

## اثر هشت هفته تمرین هوازی بر استئوکلسین غیر کربوکسیله، پروتئین واکنش دهنده C و مقاومت انسولینی در زنان دارای اضافه وزن

خاطره کمالی<sup>۱</sup>، آسیه عباسی دلویی<sup>۲\*</sup>، احمد عبدی<sup>۲</sup>، سید جواد ضیاء الحق<sup>۳</sup>، علیرضا براری<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله آملی، آمل، ایران  
<sup>۲</sup> استادیار فیزیولوژی ورزشی، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله آملی، آمل، ایران  
<sup>۳</sup> استادیار فیزیولوژی ورزشی، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود، شاهرود، ایران

\*نشانی نویسنده مسئول: آمل، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت الله آملی، دانشکده تربیت بدنی، گروه فیزیولوژی ورزشی، آسیه عباسی دلویی  
 E-mail: abbasi.daloi@gmail.com

وصول: ۹۳/۱۲/۱، اصلاح: ۹۴/۲/۲۵، پذیرش: ۹۴/۴/۸

### چکیده

**زمینه و هدف:** هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر هشت هفته تمرین هوازی بر استئوکلسین غیر کربوکسیله، پروتئین واکنش دهنده C و مقاومت انسولینی در زنان دارای اضافه وزن بود.

**مواد و روش‌ها:** ۱۶ زن دارای اضافه وزن (وزن  $73/19 \pm 2/28$  کیلوگرم، سن  $39/38 \pm 3/66$  سال، قد  $1/61 \pm 0/04$  متر و شاخص توده‌ی بدنی  $28/19 \pm 4/36$  کیلوگرم بر متر مربع) به طور تصادفی به گروه‌های کنترل و تمرین تقسیم شدند. خون‌گیری ۴۸ ساعت قبل از پیش‌آزمون و پس از هشت هفته فعالیت از آزمودنی‌ها گرفته شد. برنامه‌ی تمرینی هشت هفته و سه جلسه در هفته با شدت ۷۰-۶۵ درصد ضربان قلب ذخیره انجام شد. داده‌ها با استفاده از روش آماری تی همبسته برای تعیین تفاوت‌های درون‌گروهی و تی مستقل برای تعیین تفاوت‌های بین‌گروهی تجزیه و تحلیل شدند. تفاوت معنی‌دار در سطح  $p < 0/05$  پذیرفته شد.

**یافته‌ها:** یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که سطح استئوکلسین غیر کربوکسیله در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل افزایش معناداری داشته است ( $p=0/01$ ). همچنین سطح hs-CRP ( $p=0/083$ ) و مقاومت انسولینی ( $p=0/158$ ) در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل کاهش معناداری را نشان نداد.

**نتیجه‌گیری:** هشت هفته تمرین منظم هوازی افزایش معناداری را در سطوح استئوکلسین غیر کربوکسیله نشان داد که با تأثیر احتمالی بر سلول‌های بتا، می‌تواند بهبود در فاکتورهای مؤثر در مقاومت انسولینی مانند افزایش ترشح انسولین و کاهش سطح گلوکز را موجب شود.

**واژه‌های کلیدی:** تمرین هوازی، استئوکلسین غیر کربوکسیله، پروتئین واکنش دهنده-C، مقاومت انسولین، اضافه وزن.

### مقدمه

دیابت نوع ۲ و آرترواسکلروز منتهی می‌شود (۱،۲).

اختلالات متابولیکی استخوانی اغلب در بیماران مبتلا به چاقی و افراد دیابتی وجود دارد (۳). در دهه‌ی گذشته، نشان داده شده است که پروتئین‌های مرتبط با استخوان

چاقی به عنوان یک عامل خطر مهم در توسعه‌ی مقاومت انسولینی شناخته شده است که به طور بالقوه به شرایط متابولیکی مختلف مانند اختلال تحمل گلوکز،

قابل توجه است. CRP از جمله پروتئین‌های پنتامریک است که در کبد ساخته شده و به عنوان "نشانگر طلائی برای التهاب" شکل گرفته و افزایش تولید آن پاسخی به بیماری‌های عفونی، التهاب‌ها و آسیب‌های بافتی است (۹). مطالعات جدید نشان می‌دهد که پروتئین واکنش دهنده-C از مارکرهای فیزیولوژیکی حساس در التهاب سیستمیک غیرقابل تشخیص می‌باشد که با تغییرات در متابولیسم استخوان مرتبط می‌باشد (۱۱). مطالعات اندکی ارتباط بین استئوکلسین و سایتوکاین‌های التهابی را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این مطالعات ارتباط منفی بین استئوکلسین با پروتئین واکنش گر C با حساسیت بالا نشان داده شده است (۱۱). تمرینات بلندمدت موجب کاهش CRP می‌شود. همچنین مطالعات متعددی نشان می‌دهند که سطوح بالای CRP به میزان زیادی با چاقی مرتبط است (۱۲) و در افرادی که دارای چربی زیاد هستند، افزایش می‌یابد، همچنین با حساسیت انسولین ارتباط معکوس و با خطر دیابت نوع دو ارتباط مستقیمی دارد (۱۴). با توجه به موارد یاد شده، تحقیق حاضر به دنبال یافتن پاسخ به این سؤال است که آیا هشت هفته فعالیت هوازی بر استئوکلسین غیرکربوکسیله، hs-CRP و مقاومت انسولینی در زنان دارای اضافه وزن تأثیر دارد یا ندارد.

### مواد و روش‌ها

با توجه به این که آزمودنی‌های تحقیق انسان بودند و محقق قادر به کنترل همه عوامل مخل در روند تحقیق نبود؛ لذا، روش تحقیق به کار برده شده از نوع نیمه تجربی بود. جامعه‌ی آماری تحقیق حاضر شامل زنان یائسه‌ی غیرورزشکار سالم از شهرستان بابل بودند که از طریق فراخوان ۵۰ نفر جهت شرکت در تحقیق اعلام آمادگی کردند. از بین آن‌ها ۲۰ نفر که واجد شرایط تحقیق بودند به عنوان نمونه‌ی آماری در تحقیق حاضر انتخاب شدند. هیچ یک از آزمودنی‌ها سابقه‌ی بیماری نداشتند و در زمان پژوهش تحت درمان دارویی نبودند. همچنین، هیچ‌گونه

به‌ویژه استئوکلسین (Osteocalcin) در عروق آترواسکلروتیک یافت می‌شوند و احتمال دارد با بیماری‌های عروقی مرتبط باشند (۴). استئوکلسین جزو پروتئین‌های ارگانیک و غیرکلاژنی متابولیسم استخوان است. این پروتئین توسط استئوبلاست‌ها ترشح می‌شود و در شکل غیرکربوکسیله (Uncarboxylated (UnOC Osteocalcin) خود با تحریک سلول بتا و ترشح انسولین در موش عمل می‌کند. اخیراً مطالعات تجربی تأیید کرده‌اند که اسکلت ممکن است به عنوان یک ارگان درون ریز در سوخت و ساز انرژی و هموستاز گلوکز از طریق ترشح استئوکلسین عمل کند (۶ و ۵). فرون و همکاران نشان دادند که موش‌های فاقد استئوکلسین افزایش بیشتری از چربی احشایی و نمایش عدم تحمل گلوکز، مقاومت انسولینی و افزایش سطوح تری گلیسرید سرم نسبت به موش‌های وحشی دارای استئوکلسین داشتند (۵). علاوه بر این، تزریق استئوکلسین متابولیسم گلوکز را بهبود می‌بخشد و از پیشرفت نوع ۲ دیابت در موش جلوگیری می‌کند (۶). اگرچه این یافته‌ها از فرضیه یک حلقه هورمونی نظارتی بین استخوان و بافت چربی حمایت می‌کند، تحقیقات کمی در خصوص ارتباط غلظت استئوکلسین سرم با توده‌ی چربی و مقاومت انسولینی وجود دارد. هینتون و همکاران در تحقیقی نشان دادند که پس از شش هفته تمرین هوازی، شاخص استئوکلسین در افراد غیرفعال چاق افزایش معناداری یافت (۷). کیم و همکاران نیز در تحقیقی به بررسی تمرین هوازی بر استئوکلسین سرم، آدیپوسایتوکاین‌ها و مقاومت انسولینی در مردان جوان چاق پرداختند. نتایج نشان داد که کاهش چربی بدن موجب افزایش معنادار مقادیر استئوکلسین غیرکربوکسیله شد و همچنین ارتباط منفی بین افزایش در استئوکلسین با مقاومت انسولینی یافت شد (۸). از طرفی در میان چندین شاخص التهابی، پروتئین واکنش دهنده-C با حساسیت بالا (hs CRP) high (sensitivity C-reactive protein) در افراد مبتلا به دیابت

سابقه‌ی ورزشی نداشتند و حداقل ۶ ماه پیش از شرکت در برنامه تمرینات این پژوهش در هیچ برنامه‌ی تمرینی شرکت نداشتند. وضعیت تندرستی آزمودنی‌ها نیز با پرسشنامه تندرستی هنجار شده ارزیابی شد. سپس آزمودنی‌های تحقیق بر اساس تکمیل فرم رضایت‌نامه و آگاهی از پژوهش، در مراحل مختلف تحقیق شرکت نمودند. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا در طول مراحل مختلف تحقیق از انجام هرگونه فعالیت جسمانی سنگین به غیر از فعالیت ورزشی مربوط خودداری کنند.

### نحوه جمع‌آوری اطلاعات

قبل از اخذ رضایت‌نامه و اعلام موافقت آزمودنی‌ها، توضیحات کامل در رابطه با اهداف و روش اجرای تحقیق، به داوطلبان ارائه گردید. سپس با توجه به ماهیت و هدف تحقیق به طور تصادفی به دو گروه شامل گروه تمرین و گروه کنترل تقسیم شدند. قد، وزن و شاخص توده‌ی بدنی بر اساس تقسیم وزن بر مجذور قد اندازه‌گیری شد. خون‌گیری اولیه به میزان ۱۰ سی سی در حالت استراحت و ۴۸ ساعت قبل از شروع تمرین گرفته شد. ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی مجدداً از آزمودنی‌ها نمونه‌گیری به عمل آمد.

### برنامه‌ی تمرین هوازی

پس از انجام آزمایش‌های پیش‌آزمون، طی دو هفته‌ی اول تمرینات، شرکت‌کنندگان به تدریج با تمرین اصلی آشنا شدند. در این مرحله آزمودنی‌های گروه تجربی تا پایان هفته‌ی هشتم در یک برنامه‌ی تمرین هوازی (سه جلسه در هفته و حداقل ۴۵ دقیقه در هر جلسه) شرکت نمودند. هر جلسه از بخش‌های زیر تشکیل شد.

گرم کردن: شامل ۱۰ دقیقه راه رفتن، حرکات کششی، دویدن آرام با شدت ۵۵ تا ۶۵٪ ضربان قلب نشان بود. بخش اصلی: شامل ۳۰ دقیقه تمرینات به صورت ایروبیک، استپ پا و موزون با ۶۵ تا ۷۰٪ ضربان قلب ذخیره‌ی هر فرد بود.

سرد کردن: شامل ۵ دقیقه راه رفتن و حرکات کششی تا رسیدن به ضربان قلب طبیعی بود.

بخش اصلی تمرین با شدت ۶۵٪ ضربان قلب ذخیره و ۳۰ دقیقه در هر جلسه، به مدت ۲ هفته برای آشنایی آغاز شد و در جلسات بعدی به ۷۰٪ ضربان قلب ذخیره رسید (جدول ۳-۱). همچنین برای تعیین شدت تمرین به عنوان درصدی از ضربان قلب، ضربان قلب هدف هر فرد براساس روش کارونن به طریق زیر محاسبه شد (۱۵):

ضربان قلب استراحت + درصد شدت تمرین × (ضربان قلب استراحت - ضربان قلب بیشینه) = ضربان قلب ذخیره ضربان قلب آزمودنی‌های گروه تجربی هنگام فعالیت با استفاده از ضربان سنج بیورر (ساخت آلمان) کنترل شد. حداکثر اکسیژن مصرفی نیز با استفاده از آزمون بیشینه‌ی استور - دیویس بر روی دوچرخه‌ی کارسنج موناک مدل ۸۹۴ برآورد شد (۱۶). روش انجام آزمون به این صورت است که آزمودنی روی دوچرخه می‌نشیند و ارتفاع صندلی متناسب با قد وی تنظیم می‌گردد. پس از وارد کردن اطلاعات مربوط به سن، جنس و وزن آزمودنی به حافظه‌ی دستگاه، نوار مخصوصی که از طریق آن ضربان قلب فرد به حسگر نبض تعبیه شده روی دوچرخه منتقل می‌گردد، دور سینه آزمودنی بسته می‌شود. پس از اطمینان از کارکرد این نوار، آزمون آغاز شد. در این مرحله از آزمودنی خواسته می‌شد به منظور گرم کردن، مدت ۲ دقیقه را با شدت صفر وات و سرعت ۶۱ دور بر دقیقه رکاب بزنند. پس از آن، آزمون شروع شده و بار کار در هر دقیقه به میزان ۱۵ وات افزایش می‌یافت. فرد تا رسیدن به خستگی به فعالیت ادامه می‌داد و در لحظه‌های که آزمودنی دیگر قادر به ادامه فعالیت نبود، مقدار وات نهایی از روی دوچرخه ثبت می‌گردید. به منظور برآورد ارزش فرد به فعالیت تا رسیدن به خستگی ادامه می‌داد و در لحظه‌ای که آزمودنی دیگر قادر به ادامه فعالیت نبود، مقدار وات نهایی از روی دوچرخه ثبت می‌گردید. به

از کیت تجاری الیزا، شرکت انتاریو کانادا با ضرایب تغییرات درون‌گروهی و بین‌گروهی ۵/۹ و حساسیت ۱۰ ng/ml اندازه‌گیری شد. مقاومت به انسولین با روش ارزیابی مدل هموستازی و مطابق با فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{HOMA-IR} = [\text{Glucose}] \times [\text{Insulin}] / 405 \quad (\text{Glucose in mg/dl})$$

#### روش‌های آماری تحلیل داده‌ها

داده‌ها به استفاده از نرم‌افزار SPSS ۱۶، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از آزمون کلموگروف اسمیرنوف برای تعیین نحوه‌ی توزیع داده‌ها استفاده گردید. پس از حصول اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون تی مستقل برای تعیین تغییرات بین گروهی و از تی زوجی برای تعیین تغییرات درون گروهی هر یک از متغیرها در مراحل مختلف استفاده شد. مقدار معناداری نیز در سطح  $p < 0.05$  تعیین شد.

#### یافته‌های تحقیق

ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

در تحقیق حاضر فاکتورهای وزن و شاخص توده‌ی بدنی بعد از هشت هفته تمرین استقامتی در بین گروه‌ها تفاوت معناداری نداشت؛ اما،  $\text{VO}_{2\text{max}}$  در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل بعد از هشت هفته فعالیت افزایش معناداری را نشان داد ( $p = 0.017$ ). یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که سطح استنوکلسین غیرکربوکسیله در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل افزایش معناداری داشته است ( $p = 0.01$ ). همچنین سطح

منظور برآورد ارزش  $\text{VO}_{2\text{max}}$  بر حسب ml/min از معادله زیر استفاده شد:

$$\text{VO}_{2\text{max}} = (136.7 - 0.88 \times \text{سن}) - (7.7 \times \text{وزن}) + (9.39 \times \text{وات})$$

با تقسیم عدد به دست آمده بر وزن فرد،  $\text{VO}_{2\text{max}}$  بر حسب ml/kg/min محاسبه می‌گردد.

گروه کنترل در هیچ برنامه‌ی فعالیت ورزشی شرکت نکردند و تنها فعالیت‌های بدنی عادی خود را انجام دادند. همچنین به تمام آزمودنی‌ها توصیه شد در طول دوره تمرین از شرکت در هر گونه فعالیت ورزشی دیگر خودداری نمایند.

#### نمونه‌های خونی و اندازه‌گیری متغیرها

برای ارزیابی متغیرهای بیوشیمیایی عمل خون-گیری پس از ۱۲ تا ۱۴ ساعت ناشتایی و در دو مرحله‌ی قبل و بعد از ۸ هفته (۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین) انجام گرفت. در هر مرحله توسط کارشناس آزمایشگاه از سیاهرگ آنتی کوبیتال دست چپ آزمودنی‌ها در حالت استراحتی و در وضعیت نشسته ۱۰ میلی‌لیتر خون گرفته شد. نمونه‌های خون پس از سانتریفیوژ و جداکردن سرم تا زمان انجام آزمون‌ها در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  - درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شد. برای جلوگیری از تأثیر ریتم شبانه‌روزی، عمل خون‌گیری در زمان معینی از روز (ساعت ۸/۵ تا ۹/۵ صبح انجام شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد ۴۸ ساعت قبل از خون‌گیری از انجام فعالیت بدنی سنگین خودداری نمایند. سطوح سرمی نشانگرهای بیوشیمیایی استنوکلسین غیرکربوکسیله با استفاده از کیت تشخیص ایمنی الیزا ساخت کشور انگلستان به ترتیب با ضرایب تغییرات درون‌گروهی و بین‌گروهی ۱/۸ و ۲/۷ درصد اندازه‌گیری شد. همچنین سطح hs-CRP با استفاده

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

| متغیر     | سن (سال)     | قد (متر)    | وزن (کیلوگرم) | شاخص توده‌ی بدن (کیلوگرم/مجدور متر) | اکسیژن مصرفی بیشینه |
|-----------|--------------|-------------|---------------|-------------------------------------|---------------------|
| پیش آزمون | ۴۰/۳۸ ± ۴/۱۰ | ۱/۵۹ ± ۰/۰۳ | ۷۱/۸۸ ± ۱۳/۰۱ | ۲۸/۴۱ ± ۴/۸۹                        | ۲۷/۷۸ ± ۴/۸۱        |
| پس آزمون  | -----        | -----       | ۶۹/۲۵ ± ۱۰/۱۹ | ۲۷/۳۷ ± ۳/۷۵                        | ۲۸/۶۷ ± ۳/۷۸        |
| پیش آزمون | ۳۸/۳۸ ± ۳/۱۱ | ۱/۶۳ ± ۰/۰۳ | ۷۴/۵۰ ± ۱۲/۲۵ | ۲۷/۹۸ ± ۴/۰۹                        | ۲۹/۹۰ ± ۳/۶۲        |
| پس آزمون  | -----        | -----       | ۷۴/۵۰ ± ۱۳/۳۶ | ۲۷/۹۷ ± ۴/۴۴                        | ۳۲/۴۶ ± ۲/۷۹        |

سطوح سرمی استئوکلسین در نوجوانان افزایش معناداری یافته است (۲۰). به طور کلی یافته‌های ضد و نقیض مطالعاتی که به بررسی اثرات تمرینات ورزشی بر متابولیسم استخوان پرداختند، نشان می‌دهد که عوامل متعددی مانند نوع فعالیت ورزشی، شدت، مدت و تکرار فعالیت، ویژگی فعالیت ورزشی، سن و جنس آزمودنی‌ها ممکن است، پاسخ شاخص‌های متابولیسم استخوان به تمرینات را تحت تأثیر قرار دهد (۲۲ و ۲۱). در مطالعه‌ی حاضر بعد از ۸ هفته تمرین استقامتی،  $VO_{2max}$  آزمودنی‌ها

در گروه تجربی به طور معناداری افزایش یافت. بنابراین، با توجه به شدت تمرین و سطوح استئوکلسین به نظر می‌رسد اگر برنامه تمرینی به کار برده شده از شدت بیشتری برخوردار بود و آزمودنی‌ها آمادگی هوازی بالاتری را کسب می‌کردند، این امکان وجود داشت که سطوح سرمی استئوکلسین افزایش معناداری داشته باشد. از سوی دیگر استئوکلسین به عنوان یک هورمون درگیر در تنظیم متابولیسم انرژی مورد توجه قرار گرفته است (۲۳).

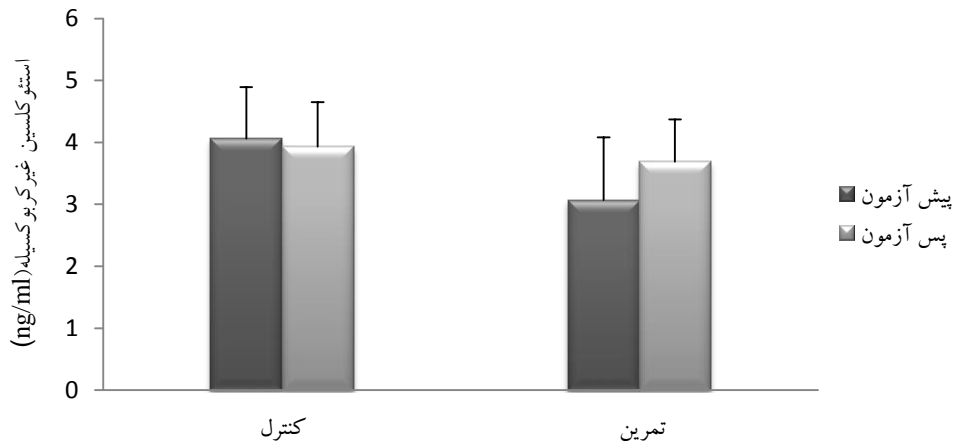
بنابراین، ممکن است پاسخ استئوکلسین به تمرینات ورزشی تا اندازه‌ای تحت تاثیر تغییرات متابولیسم انرژی به ویژه متابولیسم گلوکز و چربی قرار گیرد (۲۴). ورزش باعث بهبود فعالیت انسولین، حساسیت انسولین و مصرف گلوکز می‌شود. این بهبود در گلوکز خون ممکن است در نتیجه اثرات فعالیت ورزشی بر استئوکلسین غیرکربوکسیله باشد (۲۵).

همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بعد از هشت هفته تمرین استقامتی سطح hs-CRP به طور معناداری در گروه تجربی کاهش یافت. این نتایج با یافته‌های حامدی نیا مشابهت دارد. آن‌ها کاهش معنادار سطوح CRP را در مردان سالم و غیرفعال گزارش کردند (۲۵). در مطالعه کمپل و همکاران سطوح CRP بعد از یک دوره تمرین هوازی در مردان و زنان تغییر معناداری نداشت (۲۶). در تحقیق لاکا و همکاران، سطوح CRP در آزمودنی‌های با سطح پایه‌ی CRP بالا، کاهش معناداری

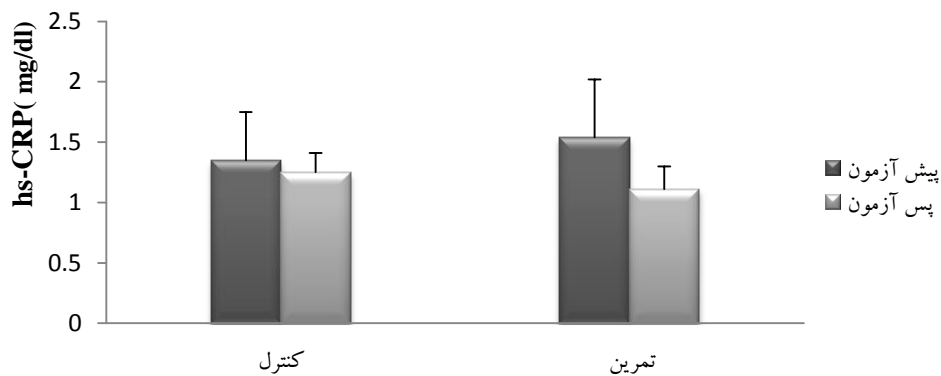
در مرحله‌ی پس از آزمون در مقایسه با مرحله‌ی پیش از آزمون در گروه تجربی کاهش معناداری را نشان داد ( $p=0/043$ )؛ اما، تفاوتی بین گروه‌ها وجود نداشت ( $p=0/083$ ). نتایج این تحقیق نشان داد که سطح مقاومت انسولینی در مرحله‌ی پس از آزمون در مقایسه با مرحله‌ی پیش از آزمون در گروه تجربی بعد از هشت هفته تمرین استقامتی کاهش معناداری داشته است ( $p=0/043$ )، همچنین تفاوتی در مقایسه با گروه کنترل مشاهده نشد ( $p=0/158$ ).

## بحث و نتیجه‌گیری

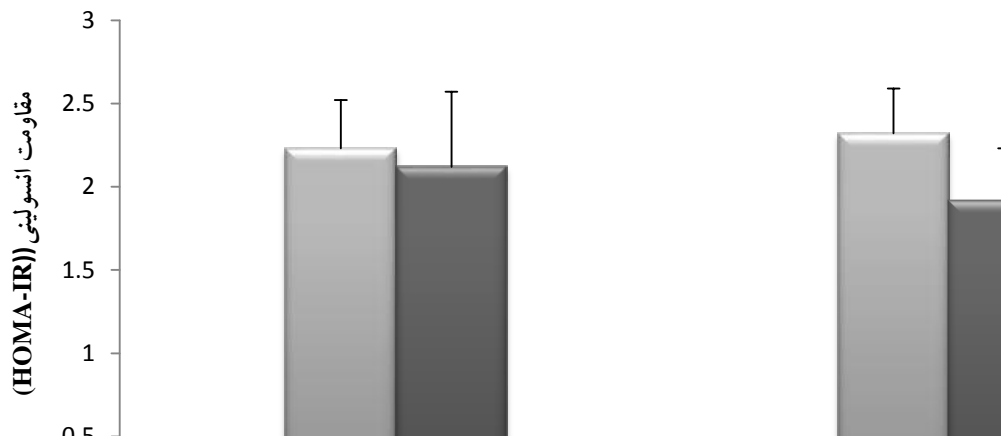
نتایج پژوهش حاضر نشان داد سطح استئوکلسین غیرکربوکسیله در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل افزایش معناداری داشت. تحقیقات نشان داده‌اند که استئوکلسین در شکل غیرکربوکسیله خود با تحریک سلول بتا و ترشح انسولین عمل می‌کند (۵). تخمین زده شده که تا ۵۰٪ از استئوکلسین در خون به شکل غیرکربوکسیله است (۱۷). در این رابطه، در مطالعه‌ی فرانک و همکاران بعد از ۴ هفته تمرین هوازی سطح استئوکلسین سرم آزمودنی‌های جوان و سالم کاهش یافت؛ اما، پس از ۸ هفته به سطح پیش از تمرین بازگشت. این محققان پیشنهاد کردند که در مراحل ابتدایی سازگاری با تمرینات ورزشی، استئوکلسین به علت افزایش ترشح هورمون‌های استرسی به ویژه گلوکوکورتیکوئیدها به طور موقت کاهش می‌یابد (۱۷). به طور مشابهی در مطالعه وونیتج و همکاران بعد از ۴ هفته تمرین هوازی سطوح سرمی استئوکلسین کاهش یافت (۱۸). پاسخ شاخص‌های بیوشیمیایی استخوان نظیر استئوکلسین می‌تواند تحت تأثیر شدت و مدت تمرین قرار گیرد. علاوه بر این به نظر می‌رسد استئوکلسین نسبت به تمرینات بی‌هوازی حساسیت بیشتری دارد (۱۹). الیاکیم و همکاران در تحقیقی نشان دادند پس از ۵ هفته تمرین استقامتی،



شکل ۱: مقایسه تغییرات سطح استئوکلسین غیرکربوکسیله در گروه‌های کنترل و تجربی



شکل ۲: مقایسه تغییرات سطح hs-CRP در گروه‌های کنترل و تجربی



شکل ۳: مقایسه تغییرات سطح مقاومت انسولینی در گروه‌های کنترل و تجربی

بین این تحقیق و سایر مطالعات می‌تواند به دامنه‌ی سنی آزمودنی‌ها، جنس، شدت فعالیت، نوع فعالیت و مدت فعالیت باشد (۲۶ و ۱۴). چندین مکانیسم برای کاهش CRP بعد از دوره‌ی طولانی فعالیت منطقی است. فعالیت طولانی مدت با توان هوازی، استرس فیزیولوژیکی و

یافت. به‌رحال در آزمودنی‌های طبیعی و سطح پایهی CRP پایین، این فاکتور تغییر معناداری نیافت (۲۷). شرایط این تحقیق شامل سن و ویژگی‌های آزمودنی‌ها و پروتکل تمرینی تا حدودی مشابه شرایط مربوط به تحقیق حامدی نیا و همکاران می‌باشد. توجیه احتمالی تفاوت‌های موجود

نشانگرهای التهابی را در کودکان با وزن نرمال بهبود می‌بخشد (۲۸). رابین و همکاران نیز گزارش کردند فعالیت بدنی شدید با حساسیت به انسولین رابطه‌ی مستقیم دارد (۳۱). البته پژوهش‌هایی نیز وجود دارد که تأثیر تمرین در بهبود حساسیت به انسولین را بی‌نتیجه خوانده‌اند (۳۰). در پژوهشی که گزارش شده افزایش فعالیت بدنی تأثیر معناداری در مقادیر hs-CRP و همچنین مقاومت به انسولین نداشت، محققان اظهار داشتند که علت این امر احتمالاً به دلیل کمبود مدت و شدت تمرین بوده است (۳۲).

به طور خلاصه، هشت هفته تمرین منظم هوازی افزایش معناداری را در سطوح استئوکلستین غیرکربوسیله نشان داد که با تأثیر احتمالی بر سلول‌های بتا، می‌تواند بهبود در فاکتورهای مؤثر در مقاومت انسولینی مانند افزایش ترشح انسولین و کاهش سطح گلوکز را موجب شود.

شاخص توده‌ی بدنی مرتبط است و این فاکتورها با سطح CRP در ارتباط هستند (۱۴). فعالیت بدنی منظم به بهبود حساسیت انسولینی منتهی می‌شود و ترشح CRP از اندوتلیوم را کاهش می‌دهد. فعالیت بدنی منظم از طریق کاهش ترشح آدیپوکاین‌ها و کاهش احتمالی درصد چربی بدن می‌تواند ترشح CRP را به وسیله‌ی هپاتوسیت‌ها کاهش دهد (۲۸). به طور کلی فعالیت بدنی منظم از طریق کاهش احتمالی تولید سایتوکاین‌ها از بافت چربی و اندوتلیوم، بهبود در عملکرد اندوتلیوم، کاهش لپتین و بالابردن آدیپونکتین می‌تواند CRP را کاهش دهد (۲۹). همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که مقاومت انسولینی در گروه تجربی کاهش معناداری داشت. تأثیر تمرینات ورزشی بر مقاومت به انسولین توسط تحقیقات زیادی مورد بررسی قرار گرفته که عمدتاً بهبود در مقاومت به انسولین را در نتیجه تمرین گزارش کرده‌اند (۳۰ و ۳۱). کارل و همکاران اعلام کردند ۹ ماه فعالیت بدنی حساسیت به انسولین و مقادیر

## References

- Weiss R, Dziura J, Burgert TS, Tamborlane WV, Taksali SE, Yeckel CW, et al. Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *New England Journal of Medicine*. 2004; 350(23):2362-74.
- Goulding A, Jones IE, Taylor RW, Williams SM, Manning PJ. Bone mineral density and body composition in boys with distal forearm fractures: a dual-energy x-ray absorptiometry study. *The Journal of pediatrics*. 2001; 139(4):509-15.
- Shanahan C, Cary N, Metcalfe J, Weissberg P. High expression of genes for calcification-regulating proteins in human atherosclerotic plaques. *J Clin Invest*. 1994; 93(6):2393-402.
- 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.
- Ferron M, Hinoi E, Karsenty G, Ducy P. Osteocalcin differentially regulates  $\beta$  cell and adipocyte gene expression and affects the development of metabolic diseases in wild-type mice. *National Academy of Sciences*. 2008; 105(13):5266-70.
- Freeman DJ, Norrie J, Caslake MJ, Gaw A, Ford I, Lowe GD, et al. C-reactive protein is an independent predictor of risk for the development of diabetes in the West of Scotland Coronary Prevention Study. *Diabetes*. 2002; 51(5):1596-600.
- Hinton PS, Rector RS, Thomas TR. Weight-bearing, aerobic exercise increases markers of bone formation during short-term weight loss in overweight and obese men and women. *Metabolism*. 2006;55(12):1616-8.
- Kim YS, Nam JS, Yeo DW, Kim KR, Suh SH, Ahn CW. The effects of aerobic exercise training on serum osteocalcin, adipocytokines and insulin resistance on obese young males. *Clin Endocrinol*. doi: 10.1111/cen.12601. [Epub ahead of print]
- Rodríguez-Morán M, Guerrero-Romero F. Increased levels of C-reactive protein in noncontrolled type II diabetic subjects. *Journal of Diabetes and its complications*. 1999; 13(4):211-5.
- Pradhan AD, Manson JE, Rifai N, Buring JE, Ridker PM. C-reactive protein, interleukin 6, and risk of developing type 2 diabetes mellitus. *JAMA*. 2001; 286(3):327-34.
- Shea MK, Dallal GE, Dawson-Hughes B, Ordovas JM, O'Donnell CJ, Gundberg CM, et al. Vitamin K,

- circulating cytokines, and bone mineral density in older men and women. *Am J Clin Nutr.* 2008; 88(2):356-63.
12. Cosio-Lima L, Schuler P. Preliminary study of the effects of age and type2 diabetes on the release of IL-6, IL-10, TNF  $\alpha$  and cortisol in response to acute exercise. *Journal of exercise physiology.* 2008; 11.
  13. Reinehr T, Roth C. A new link between skeleton, obesity and insulin resistance: relationships between osteocalcin, leptin and insulin resistance in obese children before and after weight loss. *Int J Obesity.* 2010; 34(5):852-8.
  14. Selvin E, Paynter NP, Erlinger TP. The effect of weight loss on C-reactive protein: a systematic review. *Arch Intern Med.* 2007; 167(1):31-9.
  15. Gil-Campos M, Aguilera CM, Canete R, Gil A. Ghrelin: a hormone regulating food intake and energy homeostasis. *Brit J Nutr.* 2006; 96(02):201-26.
  16. Storer TW, Davis JA, Caiozzo VJ. Accurate prediction of VO<sub>2</sub>max in cycle ergometry. *Med Sci Sports Exerc.* 1990; 22(5):704-12.
  17. Franck H, Beuker F, Gurk S. The effect of physical activity on bone turnover in young adults. *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes.* 1991; 98(04):42-6.
  18. Woitge HW, Friedmann B, Suttner S, Farahmand I, Müller M, Schmidt-Gayk H, et al. Changes in bone turnover induced by aerobic and anaerobic exercise in young males. *Journal of Bone and Mineral Research.* 1998; 13(12):1797-80.
  19. Banfi G, Lombardi G, Colombini A, Lippi G. Bone metabolism markers in sports medicine. *Sports Med.* 2010; 40(8):697-714.
  20. Eliakim A, Raisz LG, Brasel JA, Cooper DM. Evidence for Increased Bone Formation Following a Brief Endurance-Type Training Intervention in Adolescent Males. *J Bone and Miner Res.* 1997; 12(10):1708-13.
  21. Maimoun L, Sultan C. Effects of physical activity on bone remodeling. *Metabolism.* 2011; 60(3):373-88.
  22. Rached M-T, Kode A, Silva BC, Jung DY, Gray S, Ong H, et al. FoxO1 expression in osteoblasts regulates glucose homeostasis through regulation of osteocalcin in mice. *J clin Invest.* 2010; 120(1):357-68.
  23. Kanazawa I, Yamaguchi T, Yamamoto M, Yamauchi M, Kurioka S, Yano S, et al. Serum osteocalcin level is associated with glucose metabolism and atherosclerosis parameters in type 2 diabetes mellitus. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism.* 2009; 94(1):45-9.
  24. Oguri M, Adachi H, Ohno T, Oshima S, Kurabayashi M. Effect of a single bout of moderate exercise on glucose uptake in type 2 diabetes mellitus. *J Cardiol.* 2009; 53(1):8-14.
  25. Hamedinia MR, Haghighi AH, Ravasi AA. The effect of aerobic training on inflammatory markers of cardiovascular disease risk in obese men. *Harakat.* 2008; 34:47-58. [Persian]
  26. Campbell KL, Campbell PT, Ulrich CM, Wener M, Alfano CM, Foster-Schubert K, et al. No reduction in C-reactive protein following a 12-month randomized controlled trial of exercise in men and women. *Cancer Epidem Biomar.* 2008; 17(7):1714-8.
  27. Lakka TA, Lakka H-M, Rankinen T, Leon AS, Rao D, Skinner JS, et al. Effect of exercise training on plasma levels of C-reactive protein in healthy adults: the HERITAGE Family Study. *Eur Heart J.* 2005; 26(19):2018-25.
  28. Carrel AL, McVean JJ, Clark RR, Peterson SE, Eickhoff JC, Allen DB. School-based exercise improves fitness, body composition, insulin sensitivity, and markers of inflammation in non-obese children. *J Pediatr Endocr Met.* 2009; 22(5):409-15.
  29. Scutrinio D, Bellotto F, Lagioia R, Passantino A. Physical activity for coronary heart disease: cardioprotective mechanisms and effects on prognosis. *Monaldi Arch Chest Dis.* 2005; 64(2):77-87.
  30. Gray SR, Baker G, Wright A, Fitzsimons CF, Mutrie N, Nimmo MA. The effect of a 12 week walking intervention on markers of insulin resistance and systemic inflammation. *Prev Med.* 2009; 48(1):39-44.
  31. Rubin DA, McMurray RG, Harrell JS, Hackney AC, Thorpe DE, Haqq AM. The association between insulin resistance and cytokines in adolescents: the role of weight status and exercise. *Metabolism.* 2008; 57(5):683-90.



# Effect of 8-Weeks Aerobic Training on Undercarboxylated Osteocalcin, hs-CRP and Insulin Resistance in Overweight Women

*Khatereh Kamali.,*

Islamic Azad University, Ayatollah Amoli Branch, Amol, Iran

*\*Asieh Abbassi Dalooi.,*

Islamic Azad University, Ayatollah Amoli Branch, Amol, Iran

*Ahmad Abdi.,*

Islamic Azad University, Ayatollah Amoli Branch, Amol, Iran

*Seyed Javad Ziaolhagh.,*

Islamic Azad University, Shahrood Branch, Shahrood, Iran

*Alireza Barari.,*

Islamic Azad University, Ayatollah Amoli Branch, Amol, Iran

Received:20/02/2015, Revised:15/05/2015, Accepted:29/06/2015

## Corresponding author:

Asieh Abbassi Dalooi,

Islamic Azad University,

Ayatollah Amoli Branch, Amol,

Iran

E-mail: abbasi.dalooi@gmail.com

## Abstract

**Background Objectives:** The aim of the present study was to investigate the possible effect of 8-week aerobic exercise on undercarboxylated osteocalcin and hs-CRP and insulin resistance in overweight women.

**Materials & Methods:** 20 overweight women (weight  $73.19 \pm 2.28$  kg, age  $39.38 \pm 3.66$  years old, height  $1.61 \pm 0.04$  cm, and body mass index(BMI)  $28.19 \pm 4.36$  kg/m<sup>2</sup>) were randomly selected and divided into control and experimental groups. Blood samples from participants were taken 48 hours before pre-test and also after 8 weeks of training. Aerobic exercise was done within 8 weeks – 3 sessions per week with the intensity of 65-70% of reserve heart rate. Data analysis for intragroup and intergroup differences was done using dependent and independent t-test, respectively. A significant difference was observed at  $p < 0.05$  level.

**Results:** The study yielded that the level of undercarboxylated osteocalcin in experimental group significantly increased ( $p=0.01$ ) in comparison to that of control group. It was also revealed that, in comparison with control group, the level of hs-CRP ( $p=0.083$ ) and insulin resistance ( $p=0.158$ ) in experimental group insignificantly decreased after 8-week training.

**Conclusions:** The eight weeks of regular exercise showed significant increase in undercarboxylated osteocalcin that, with possible impact on beta cells, can be cause improvement in effective factors of resistance insulin such as increased insulin secretion and decreased glucose levels.

**Keywords:** *Aerobic exercise, Undercarboxylated Osteocalcin, CRP, Insulin Resistance, Overweight.*