

مقاله پژوهشی

تاثیر دوازده هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای در سه شدت متفاوت هم حجم بر برخی عوامل

همودینامیک مردان چاق

صابر نیازی، حمید رجبی*، صادق امانی شلمزاری

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

*مستول مکاتبات: Hrajabi1346@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۲۵

چکیده

چاقی یکی از دلایل بروز بیماری‌های قلبی عروقی است و فعالیت ورزشی می‌تواند در تعدیل این خطر نقش داشته باشد لذا هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر ۱۲ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای در سه شدت متفاوت هم حجم بر برخی عوامل همودینامیک مردان چاق بود. برای این منظور ۴۴ مرد چاق ۲۳ تا ۳۳ سال ($BMI \geq 30$, $WHR > 0.5$) در چهار گروه کنترل، تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت کم ($1RM \cdot 40\%$)، متوسط ($1RM \cdot 60\%$) و بالا ($1RM \cdot 80\%$) (۱۱=تعداد در هر گروه) با حجم برابر انجام دادند. پیش و پس از ۱۲ هفته تمرین ضربان قلب استراحتی، فشار خون سیستولیک و دیاستولیک استراحتی و میزان محصول فشار اندازه گیری شد. جهت بررسی تغییرات درون گروهی از t تست وابسته و مقایسه گروه‌ها، از آنالیز واریانس دو طرفه و آزمون تعقیبی بانفرونی استفاده شد ($p \leq 0.05$). تغییرات درون گروهی نشان داد ضربان قلب استراحتی، فشار خون سیستولی تنها در گروه با شدت بالا، فشار خون دیاستولی تنها در گروه با شدت متوسط و میزان محصول فشار در تمام گروه‌های تمرینی، بعد از دوره نسبت به قبل کاهش معنی‌داری داشت ($p \leq 0.05$). آزمون تحلیل واریانس نشان داد بین تغییر ضربان قلب استراحتی، فشار خون سیستولی، فشار خون دیاستولی و میزان محصول فشار در گروه با شدت بالا نسبت به سایر گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p \leq 0.05$). یافته‌ها نشان می‌دهد احتمالاً دوازده هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای اثر مثبتی بر کاهش فشار خون و بهبود شاخص‌های مرتبط با عملکرد قلب دارد. احتمالاً تمرین با شدت بالا اثر بیشتری بر کاهش ضربان قلب استراحتی، فشار خون سیستولی و دیاستولی و میزان محصول فشار داشته باشد.

کلمات کلیدی: تمرین مقاومتی دایره‌ای، شدت تمرین، تمرین هم حجم، همودینامیک، چاقی، عملکرد قلب.

مقدمه

اکسیژن و مواد غذایی به بافت‌ها دچار اختلال شده و کاهش می‌یابد (۴). در پی افزایش فشار خون و احتمال تصلب شریان بالاتر متعاقب آن، فشار بیشتری بر قلب نیز وارد می‌شود و منجر به مشکلات دریچه‌ای، هایپرتروفی پاتولوژیک، آسیب عروق کرونری و در نهایت سکت‌های قلبی و مغزی می‌شود (۳۱). بنابر این کنترل چاقی از اهمیت بالایی برخوردار است، که

چاقی را می‌توان بعنوان سندرم جدید جهانی توصیف کرد که فعالیت برای جلوگیری از آن در تمام سنین و در تعداد زیادی از کشورهای توسعه یافته در حال افزایش است (۲۰). یکی از عواقب شرایط چاقی بیماری‌های قلبی عروقی همچون تصلب شریان و فشار خون است که با سخت‌تر شدن و تنگ شدن شریان‌های قسمت‌های مختلف بدن قابلیت انتقال

اکسیژن در دسترس است. ضربان قلب و فشار خون از ساده‌ترین و در عین حال هشداردهنده‌ترین متغیر-های قلب و عروق هستند (۱۹)

تمرینات هوازی منظم به پیشگیری و درمان چاقی و نیز بیماری‌های قلبی عروقی مربوط به فشار خون و ضربان قلب استراحتی افراد و در نتیجه هزینه اکسیژن میوکارد اثرگذار است (۳۲، ۱۱). گزارش شده است بعد از یک جلسه فعالیت هوازی میانگین فشار خون کاهش می‌یابد (دامنه‌ای از ۵ تا ۷ میلی‌متر جیوه) (۲۷) و اثرات این کاهش به مدت ۱ تا ۱۲ ساعت بعد از تمرین ادامه خواهد داشت (۲۲).

امروزه توجه به نقش تمرینات مقاومتی در درمان چاقی و حتی در افراد دارای بیماری قلبی عروقی بعنوان عاملی موثر در پیشگیری و درمان بیماری‌های قلبی عروقی افزایش یافته است (۳۳). تحقیقات تجربی و فراتحلیل زیادی در افراد با فشار خون طبیعی و همچنین پرفشار خون نشان داده اند که یک برنامه تمرین مقاومتی مناسب می‌تواند فشار خون استراحتی را به میزان ۳ تا ۴ میلی‌متر جیوه کاهش دهد (۲۲).

بر اساس نتایج مطالعات، حتی یک وهله فعالیت حاد نیز می‌تواند اثر کوتاه مدت کاهشی در فشار خون استراحتی داشته باشد این کاهش موقت فشار خون، افت فشار خون پس از فعالیت (PEH: Post exercise Hypertension) نامیده می‌شود (۱۴). از جمله دلایل این کاهش فشار خون پس از فعالیت باید به کاهش در فعالیت سیستم عصب سمپاتیکی و کاهش حساسیت پذیری عروقی به فعالیت گیرنده‌های آلفا آدرنژیک اشاره کرد که منجر به کاهش پایدار مقاومت عروق محیطی می‌شود (۹). همچنین اینکه پس از فعالیت، ضربان قلب برای دقایق یا ساعاتی بالا باقی می‌ماند. بالا ماندن ضربان قلب طی دوره ریکواری به افزایش مداوم در نوسانات سمپاتیک و

از این رو درمان چاقی در جهان شامل اقدام در زمینه پیشگیری، بهبود سبک زندگی و فعالیت ورزشی منظم است، فعالیت ورزشی مستقل از نوع آن اثر مثبتی بر عوارض ناشی از چاقی دارد؛ مطالعات مختلف با بررسی الگوها و روش‌های مختلف تمرینی به بررسی اثرات مثبت آن بر عوامل خطرزای ناشی از چاقی پرداخته‌اند. در این میان فشار خون بالا که از دلایل آمار بالای مرگ میر جهانی به شمار می‌رود می‌تواند در شرایط چاقی تشدید شود. از جمله چالش‌های مهم در راستای حفظ هومئوستاز بدن در طول فعالیت جسمانی افزایش نیاز عضله به اکسیژن است. مصرف اکسیژن عضله قلبی (میوکارد) نیز با گسترش تنش میوکارد و انقباض پذیری آن، با افزایش آهنگ ضربان قلب طی فعالیت ورزشی و پس از آن تعیین می‌شود. مطالعات پیشین نشان داده‌اند که افزایش ضربان قلب مسئول ۵۰ تا ۷۰ درصد، انقباض پذیری مسئول ۱۵ تا ۲۵ درصد و کار بطنی مسئول ۱۵ تا ۲۵ درصد افزایش در اکسیژن مصرفی میوکارد هستند (۱۹). میزان محصول فشار (RPP) که از حاصلضرب فشار خون سیستولی (SBP) و ضربان قلب (Hr) محاسبه می‌شود یکی از برآوردهای رایج مورد استفاده بار میوکارد و عبارتی اکسیژن مصرفی آن است. این شاخص ارتباط نزدیکی با اندازه‌گیری مستقیم اکسیژن مصرفی میوکارد در جریان خون کرونری دارد که با افزایش بار کار قلب افزایش می‌یابد تا نیاز به خون کافی برای عضله قلبی را فراهم کند (۱۹) در افراد چاق ضربان قلب، فشار خون، مقادیر چربی احشای و زیر جلدی بالاتر با اکسیژن مصرفی میوکارد بالاتر در ارتباط است (۶). تامین اکسیژن مصرفی میوکارد از اهمیت زیادی برخوردار است، زیرا بر خلاف عضلات مخطط، تولید انرژی در عملکرد طبیعی قلب بطور اساسی به فسفوریلاسیون اکسیداتیو وابسته است و از همین رو افزایش فعالیت عضله قلبی نیازمند افزایش فوری

نشان داد که عملکرد (سرعت و توان) در هر دو یکسان بود. با وجود حجم یکسان بار کار، ضربان قلب طی فعالیت دایره‌ای (۷۱٪ حداکثر ضربان قلب) و طی فعالیت سنتی (۶۱٪ حداکثر ضربان قلب) بود، این محققان پیشنهاد کردند که فعالیت مقاومتی دایره-ای می‌تواند یک استراتژی مطلوب‌تری برای ارتقای هر دوی سازگاری‌های قلبی-عروقی و قدرت باشد (۱).

با وجود اینکه شماری از تحقیقات در مورد مزایای تمرین ترکیبی تا حدودی مورد توافق واقع شده‌اند که ترکیب تمرین مقاومتی و هوازی مزایای بیشتری نسبت به تمرینات هوازی و مقاومتی به تنهایی دارد؛ با این حال اکثر این دستورات عملیها بطور معمول یک دامنه‌ی کلی از شدت و یا مدت تمرین را پیشنهاد نموده‌اند بطور مثال کالج آمریکایی طب ورزش بیان می‌کند که تمرین هوازی به‌منظور بهبود روند چاقی سه تا پنج روز در هفته با شدت ۴۰ تا ۶۰ درصد و حتی بیشتر از ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی انجام شود. همچنین در مورد مدت زمان تمرین توصیه می‌کند که تمرین هوازی حداقل ۱۵۰ دقیقه با شدت متوسط (۵۰-۳۰ دقیقه، ۵-۳ جلسه در هفته) یا ۶۰ دقیقه فعالیت هوازی شدید (۲۰ دقیقه، سه جلسه در هفته) باشد. علاوه بر این توصیه می‌کند که در صورتی که این افراد منع پزشکی نداشته باشند ۳-۲ جلسه در هفته تمرین مقاومتی با شدت متوسط تا شدید (۸۰-۵۰٪ یک تکرار بیشینه) انجام دهند. اما باید به این نکته توجه داشت که این اطلاعات و دستورات عملی ارائه شده بصورت جامع بوده و جزئیات و اطلاعات دقیق و کاربردی درباره‌ی شدت تمرین بمنظور به حداکثر رساندن مزیت‌های تمرین ترکیبی در آن تجویز نشده است (۳).

با توجه به مطالب مختلفی که در ارتباط با عوامل مرتبط با سلامت قلبی-عروقی و انواع مختلف

کاهش در نوسانات پاراسمپاتیک قلب نسبت داده می‌شود (۳۲). چنین یافته‌هایی احتمالاً به این دلیل است که تمرینات مقاومتی می‌تواند مکمل تمرینات هوازی جهت درمان، کنترل و یا پیشگیری از پرفشاری خون شود (۳۲). اطلاعات در مورد پاسخ فشار خون بعد از ترکیب یک جلسه فعالیت ورزشی هوازی و مقاومتی بسیار کم است. بعنوان مثال هنوز مشخص نیست ترکیب دو فعالیت ورزشی مقاومتی و هوازی آیا بر یکدیگر اثر مهاری دارند یا تقویتی. از همین رو چوبینه و همکاران (۲۰۱۵) تاثیر دو شدت متفاوت فعالیت ورزشی ترکیبی را بر پاسخ‌های همودینامیکی زنان در آستانه پرفشار خونی را بررسی کردند و نشان دادند که فعالیت ورزشی ترکیبی با شدت متوسط در مقایسه با شدت پایین، کاهش فشار خون موقت طولانی تری را در پی دارد (۵) اما این مطالعه به سازگاری ناشی از یک دوره تمرین ترکیبی نپرداخته بود. فورجاز و همکاران (۱۹۹۸) سه شیوه فعالیت ورزشی هوازی، مقاومتی و ترکیبی را باهم مقایسه کردند، آنها مشاهده کردند که فعالیت هوازی و مقاومتی به تنهایی و در ارتباط با هم کاهش فشار خون موقت را ایجاد می‌کنند و این اثرات بعد از فعالیت هوازی بزرگتر بود اما با ترکیب این دو باهم این کاهش تقویت پیدا نکرد (۸). یک جلسه فعالیت مقاومتی، یک جلسه هوازی و همچنین تمرین ترکیبی این دو را بر کاهش موقت فشار خون باهم مقایسه کردند و مشاهده نمودند که هر سه پروتکل فعالیت تاثیرات یکسانی دارند (۸). اما این نکته حائز اهمیت است که در مورد مطالعات عنوان شده حجم تمرین یکسان نبود که این می‌تواند نتایج را تحت تاثیر قرار دهد.

الکارز و همکاران (۲۰۰۸) عملکرد جسمانی و قلبی-عروقی را طی فعالیت مقاومتی دایره‌ای و سنتی با حجم یکسان در ۱۰ مرد سالم بررسی کردند. نتایج

هرگونه آسیب یا مشکل جسمی برای آزمودنی‌ها بود که پس از معاینه توسط پزشک در مطالعه وارد شدند. پروتکل پژوهشی: قبل از شرکت در تحقیق، کلیه مراحل و روش کار برای آنها توضیح داده شد و پس از آگاهی کامل و تکمیل پرسشنامه پزشکی، رضایتنامه کتبی از آنها گرفته شد. از بین افراد داوطلب ۴۴ نفر با بازه سنی ۲۳-۳۲ سال، انتخاب شد. در جلسه اول قد، وزن، شاخص توده بدنی، فرم ثبت یادآمد غذایی (یادآوری و ثبت رژیم غذایی قبل از شروع پروتکل تمرینی) و پس از ۲۰ دقیقه استراحت در محل انجام تست ضربان قلب استراحت (کمترین ضربان در حین استراحت) و فشار خون استراحتی در وضعیت نشسته از دست راست از همه آزمودنی‌ها گرفته و کلیه مراحل تحقیق و همچنین نحوه انجام برنامه تمرینی، نحوه اجرای صحیح و ملاحظات حرکات برنامه تمرینی به آزمودنی‌ها آموزش داده شد. میانگین فشار خون سرخرگی (MBP: mean blood pressure) نیز بر اساس فرمول $MBP = DBP + 1/3(SBP - DBP)$ محاسبه شد. در جلسه دوم از آزمودنی‌ها تست تعیین یک تکرار بیشینه گرفته شد و آزمودنی‌ها به صورت همگن بر اساس حداکثر قدرت یک تکرار بیشینه و شاخص توده بدنی به ۴ گروه (۱ کنترل (۱۱ نفر)، ۲) تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت کم- ۱RM (%۴۰) (۱۱ نفر)، ۳) تمرین مقاومت دایره‌ای با شدت متوسط ۱RM (%۶۰) (۱۱ نفر)، ۴) تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت بالا ۱RM (%۸۰) (۱۱ نفر) تقسیم شدند (جدول ۱).

پروتکل تمرین مقاومتی دایره‌ای شامل ۸ حرکت بالا تنه و پایین تنه (اسکات، جلو بازو، پرس سینه، باز کردن زانو، خم کردن زانو، سرشانه با هالتر، پرس پا، زیربغل سیم کش) بود که به صورت دایره‌ای و در شدت‌های مختلف مورد تحقیق انجام گرفت لازم بذکر است هر چهار هفته مقادیر یک تکرار بیشینه

تمرینات موثر بر بهبود این شرایط در افراد چاق در مطالعات گذشته عنوان شده است، تمرین مقاومتی دایره‌ای به عنوان یک مدل تمرینی جدید که هم اثرات تمرین مقاومتی سنتی و هم تمرین استقامتی را دارا است بنظر می‌رسد که تأثیرات متفاوتی بر ضربان قلب استراحتی، فشار خون و میزان محصول فشار مردان چاق داشته باشد. از سوی دیگر تفاوت در شدت‌های متفاوت مورد استفاده در تحقیقات و اثرات مختلف ناشی از آن در مطالعات گذشته، و همچنین نتایج متناقضی که از آنها گزارش شده است این سوال مطرح می‌شود که آیا بین شدت‌های مختلف تمرین مقاومتی دایره‌ای بر متغیرهای منتخب تفاوتی وجود دارد؟ (۱۶). لذا مطالعه حاضر به بررسی تغییرات ضربان قلب استراحتی، فشار خون سیستولی، فشار خون دیاستولی، میزان محصول فشار (اکسیژن مصرفی میوکارد) متعاقب ۱۲ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای هم حجم با سه شدت متفاوت کم (۱RM %۴۰)، متوسط (۱RM %۶۰) و بالا (۱RM %۸۰) در مردان چاق پرداخته است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های پژوهش: مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون پس آزمون و مداخله تمرینی ۱۲ هفته‌ای بود که در کمیته اخلاق پژوهشگاه علوم ورزشی با کد IR.SSRI.REC.1398.648 به ثبت رسیده است. افراد شرکت کننده در این مطالعه مردان چاق داوطلب بودند که از طریق فراخوان در مراکز عمومی، دانشگاهی و اداری انتخاب شدند. شرایط ورود به اجرای تحقیق عدم اعتیاد به مواد مخدر و الکل، نداشتن سابقه فعالیت ورزشی منظم حداقل به مدت ۶ ماه قبل از شروع این تحقیق، نداشتن سابقه بیماری کلیوی، کبدی، قلبی-عروقی، دیابت و داشتن شرایط $BMI \geq 30$ ، $WHtR > 0.05$ و نداشتن

(۱۹۹۴) محاسبه و برابر سازی شد (مقدار وزنه × تعداد تکرار × تعداد ست = حجم تمرین) (۲). جهت اندازه‌گیری ضربان قلب استراحتی در مدت ۲۰ دقیق استراحت در وضعیت نشسته بر روی صندلی در وضعیت راحت و با کم‌رصاص نشسته و اندازه‌گیری انجام پذیرفت. جهت اندازه‌گیری از دستگاه فشار سنج دیجیتالی بازویی امرن مدل ام ۳ استفاده شد. از آزمودنی خواسته شده بود ۲۴ ساعت قبل از تست از مصرف هر نوع نوشیدنی کافئین‌دار امتناع کنند، علاوه بر این جهت کنترل اثر مصرف سدیم و پتاسیم تغذیه آزمودنی‌ها در یادآمد غذایی از ۳ روز قبل کنترل شده بود.

تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده پیش و پس از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای در تمامی گروه‌ها در نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۹، بصورت میانگین ± انحراف معیار (M±SD) و توسط نرم‌افزار SPSS/IBM 22 در سطح معنی‌داری برابر و کمتر از پنج صدم انجام شد. بررسی توزیع طبیعی داده‌ها توسط آزمون شپرو ویلک، تفاوت‌های درون گروهی توسط تی تست وابسته و تجزیه و تحلیل نتایج بین گروهی با استفاده از آزمون تحلیل واریانس برای اندازه‌گیری‌های تکراری و آزمون تعقیبی بانفرونی صورت پذیرفت.

مجدد برآورد و بنا بر اصل اضافه بار در برنامه تمرین اعمال می‌گردید (۲۸). گروه‌بندی به شرح زیر انجام شد:

۱. گروه تمرین دایره‌ای با شدت بالا: ۳ ست ۱۰ تکراری با ۸۰ درصد ۱RM

۲. گروه تمرین دایره‌ای با شدت متوسط: ۳ ست ۱۳ تکراری با ۶۰ درصد ۱RM

۳. گروه تمرین دایره‌ای با شدت پایین: ۳ ست ۲۰ تکراری با ۴۰ درصد ۱RM

استراحت بین ایستگاه‌ها حداقل زمان لازم برای انتقال افراد از یک ایستگاه به ایستگاه دیگر (≥ 15 ثانیه) بود و بین ست‌ها به مدت ۲ دقیقه و به صورت غیر فعال صورت پذیرفت که برای هر سه گروه تمرینی یکسان بود (۱۸). علاوه بر این جهت کنترل اثر ریتم اجرای حرکت بعنوان عامل تاثیر گذار در شدت و حجم تمرین در آزمودنی‌ها ریتم زمانی منظم ۲/۰/۲/۰ ثانیه در اجرای حرکات تمرینی بکار گرفته شد (۳۵).

جهت تعیین ۱RM از روش برزیسکی از آزمودنی‌های گروه تمرین مقاومتی ۱RM گرفته شد. بدین صورت که وزنه‌ای برای آزمودنی انتخاب شد که آزمودنی‌ها حداکثر ۶-۸ تکرار را انجام دهند. سپس وزنه جابجا شده به همراه تکرارها در فرمول ذیل گذاشته شد) یک تکرار بیشینه = وزن جابجا شده / (تعداد تکرارها تا خستگی * ۰/۰۲۷۸ - ۱/۰۲۷۸). حجم تمرین بر اساس فرمول ارائه شده توسط بیچل و همکاران

جدول ۱- مشخصات آزمودنی‌های هر گروه (انحراف معیار ± میانگین)

گروه/متغیر	کنترل	گروه شدت پایین (۱ RM ۰/۴۰)	تمرین شدت متوسط (۱ RM ۰/۶۰)	شدت بالا (۱ RM ۰/۸۰)
سن (سال)	۲۵±۴	۲۶/۰۰±۵	۲۸±۳	۲۷±۶
قد (سانتی‌متر)	۱۷۴/۱۸±۴/۷۵	۱۷۸/۱۰±۶/۰۸	۱۷۴/۳۶±۴/۶	۱۷۵/۹۲±۵/۳۱
وزن (کیلوگرم)	۹۵/۹۱±۹/۴۰	۹۸/۱۰±۱۰/۵۱	۹۶/۳۶±۸/۲۱	۹۴/۴۲±۸/۴۶
نمایه توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	۳۱/۳۵±۴/۹۶	۳۰/۹۱±۴/۷۲	۳۱/۶۸±۵/۶۰	۳۰/۷۲±۵/۹۶

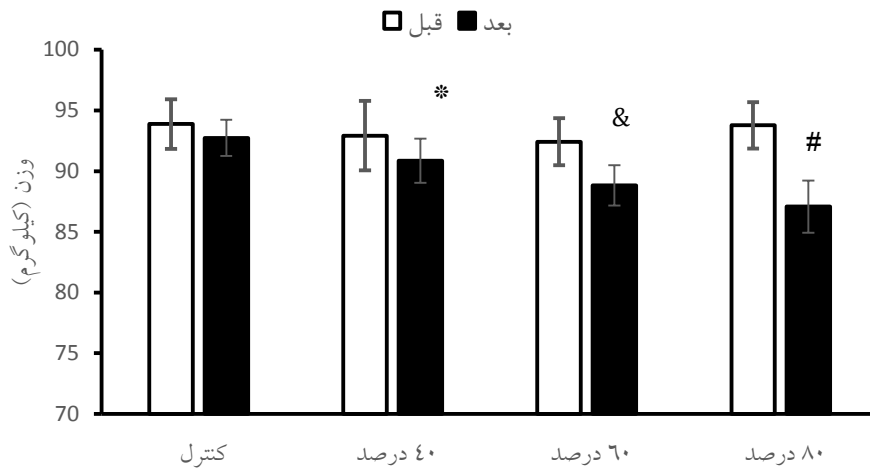
نتایج

بررسی تغییرات درون گروهی با استفاده از آزمون تی- وابسته نشان داد ضربان قلب استراحتی و فشار خون سیستولی فقط در گروه با شدت بالا (۸۰ درصد یک تکرار بیشینه) و میزان محصول فشار (اکسیژن مصرفی میوکارد) آزمودنی‌ها در تمام گروه‌های تمرینی پس از دوره تمرین نسبت به قبل از نظر آماری کاهش معنی داری داشت ($p \leq 0/05$). همچنین نتایج آزمون تحلیل واریانس برای اندازه-گیری‌های تکراری در کلیه متغیرها غیرمعنی‌دار بود ($p \geq 0/05$) (جدول ۲)، (نمودار ۱).

جدول ۲- نتایج یافته‌های پژوهش (میانگین \pm انحراف معیار)

متغیر	گروه‌ها	پیش آزمون (میانگین \pm انحراف معیار)	پس آزمون (میانگین \pm انحراف معیار)	درصد تغییرات	درون گروهی <i>P</i>	تحلیل واریانس <i>p</i> مقدار <i>F</i>
ضربان قلب استراحتی (ضربه در دقیقه)	کنترل	۷۷/۴ \pm ۴/۰۸	۷۶/۳ \pm ۲/۸۳	-۱/۴۲	۰/۰۵۲	۰/۲۸ ۰/۰۸۳
	٪۴۰	۸۰/۴ \pm ۲/۹۱	۷۸/۶ \pm ۲/۶۵	-۲/۲۳	۰/۰۹۱	
	٪۶۰	۷۶/۷ \pm ۲/۸۶	۷۵/۰ \pm ۳/۰۳	-۲/۲۱	۰/۰۸۹	
فشار خون سیستولی (میلی متر جیوه)	کنترل	۱۲۶/۱ \pm ۴/۹۲	۱۲۵/۸ \pm ۳/۶۰	-۰/۲۳	۰/۷۳	۲/۱۹ ۰/۱۰۳
	٪۴۰	۱۲۳/۷ \pm ۵/۳۳	۱۲۱/۲ \pm ۱/۶۰	-۲/۰۲	۰/۰۸۴	
	٪۶۰	۱۲۳/۳ \pm ۳/۸۸	۱۲۱/۲ \pm ۳/۱۸	-۱/۷۰	۰/۰۵۱	
فشار خون دیاستولی (میلی متر جیوه)	کنترل	۸۴/۳ \pm ۵/۱	۸۴/۴ \pm ۴/۵۷	۰/۱۱	۰/۹۲	۱/۵۱ ۰/۲۲
	٪۴۰	۸۲/۸ \pm ۵/۱۱	۸۰/۹ \pm ۳/۸۳	-۲/۲۹	۰/۱۵	
	٪۶۰	۸۲/۳ \pm ۳/۵۲	۸۱/۴ \pm ۲/۶۵	-۱/۰۹	۰/۲۳	
میانگین فشار خون (میلی متر جیوه)	کنترل	۹۸/۳۲ \pm ۵/۰۱	۹۸/۲ \pm ۴/۰۸	-۰/۱۰	۰/۸۲	۱/۸۵ ۰/۱۶
	٪۴۰	۹۶/۴۳ \pm ۵/۲۲	۹۴/۳۳ \pm ۲/۷۱	-۲/۱۷	۰/۱۱	
	٪۶۰	۹۵/۹۶ \pm ۳/۷	۹۴/۶۶ \pm ۲/۹۱	-۱/۳۵	۰/۱۴	
میزان محصول فشار (هزینه اکسیژن میوکارد) (ملی‌متر جیوه در ضربه در دقیقه)	کنترل	۹۷۸۱/۸ \pm ۸۶۲/۵	۹۶۱۵/۲ \pm ۵۹۶/۸	-۱/۱۲	۰/۱۶	۰/۹۷ ۰/۴۱
	٪۴۰	۹۹۶۳/۲ \pm ۷۲۲/۱	*۹۴۹۴/۶ \pm ۴۱۷/۱	-۴/۷۰	۰/۰۱۳	
	٪۶۰	۹۴۷۳/۶ \pm ۶۲۴/۸	*۹۰۹۱/۷ \pm ۵۰۸/۳	-۴/۰۳	۰/۰۴۲	
	٪۸۰	۹۴۳۱/۴ \pm ۷۶۱/۱	*۹۰۸۱/۹ \pm ۷۰۳/۲	-۳/۷۰	#<۰/۰۰۱	

میانگین \pm انحراف معیار متغیرهای آزمودنی‌ها قبل و بعد از تمرینات مقاومتی با شدت‌های مختلف. علامت * نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین زمان‌های مختلف اندازه‌گیری صرف نظر از شدت تمرین می‌باشد. علامت # نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین گروه تمرین با شدت ۸۰ درصد با گروه‌های دیگر می‌باشد.



نمودار ۱- میانگین \pm انحراف معیار وزن آزمودنی‌ها قبل و بعد از تمرینات مقاومتی با شدت‌های مختلف. علامت * نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین زمان‌های مختلف اندازه‌گیری صرف نظر از شدت تمرین می‌باشد. علامت # نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین گروه تمرین با شدت ۸۰ درصد با گروه‌های دیگر می‌باشد. علامت & نشان دهنده تفاوت‌های درون گروهی در همه گروه‌های غیر از گروه کنترل می‌باشد.

بحث

اندکی را در فشار خون دیاستولی گزارش کرده اند. پژوهش حاضر نیز در ارتباط با فشار خون دیاستولی همسو با نتایج تحقیقات مشابه هیچ تفاوت و تغییر معنی‌داری در هیچ شدتی از تمرین مقاومتی دایره‌ای نشان نداد. اما در مورد شدت بالای تمرین مقاومتی و تغییرات در فشار خون سیستولی نتایج تحقیق حاضر با تحقیق محبی و همکاران (۲۰۱۴) ناهمسو بود (۱۷) چرا که در تحقیق ما صرفاً شدت تمرین بالا منجر به کاهش معنی‌دار فشار خون سیستولی شد در حالیکه در تحقیق محبی و همکاران فشار خون سیستولیک در تمرین مقاومتی با شدت ۶۵ درصد یک تکرار بیشینه نیز با کاهش فشار خون سیستولی همراه بود از جمله تفاوت‌های تحقیق حاضر با آن تحقیق می‌توان به افراد حاضر در تمرین ما که همگی چاق بودند و نیز دوره ۱۲ هفته‌ای تحقیق ما و نتیجه سازگاری ناشی از آن در مقابل پاسخ حاد آن تحقیق اشاره کرد. چوبینه و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که تمرین ترکیبی با شدت متوسط نسبت به شدت پایین کاهش فشار موقتی خون پس از فعالیت ورزشی را به همراه دارد (۵).

هدف از تحقیق حاضر بررسی ۱۲ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای در سه شدت متفاوت هم حجم بر ضربان استراحتی، فشار خون سیستولی و دیاستولی و اکسیژن مصرفی میوکارد مردان چاق بود که نتایج نشان داد متعاقب این دوره تمرینی ضربان قلب استراحتی و فشار خون سیستولی تنها در گروه تمرینی با شدت بالا با کاهش معنی‌داری همراه بود. مطالعات نشان داده‌اند از عمده‌ترین دلایل فشار خون بالا در افراد چاق می‌توان به اضافه وزن و توده چربی بالای آنها اشاره کرد، در پژوهش حاضر ۱۲ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای مستقل از شدت انجام تمرین با کاهش وزن در آزمودنی‌ها گروه‌های مختلف همراه بود (۳۰).

برخی از پژوهش‌هایی که در آنها به بررسی اثر فعالیت‌های ورزشی هوازی (۷، ۲۶، ۲۹) و مقاومتی (۲۱، ۲۵) بر روی فشار خون افراد با فشار خون طبیعی سنجیده‌اند، بصورت حاد پدیده افت فشار خون پس از فعالیت ورزشی را فقط در فشار خون سیستولی مشاهده کرده‌اند و هیچ تغییری یا تغییرات

دارد، کاهش در سطوح فشار خون با تاثیر بر بطور کم حداقل یکی از متغیرها اتفاق می‌افتد. مطالعات قبلی که متغیرهای همودینامیکی را مورد بررسی قرار داده‌اند کاهش در مقاومت عروق محیطی را مشاهده کرده‌اند که بطور کامل توسط افزایش برون‌ده قلبی جبران نمی‌شود (۱۲، ۲۳).

احتمالاً این کاهش در مقاومت عروق محیطی توسط مواد متسع‌کننده عروق، هورمون‌های جریان خون و تجمع متابولیت‌های بیشتر در شدت بالای تمرین مقاومتی دایره‌ای بوده باشد (۱۰، ۱۵). مطالعات نشان داده‌اند که ممکن است عواملی نظیر کاهش حجم پلاسما، افزایش مواد اتساع عروقی، تغییرات هورمونی موثر بر فشار خون نظیر وازوپرسین، آنژیوتنسیون II و رنین، همچنین اتساع عروق محیطی ناشی از افزایش دمای مرکزی در ایجاد کاهش فشار خون موثر باشند (۱۵). همچنین تغییر در ضربان قلب استراحتی در این شدت خود نشان دهنده افزایش تون واگی سیستم عصبی پاراسمپاتیک ناشی از این دوره تمرین مقاومتی بوده که می‌توان به میزان مصرف اکسیژن قلبی که در این شدت به میزان بیشتری نسبت به سایر شدت‌ها کاهش نشان داده است استناد داشت.

نتایج تحقیق ما همچنین نشان داد که شدت فعالیت اثر مستقیمی با ضربان قلب و هزینه اکسیژن میوکارد دارد، احتمالاً تغییرات در حساسیت بارورسپتور کنترل قلب و در نتیجه کاهش ضربان قلب و هزینه‌ی اکسیژن میوکارد (۲۴) پس از یک دوره تمرین مقاومتی دایره حاصل آمده باشد. بطور کلی نتایج تحقیق ما نشان داد علی‌رغم تاثیر کاهشی معنی‌دار میزان میزان محصول فشار (میزان اکسیژن مصرفی میوکارد) در هر سه شدت تمرین مقاومتی دایره‌ای تنها شدت بالای این تمرین (۸۰ درصد یک تکرار بیشینه) می‌تواند با کاهش در ضربان قلب استراحتی و فشار خون سیستولی همراه باشد.

علاوه بر این تمرین هوازی و مقاومتی در همان جلسه تمرینی نمی‌تواند اثر مضاعف تری بهمراه داشته باشد. اگر چه تحقیقات زیادی کاهش موقت فشار خون بعد از فعالیت ورزشی را گزارش کرده‌اند (۲۱، ۲۴). نتایج متفاوتی را در تحقیق خود گزارش کردند همچنین اوکنار و همکاران (۱۹۹۳) افزایش فشار خون بعد از فعالیت ورزشی را گزارش کردند (۲۱).

علی‌ارغم اینکه تحقیقاتی وجود دارد که نشان می‌دهد تمرین مقاومتی با افت بیشتر کاهش موقتی فشار خون پس از تمرین همراه است اما در تحقیق حاضر پاسخ به سطوح استراحتی یک دوره فعالیت ورزشی ۱۲ هفته‌ای از نوع مقاومتی دایره‌ای و با شدت بالا این کاهش فشار خون سیستولی استراحتی را بهمراه داشت.

همسو با نتایج متفاوت تحقیق ما در مورد پاسخ متفاوت به شدت‌های متفاوت تمرین مقاومتی در مورد تمرین هوازی کیسی و همکاران (۲۰۱۲) عنوان کردند که شدت‌های مختلف فعالیت ورزشی هوازی اثرات هیپوتنشن متفاوتی در فعالیت ورزشی ترکیبی ایجاد می‌کند، آنها گزارش کردند که هرچه شدت فعالیت ورزشی افزایش داشته باشد میزان زمان هیپوتنشن نیز افزایش می‌یابد (۱۳). از آنجایی که تغییرات وزنی در افراد چاق با کاهش عوامل التهابی همراه است و اینکه عوامل التهابی بر فشار خون، ضربان قلب استراحتی از طریق افزایش سطوح عوامل استرسی همچون سطوح کورتیزول بالا می‌تواند بصورت مستقیم بر اکسیژن مصرفی بیشتر میوکارد اثرگذار باشد (۳۴)، در پژوهش ما بیشترین کاهش وزن در گروه با شدت بالا (۸۰ درصد یک تکرار بیشینه) رخ داد که بیشترین کاهش در اکسیژن مصرفی میوکارد و همچنین فشار خون سیستولیک نیز در این گروه اتفاق افتاد. از طرف دیگر فشار خون ارتباط مستقیمی با برون‌ده قلبی و مقاومت عروق محیطی

5. Chobineh Z., Banitalebi E., Bagheri L., Azimian E. 2015. Comparing effects of two alternating order combination exercises (strength and endurance) on Blood pressure, Catecholamine's and Body composition in Overweight Postmenopausal Women. *Iranian Journal of Rehabilitation Research*, 2(1): 66-78 [In Persian].

6. De Sousa G., Hussein A., Trowitzsch E., Andler W., Reinehr T. 2009. Hemodynamic responses to exercise in obese children and adolescents before and after overweight reduction. *Klinische Pädiatrie*, 221(04): 237-240.

7. Forjaz C., Cardoso C., Rezk C., Santaella D., Tinucci T. 2004. Postexercise hypotension and hemodynamics: the role of exercise intensity. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(1): 54-62.

8. Forjaz C.L.D.M., Matsudaira Y., Rodrigues F., Nunes N., Negrão C. 1998. Post-exercise changes in blood pressure, heart rate and rate pressure product at different exercise intensities in normotensive humans. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 31(10): 1247-1255.

9. Halliwill J., Taylor J.A., Eckberg D.L. 1996. Impaired sympathetic vascular regulation in humans after acute dynamic exercise. *The Journal of physiology*, 495(1):279-288.

10. Halliwill J.R. 2001. Mechanisms and clinical implications of post-exercise hypotension in humans. *Exercise and sport sciences reviews*, 29(2):65-70.

11. Hamedinia M., Haghighi A., Ravasi A. 2009. The effect of aerobic training on inflammatory markers of cardiovascular disease risk in obese men. *World Journal of Sport Sciences*, 2(1): 07-12 [In Persian].

12. Hara K., Floras J.S. 1992. Effects of naloxone on hemodynamics and sympathetic activity after exercise. *Journal of Applied Physiology*, 73(5): 2028-2035.

نتیجه‌گیری

بنابر نتایج عنوان شده پیشنهاد می‌شود افراد چاقی که تمایل به کنترل فشار خون و بهبود عوامل عملکرد قلبی عروقی دارند، تمرین مقاومتی با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه را در برنامه فعالیت ورزشی خود جای دهند.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از رساله دکتری مصوب گروه فیزیولوژی ورزش دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی تهران است که مراتب سپاس خود را از کلیه اساتید و پرسنل دانشکده محترم اعلام می‌داریم. همچنین از آموزدنی‌های پژوهش حاضر جهت همکاری‌های آنها در طول مدت تمرینی و انجام تست‌های آزمایشگاهی کمال قدردانی را اعلام می‌داریم.

منابع

1. Alcaraz P.E., Sánchez-Lorente J., Blazevich A.J. 2008. Physical performance and cardiovascular responses to an acute bout of heavy resistance circuit training versus traditional strength training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3): 667-671.
2. Baechle T., Earle R. 2008. Essentials of strength training and conditioning. Human Kinetics Champaign. *Bandy, WD and Irion, JM* (1994) The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Physical Therapy*, 74: 845-852.
3. Boutcher SH. 2011. High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of Obesity*, 2011: 868305.
4. Brown D.W., Giles W.H., Croft J.B. 2001. White blood cell count: an independent predictor of coronary heart disease mortality among a national cohort. *Journal of clinical epidemiology*, 54(3): 316-322.

- resistance exercise in females. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 25(4):516-21.
22. Pescatello L.S., Franklin B.A., Fagard R., Farquhar W.B., Kelley G.A., Ray C.A. 2004. Exercise and hypertension. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 36(3): 533-553.
23. Piepoli M., Isea J., Pannarale G., Adamopoulos S., Sleight P., Coats A. 1994. Load dependence of changes in forearm and peripheral vascular resistance after acute leg exercise in man. *The Journal of Physiology*, 478(2): 357-362.
24. Polito M.D., Farinatti PdT.V. 2006. Blood pressure behavior after counter-resistance exercises: a systematic review on determining variables and possible mechanisms. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 12(6): 386-392.
25. Polito M.D., Simão R., Senna G.W., Farinatti P.T.V. 2003. Hypotensive effects of resistance exercises performed at different intensities and same work volumes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 9(2): 74-77.
26. Rezk C., Marrache R., Tinucci T., Mion D., Forjaz C. 2006. Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: influence of exercise intensity. *European Journal of Applied Physiology*. 98(1): 105-112.
27. Rueckert P.A., Slane P.R., Lillis D.L., Hanson P. 1996. Hemodynamic patterns and duration of post-dynamic exercise hypotension in hypertensive humans. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(1): 24-32.
28. Seo Y.G., Noh H.M., Kim S.Y. 2019. Weight loss effects of circuit training interventions: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 20(11): 1642-1650.
29. Simão R., Fleck S.J., Polito M., Monteiro W., Farinatti P. 2005. Effects of resistance training intensity, volume, and
13. Keese F., Farinatti P., Pescatello L., Cunha F., Monteiro W. 2012. Aerobic exercise intensity influences hypotension following concurrent exercise sessions. *International Journal of Sports Medicine*, 33(02): 148-153.
14. Kenney M.J., Seals D.R. 1993. Postexercise hypotension. Key features, mechanisms, and clinical significance. *Hypertension*, 22(5): 653-664.
15. MacDonald J.R. 2002. Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. *Journal of human hypertension*, 16(4): 225-236.
16. Marcos-Pardo P.J., Orquin-Castrillón F.J., Gea-García G.M. 2019. Effects of a moderate-to-high intensity resistance circuit training on fat mass, functional capacity, muscular strength, and quality of life in elderly: A randomized controlled trial. *Scientific Reports*, 9(1): 7830.
17. Mohebbi H., Rezaei H. 2014. Hemodynamic Responses after Resistance, Aerobic and Concurrent Exercise in Untrained, Overweight Young Men. *The Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences*, 22(1): 989-1001 [In Persian].
18. Mukaimoto T., Ohno M. 2012. Effects of circuit low-intensity resistance exercise with slow movement on oxygen consumption during and after exercise. *Journal of Sports Sciences*, 30(1): 79-90.
19. Nagpal S., Walia L., Lata H., Sood N., Ahuja G. 2007. Effect of exercise on rate pressure product in premenopausal and postmenopausal women with coronary artery disease. *Indian journal of physiology and Pharmacology*. 51(3): 279.
20. Nammi S., Koka S., Chinnala K.M., Boini K.M. 2004. Obesity: an overview on its current perspectives and treatment options. *Nutrition journal*. 3(1):3.
21. O'Connor P.J., Bryant C.X., Veltri J.P., Gebhardt S.M. 1993. State anxiety and ambulatory blood pressure following

and cardiac autonomic modulation. *European Journal of applied Physiology*, 111(9): 2069-2078.

33. Thompson P., CROUSE S., Goodpaster B., Kelley D., Moyna N., Pescatello L. 2001. The acute versus the chronic response to exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(6): S438-445.

34. Wahab A., Dey A.K., Bandyopadhyay D. 2020. Obesity, Systemic Hypertension and Pulmonary Hypertension: A Tale of Three Diseases. *Current Problems in Cardiology*, 46(3): 100599.

35. Wilk M., Golas A., Stastny P., Nawrocka M, Krzysztofik M, Zajac A. 2018. Does tempo of resistance exercise impact training volume? *Journal of Human Kinetics*, 62(1): 241-250.

session format on the postexercise hypotensive response. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4):853.

30. Son W.M., Pekas E.J., Park S.Y. 2020. Twelve weeks of resistance band exercise training improves age-associated hormonal decline, blood pressure, and body composition in postmenopausal women with stage 1 hypertension: a randomized clinical trial. *Menopause*, 27(2): 199-207.

31. Taghizadeh M., Ahmadizad S., Hovanloo F., Akbarinia A. 2013 . Hemodynamic changes in response to concentric and eccentric isokinetic contractions and subsequent recovery period. *Iranian journal of cardiovascular nursing*, 2(2): 48-56 [In Persian].

32. Teixeira L., Ritti-Dias R.M., Tinucci T., Júnior D.M., de Moraes Forjaz C.L. 2011. Post-concurrent exercise hemodynamics

