

## اثر هشت هفته تمرین مقاومتی بر مقادیر سرمی استئوکلسین غیر کربوکسیله، آدیپونکتین و حساسیت به انسولین در زنان چاق

### چکیده

دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۰۱ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۰۹ آنلاین: ۱۳۹۴/۰۸/۲۲

**زمینه و هدف:** استئوکلسین غیر کربوکسیله که از سلول‌های بتا جزایر لانگرهانس ترشح می‌شود در تحریک انسولین و تنظیم گلوکز نقش اساسی را ایفا می‌کند. هدف این مطالعه بررسی اثر هشت هفته فعالیت مقاومتی بر استئوکلسین غیر کربوکسیله، آدیپونکتین و حساسیت به انسولین در زنان چاق بود.

**روش بررسی:** پژوهش کنونی به روش نیمه تجربی و نمونه‌گیری تصادفی، بر روی ۲۰ نفر از زنان چاق باشگاه‌های ورزشی شهرستان آمل در خرداد ۱۳۹۳ انجام شد. برنامه تمرینی گروه تجربی شامل هشت هفته فعالیت مقاومتی و سه جلسه در هفته بود. نمونه‌های خون آزمودنی‌ها پس از ۱۲ تا ۱۴ ساعت ناشتایی جمع‌آوری شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که فعالیت ورزشی مقاومتی بر سطوح استئوکلسین غیر کربوکسیله سرم ( $P=0/094$ ) و حساسیت به انسولین ( $P=0/178$ ) در زنان چاق افزایش غیرمعناداری داشت. با این وجود، گروه تجربی پس از فعالیت ورزشی مقاومتی به‌طور معناداری سطوح آدیپونکتین بالاتری ( $P=0/003$ ) داشتند.

**نتیجه‌گیری:** فعالیت ورزشی مقاومتی می‌تواند سطوح استئوکلسین غیر کربوکسیله و آدیپونکتین سرم را در زنان چاق افزایش دهد. شاید بتوان گفت که این نوع فعالیت می‌تواند در هموستاز گلوکز موثر واقع شود.

**کلمات کلیدی:** استئوکلسین، آدیپونکتین، حساسیت به انسولین، زنان چاق، فعالیت مقاومتی.

یاسمن علی‌پور  
آسیه عباسی دلویی\*  
علیرضا براری  
احمد عبدی

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آیت‌الله آملی، آمل، ایران.

\* نویسنده مسئول: مازندران، آمل، جاده قدیم بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آیت‌الله آملی، کدپستی: ۶۷۸  
تلفن: ۰۱۱-۴۳۲۱۷۲۶  
E-mail: abbasi.dalooii@gmail.com

### مقدمه

بتا، حساسیت انسولین، تولید آدیپونکتین و هزینه انرژی و چاقی در مدل‌های حیوانی تأثیر می‌گذارد.<sup>۱</sup> استئوکلسین غیر کربوکسیله نیز قادر به افزایش آدیپونکتین و ترشح انسولین در موش است.<sup>۲</sup> با این حال، درک ما از شکل غیر کربوکسیله به‌تنهایی نامشخص است. تغییرات سطوح سرمی آدیپونکتین در بروز مشکلات و عوارض ناشی از چاقی مانند آترواسکلروز و دیابت نوع دو نقش عمده‌ای ایفا می‌نماید.<sup>۳</sup>

فعالیت ورزشی را می‌توان عاملی مؤثر در بهبود چاقی به‌شمار آورد. Levinger و همکاران بیان کردند کاهش در گلوکز پس از ورزش کوتاه‌مدت، تا حدی ممکن است مربوط به افزایش استئوکلسین غیر کربوکسیله باشد.<sup>۴</sup> برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند تمرین هوازی با شدت متوسط، موجب افزایش آدیپونکتین شده

پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که اسکلت یک عضو غدد درون‌ریز است که در سوخت‌وساز انرژی و هموستاز گلوکز نقش دارد.<sup>۱</sup> استخوان ممکن است از طریق یک مسیر نظارتی جایگزین، هموستاز گلوکز را فراهم کند.<sup>۲</sup> استئوکلسین (Osteocalcin, OC) پروتیین ویژه مترشح از استخوان است که به‌عنوان یک عامل غدد درون‌ریز با هدف تنظیم متابولیسم انرژی و گلوکز به‌وسیله اثر بر ترشح انسولین و حساسیت انسولین نقش دارد. در مقابل، استئوکلسین غیر کربوکسیله (Undercarboxylated Osteocalcin, ucOC) از سلول‌های بتا جزایر لانگرهانس ترشح و انسولین را تحریک می‌کند.<sup>۳</sup> پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که استئوکلسین بر عملکرد سلول‌های

چپ آزمودنی‌ها در حالت استراحت و در وضعیت نشسته (۱۰ ml خون) گرفته شد. اندازه‌گیری سطوح استئوکلسین غیرکربوکسیله با استفاده از کیت Enzyme-Immunodiagnostic Systems Ltd., Boldon, UK linked immunosorbent assay (ELISA) انجام شد. سطوح سرمی آدیپونکتین سرم نیز با استفاده از کیت Adipogen, Inc. (South Korea) اندازه‌گیری شد. همچنین حساسیت به انسولین با استفاده از  $22/5$  (mmol/L) / گلوکز ناشتا  $\times$  (μU/mL) انسولین ناشتا = HOMA-IR محاسبه گردید.

برای مقایسه میانگین‌های متغیرهای مورد اندازه‌گیری آزمودنی‌ها از Independent samples t-test استفاده گردید. همچنین تفاوت‌های درون‌گروهی شاخص‌های آزمودنی‌ها از روش آماري Paired t-test وابسته استفاده گردید. تمامی محاسبات با استفاده از SPSS software, version 18 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA) انجام شد و سطح معناداری آزمون‌ها  $P < 0.05$  در نظر گرفته شد.

## یافته‌ها

در جدول ۱ شاخص‌های توصیفی آزمودنی‌ها در آغاز و پایان مطالعه آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که تمرینات مقاومتی تأثیر معناداری روی مقادیر سرمی استئوکلسین غیرکربوکسیله ( $P=0.094$ ) و میزان حساسیت به انسولین در زنان چاق ( $P=0.178$ ) نداشت (نمودارهای ۱ و ۲).

جدول ۱: شاخص‌های توصیفی آزمودنی‌ها

گروه	متغیر	سن (سال)	قد (cm)	وزن (kg)	شاخص توده بدنی ( $kg/m^2$ )
تجربی*	میانگین	۳۰/۶۰	۱۶۱/۴۰	۸۱/۸۲	۳۱/۳۹
	انحراف معیار	۲/۵۰	۶/۲۷	۵/۷۷	۱/۱۰
کنترل**	میانگین	۳۰/۱۰	۱۶۲/۵۰	۸۵/۴۵	۳۲/۳۷
	انحراف معیار	۲/۱۳	۴/۹۰	۶/۱۱	۲/۳۲

\* گروه تجربی شامل افرادی است که هشت هفته تمرینات مقاومتی انجام دادند

\*\* گروه کنترل شامل افرادی است که در طی هشت هفته هیچ‌گونه فعالیت ورزشی نداشته و فقط فعالیت‌های روزمره را انجام می‌دادند

است.<sup>۸،۷</sup> این در حالی است که اثر تمرین‌های مقاومتی بر آزمودنی‌های چاق به‌درستی مشخص نیست. به‌طور کلی، داده‌ها در مورد اثر فعالیت ورزشی بر سطح آدیپونکتین متناقض است. زنان در مقایسه با مردان با توجه به محتوی بافت چربی بالاتر از یک‌سو و به‌دنبال آن تجمع چربی احشایی و اضافه وزن از سوی دیگر در ابتلا به سندرم متابولیک و بیماری‌های قلبی-عروقی و آترواسکلروز در مقایسه با مردان مستعدتر هستند.<sup>۹</sup>

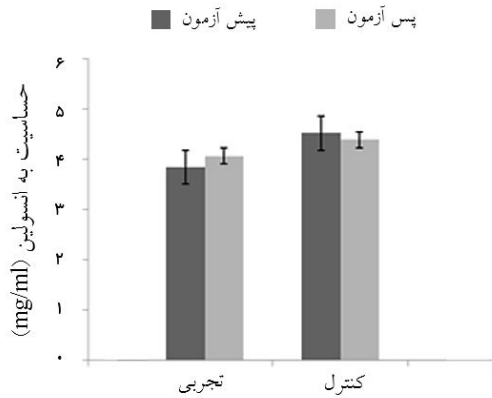
در کنار موارد بیان‌شده، این سؤال در ذهن شکل می‌گیرد که آیا تمرین مقاومتی از طریق تاثیر بر عوامل موثر بر هموستاز گلوکز اثربخش است؟ بنابراین برای پاسخ، پژوهش کنونی با هدف بررسی اثر تمرین مقاومتی بر مقادیر سرمی استئوکلسین غیرکربوکسیله، آدیپونکتین و حساسیت به انسولین در زنان چاق انجام شد.

## روش بررسی

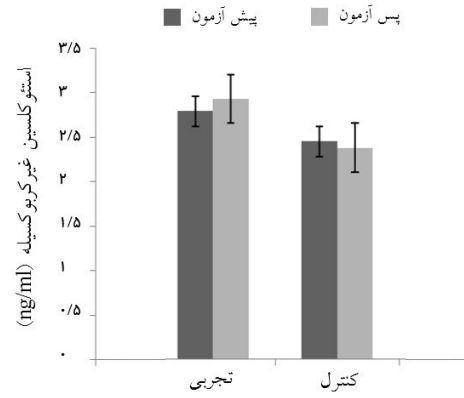
روش انجام پژوهش، نیمه‌تجربی می‌باشد. نمونه آماری مطالعه حاضر شامل بیست نفر از زنان چاق (شاخص توده بدنی بیش‌تر از  $30 kg/m^2$ ) سالم مراجعه‌کننده به باشگاه‌های ورزشی شهرستان آمل می‌باشد که در سال ۱۳۹۳ به‌عنوان آزمودنی انتخاب شده و به‌طور تصادفی و در دسترس به دو گروه دسته‌بندی شدند. هیچ‌یک از آزمودنی‌ها سابقه بیماری و اختلالات هورمونی اثرگذار نداشته و در زمان پژوهش تحت درمان دارویی نبودند.

تمرینات گروه قدرتی شامل هشت هفته و هر هفته سه جلسه بود. برنامه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن و سپس انجام شش حرکت ایستگاهی (شامل حرکات پرس پا، پرس سینه، پشت بازو، جلو بازو، حرکت شکم، کشش جانبی، سرکول و نیم‌اسکات) بود. برنامه تمرین در هر جلسه شامل چهار نوبت، نوبت اول با شدت ۵۵٪ یک تکرار بیشینه و نوبت‌های بعدی با شدت‌های ۶۰، ۶۵، ۷۰ و ۷۵٪ یک تکرار بیشینه انجام شد. هر نوبت به‌ترتیب ۱۰، ۱۱ و ۱۲ تکرار بود. زمان استراحت بین نوبت‌ها ۶۰ s و پس از پایان تمرینات هر ایستگاه به‌مدت دو دقیقه استراحت تعیین گردید.

برای ارزیابی متغیرهای بیوشیمیایی عمل خون‌گیری با رضایت آگاهانه پس از ۱۲ تا ۱۴ ساعت ناشتایی و در دو مرحله پیش و پس از هشت هفته (۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین) از سیاهرگ آنتی‌کوبیتال دست



نمودار ۳: مقایسه تغییرات سطح حساسیت به انسولین در گروه‌های کنترل و تجربی

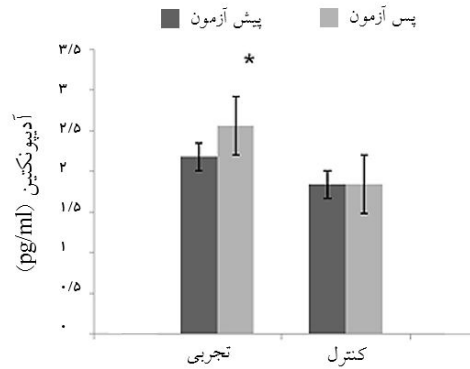


نمودار ۱: مقایسه تغییرات سرمی استتوکلسین غیرکربوکسیله در گروه‌های کنترل و تجربی

با این حال، در مطالعه آن‌ها ورزش هوازی به‌طور معناداری سطوح استتوکلسین غیرکربوکسیله سرم را افزایش داد. در افراد چاق مبتلا به دیابت نوع دو، تغییر درصد استتوکلسین غیرکربوکسیله پس از ورزش قوی‌ترین پیش‌بینی‌کننده کاهش در سطح گلوکز سرم می‌باشد.<sup>۳</sup> فعالیت ورزشی هوازی می‌تواند استتوکلسین غیرکربوکسیله را افزایش دهد که می‌تواند دلیلی برای نتایج مطالعه Levinger و همکاران و یافته‌های Hwang و همکاران در ارتباط با استتوکلسین کربوکسیله و حساسیت به انسولین باشد که نشان دادند استتوکلسین کربوکسیله نقش مهمی در هموستاز گلوکز انسان ایفا می‌کند.<sup>۱۰،۳</sup>

در توضیح دلایل و مکانیسم‌های عدم تغییر معنادار استتوکلسین غیرکربوکسیله پس از ورزش، Levinger و همکاران بیان داشتند که مصرف انرژی طی ورزش هوازی بیش‌تر از فعالیت ورزشی مقاومتی است، و این‌که فعالیت ورزشی هوازی به‌طور تداومی انجام شد و فعالیت ورزشی مقاومتی به‌طور اینتروال انجام شد.

به این ترتیب، تغییرات مایع ممکن است طی ورزش هوازی بیش‌تر بوده باشد.<sup>۳</sup> همچنین نتایج پژوهش کنونی نشان داد که هشت هفته تمرین مقاومتی مقادیر سرمی آدیپونکتین در زنان چاق را به‌طور معناداری افزایش داد. در تأیید این یافته‌ها، در یک مطالعه افزایش معناداری در سطوح آدیپونکتین پلاسما و حساسیت انسولین در افراد مبتلا به دیابت نوع دو پس از فعالیت ورزشی گزارش شده است.<sup>۱۱</sup> همچنین در یک مطالعه دیگر چهار هفته فعالیت ورزشی به افزایش معناداری در آدیپونکتین پلاسمای افراد دیابتی منجر شده است.<sup>۱۲</sup>



نمودار ۲: مقایسه تغییرات سطح آدیپونکتین سرم در گروه‌های کنترل و تجربی

با وجود این، مقادیر سرمی آدیپونکتین ( $P=0/003$ ) در زنان چاق پس از هشت هفته تمرینات مقاومتی به‌طور معناداری افزایش یافت (نمودار ۳).

## بحث

نتایج پژوهش کنونی نشان داد که فعالیت مقاومتی سطوح استتوکلسین غیرکربوکسیله سرم را افزایش داد، اما این افزایش معنادار نبود. یافته‌های پژوهش کنونی با نتایج پژوهش Levinger و همکاران که نشان دادند فعالیت ورزشی مقاومتی کوتاه‌مدت سطوح استتوکلسین غیرکربوکسیله سرم را افزایش می‌دهد، هم‌خوان می‌باشد.<sup>۳</sup>

غیرکربوکسیله است. سطوح استئوکلسین غیرکربوکسیله با حساسیت به انسولین، گلوکز ناشتا و توده چربی در انسان‌ها مرتبط است.<sup>۱۳</sup> به نظر می‌رسد کنترل دیگر عوامل، مثل عوامل التهابی و کنترل دقیق رژیم غذایی نیز بتواند نقش موثری در تفسیر و درستی نتایج داشته باشد. پژوهش‌گران یکی از مکانیسم‌های افزایش انسولین از طریق ورزش را به افزایش تراکم مویرگی بین تارهای عضلانی و بهبود سیگنال‌دهی داخل سلولی انسولین نسبت داده‌اند.<sup>۱۴</sup> با این وجود در پژوهش کنونی با افزایش حساسیت انسولین قابل ملاحظه نبود، که شاید با نوع پروتکل تمرین آزمودنی‌ها مرتبط باشد.

پژوهش کنونی نشان داد که فعالیت مقاومتی سطوح استئوکلسین غیرکربوکسیله در زنان چاق را به میزان غیر معناداری افزایش می‌دهد. افزایش استئوکلسین غیرکربوکسیله با ورزش ممکن است دارای پیامدهای مهمی برای همه افراد، به ویژه کسانی که در معرض دیابت هستند، باشد. همچنین، استئوکلسین غیرکربوکسیله ممکن است برای کنترل گلوکز مهم باشد.

سپاسگزاری: این مقاله از پایان‌نامه تحت عنوان "اثر هشت هفته تمرین مقاومتی بر مقادیر سرمی استئوکلسین غیرکربوکسیله، آدیپونکتین و حساسیت به انسولین در زنان چاق" در مقطع کارشناسی ارشد در دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت‌الله آملی در سال ۱۳۹۳ و کد ۲۳۹۲۱۶۰۴۹۲۲۰۰۵ می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از دانشگاه آزاد اسلامی واحد آیت‌الله آملی اعلام می‌دارند.

اگرچه مکانیزم اساسی درگیر در تغییرات در سطوح آدیپونکتین از طریق ورزش هنوز به طور کامل شناخته نشده است، به نظر می‌رسد تعادل منفی انرژی در افزایش آدیپونکتین بیش‌تر موثر است.

با توجه به یافته‌های بررسی‌های دیگر، به نظر می‌رسد که تغییرات در سایر عوامل مداخله‌گر مانند دیگر سایتوکین‌ها و تغییرات حجم پلاسما در پاسخ آدیپونکتین به ورزش موثر باشد، که نیاز به بررسی‌های بیش‌تری دارد. به طور کلی، می‌توان گفت ورزش مقاومتی به عنوان درمان غیر دارویی برای افزایش سطح آدیپونکتین و کاهش هیپرگلیسمی در افراد چاق و در معرض بیماری دیابت نوع دو موثر می‌باشد.

نتایج پژوهش کنونی نشان داد که هشت هفته تمرین مقاومتی میزان حساسیت به انسولین در زنان چاق را افزایش داد، اما این افزایش معناداری نبود. در توضیح نتایج به دست آمده از پژوهش کنونی، Levinger و همکاران در مطالعه‌ای روی مردان چاق نشان دادند هر دو فعالیت ورزشی مقاومتی و هوازی کوتاه مدت سطوح گلوکز خون را کاهش می‌دهند.<sup>۳</sup>

در مطالعه‌ای دیگر نیز نشان داده شده که موش‌های تحت درمان با استئوکلسین، سطوح گلوکز خون پایین‌تر، افزایش تکثیر سلول‌های بتا و ترشح و حساسیت انسولین بیش‌تری نسبت به موش‌های کنترل داشتند.<sup>۵</sup> اهمیت پژوهش کنونی این است که این اولین مطالعه روی زنان چاق در استفاده از اندازه‌گیری‌های پویای گلوکز و انسولین برای ارزیابی حساسیت به انسولین و رابطه آن‌ها با شکل استئوکلسین

## References

1. Rached MT, 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.
2. Confavreux CB, Levine RL, Karsenty G. A paradigm of integrative physiology, the crosstalk between bone and energy metabolisms. *Mol Cell Endocrinol* 2009;310(1-2):21-9.
3. Levinger I, Zebaze R, Jerums G, Hare DL, Selig S, Seeman E. The effect of acute exercise on undercarboxylated osteocalcin in obese men. *Osteoporos Int* 2011;22(5):1621-6.
4. 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.
5. 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. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2008;105(13):5266-70.
6. Calderon KS, Yucha CB, Schaffer SD. Obesity-related cardiovascular risk factors: intervention recommendations to decrease adolescent obesity. *J Pediatr Nurs* 2005;20(1):3-14.
7. Parsiyan H, Izadi M, Davoodi KH, Khani F. Long-term effects of aerobic exercise on serum adiponectin and insulin sensitivity in type 2 diabetic patients. *J Jahrom Univ Med Sci* 2013;11(1):234-41.
8. Elloumi M, Ben Ounis O, Makni E, Van Praagh E, Tabka Z, Lac G. Effect of individualized weight-loss programmes on adiponectin, leptin and resistin levels in obese adolescent boys. *Acta Paediatr* 2009;98(9):1487-93.
9. Zaros PR, Pires CER, Bacci M, Moraes C, Zanesco A. Effect of 6-months of physical exercise on the nitrate/nitrite levels in hypertensive postmenopausal women. *BMC Womens Health* 2009;9:17.
10. Hwang YC, Jeong IK, Ahn KJ, Chung HY. The undercarboxylated form of osteocalcin is associated with improved glucose tolerance and enhanced beta-cell function in middle-aged male subjects. *Diabetes Metab Res Rev* 2009;25(8):768-72.
11. Oberbach A, Tonjes A, Kloting N, Fasshauer M, Kratzsch J, Busse MW, et al. Effect of a 4 week physical training program on plasma concentrations of inflammatory markers in patients with abnormal glucose tolerance. *Eur J Endocrinol* 2006;154(4):577-85.

12. Imbeault P. Environmental influences on adiponectin levels in humans. *Appl Physiol Nutr Metab* 2007;32(3):505-11.
13. Fernández-Real JM, Izquierdo M, Ortega F, Gorostiaga E, Gómez-Ambrosi J, Moreno-Navarrete JM, et al. The relationship of serum osteocalcin concentration to insulin secretion, sensitivity, and disposal with hypocaloric diet and resistance training. *J Clin Endocrinol Metab* 2009;94(1):237-45.
14. Nakai N, Miyazaki Y, Sato Y, Oshida Y, Nagasaki M, Tanaka M, et al. Exercise training increases the activity of pyruvate dehydrogenase complex in skeletal muscle of diabetic rats. *Endocr J* 2002;49(5):547-54.

## Effects of resistance training on serum levels of undercarboxylated osteocalcin, adiponectin and insulin sensitivity in obese women

Yasaman Alipour M.Sc.  
Asieh Abbassi Dalooi Ph.D.\*  
Alireza Barari Ph.D.  
Ahmad Abdi Ph.D.

Department of Exercise Physiology,  
Islamic Azad University, Ayatollah  
Amoli Branch, Amol, Iran.

\* Corresponding author: Old road Babol,  
Islamic Azad University, Ayatollah  
Amoli Branch, Amol, Mazandaran,  
B.O.X: 678  
Tel: +98-11-43217126  
E-mail: abbasi.dalooi@gmail.com

### Abstract

Received: 21 Jan. 2015 Accepted: 31 Aug. 2015 Available online: 13 Nov. 2015

**Background:** Undercarboxylated Osteocalcin (ucOC) may contribute to the regulation of glucose homeostasis. Undercarboxylated osteocalcin is special protein secreted by bone as an endocrine regulation of energy metabolism and glucose. It plays an important role in insulin secretion and sensitivity. The aim of this study was to survey the effect of eight weeks resistance training on serum levels of ucOC, adiponectin and insulin sensitivity in obese women.

**Methods:** This quasi-experimental study performed on twenty obese women (BMI > 30) in Amol City Sport clubs, Iran, in May 2014. Samples randomly divided into two groups: a control group and an experimental group. The experimental group consisted of eight weeks of resistance training, three times a week in six stations (including the movements of the leg press, bench press, triceps, biceps, abdominal motion, pull side and half scott) and with an intensity of 55% to 75% of one repetition maximum. Blood samples were collected after 12- 14 hours, fast and before it and also after eight weeks (48 hours after the last training session). Kolmogorov-Smirnov test was performed to confirm that data was normally distributed. The obtained data was analyzed using paired-sample t-test, independent t-tests and one-way ANOVA at the significance level of  $P < 0.05$ .

**Results:** The results showed that resistance training had no significant effect on serum ucOC ( $P = 0.094$ ) levels and insulin sensitivity ( $P = 0.178$ ) in obesity. However, the experimental group after resistance training showed significantly higher adiponectin level than the upper limit of normal range ( $P = 0.003$ ). There was no relationship between adiponectin and ucOC.

**Conclusion:** Resistance exercise can increase levels of serum undercarboxylated osteocalcin (ucOC) and adiponectin in obese women. It can be said that this type of activity could possibly be effective in glucose hemeostasis.

**Keywords:** adiponectin, insulin sensitivity, obese woman, osteocalcin, resistance training.