31. [In Persian].
24. Franck H, Beuker F, Gurk S. The effect of physical activity on bone turnover in young adults. Exp Clin Endocrinol 1991; 98(1): 42-6.
25. Mohammad Rahimi GR, Niyazi A, Alaee S. The effect of exercise training on osteocalcin, adipocytokines, and insulin resistance: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Osteoporos Int 2020. [Epub ahead of print].
26. Paschalis V, Nikolaidis MG, Theodorou AA, Panayiotou G, Fatouros IG, Koutedakis Y, et al. A weekly bout of eccentric exercise is sufficient to induce health-promoting effects. Med Sci Sports Exerc 2011; 43(1): 64-73.
27. Racil G, Zouhal H, Elmontassar W, Ben Abderrahmane A, De Sousa MV, Chamari K, et al. Plyometric exercise combined with high-intensity interval training improves metabolic abnormalities in young obese females more so than interval training alone. Appl Physiol Nutr Metab 2016; 41(1): 103-9.
28. Sjoberg KA, Frosig C, Kjobsted R, Sylow L, Kleinert M, Betik AC, et al. Exercise increases human skeletal muscle insulin sensitivity via coordinated increases in microvascular perfusion and molecular signaling. Diabetes 2017; 66(6): 1501-10.

29. Lee NK, Sowa H, Hinoi E, Ferron M, Ahn JD, Confavreux C, et al. Endocrine regulation of energy metabolism by the skeleton. Cell 2007; 130(3): 456-69.
30. Lin X, Brennan-Speranza TC, Levinger I, Yeap BB. Undercarboxylated osteocalcin: Experimental and human evidence for a role in glucose homeostasis and muscle regulation of insulin sensitivity. Nutrients 2018; 10(7): 847.
31. Morelli C, Avolio E, Galluccio A, Caparello G, Manes E, Ferraro S, et al. Impact of vigorous-intensity physical activity on body composition parameters, lipid profile markers, and irisin levels in adolescents: A cross-sectional study. Nutrients 2020; 12(3): 742.
32. Khairandish R, Ranjbar R, Habibi A. Effects of pilates training on body composition, lipid profile and some physical fitness parameters in sedentary obese women. Jundishapur Sci Med J 2018; 17(1): 49-61. [In Persian].
33. Batacan RB, Duncan MJ, Dalbo VJ, Tucker PS, Fenning AS. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: A systematic review and meta-analysis of intervention studies. Br J Sports Med 2017; 51(6): 494-503.
34. (Vainionpaa A, Korpelainen R, Kaikkonen H, Knip M, Leppaluoto J, Jamsa T. Effect of impact exercise on physical performance and cardiovascular risk factors. Med Sci Sports Exerc 2007; 39(5): 756-63.
35. Magni P, Macchi C, Sirtori CR, Corsi Romanelli MM. Osteocalcin as a potential risk biomarker for cardiovascular and metabolic diseases. Clin Chem Lab Med 2016; 54(10): 1579-87.
36. Bao Y, Zhou M, Lu Z, Li H, Wang Y, Sun L, et al. Serum levels of osteocalcin are inversely associated with the metabolic syndrome and the severity of coronary artery disease in Chinese men. Clin Endocrinol (Oxf) 2011; 75(2): 196-201.
37. Chen Y, Zhao Q, Du G, Xu Y. Association between serum osteocalcin and glucose/lipid metabolism in Chinese Han and Uygur populations with type 2 diabetes mellitus in Xinjiang: Two cross-sectional studies. Lipids Health Dis 2017; 16(1): 139.

DOI: 10.22122/jims.v38i594.13407 Published by Vesnu Publications

Journal of Isfahan Medical School Vol. 38, No. 594, 2nd Week, December 2020

Received: 02.09.2020 Accepted: 19.09.2020 Published: 12.12.2020

The Bone Endocrine Function, Insulin Resistance Index, and Lipid Profile of Inactive Girls after 4 Weeks of High-Intensity Plyometric Training

Fatemeh Fakhri[1], Akram Ahangarpour[2], Abdolhamid Habibi[3], Aliakbar Alizadeh[4], Somaye Fakhri[1]

Original Article

Abstract

Background: Physical activity and exercise can affect the bones, and participate in glucose and fat metabolism by releasing osteokines such as under-carboxylated osteocalcin. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of 4 weeks of high-intensity plyometric training on serum levels of under-carboxylated osteocalcin, insulin resistance index, and lipid profile components in inactive girls.

Methods: This was a semi-experimental research with pretest-posttest design. 24 inactive girl students with mean age of 24.16 ± 1.53 years and mean body mass index (BMI) of 22.22 ± 1.01 kg/m^2 were randomly divided into two equal groups of Plyometric training and control. The exercise protocol was performed for 4 weeks (three session per week), while the control group did not have any regular physical activity. Blood samples were obtained before and after the intervention period for under-carboxylated osteocalcin, lipid profile, glucose, insulin, and insulin resistance measures. The data were analyzed using independent and dependent t-test ($P < 0.050$).

Findings: There was a significant decrease in blood glucose level ($P = 0.035$), insulin resistance index ($P = 0.040$), and some lipid profile parameters such as cholesterol ($P = 0.040$) and low-density lipoprotein (LDL) ($P = 0.025$) in the training group. Moreover, a significant decrease was seen in blood glucose serum level ($P = 0.025$) and insulin resistance index ($P = 0.030$), with no significant change in under-carboxylated osteocalcin and lipid profile components in the exercise group compared to the control.

Conclusion: A significant reduction was observed in blood glucose serum levels, insulin resistance index, and improvement of some lipid profile components in inactive girls, which appeared to be independent of changes in bone endocrine function index (under-carboxylated osteocalcin).

Keywords: Bone; Lipids; Plyometric exercise; Glucose; Metabolism

Citation: Fakhri F, Ahangarpour A, Habibi A, Alizadeh A, Fakhri S. **The Bone Endocrine Function, Insulin Resistance Index and Lipid Profile of Inactive Girls after 4 Weeks of High-Intensity Plyometric Training.** J Isfahan Med Sch 2020; 38(594): 728-35.

1- Department of Exercise Physiology, School of Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2- Professor, Department of Physiology, Health Research Institute, Diabetes Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran
3- Professor, Department of Exercise Physiology, School of Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
4- Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, School of Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
Corresponding Author: Akram Ahangarpour, Professor, Department of Physiology, Health Research Institute, Diabetes Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran; Email: akramahangarpour@gmail.com