

## Effect of 6 weeks of spinning and stationary bicycle trainings on serum levels of CTRP3 and PBF in overweight and obese women

Safarpour Z, Nayebifar Sh\*, Nikoofar M

Department of Sport Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, I.R. Iran.

Received: 2020/06/29 | Accepted: 2020/10/21

### Abstract:

**Background:** CTRP-3 is a relatively new anti-inflammatory adipokines that is involved in the metabolism of the body, liver and adipose tissue. However, effects of spinning exercise and stationary bike on serum level of CTRP3 and body fat percentage have not been understood.

**Materials and Methods:** In this quasi-experimental study, forty-five obese and overweight women with body mass indexes above  $25 \text{ kg/m}^2$  were divided into three groups of 15 people: control, spinning exercise and stationary bike. Subjects performed the exercises for 6 weeks and three sessions each week. The Spinning exercise group Includes pedaling a bicycle with music and stationary bike group performed the exercise individually by pedaling on a stationary bike. Blood sampling and measurement of body composition indices were analyzed 24 hours before and 48 hours after last training session. In addition, intra group changes was performed using dependent t-test, for between group changes covariance analysis was used after determining pre assumption tests, then to locate the differences LSD follow-up test at a significant level ( $P < 0.05$ ) was performed.

**Results:** Serum CTRP-3 levels increased significantly about 28% in spinning group ( $P = 0.012$ ) and about 20% in stationary bike group ( $P = 0.021$ ) while body fat percentage decreased 6% in spinning group ( $P = 0.001$ ) and 4% in stationary bike group ( $P = 0.001$ ) after 6 weeks. There were significant differences between two studied groups in serum levels of CTRP-3 ( $P = 0.015$ ) and body fat percentage ( $P = 0.001$ ). Changes were not significant in control group.

**Conclusion:** It seems that spinning and stationary bike training effective strategies in preventing metabolic diseases through increasing CTRP-3, the anti-inflammatory marker, can be involved in body's metabolism, liver and adipose tissue.

**Keywords:** Spinning exercise, Stationary bike, CTRP-3, Overweight and obesity

### \*Corresponding Author

**Email:** shila\_nayebifar@ped.usb.ac.ir

**Tel:** 0098 915 562 0409

**Fax:** 0098 543 113 6813

Conflict of Interests: *No*

*Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences, February, 2021; Vol. 24, No6, Pages 639-648*

Please cite this article as: Safarpour Z, Nayebifar Sh, Nikoofar M. Effect of 6 weeks of spinning and stationary bicycle trainings on serum levels of CTRP3 and PBF in overweight and obese women. *Feyz* 2021; 24(6): 639-48.

## اثر ۶ هفته تمرینات اسپینینگ و دوچرخه ثابت بر سطوح سرمی CTRP-3 و درصد چربی بدن زنان چاق و دارای اضافه وزن

زهرا صفرپور<sup>۱</sup>، شایلا نایبی فر<sup>۲\*</sup>، مرتضی نیکوفر<sup>۳</sup>

### خلاصه:

**سابقه و هدف:** CTRP-3 از جمله آدیپوکاین‌های ضدالتهابی نسبتاً جدیدی می‌باشد که در متابولیسم بدن، کبد و بافت چربی نقش دارد؛ با این حال آثار تمرینات اسپینینگ و دوچرخه ثابت بر CTRP-3 و درصد چربی بدن به‌خوبی مشخص نشده است. **مواد و روش‌ها:** در این مطالعه نیمه‌تجربی با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی ساده ۴۵ زن چاق و دارای اضافه‌وزن با شاخص توده بدنی بالای ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع در سه گروه ۱۵ نفره کنترل، تمرین اسپینینگ و دوچرخه ثابت تقسیم شدند. آزمودنی‌ها تمرینات را به مدت ۶ هفته و هر هفته سه جلسه انجام دادند. گروه تمرین اسپینینگ، رکاب‌زدن گروهی دوچرخه همراه با موزیک را انجام دادند و گروه تمرین دوچرخه ثابت به صورت انفرادی به رکاب‌زدن روی دوچرخه ثابت پرداختند. نمونه‌گیری خون و اندازه‌گیری شاخص‌های ترکیب بدنی، ۲۴ ساعت قبل و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی گرفته شد. به‌علاوه، تغییرات درون‌گروهی با استفاده از آزمون تی وابسته سنجیده شد و جهت تعیین تغییرات بین‌گروهی، پس از تأیید پیش‌فرض‌های آزمون، از آنالیز کوواریانس و برای تعیین محل تفاوت‌ها هم از آزمون تعقیبی LSD استفاده شد.

**نتایج:** مقادیر CTRP-3 پس از انجام ۶ هفته تمرین در گروه اسپینینگ ( $P=0/012$ ) به میزان ۲۸ درصد و در گروه دوچرخه ثابت ( $P=0/021$ ) به میزان ۲۰ درصد افزایش معنی‌دار داشت؛ در حالی که درصد چربی بدن در گروه اسپینینگ ( $P=0/001$ ) به میزان ۶ درصد و در گروه دوچرخه ثابت ( $P=0/001$ ) به میزان ۴ درصد، کاهش معنی‌دار یافت. در بین دو گروه مورد مطالعه تغییرات سرم CTRP-3 ( $P=0/015$ ) و درصد چربی بدن ( $P=0/001$ ) تفاوت معنی‌داری داشتند. تغییرات در گروه کنترل معنی‌دار نبود.

**نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد تمرینات اسپینینگ و دوچرخه ثابت، به‌واسطه افزایش مارکر ضدالتهابی CTRP-3 که در متابولیسم بدن، کبد و بافت چربی نقش دارد، می‌توانند در پیشگیری از بیماری‌های متابولیکی مؤثر باشند.

**واژگان کلیدی:** تمرین اسپینینگ، دوچرخه ثابت، CTRP-3، اضافه‌وزن و چاقی

دو ماهنامه علمی - پژوهشی فیض، دوره بیست و چهارم، شماره ۶، بهمن-اسفند ۱۳۹۹، صفحات ۶۴۸-۶۳۹

### مقدمه

به دلیل سبک زندگی غیرفعال و رژیم غذایی نامناسب در کشورهای توسعه‌یافته و نیز در حال توسعه، این روند رو به رشد چاقی همچنان ادامه دارد [۲]. چاقی و اضافه‌وزن یکی از فاکتورهای ریسک برجسته در رخداد دیابت نوع ۲ و مشکلات وابسته به آن می‌باشد و باعث افزایش شیوع دیابت در سطح جهانی می‌گردد [۳]. چاقی احشایی و بافت چربی، باعث اختلالات متابولیک و عوارض وابسته به آن می‌گردد [۴]. نقش چاقی در بروز التهاب، از طریق استرس سارکوپلاسمیک و ROS در فعالیت مسیرهای سیگنال‌دهی التهابی به اثبات رسیده است [۵]. در حال حاضر، به‌خوبی مشخص شده است که بافت چربی سفید نه تنها به‌عنوان یک انباشتگاه بلندمدت انرژی محسوب می‌شود، بلکه یک اندام فعال درون‌ریز است که تعدادی از مولکول‌های زیست‌فعال (بیواکتیو) را با نام آدیپوکاین‌ها ترشح می‌کند [۶]. آدیپوکاین‌ها، علاوه بر این که تنظیم‌کننده‌های مهم توسعه و عملکرد بافت چربی هستند، اثرات قابل‌توجهی هم در متابولیسم گلوکز در بافت‌های مختلف دارند [۷]. بیان غیرطبیعی و ترشح برخی از آدیپوکاین‌ها در چاقی (آدیپوسیتی) به شدت با توسعه و پیشرفت مقاومت به انسولین ارتباط دارد که به تدریج و در نهایت

چاقی؛ مشکل اساسی سلامت در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه می‌باشد. بسیاری از عوامل ارثی، رفتاری، اجتماعی و اقتصادی، منجر به رشد چاقی در جوامع شده است. افراد جوامعی که دسترسی فراوانی به غذاهای پرانرژی دارند و سطوح فعالیت بدنی‌شان پایین می‌باشد، با ریسک بالایی از اضافه‌وزن یا چاقی روبه‌رو هستند [۱].

۱. دانشجوی فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
۲. استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
۳. استادیار مدیریت ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

### \* نشانی نویسنده مسئول:

زاهدان، گروه علوم ورزشی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه سیستان و بلوچستان

دولوپس: ۰۵۴۳۱۱۳۶۸۱۳

تلفن: ۰۹۱۵۵۶۲۰۴۰۹

پست الکترونیک: shila\_nayebifar@ped.usb.ac.ir

تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۷/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۹

عروقی دلالت دارد [۱۷،۵]. مقادیر در گردش CTRP3 در افراد چاق و بیماران دارای فشارخون بالا، در مقایسه با افراد سالم کمتر می باشد [۱۸]. ارزش بالینی CTRP3 می تواند با بررسی این که آیا تمرینات ورزشی با شکل های متفاوت، ترشح CTRP3 را در افراد چاق بهبود می دهند، مشخص گردد. به نظر می رسد که پاسخ CTRP-3 بسته به نوع تمرین ورزشی، می تواند متفاوت باشد؛ به طوری که تمرین هوازی با شدت متوسط تأثیری بر CTRP-3 سرمی نداشته است [۱۹]. در حالی که ۱۲ هفته تمرین ترکیبی (استقامتی - مقاومتی) با کاهش سطوح CTRP-3 همراه بود [۲۰] و در سه مطالعه افزایش معنی دار CTRP3 پس از تمرینات هوازی [۲۱،۲۲] و پس از ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی [۲۳] گزارش شد. با توجه به نتایج متناقض در مطالعات پیشین، اولاً تفاوت در پروتکل های تمرینی و ثانیاً وضعیت افراد با سندروم متابولیک، دیابت نوع ۲ و چاقی [۲۴،۲۰] می تواند باعث سازگاری های متفاوتی نسبت به تمرینات ورزشی شود. به نظر می رسد سطوح CTRP-3 وابسته به نوع اختلال متابولیکی باشد. اخیراً با توجه به پیشرفت های ورزشی و پیدایش ورزش های نوین در عرصه علوم ورزشی، اسپینینگ و دوچرخه سواری ثابت داخل سالن مورد استقبال بسیاری از جوامع، از قبیل افراد غیرفعال چاق و دارای اضافه وزن، ورزشکاران نخبه و افراد سالم قرار گرفته است؛ اما در زمینه تمرینات اسپینینگ که ماهیت اینتروال دارد و همراه با موزیک و شدت بالا انجام می گیرد، پژوهش های اندکی صورت گرفته است. بنابراین محقق در مطالعه حاضر، به بررسی اثرات تمرین اسپینینگ یا دوچرخه ثابت داخل سالن و مقایسه دو نوع پروتکل بر روی متغیر CTRP-3 طی دوره کوتاه تمرینی (شش هفته) می پردازد.

#### مواد و روش ها

مطالعه حاضر دارای کد کمیته اخلاق از دانشگاه علوم پزشکی زاهدان با شماره IR.ZAUMS.REC.1397.457 می باشد. روش تحقیق حاضر، از نوع نیمه تجربی و آزمایشگاهی با طرح پیش آزمون - پس آزمون و گروه کنترل بود. پس از فراخوان در سطح شهر زاهدان، ابتدا ۱۰۸ زن چاق غیرفعال و دارای اضافه وزن داوطلب، از لحاظ جسمانی و سلامت عمومی توسط پزشک معاینه شدند. بعد از ارزیابی های اولیه، از بین افرادی که برای حضور در طرح پژوهشی حاضر، اعلام آمادگی کرده بودند، تعداد ۴۵ نفر (۳۰ تا ۴۰ سال) به عنوان نمونه انتخاب شدند. شاخص های ورود به تحقیق، شامل دارا بودن نمایه توده بدنی (BMI) بیشتر از ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع، عدم سابقه اجرای فعالیت ورزشی یا محدودیت کالریک در شش ماه اخیر، داشتن سیکل قاعدگی منظم، عدم داشتن

به بیماری زایی دیابت نوع ۲ منجر می شود. در سال ۲۰۰۴، خانواده بزرگ CTRP به عنوان آدیپوکاین های ضدالتهابی جدید با وظایف مهم متابولیکی شناخته شده اند [۸]. خانواده CTRP ۱۶ عضو دارد. اعتقاد بر این است که اعضای خانواده CTRP نقش حیاتی در هموستاز انرژی از طریق تغییر مقاومت به انسولین و حساسیت انسولینی به خصوص در عضلات و کبد که در مجموع متابولیسم انرژی کل بدن را تنظیم می کنند، برعهده دارند. بنابراین CTRP ها می توانند به عنوان گزینه هایی در اهداف فارماکولوژیک جدید در چاقی، بیماری های التهابی و دیابت نوع ۲ کاربرد داشته باشند [۹]. مکمل پروتئین-۳ مرتبط با C1q/TNF (CTRP3) نوعی آدیپوکاین جدید می باشد که به عنوان کاهنده سطح گلوکز، مهار گلیکونئوزنز در کبد، افزایش آنژیوتنژ و ضدالتهاب، اثرهای متعددی دارد. CTRP3، یک پروتئین ترشحی است که توسط Maeda و همکاران در سال ۲۰۰۱ کولون شد [۱۰] و اولین بار در پلاسما انسان آزمایش و توسط Wurm و همکاران گزارش گردید [۱۱]. CTRP3 نزدیک ترین همولوگ عملکردی را به آدیپونکتین دارد و دارای خواص بالقوه قوی ضدالتهابی، ضددیابتی و آدیپوکاین محافظ قلبی است که با نام های کارتونکتین (Cartonectin) و کارتدوسین (Cartducin)، (Collagenous repeat-(CORS-26) containing sequence 26 kDa protein نیز شناخته می شود [۱۲،۸]. این آدیپوکاین از بافت چربی احشایی و آدیپوسیت های بالغ ترشح می شود و به شکل پروتئین در ارگان های مختلفی از جمله کبد، کلیه، بافت چربی، عضلات و طحال یافت می شود [۱۳]؛ با این وجود بیان CTRP3 در چاقی و بیماری های متابولیکی دچار اختلال و بی نظمی می گردد [۱۴]. به طوری که اثرات دوگانه ای را در متابولیسم گلوکز و التهاب در نمونه های انسانی و حیوانی نشان داده است [۹]. ارتباط مثبت و قوی بین CTRP3 با بیومارکرهای دیس لیپیدمی و HOMA-IR به اثبات رسیده است که منعکس کننده ارزش بالینی قوی این شاخص می باشد. این همبستگی نشان می دهد که افزایش سطوح CTRP3 در بیماری دیابت نوع ۲ می تواند ناشی از مکانیزم های جبرانی در جهت بهبود وضعیت هایپرگلاسمی از طریق تغییر در مقادیر افزایش یافته مقاومت به انسولین باشد [۱۵]. در شرایط عدم حضور انسولین، CTRP3 بر بیان آنزیم های گلوکونئوزنیک (گلوکز ۶-فسفاتاز و فسفوانول پیرووات کربوکسی کیناز) غلبه می کند و در نهایت منجر به کاهش تولید گلوکز در سلول های کبدی می گردد [۱۶]. CTRP3 به عنوان یک آنتاگونیست اندوژن جدید در بافت چرب می تواند التهاب ناشی از لیپولی ساکاریدها را بلوک کند. این یافته ها بر نقش بالقوه CTRP3 به عنوان ابزار تشخیصی و پیش بینی در بیماری های دیابت و قلبی -

در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد منجمد گردید. CTRP-3 سرم با استفاده از کیت انسانی ۹۶ تایی مدل استایوفارم (C1q/TNF-related protein-3, Cartonectin) کشور چین با ضریب تغییرات درون‌آزمودنی ۱۲ درصد، بین‌آزمودنی ۱۰ درصد و حساسیت ۰/۰۹ نانوگرم بر میلی‌لیتر به روش الیزا ساندویچی توسط دستگاه اتوآنالایزر (Anthos 2020) ساخت کشور اتریش در آزمایشگاه دکتر دبیری زاهدان اندازه‌گیری شد. همچنین در هر دو وهله اندازه‌گیری، متغیرهای ترکیب بدنی شامل: قد (با قدسنج دیواری)، وزن (با ترازوی دیجیتالی)، نمایه توده بدنی (وزن به کیلوگرم تقسیم بر مجذور قد به متر)، دور کمر و لگن (متر نواری غیرقابل ارتجاع) و درصد چربی بدن از روش سه‌نقطه‌ای (سینه، شکم و ران) در معادله جکسون و پولاک محاسبه شدند.

معادله جکسون و پولاک [۲۶]:

$$0/03653 + (0/03661 \times \text{سن}) + (2 \times [\text{مجموع سه نقطه} \times 0/00112]) - (\text{مجموع سه نقطه} \times 0/41563) = \text{درصد چربی بدن}$$

ضربان قلب ذخیره از طریق فرمول کاروونن محاسبه شد [۲۷].

معادله کاروونن:

$$+ [( \text{استراحت HR} - \text{بیشینه HR} ) \times (\text{درصد شدت موردنظر})]$$

$$\text{استراحت HR} = \text{هدف HR}$$

در این مطالعه، برای تفسیر نتایج مرتبط با اثر تمرینات بر CTRP-3، مقادیر حداکثر اکسیژن مصرفی (Vo2max) زنان نیز توسط تست بروس به شیوه زیر اجرا شد. بدین منظور در روزی که اندازه‌گیری‌های آنروپومتریکی صورت گرفت، تست بر روی تردمیل براساس پروتکل تست بروس [۲۸]، در هفت مرحله و هر مرحله سه دقیقه با شیب و سرعت ویژه اجرا شد.

$$\text{Vo2max زنان} = 3/9 - (\text{زمان کل} \times 4/38)$$

پس از تعیین نرمال بودن داده‌ها با آزمون کالموگروف - اسمیرنوف (K-S) و اطمینان از برابری واریانس‌ها توسط آزمون لون، اثرگذاری متغیر مستقل از طریق مقایسه درون‌گروهی داده‌ها در طول زمان با استفاده از آزمون t وابسته بررسی شد. از آنجا که فرض همگنی شیب رگرسیون برقرار بود و عامل پیش‌آزمون در بین گروه‌ها اثر معنی‌دار داشت، در نتیجه تغییرات متغیرها در طول مداخله، با استفاده از آزمون کوواریانس (ANCOVA) به‌طور بین‌گروهی مقایسه شدند (با لحاظ کردن مقدار متغیرها در پیش‌آزمون به‌عنوان متغیر هم‌پراش) و در ادامه به‌دلیل معنی‌دار شدن اثرات بین‌گروهی جهت تعیین محل تفاوت‌ها، از آزمون تعقیبی LSD استفاده گردید. داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ در سطح معنی‌داری ( $P \leq 0/05$ ) تجزیه و تحلیل شدند.

بیمارهای مزمن (قلبی - عروقی، کلیوی و کبدی، جراحی و فشارخون نامتعارف)، عدم استعمال دخانیات و مشروبات الکلی، عدم مصرف دارو و نداشتن محدودیت پزشکی برای مشارکت در فعالیت جسمانی بود. پس از اخذ رضایت‌نامه کتبی از آزمودنی‌ها، اندازه‌گیری ترکیب بدنی (قد، وزن، نمایه توده بدنی، دور کمر، لگن و درصد چربی بدن) و حداکثر اکسیژن مصرفی به عمل آمد و در ادامه افراد به‌صورت تصادفی در سه گروه تمرین اسپینینگ (۱۵ نفر)، دوچرخه ثابت (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند. با توجه به ارتباط نزدیک وزن با آدیپوکاین CTRP3 گروه‌ها بر مبنای وزن و سن افراد همگن شدند. آزمودنی‌های گروه تمرین (اسپینینگ و دوچرخه ثابت) به مدت شش هفته و سه جلسه در هفته به فعالیت ورزشی پرداختند. پروتکل تمرینی برای این افراد با ۱۰ دقیقه گرم کردن (رکاب‌زنی نرم به همراه حرکات کششی و تنفسی) با شدت ۴۰ درصد ضربان قلب ذخیره به مدت ۳۰ دقیقه شروع و براساس اصل اضافه‌بار بر شدت و مدت تمرین افزوده شد (هر هفته دو دقیقه به زمان و هر دو هفته ۵ درصد به شدت افزوده شد) تا در هفته ششم به ۴۰ دقیقه با ۶۵ درصد ضربان قلب هدف رسید [۲۵]. همچنین، ۵ دقیقه سرد کردن (راه رفتن و حرکات کششی) در انتهای هر جلسه تمرینی اجرا شد. گفتنی است در تحقیق حاضر، تمرین اسپینینگ شامل رکاب‌زدن گروهی دوچرخه با موزیک و گروه تمرین دوچرخه ثابت به‌صورت انفرادی با رکاب‌زدن روی دوچرخه ثابت بود؛ تمام تمرینات با نظارت مربی انجام شد تا اطمینان حاصل شود که همه‌ی حرکات ورزشی با دقت انجام می‌شود. دوچرخه اسپینینگ استفاده‌شده در پژوهش حاضر، از مدل IndoorRoom و نوع BIKE ساخت چین بود. تفاوت دوچرخه اسپینینگ و دوچرخه ثابت در میزان فشار اعمالی دنده‌ها، سرعت بالای چرخ‌دنده‌ها، مقاومت چرخ‌ها و پوزیشن بدن هنگام نشستن بر روی صندلی‌ها بود که منجر به فشارهای فیزیولوژیک متفاوتی بر بدن می‌گردند. به‌طوری‌که محققان پیشین ادعا می‌کنند که در تمرینات هوازی با شدت‌های برابر، نرخ مصرف انرژی در حین تمرینات اسپینینگ حتی تا دو برابر بیش از دوچرخه ثابت می‌باشد [۲۵]. در طول شش هفته، گروه کنترل هیچ نوع فعالیت بدنی را تجربه نکردند. ۲۴ ساعت قبل و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین، ارزیابی‌های بیوشیمیایی، ترکیب بدنی و حداکثر اکسیژن مصرفی صورت گرفت. برای این منظور، ۱۲ ساعت پس از ناشتایی شبانه، نمونه‌گیری خونی به مقدار ۲ میلی‌لیتر توسط متخصص، در حالت نشست روی صندلی و در وضعیت استراحت از ورید بازویی دست راست آزمودنی صورت گرفت و در لوله‌های ونوجکت فاقد ماده ضدانعقاد ریخته و به مدت ۱۵ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد و سرم جداسازی‌شده

### ملاحظات اخلاقی

در ابتدا طی جلسه‌ای، شرایط و مراحل پژوهش به اطلاع آزمودنی‌ها رسید و آن‌ها با آگاهی کامل در این پژوهش شرکت کردند. همه آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه و پرسشنامه سلامت را تکمیل کردند. آن‌ها در هر مرحله از پژوهش در صورت تمایل نداشتن به ادامه همکاری، حق خروج از پژوهش را داشتند. جلسه‌های تمرینی زیر نظر مربی و با رعایت نکات ایمنی انجام شدند. خون‌گیری در محیطی سالم با رعایت نکات بهداشتی و توسط فرد متخصص در این زمینه انجام شد. در نهایت، نتایج آزمایش‌های هر آزمودنی به اطلاع وی رسیدند و داده‌ها نزد پژوهشگر محفوظ ماندند.

### نتایج

داده‌های توصیفی مطالعه به صورت میانگین و انحراف معیار به تفکیک گروه‌ها در جدول شماره ۱ گزارش شده است. به علاوه، میانگین و انحراف معیار سن آزمودنی‌ها در گروه اسپینینگ

( $34/20 \pm 3/56$ )، دوچرخه ثابت ( $33/46 \pm 3/52$ ) و کنترل ( $35/86 \pm 3/29$ ) و نیز میانگین و انحراف معیار قد شرکت‌کننده‌ها در گروه اسپینینگ ( $165/20 \pm 6/14$ )، دوچرخه ثابت ( $161/33 \pm 4/95$ ) و کنترل ( $162/60 \pm 5/03$ ) می‌باشد. مقایسه داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون مرتبط با ترکیب بدنی با استفاده از آزمون تی وابسته در جدول شماره ۲ نشان داده شده است؛ به طوری که تمرین اسپینینگ و دوچرخه ثابت به ترتیب منجر به کاهش قابل توجه وزن بدن ( $P=0/001$ ) و ( $P=0/001$ )، درصد چربی بدن ( $P=0/001$ ) و ( $P=0/001$ )، لگن ( $P=0/001$ ) و ( $P=0/001$ ) نسبت به پیش‌آزمون شدند. جدول شماره ۲ نشان می‌دهد که تمرین اسپینینگ و دوچرخه ثابت به ترتیب منجر به افزایش قابل توجه حداکثر اکسیژن مصرفی ( $P=0/001$ )، ( $P=0/001$ ) و سطوح سرمی CTRP-3 ( $P=0/012$ )، ( $P=0/021$ ) نسبت به پیش‌آزمون شده‌اند. با این حال، تغییرات متغیرهای مذکور در گروه کنترل معنی‌دار نبودند ( $P>0/05$ ).

جدول شماره ۱- اطلاعات توصیفی متغیرهای آنتروپومتری در چهار گروه مورد مطالعه

متغیرهای آنتروپومتری	گروه‌ها	تعداد	پیش‌آزمون میانگین $\pm$ انحراف معیار	پس‌آزمون میانگین $\pm$ انحراف معیار
وزن (کیلوگرم)	اسپینینگ	۱۵	$79/262 \pm 5/791$	$76/662 \pm 5/280$
	دوچرخه ثابت	۱۵	$79/67 \pm 7/22$	$77/85 \pm 6/95$
	کنترل	۱۵	$77/20 \pm 6/59$	$77/92 \pm 7/27$
شاخص توده بدن (کیلوگرم / مترمربع)	اسپینینگ	۱۵	$29/08 \pm 2/34$	$28/14 \pm 2/29$
	دوچرخه ثابت	۱۵	$30/61 \pm 2/59$	$29/91 \pm 2/44$
	کنترل	۱۵	$29/17 \pm 1/80$	$29/43 \pm 1/89$
دور کمر (سانتی‌متر)	اسپینینگ	۱۵	$101/53 \pm 8/01$	$97/13 \pm 7/14$
	دوچرخه ثابت	۱۵	$95/66 \pm 7/05$	$94/00 \pm 6/94$
	کنترل	۱۵	$97/60 \pm 6/15$	$99/00 \pm 7/62$
دور لگن (سانتی‌متر)	اسپینینگ	۱۵	$108/88 \pm 8/63$	$104/33 \pm 7/82$
	دوچرخه ثابت	۱۵	$108/46 \pm 5/65$	$105/66 \pm 5/39$
	کنترل	۱۵	$107/86 \pm 4/77$	$108/13 \pm 5/09$
نسبت دور کمر به لگن	اسپینینگ	۱۵	$0/93 \pm 0/06$	$0/93 \pm 0/06$
	دوچرخه ثابت	۱۵	$0/88 \pm 0/06$	$0/89 \pm 0/06$
	کنترل	۱۵	$0/90 \pm 0/05$	$0/91 \pm 0/05$
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر / کیلوگرم / دقیقه)	اسپینینگ	۱۵	$34/37 \pm 4/89$	$40/60 \pm 1/08$
	دوچرخه ثابت	۱۵	$33/52 \pm 3/16$	$37/90 \pm 2/30$
	کنترل	۱۵	$39/28 \pm 0/05$	$39/02 \pm 1/08$

3 ( $P=0/015$ ) و درصد چربی بدن ( $P=0/001$ ) تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول شماره ۲). مقایسه زوجی گروه‌ها با کمک آزمون تعقیبی LSD در جدول شماره ۳ نشان داد که سطح سرمی CTRP-

جهت مقایسه متغیرهای مطالعه بین گروه‌های تحقیق از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد که نتایج آن در جدول شماره ۲ نشان می‌دهد، در بین سه گروه مورد مطالعه تغییرات سطح سرمی CTRP-

مقادیر درصد چربی بدن در گروه تمرین اسپینینگ نسبت به گروه تمرین دوچرخه ثابت ( $P=0/003$ ) و کنترل ( $P=0/001$ ) کاهش معنی داری داشت. به علاوه بین گروه تمرین دوچرخه ثابت در مقایسه با گروه کنترل ( $P=0/001$ ) کاهش معنی داری مشاهده شد (جدول شماره ۳).

۳ در گروه تمرین اسپینینگ نسبت به گروه کنترل افزایش معنی داری داشته ( $P=0/003$ )، اما این مقادیر با گروه تمرین دوچرخه ثابت تفاوت معنی داری نداشته است ( $P=0/285$ ). همچنین جدول شماره ۳ نشان می دهد که مقادیر CTRP-3 بین گروه تمرین دوچرخه ثابت در مقایسه با گروه کنترل افزایش معنی داری داشت ( $P=0/046$ ) و

جدول شماره ۲- مقایسه درون گروهی و بین گروهی متغیرهای ترکیب بدن و CTRP-3 در سه گروه

متغیرها	گروهها	پیش آزمون	پس آزمون	درصد تغییرات	تی وابسته P	آنالیز کواریانس P
وزن (کیلوگرم)	اسپینینگ	۷۹/۲۶۲ ± ۵/۷۹۱	۷۶/۶۶۲ ± ۵/۲۸۰	-۳/۲۰۰	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱
	دوچرخه ثابت	۷۹/۶۷۱ ± ۷/۲۲۲	۷۷/۸۵۰ ± ۶/۹۵۰	-۲/۲۸۱	*۰/۰۰۱	
	کنترل	۷۷/۲۰۱ ± ۶/۵۹۱	۷۷/۹۲۳ ± ۷/۲۷۳	۰/۹۳۰	۰/۱۵۳	
شاخص توده بدن (کیلوگرم / مترمربع)	اسپینینگ	۲۹/۰۸۷ ± ۲/۳۴۷	۲۸/۱۴۷ ± ۲/۲۹۷	-۳/۲۳۰	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱
	دوچرخه ثابت	۳۰/۶۱۷ ± ۲/۵۹۲	۲۹/۹۱۷ ± ۲/۴۴۲	-۲/۲۸۲	*۰/۰۰۱	
	کنترل	۲۹/۱۷۰ ± ۱/۸۰۱	۲۹/۴۳۰ ± ۱/۸۹۰	۰/۸۹۷	۰/۱۵۳	
دور کمر (سانتی متر)	اسپینینگ	۱۰۱/۵۳۸ ± ۸/۰۱۷	۹۷/۱۳۸ ± ۷/۱۴۷	-۴/۳۳۵	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱
	دوچرخه ثابت	۹۵/۶۶۲ ± ۷/۰۵۲	۹۴/۰۰۱ ± ۶/۹۴۰	-۱/۷۶۸	*۰/۰۰۱	
	کنترل	۹۷/۶۰۰ ± ۶/۱۵۲	۹۹/۰۰۱ ± ۷/۶۲۸	۱/۴۳۸	۰/۱۸۵	
دور لگن (سانتی متر)	اسپینینگ	۱۰۸/۸۱۷ ± ۸/۶۳۱	۱۰۴/۳۳۷ ± ۷/۸۲۱	-۴/۱۷۰	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱
	دوچرخه ثابت	۱۰۸/۴۶۶ ± ۵/۶۵۸	۱۰۵/۶۶۸ ± ۵/۳۹۸	-۲/۵۸۲	*۰/۰۰۱	
	کنترل	۱۰۷/۸۶۶ ± ۴/۷۷۸	۱۰۸/۱۳۹ ± ۵/۰۹۸	۰/۲۵۸	۰/۱۰۴	
چربی بدن	اسپینینگ	۶۱/۷۳۹ ± ۵/۰۹۹	۵۷/۶۶۹ ± ۵/۲۸۹	-۶	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱
	دوچرخه ثابت	۵۹/۰۴۱ ± ۸/۷۳۷	۵۶/۱۴۰ ± ۷/۹۷۵	-۴	*۰/۰۰۱	
	کنترل	۵۵/۵۷۱ ± ۵/۸۱۰	۵۴/۹۸۱ ± ۶/۲۷۰	-۱/۰۷۴	۰/۰۶۴	
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر / کیلوگرم / دقیقه)	اسپینینگ	۳۴/۳۷۵ ± ۴/۸۹۶	۴۰/۶۰۶ ± ۱/۰۸۳	۱۸/۱۲۸	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۱
	دوچرخه ثابت	۳۳/۵۲۸ ± ۳/۱۶۸	۳۷/۹۰۶ ± ۲/۳۰۰	۱۳/۰۶۸	*۰/۰۰۱	
	کنترل	۳۹/۲۸۶ ± ۰/۰۵۶	۳۹/۰۲۷ ± ۱/۰۸۷	-۰/۶۶۶	۰/۲۰۴	
CTRP3 (نانوگرم در میلی لیتر)	اسپینینگ	۱۳/۲۰۷ ± ۱۱/۵۱۴	۱۶/۹۰۶ ± ۱۳/۴۶۷	۲۸	*۰/۰۰۱	*۰/۰۱۵
	دوچرخه ثابت	۱۱/۰۲۶ ± ۱۱/۸۱۰	۱۳/۳۰۸ ± ۱۰/۰۴۶	۲۰	۰/۰۲۱	
	کنترل	۱۲/۶۲۷ ± ۱۲/۹۶۸	۱۱/۴۳۷ ± ۹/۹۹۸	-۹	۰/۳۹۷	

\* آزمون تی وابسته معنی داری ( $P<0/05$ ). # آزمون کواریانس معنی داری ( $P<0/05$ ).

جدول شماره ۳- نتایج آزمون تعقیبی LSD در مقایسه دو به دوی گروههای تحقیق

متغیر	گروه	اختلاف میانگین	خطای استاندارد	P
CTRP-3 (نانوگرم در میلی لیتر)	اسپینینگ	دوچرخه ثابت	۱/۷۱۳	۰/۲۸۵
	دوچرخه ثابت	کنترل	۴/۹۶۶	*۰/۰۰۳
		کنترل	۳/۲۵۴	*۰/۰۴۶
چربی بدن (بر حسب درصد)	اسپینینگ	دوچرخه ثابت	-۱/۲۷۴	*۰/۰۰۳
	دوچرخه ثابت	کنترل	-۴/۷۳۵	*۰/۰۰۱
		کنترل	-۳/۴۶۰	*۰/۰۰۱

\* اختلاف در سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ است ( $P<0/05$ ).

در زنان چاق و دارای اضافه وزن، نسبت به ابتدای مطالعه و در مقایسه با گروه کنترل شد. در ضمن تمرینات اسپینینگ تأثیر بیشتری نسبت به تمرینات دوچرخه ثابت بر سطوح سرمی CTRP-3 داشته

بحث یافته های این پژوهش نشان داد که شش هفته تمرین اسپینینگ و دوچرخه ثابت سبب افزایش معنی دار غلظت CTRP-3

چربی احشایی و کبدی بیشتری هستند، در حالی که زنان دارای بافت چربی زیرپوستی بالاتری می‌باشند. این موضوع می‌تواند دلیلی بر اثرگذاری متفاوت تمرینات ورزشی بر CTRP3ها بین زنان و مردان و کسب نتایج متفاوت باشد [۳۲]. با این حال، برخی مطالعات نشان دادند که mRNA مربوط به CTRP3 در بافت چربی و سطوح در گردش سرمی آن در هر دو جنس در موش‌ها یکسان است [۳۳]. اما مطالعات کارآزمایی بالینی، غلظت‌های بیشتر CTRP3 را در زنان در مقایسه با مردان نشان داده‌اند [۲۰]. در مطالعه دیگری مقادیر CTRP3 در افراد سالم بین زنان و مردان تفاوتی نداشت [۳۴]. عدم تغییر در سطوح CTRP3 و افزایش معنی‌دار مقادیر آدیپونکتین پس از ۸ هفته تمرینات هوازی با شدت ۶۰-۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره در افراد دارای سندروم متابولیک در پژوهش علمداری و همکاران (۲۰۱۷) گزارش شد. محققان در توجیه این نتیجه، نوع و شدت تمرین ورزشی را عامل اصلی عدم تغییر در مقادیر CTRP3 دانستند. گفته شده است که CTRP3 با توجه به شدت و مدت زمان بار تمرین به فعالیت‌ها پاسخ می‌دهد [۱۹]. علت نتایج متناقض حاصل از مطالعات پیشین با مطالعه حاضر را صرف نظر از ویژگی‌های فردی، برنامه تمرینی، سن و جنسیت شرکت‌کننده‌ها می‌توان به عدم تغییرات وزن و توده چربی، مدت و شدت پروتکل ورزشی نسبت داد [۳۵]. برخی پژوهشگران معتقدند که عدم کاهش سلول‌های چربی و وزن افراد در نتیجه انجام فعالیت‌های ورزشی، باعث می‌شود تا اثر فعالیت‌های بدنی در تعدیل آدیپوسایتوکاین‌ها نیز بی‌نتیجه باشد [۳۶]. مطالعات نشان می‌دهند که همبستگی معنی‌داری بین سطوح CTRP3، دور کمر و BMI در زنان چاق وجود دارد [۳۷، ۱۸]. مطالعه حاضر نشان داد که تمرینات هوازی کار با دوچرخه به دو شیوه اسپینینگ و دوچرخه معمولی مقادیر سرمی CTRP3 را همزمان با کاهش درصد چربی بدن در افراد چاق افزایش می‌دهد؛ یافته‌ای که با نتایج مطالعه هاسگاوا و همکاران (۲۰۱۷) مشابه است. بنابراین می‌توان گفت که CTRP3 آدیپوکاینی می‌باشد که تحت تأثیر تمرینات ورزشی قرار می‌گیرد و چنانچه مکانیزم‌های مولکولی بیشتری در ارتباط با CTRP3 مشخص گردد، می‌تواند به‌عنوان بیومارکر جدیدی در اثرگذاری تمرینات ورزشی بر چاقی محسوب شود. انجام تمرینات ورزشی با شدت بالا از نوع هوازی تداومی و تناوبی موجب رخداد تغییراتی در فعالیت آدیپونکتین می‌گردد و منجر به فعال‌سازی مسیر AMPK می‌شود. محققان ادعا می‌کنند که احتمالاً به‌دلیل ساختار مشابه CTRP3 و آدیپونکتین، CTRP3 از مسیر سیگنال‌دهی AMPK نقش ضدالتهابی دارد. گفتنی است که گیرنده CTRP3 هنوز شناخته نشده است. اما احتمال داده شده است که به‌دلیل ساختار مشابه با

است. در مطالعه نوروزپور لاری و همکاران (۱۳۹۶) افزایش معنی‌داری در غلظت سرمی CTRP3-3 به دنبال هشت هفته تمرین ایتروال هوازی (اسپینینگ) در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع ۲ به‌دست آمد [۲۲] که با یافته مطالعه حاضر همخوانی دارد؛ با این تفاوت که نمونه آماری مطالعه مذکور، زنان چاق مبتلا به دیابت نوع ۲ و مدت تمرین هشت هفته بود، در حالی که در پژوهش حاضر، تمرین اسپینینگ به مدت شش هفته بین زنان چاق و دارای اضافه‌وزن انجام گرفت. Hasegawa و همکاران (۲۰۱۷) نیز نشان دادند که ۸ هفته تمرینات هوازی با شدت ۶۰-۷۰ درصد اکسیژن بیشینه و مدت ۴۵ دقیقه، افزایش معنی‌دار CTRP3 سرمی و کاهش معنی‌دار درصد چربی بدن را در زنان و مردان میانسال به‌دنبال داشته است. آن‌ها گزارش کردند که به‌دلیل ساختار مشابه CTRP3 و آدیپونکتین، تغییرات CTRP3 تحت تأثیر کاهش توده چربی احشایی و توده چربی بدن است. به‌علاوه افزایش مقادیر CTRP3 با کاهش سختی شریانی در این آزمودنی‌ها همراه بود. همچنین اثرات اتساع‌دهنده عروقی CTRP3، در نمونه‌های کشت‌شده آنورت موش‌ها نشان داده شده است [۲۹]. پیشینه مطالعات از مکانیزم‌های مشابه ترشح CTRP3 با آدیپونکتین حکایت می‌کند [۲۱]. ادبیات پژوهش نشان می‌دهد که آدیپونکتین پس از رهایش از بافت چربی، به گیرنده خود در سطح سلول عضله اسکلتی متصل می‌شود و باعث فعال‌سازی مسیر سیگنال‌دهی AMPK درون‌سلولی می‌گردد. درنهایت این تغییرات منجر به افزایش فعالیت اکسیداسیون اسید چرب، انتقال گلوکز، لیپوژنز میتوکندریایی و مهار مسیر mTOR می‌شوند [۳۱، ۳۰]. در مطالعه دیگری، ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی (مقاومتی با شدت ۶۰-۸۵ درصد یک تکرار بیشینه و هوازی با شدت ۸۰-۹۵ درصد ضربان قلب بیشینه) با ترتیب‌های متفاوت (هوازی - مقاومتی و مقاومتی - هوازی) موجب افزایش معنی‌دار CTRP3 در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ شد؛ با این وجود تمرینات هوازی - مقاومتی سبب افزایش بیشتری در غلظت‌های CTRP3 در مقایسه با مقاومتی - هوازی شد [۲۳]. از طرفی، یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج برخی مطالعات متناقض است [۲۰، ۱۹]. در یک مطالعه، انجام ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی (تمرینات هوازی دویدن بر روی تردمیل و دوچرخه‌سواری با شدت ۶۰-۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه و تمرینات مقاومتی به‌مدت ۲۰ دقیقه، ۵ بار در هفته) کاهش معنی‌دار مقادیر CTRP3 را در گردش، وزن و درصد چربی بدن در زنان چاق نشان داد [۲۰]. این محققان تأیید کردند که مقادیر CTRP3 در گردش سرمی زنان نسبت به مردان بیشتر است. این موضوع تفاوت‌های فنوتیپ و متابولیک را در اثرگذاری تمرینات ورزشی بین دو جنس نشان می‌دهد. زیرا در یک BMI ویژه، مردان دارای توده

گلیکوژن بیشتری نسبت به عضلات تمرین نکرده ذخیره می کنند و فعالیت بسیاری از آنزیم های درگیر در بتا اکسیداسیون چربی ها با تمرین زیاد می شود، به طوری که سطح اسیدهای چرب آزاد افزایش پیدا می کند و این حالت موجب می شود که استفاده از چربی در تمرینات اسپینینگ به عنوان منبع انرژی افزوده شود و گلیکوژن ذخیره گردد. تمرینات اسپینینگ از این جهت مؤثرتر است که در کوتاه ترین زمان، ضربان قلب به نتیجه دلخواه می رسد و بر روی گروه عضلات بیشتری، از جمله عضلات شکم، کمر، لگن، پا و دست ها اثر می گذارد و از این جهت به دلیل داشتن مری می تواند براساس تناسب میزان توانایی افراد برنامه تمرینی خود را به صورت اختصاصی درآورد و میزان مقاومت و سرعت را تنظیم کند و تصمیم بگیرد که چه زمانی بیشتر تلاش کند و چه زمانی با آرامش بیشتری فعالیت نماید و به دلیل داشتن ریتم رکاب زنی و موزیک، افراد انگیزه انجام تمرینات اسپینینگ را نسبت به دوچرخه ثابت به راحتی به دست می آورند و باعث تقویت روحیه کار تیمی می شود. در مجموع، از یک طرف با توجه به اهمیت آدیپوکاین 3-CTRP که یک مارکر ضد التهابی است و در متابولیسم بدن، کبد و بافت چربی نقش دارد و به عنوان عامل پیشگیری و یا هشداردهنده بیماری ها، فرآیندهای متابولیکی و عملکردهای دستگاه های مختلف بدن محسوب می شود، از طرف دیگر برتری نسبی تمرینات اسپینینگ نسبت به تمرینات دوچرخه ثابت در شاخص های 3-CTRP، حداکثر اکسیژن مصرفی و درصد چربی بدن، انجام تمرینات اسپینینگ در زنان چاق پیشنهاد می شود. با این حال، برای روشن شدن مکانیسم مولکولی 3-CTRP و تغییرات ایجاد شده در غلظت سرمی و فعالیت این آنزیم در بدن در اثر فعالیت های بدنی از جمله تمرینات هوازی مانند اسپینینگ و دوچرخه ثابت، سنجش سایر شاخص های خونی مرتبط مورد نیاز است که باید در پژوهش های آینده مدنظر قرار گیرد.

#### نتیجه گیری

ورزشکاران، مریبان و افراد چاق و دارای اضافه وزن می توانند جهت بهبود سلامت و کنترل وزن از شیوه های جدید تمرینات هوازی از جمله اسپینینگ استفاده کنند.

#### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از زحمات کلیه آزمودنی ها و دستیاران پژوهش، تشکر و سپاسگزاری به عمل می آید. این مطالعه حاصل کار پایان نامه کارشناسی ارشد در دانشگاه سیستان و بلوچستان می باشد.

آدیپونکتین، CTRP3 در سطح سلول دارای گیرنده مشترک باشد. از آنجا که در مطالعه حاضر، مقادیر آدیپونکتین مورد سنجش قرار نگرفت، بنابراین باید در توجیه نتایج احتیاط کرد [17]. در مطالعه حاضر، ماهیت تناوبی (اسپینینگ) و تداومی (دوچرخه معمولی) تمرینات، چندان اثرگذار نبوده است. احتمالاً طول دوره تمرینات (۶ هفته) برای آشکار شدن تفاوت های دو نوع تمرین کافی نبوده است. مکانیزم های سازگاری مولکولی توسط تمرینات هوازی و مقاومتی متفاوت ذکر شده است؛ به طوری که هر کدام مسیرهای سیگنال دهی سلولی و بیان ژنی متفاوتی را فعال می کنند. تمرینات استقامتی هوازی به بهبود متابولیسم کمک می کند و سبب سرکوب سیگنال دهی درون سلولی از جمله مسیر آبشاری AKT/mTOR/S6K می شود [38]. CTRP3 مهارکننده مسیرهای التهابی ناشی از اسید چرب، لیپولی ساکاریدها، لیگاندهای TLR در بافت چربی و مونوسیت ها است. در مطالعه حاضر، کاهش معنی دار شاخص های ترکیب بدنی در گروه های تمرینی نسبت به گروه کنترل حاصل شد. به علاوه با افزایش معنی دار ۱۸ درصدی حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه اسپینینگ و ۱۳ درصدی در گروه دوچرخه ثابت می توان چنین استنباط کرد که بهبود در سطح سرمی CTRP3 متعاقب تمرینات اسپینینگ و دوچرخه ثابت، احتمالاً در نتیجه اثرگذاری مستقیم بهبود وضعیت آنترپومتری و حداکثر اکسیژن مصرفی افراد باشد. در مقایسه دو نوع پروتکل تمرینی نیز افزایش ۲۸ درصدی مقادیر CTRP3 در گروه اسپینینگ و ۲۰ درصدی در گروه دوچرخه ثابت و افزایش ۱۸ درصدی در حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه اسپینینگ و ۱۳ درصدی در گروه دوچرخه ثابت و کاهش ۶ درصدی چربی بدن در گروه اسپینینگ و ۴ درصدی در گروه دوچرخه ثابت، در مجموع برتری انجام تمرینات هوازی اسپینینگ را در مدت زمان کوتاه ۶ هفته نسبت به تمرینات معمول دوچرخه ثابت به اثبات می رساند. مکانیزم های درگیر در اثرگذاری تمرینات مذکور در بهبود درصد چربی بدن و حداکثر اکسیژن مصرفی را می توان در نتیجه سازگاری های دستگاه قلبی - عروقی، عضلانی و متابولیک با فعالیت های ورزشی (هوازی) بیان کرد. این نوع تمرینات بر تارهای کُند انقباض بیشتر از تارهای تند انقباض اثر دارند. در نتیجه تارهای کُند انقباض، با تمرین، هایپرتروفی پیدا می کنند و افزایشی در تعداد مویرگ های عضله، ذخیره میوگلوبین (در حدود ۷۵ تا ۸۰ درصد)، تعداد و اندازه میتوکندری های عضلات رخ می دهد. همچنین فعالیت بسیاری از آنزیم های اکسایشی با تمرین افزوده می شود، بنابراین گلیکوژن عضله و کبد با ریتم کندتری استفاده می شود. عضلات تمرین کرده، چربی یا تری گلیسیرید و

## References:

- [1] Schulte PA, Wagner GR, Ostry A, Blanciforti LA, Cutlip RG, Krajinak KM, et al. Work, obesity, and occupational safety and health. *AJPH*. 2007; 97(3): 428-36.
- [2] Mirmiran P, Mirbolooki M, Azizi F. Familial clustering of obesity and the role of nutrition: Tehran Lipid and Glucose Study. *IJO*. 2002; 26(12): 1617-22.
- [3] Drong A, Lindgren C, McCarthy M. The genetic and epigenetic basis of type 2 diabetes and obesity. *CPT*, 2012; 92: 707-15.
- [4] Kaur J. A comprehensive review on metabolic syndrome. *Cardiol Res Pract* 2019; 4301528.
- [5] Popko K, Gorska E, Stelmaszczyk-Emmel A, Plywaczewski R, Stoklosa A, Gorecka D, et al. Proinflammatory cytokines Il-6 and TNF-! and the development of inflammation in obese subjects. *Eur J Med Res* 2010; 15: 120-2.
- [6] Jung UJ, Choi M-S. Obesity and its metabolic complications: the role of adipokines and the relationship between obesity, inflammation, insulin resistance, dyslipidemia and nonalcoholic fatty liver disease. *Int J Mol Sci* 2014; 15(4): 6184-223.
- [7] Piya MK, McTernan PG, Kumar S. Adipokine inflammation and insulin resistance: the role of glucose, lipids and endotoxin. *J Endocrinol* 2013; 216(1): T1-T15.
- [8] Kishore U, Gaboriaud C, Waters P, Shrive AK, Greenhough TJ, Reid KB, et al. C1q and tumor necrosis factor superfamily: modularity and versatility. *Trends Immunol*, 2004; 25: 551-61.
- [9] Schäffler A, Buechler C. CTRP family: linking immunity to metabolism. *Trends Endocrinol Metab* 2012; 23: 194-204.
- [10] Maeda T, Abe M, Kurisu K, Jikko A, Furukawa S. Molecular cloning and characterization of a novel gene, CORS26, encoding a putative secretory protein and its possible involvement in skeletal development. *JBC* 2001; 276(5): 3628-34.
- [11] Wurm S, Neumeier M, Weigert J, Schäffler A, Buechler C. Plasma levels of leptin, omentin, collagenous repeat-containing sequence of 26-kDa protein (CORS-26) and adiponectin before and after oral glucose uptake in slim adults. *Cardiovascular Diabetol* 2007; 6(1):7.
- [12] Jung UJ, Choi M-S. Obesity and its metabolic complications: the role of adipokines and the relationship between obesity, inflammation, insulin resistance, dyslipidemia and nonalcoholic fatty liver disease. *Int J Mol Sci* 2014; 15: 6184-223.
- [13] Li Y, Wright GL, Peterson JM. C1q/TNF-related protein 3 (CTRP3) function and regulation. *Compr Physiol* 2017; 7(3): 863-78.
- [14] Fadaei R, Moradi N, Baratchian M, Aghajani H, Malek M, Fazaeli AA, et al. Association of C1q/TNF-Related Protein-3 (CTRP3) and CTRP13 Serum Levels with Coronary Artery Disease in Subjects with and without Type 2 Diabetes Mellitus. *PLoS One* 2016; 11: e0168773.
- [15] Ahmed SF, Shabayek MI, Abdel Ghany ME, El-Hefnawy MH, El-Mesallamy HO. Role of CTRP3, CTRP9 and MCP-1 for the evaluation of T2DM associated coronary artery disease in Egyptian postmenopausal females. *PLoS ONE* 2018; 13(12): e0208038.
- [16] Peterson JM, Wei Z, Wong GW. C1q/TNF-related protein-3 (CTRP3), a novel adipokine that regulates hepatic glucose output. *J Biol Chem* 2010; 285: 39691-701.
- [17] Kopp A, Bala M, Buechler C, Falk W, Gross P, Neumeier M, et al. C1q/TNF-related protein-3 represents a novel and endogenous lipopolysaccharide antagonist of the adipose tissue. *Endocrinology* 2010; 151: 5267-78.
- [18] Deng W, Li C, Zhang Y, Zhao J, Yang M, Tian M, Li L, Zheng Y, Chen B, Yang G. Serum C1q/TNF-related protein-3 (CTRP3) levels are decreased in obesity and hypertension and are negatively correlated with parameters of insulin resistance. *Diabetol Metab Syndr* 2015; 7: 33.
- [19] Azali Alamdari K, Khalafi M, Ghorbanian B. Effect of Aerobic Training on Serum Adiponectin and Ctrp-3 in Males with Metabolic Syndrome. *IJEM* 2017; 18 (5): 368-77. [in persian].
- [20] Choi HY, Park JW, Lee N, Hwang SY, Cho GJ, Hong HC, et al. Effects of a combined aerobic and resistance exercise program on C1q/TNF-related protein-3 (CTRP-3) and CTRP-5 levels. *Diabetes Care* 2013; 36(10): 3321-7.
- [21] Hasegawa N, Fujie S, Horii N, Uchida M, Kurihara T, Sanada K, et al. Aerobic exercise training-induced changes in serum C1q/TNF-related protein levels are associated with reduced arterial stiffness in middle-aged and older adults. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2018; 314: R94-R101.
- [22] Norroz pour Lari Z, Shemshaki A, Kheirandish M. Effect of eight weeks aerobic interval training (Spinning) on serum level of CTRP3 and some metabolic markers in type 2 diabetes mellitus obese women: Dissertation in M.A: Alzahra university. Faculty of sport sciences. 2017. [in Persian]
- [23] Mirzendedel Z, attarzadehoseini S, Bijeh N, raouf saeb A A. A Comparison of the Effects of Twelve Weeks Combined Training with Different Ordering on CTRP3, TNF- $\alpha$ , IL6 and Insulin Resistance in Women with Type 2 Diabetes. *IJEM*. 2019; 21 (4):203-216. [in persian].
- [24] Yoo HJ, Hwang SY, Hong HC, Choi HY, Yang SJ, Choi DS, et al. Implication of progranulin and C1q/TNF-related protein-3 (CTRP3) on inflammation and atherosclerosis in subjects with or without metabolic syndrome. *PLoS One* 2013; 8(2): e55744.

- [25] Yoon JG, Kim SH, Rhyu HS. Effects of 16-week spinning and bicycle exercise on body composition, physical fitness and blood variables of middle school students. *J Exerc Rehabil* 2017; 13(4): 400.
- [26] Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *MSSE* 1980; 12(3): 175-81.
- [27] Robergs RA, Landwehr R. The surprising history of the "HRmax= 220-age" equation. *J Exerc Physiol Online* 2002; 5(2): 1-10.
- [28] Wilmore J, Costill D. Physiology of Sport and Exercise. 3 [sup] rd ed. Champaign, IL: Human Kinetics. 2005.
- [29] Zheng Q, Yuan Y, Yi W, Lau WB, Wang Y, Wang X, et al. C1q/TNF-related proteins, a family of novel adipokines, induce vascularrelaxation through the adiponectin receptor-1/AMPK/eNOS/nitric oxidesignaling pathway. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2011; 31: 2616-23.
- [30] Kelly M, Ruderman NB, Tomas E. AMP-activatedprotein kinase and its regulation by adiponectin andinterleukin-6. *Scand J Food Nutr* 2006; 50: 85-91.
- [31] Ruan H, Dong LQ. Adiponectin signaling andfunction in insulin target tissues. *J Mol Cell Biol* 2016; 8: 101-9.
- [32] Geer EB, Shen W. Gender differences in Geer EB, Shen W. Gender differences ininsulin resistance, body composition, and energy balance. *Gend Med* 2009;6(1):60-75.
- [33] Wong GW, Krawczyk SA, Kitidis-Mitrokostas C, Revett T, Gimeno R, Lodish HF. Molecular, biochemical and functional characterizations of C1q/TNF family members: adipose-tissue-selective expression patterns, regulation by PPAR-gamma agonist, cysteine-mediated oligomerizations, combinatorial associations and metabolic functions. *Biochem J* 2008; 416(2): 161-77
- [34] Gao C, Zhao S, Lian K. C1q/TNF-related protein 3 (CTRP3) and 9 (CTRP9) concentrations are decreased in patients with heart failure and are associated with increased morbidity and mortality. *BMC Cardiovasc Disord*, 2019; 19(139): 2-9.
- [35] Touvra A-M, Volaklis KA, Spassis AT, Zois CE, Douda HT, Kotsa K, et al. Combined strength andaerobic training increases transforming growthfactor-• 1 in patients with type 2 diabetes. *Hormones*2011; 10: 125-30.
- [36] Ghafari M, Banitalebi E, Heidari A. Impact of High-Intensity Interval Training and at ConcurrentStrength-Endurance Training on the Levels of SomeAdipokines Associated with Insulin Resistance inWomen with Diabetes Mellitus. *Heal Res J* 2017; 2: 193-206. [in Persian]
- [37] Masoodian SM, Toolabi K, Omidifar A, Zabihi H, Rahimipour A, Shanaki M. Increased mRNA Expression of CTRP3 and CTRP9 in Adipose Tissue from Obese Women: Is it Linked to Obesity-Related Parameters and mRNA Expression of Inflammatory Cytokines? *Reports of Biochem Mol Biol*, 2020; 9(1):71-81.
- [38] Jorge ML, de Oliveira VN, Resende NM, ParaisoLF, Calixto A, Diniz AL, et al. The effects ofaerobic, resistance, and combined exercise onmetabolic control, inflammatory markers, adipocytokines,and muscle insulin signaling in patientswith type 2 diabetes mellitus. *Metabolism* 2011; 60: 1244-52.