DOI: 10.48305/jims.v44.i852.0221

مجله دانشکده پزشکی اصفهان | سال چهل و چهارم/شماره‌ی ۸۵۲/هفته‌ی چهارم فروردین ۱۴۰۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۲/۱۴ | تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۱/۱۷ | تاریخ چاپ: ۱۴۰۵/۰۱/۳۰

مقایسه‌ی دو شیوه تمرین مقاومتی سنتی و مقاومتی تناوبی با شدت بالا بر بیان miR-146a ، نیمرخ لیپیدی، پاسخ‌های هورمونی و ترکیب بدن مردان دارای اضافه‌وزن/چاقی

سیدنوید احمدی[۱]، وازگن میناسیان[۲]، سیلوا هوسپیان[۳]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: چاقی، یک اختلال چندعاملی است که با تغییرات متابولیکی و مولکولی از جمله تغییر در بیان ژن‌ها همراه است. امروزه تمرینات مقاومتی به‌عنوان یک راهکار مؤثر در بهبود ترکیب‌بدن و سلامت متابولیکی مطرح هستند. هدف پژوهش حاضر، مقایسه‌ی اثر یک دوره تمرینات مقاومتی سنتی (Traditional resistance training) TRT و مقاومتی‌تناوبی با شدت بالا HIIRT (High-intensity interval resistance training) بر بیان miR-146a، پاسخ‌های هورمونی، نیمرخ لیپیدی، ترکیب بدن و قدرت عضلانی در مردان دارای اضافه وزن بود.

روش‌ها: مطالعه‌ی حاضر یک کارآزمایی بالینی با گروه کنترل است که در یک طرح نیمه‌تجربی پیش- پس‌آزمون انجام شد. تعداد ۴۵ مرد دارای اضافه‌وزن به‌شکل تصادفی در سه‌گروه TRT،HIIRT و کنترل قرار گرفتند. مداخلات تمرینی شامل اجرای دو روش تمرین مقاومتی سنتی و تمرین مقاومتی تناوبی شدید بود که ۳ جلسه در هفته و برای مدت ۸ هفته انجام شد. بیان miR-146a با دستگاه ریل‌تایم پی‌سی‌آر، متغیرهای هورمونی و نیمرخ لیپیدی با بکارگیری کیت‌های اختصاصی درمراحل پیش- پس‌آزمون اندازه‌گیری شد. از روش آماری ANCOVA و آزمون تعقیبی Bonferoni در سطح معنی‌داری P < ۰/۰۵ برای تحلیل داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها: بیان miR-146aدر گروه‌های HIIRT وTRTکاهش معنی‌داری نسبت به مقادیر پایه نشان داد (P = ۰/۰۰۱)، اما تفاوت معنی‌داری بین دو گروه تمرینی مشاهده نشد. سطوح HDL به‌طور معنی‌داری در هر دو گروه تمرینی افزایش (P < ۰/۰۵)، اما تغییرات LDL، کلسترول تام و تری‌گلیسرید معنادار نبود. تمرین HIIRTنسبت به گروه کنترل اثرات معنی‌داری بر سطوح تستوسترون و کورتیزول نشان دادند (P < ۰/۰۵)، اما بین دو گروه تمرینی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: هر دو شیوه‌ی تمرینیHIIRT و TRTموجب بهبود شاخص‌های متابولیکی، ترکیب بدن و قدرت عضلانی در مردان دارای اضافه وزن شدند و به نظر می‌رسد، تمرینات HIIRT می‌تواند جایگزین مناسبی برای تمرینات مقاومتی سنتی در بهبود سلامت متابولیکی و آمادگی جسمانی افراد باشد.

واژگان کلیدی: MicroRNAs؛ تمرین‌مقاومتی؛ چاقی؛ لیپیدها؛ تستوسترون؛ کورتیزول

ارجاع: احمدی سید نوید، میناسیان وازگن، هوسپیان سیلوا. **مقایسه‌ی دو شیوه تمرین مقاومتی سنتی و مقاومتی تناوبی با شدت بالا بر بیان miR-146a ، نیمرخ لیپیدی، پاسخ‌های هورمونی و ترکیب بدن مردان دارای اضافه‌وزن/چاقی.** مجله دانشکده پزشکی اصفهان ۱۴۰۵؛ ۴۴ (۸۵۲): ۲۲۱- ۲۳۰.

مقدمه

چاقی و اضافه وزن به تجمع بیش از حد چربی بدن اطلاق می‌شود که منجر به ایجاد خطر برای تندرستی، و یک نگرانی عمده‌ی بهداشت عمومی است که با افزایش بروز بسیاری از بیماری‌های متابولیکی غیرواگیر و ازجمله قلبی- عروقی مرتبط می‌باشد (۱). این بیماری چند عاملی است و عوامل ژنتیکی، اپی‌ژنتیکی، محیطی، اجتماعی- اقتصادی، سبک زندگی و تغذیه نامناسب در بروز آن در همه‌ی جوامع و سنین مختلف نقش دارند، و در شیوع این عارضه تفاوت‌های فردی نیز مشاهده می‌شود (۱). علاوه بر شیوه‌های جراحی، دو رویکرد مهم برای کاهش وزن شامل شرکت در تمرینات ورزشی مختلف و رعایت رژیم‌های غذایی کم‌کالری است. هر دوی این استراتژی‌ها اثربخشی متفاوتی در جمعیت‌های مختلف داشته‌اند، و از دلایل این موضوع می‌توان به عدم پایبندی به رژیم غذایی و برنامه‌ی تمرین ورزشی اشاره کرد (۲).

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۲- استاد، فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۳- استادیار، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

نویسنده‌ی مسؤول: وازگن میناسیان: استاد، فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

Email: v.minasian@spr.ui.ac.ir

از سوی دیگر، پروتکل‌های مختلف فعالیت بدنی برای پیشگیری و کنترل چاقی در بسیاری مطالعات بکار گرفته شده‌اند و هر یک دارای سودمندی‌های خاص و نقاط قوت و ضعف متعددی هستند. تمرینات مقاومتی اغلب با هدف توسعه‌ی قدرت و حجم عضلانی بکار گرفته می‌شوند و در برنامه‌های کاهش وزن نیز مورد توجه شدید قرار گرفته‌اند (۳). امروزه استراتژی دیگری از تمرینات مقاومتی از سوی گروه‌های سنی مختلف و بویژه افراد دارای اضافه وزن و چاق مورد استقبال قرار گرفته است که به‌عنوان تمرینات مقاومتی تناوبی با شدت بالا (High-Intensity Interval Resistance Training) HIIRT شناخته شده است (٤). مطالعات محدود حاکی از آن است که این روش تمرینی ضمن توسعه قابلیت‌های عضلانی و توده خالص بدن، با افزایش مقادیر اکسیژن مصرفی اضافه پس از تمرین، مصرف اسیدهای چرب را افزایش و موجب کاهش وزن و ترکیب بدن می‌شود (۳، ۵). همچنین Paoli و همکاران (٤) و Yamaner و همکاران (۵) نیز نشان دادند که این پروتکل تمرینی در بهبود ترکیب بدنی و نیمرخ لیپیدی زنان و مردان دارای اضافه وزن و چاق موثر است (٤، ٦).

میکروRNAها (MicroRNAs)، RNAهای کوچک غیرکدکننده‌ای به طول ۱۸ تا ۲٤ نوکلئوتید هستند که به عنوان تنظیم‌کننده‌های پس از رونویسی RNA پیام‌رسان (mRNA) عمل می‌کنند (۷). کارکرد تنظیمی miRNA ها به شکل پویا و متغیر انجام می‌شود و آن‌ها می‌توانند با اتصال به mRNA اثرات تنظیمی روی روند ترجمه، رونویسی یا تخریب رشته‌ی mRNA ایجاد کنند (۸). مطالعات نشان داده‌اند که تمرین ورزشی می‌تواند موجب تغییرات اپی‌ژنتیکی شود، و در بیان mRNA در بافت‌های مختلف، و برنامه‌ریزی بیان ژن در فرایندهای پاتولوژیکی و فیزیولوژیکی نقش مهمی داشته باشند. اثر درمانی کمکی تمرین ورزشی در افراد چاق مرتبط با کنترل بیان miRNAها در بافت‌های مختلف است (۹).

مطالعات حاکی از آن است که miR-146a در بیماری‌های متعددی از قبیل دیابت، فشارخون، فیبروز قلبی و پاسخ‌های التهابی و عارضه‌ی چاقی نقش دارد. MiR146a در آدیپوسیت‌های بالغ مشاهده شده و دارای نقش تنظیم مثبت در تمایز سلول‌های چربی از طریق مسیرهای سیرتوین-۱ (Sirtuin-1: SIRT1) و فاکتور۷ شبه-کراپلر (Krupler-like factor7: KLF7) است (۱۰-۱۲). شواهد موجود گویای آن است که miR146a در افراد چاق بیان افزایشی دارد، و تمرینات ورزشی می‌تواند موجب کاهش بیان miR-146a شود، و بنابراین به عنوان یک نشانگر زیستی و پیش‌بین برای پاسخ بالینی به فعالیت‌های جسمانی مطرح باشد (۱۳).

در خصوص اثر تمرینات ورزشی مختلف روی بیان برخی میکروRNAهای مرتبط با چاقی در نمونه‌های انسانی مطالعات متعددی انجام و به نقش تمرینات ورزشی در تنظیم مثبت و یا منفی این میکروRNAها اشاره شده است، اما در خصوص مقایسه‌ی اثر تمرینات مقاومتی HIIRT و (Traditional resistance training) TRT بر بیان miR-146a و دیگر متغیرهای متابولیکی مردان دارای اضافه وزن، مطالعات زیادی انجام نشده است. هدف کلی مطالعه حاضر بررسی اثر دو شیوه تمرین مقاومتی مختلف روی بیان miR-146a، پروفایل‌های لیپیدی، ترکیب بدن و عملکرد عضلانی مردان دارای اضافه وزن/ چاقی می‌باشد.

روش‌ها

این مطالعه‌ی نیمه تجربی و کارآزمایی بالینی با طرح پیش- پس‌آزمون و گروه کنترل است که با هدف مقایسه‌ی دو پروتکل تمرینی مقاومتی سنتی (TRT) و تمرین مقاومتی تناوبی با شدت بالا (HIIRT) بر بیان miRNA146a، پاسخ‌های هورمونی، ترکیب بدن، نیمرخ لیپیدی و قدرت عضلانی در مردان دارای اضافه‌وزن و چاق انجام شد. در مطالعه‌ی حاضر، تعداد ٤۵ مرد دارای اضافه وزن و چاق از طریق شبکه‌های اجتماعی آنلاین و باشگاه‌های ورزشی دعوت به مشارکت شدند. شرکت‌کنندگان از طریق تماس تلفنی یا به شکل حضوری در باشگاه در مورد مراحل تحقیق یا اندازه‌گیری‌ها اطلاعات لازم را کسب کردند. از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا با تکمیل پرسشنامه سابقه فعالیت ورزشی و تندرستی، اطلاعات لازم را به شکل خوداظهاری ارایه کنند. معیارهای ورود به تحقیق شامل: ۱- عدم سابقه‌ی فعالیت‌های ورزشی منظم (کمتر از یک جلسه/هفته) طی ٦ ماه گذشته، ۲- عدم استفاده از استروئیدها یا هر ماده‌ای که به افزایش اکسیداسیون چربی و متابولیسم بدن کمک می‌کند، ۳- نداشتن ضربان‌ساز قلبی و ابتلا به صرع، ٤- عدم وجود اختلالات اسکلتی- عضلانی، فشارخون و بیماری‌های زمینه‌ای دیگر بود. معیارهای خروج از تحقیق نیز شامل ۱- بروز هر گونه آسیب و یا بیماری که شرکت‌کنندگان گزارش می‌کردند۲- غیبت بیش از ۳ جلسه طی مداخلات ورزشی و ۳- خروج داوطلبانه و عدم‌شرکت در تمرینات ورزشی بود. افرادی که تمایل به شرکت داشتند و واجد شرایط ورود به تحقیق بودند، رضایت‌نامه کتبی را مطالعه، امضاء و اعلام آمادگی کردند. پروتکل‌های مداخله توسط کمیته‌ی اخلاق در پژوهش دانشگاه اصفهان (IR.UI.REC.1404.029) مورد تأیید قرار گرفت و با اخذ کد کارآزمایی بالینی (IRCT20250315065079N1) این پژوهش مطابق با اعلامیه هلسینکی انجام شد.

با توجه به پیشینه‌ی مطالعات موجود و با استفاده از نرم‌افزار G*Power 3.1.9.2 برای محاسبه‌ی اندازه‌ی نمونه بر اساس ۰/۰۵ = α، توان آماری (۱-β) برابر با ۰/۹ و تعیین اندازه اثر (ES) با بکارگیری نرم‌افزار G*Power برابر با ۰/٦ اقدام، حداقل تعداد نمونه‌ها ۳۹ نفر

تعیین گردید و با توجه به احتمال خروج برخی آزمودنی‌ها به هر دلیل با افزایش تعداد ۲ نفر بیشتر در هر گروه، تعداد ٤٥ نفر انتخاب شدند. پس از انجام اندازه‌گیری‌های اولیه، شرکت‌کنندگان با آزمون‌ها و روش‌های اجرای تمرینات آشنا شدند و به شکل تصادفی در سه گروه یکسان تمرین مقاومتی سنتی (TRT) (BMI = ۲۸/٤ kg/m2)، تمرین مقاومتی تناوبی با شدت بالا (HIIRT) (BMI = ۳۰/۰ kg/m2) و کنترل (BMI = ۲۸/۹ kg/m2) تقسیم شدند (شکل ۱).

مداخلات تمرینی به مدت هشت هفته و ۳ جلسه در هفته انجام شد. شرکت‌کنندگان ابتدا چهار روز آزمایش مقدماتی را گذراندند: در روز اول، پرسشنامه‌ها توزیع و اطلاعات کافی در اختیار قرار داده شد؛ در روز دوم، نمونه‌گیری خون و آزمایش ترکیب بدنی انجام شد؛ در روز سوم، ارزیابی‌های قدت عضلانی صورت گرفت. پس از اتمام این آزمایش‌ها، افراد با نحوه برنامه تمرینی‌آشنا شدند. قبل از شروع برنامه‌های تمرینی، از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا رژیم غذایی معمول خود را طی مطالعه حفظ کنند و همچنین، آن‌ها دستورالعمل‌های کلی تغذیه‌ای در مورد سهم نسبی موادغذایی مصرفی قبل از شروع برنامه‌های تمرینی دریافت کردند. اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق در ابتدا و خاتمه مداخلات براساس پروتکل‌ها و تاحد ممکن در شرایط یکسان انجام شد. میزان پایبندی به تمرینات بیش از ۹۰درصد در هر دو گروه تجربی بود و تعداد ۷ نفر از افراد گروه‌های تجربی به دلیل شخصی از ادامه تمرینات منصرف و در آزمون‌های نهایی شرکت نداشتند. هیچ‌گونه ناراحتی خاصی از سوی شرکت‌کنندگان طی جلسات تمرینی گزارش نشده است.

اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک: اندازه‌گیری قد و جرم بدن شرکت‌کنندگان براساس پروتکل‌های استاندارد پیکرسنجی و با استفاده از دستگاه قدسنج (Seca مدل ۲۲۰، ساخت آلمان) انجام شد. سپس شاخص توده‌ی بدن آزمودنی‌ها از طریق تقسیم جرم بدن به مجذور قد (برحسب متر) محاسبه گردید (١٤). برای محاسبه درصدچربی و شاخص توده‌ی بدن آزمودنی‌ها از دستگاه بادی کامپوزیشن آنالایزر InBody570 ساخت کشور کره جنوبی استفاده گردید.

آزمون‌های قدرت عضلانی و قدرت بیشینه عضلانی: قدرت عضلانی مچ دستی توسط متخصص ورزشی با تجربه در شرایط استاندارد با استفاده از دینامومتر دستی اندازه‌گیری و ثبت شد. برای اندازه‌گیری قدرت بیشینه‌ی عضلانی ابتدا از همه شرکت‌کنندگان آزمون یک تکرار بیشینه (1RM) با استفاده از فرمول Brzycki: (تعداد تکرارها×(۰/۰۲۷۸ – ۱/۰۲۷۸)) = ۱ تکرار بیشینه) برآورد شد (۱۵) و در هفته‌های چهارم و ششم برای تنظیم شدت تمرین و رعایت اصل اضافه بار تمرینی اقدام شد. حرکات تمرینی مشترک برای هر دو گروه شامل اسکوات، پرس سینه دستگاه، کشش‌لت، پرس سرشانه با هالتر، پشت بازو سیمکش بودند که با شدت ۷۰ درصد از 1RM اجرا می‌شدند. این حرکات برای پوشش گروه‌های عضلانی عمده بدن انتخاب شدند تا اثرات سیستمیک بر متغیرهای هورمونی و التهابی مورد انتظار حاصل شود.

نمونه‌گیری خون و تحلیل‌های بیوشیمیایی: نمونه‌های خون (۱۰ میلی‌لیتر) از ورید کوبیتال توسط یک متخصص ٤٨ ساعت قبل و بعد از مداخله تمرینی جمع‌آوری گردید. نمونه‌ها به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه در دمای اتاق نگه‌داری و سپس به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. بخشی از سرم‌های مستخرج جهت اندازه‌گیری‌های بیان ژن در دمای ۸۰- درجه‌ی سانتی‌گراد برای تحلیل‌های بعدی منجمد شدند. از شرکت‌کنندگان خواسته شد که به مدت ۷۲ ساعت قبل از نمونه‌گیری از مصرف دارو و فعالیت‌های بدنی شدید خودداری کنند و این شرایط پس از مداخله‌ی هشت هفته‌ای نیز حفظ شد. تغییرات پروفایل لیپیدی شامل تری‌گلیسیریدها (TG)، کلسترول تام، کلسترول لیپوپروتئین پرچگال (HDL-C)، و کلسترول لیپوپروتئین کم چگال (LDL-C) با دستگاه میندری ۸۰۰ و کیت Demeditc اندازه‌گیری شد. سطوح تستوسترون با دستگاه الایزا و کیت مونوکیت ELISA، سطوح کورتیزول با دستگاه Cobas و کیت اختصاصی مربوط به این دستگاه و سطوح IGF-1 با دستگاه الایزا و کیت Demeditc ELISA اندازه گیری شد (١٦).

استخراج و کمی‌سازی میکروRNAها: آزمایش‌های سلولی-مولکولی برای اندازه‌گیری تغییرات بیان ژن و miR-146a با استفاده از روش واکنش زنجیره‌ای پلیمراز با رونویسی معکوس (RT-PCR) انجام شد. میکروRNAهای سرمی با استفاده از کیت miRNeasy Serum (Qiagen، طبق دستورالعمل‌های تولیدکننده جدا شدند. RNA استخراج شده با استفاده از کیت سنتز cDNA تجاری تحت شرایط استاندارد به cDNA رونویسی معکوس شد. پرایمرها برای ترانسکریپشن معکوس و تحلیل کمی RT-PCR از میکروRNAها و U6 (به عنوان ژن مرجع) با استفاده از ابزار طراحی میکروRNA آنلاین توسعه یافته توسط Astrid Research طراحی شدند (۱۷). سطوح miR-146a با استفاده از فناوری SYBR Green تعیین شد. رونویسی معکوس با پرایمرهای خاص میکروRNA و کیت سنتز cDNA miRNA RScript™ (BIO-HELIX، تایوان) بر روی سیستم چرخه‌ی حرارتی PCR Veriti انجام شد. برای کمی‌سازی داده‌های حاصل از qPCRاز روش Δct و فرمول(-ΔΔct) 2 استفاده شد.

مداخلات تمرینی: پروتکل تمرین مقاومتی سنتی (TRT) شامل اجرای تمرین برای هر گروه عضلانی ۳ ست ۱۵ تکراری با۷۰ درصد 1RM و ۱ دقیقه و ۳۰ ثانیه استراحت بین ست‌ها بود. جلسات تمرین با احتساب دوره گرم کردن تقریباً ٦٠ دقیقه بطول انجامید. هر جلسه

تمرینی برای گروه تمرین مقاومتی سنتی با ۱۰ دقیقه گرم‌کردن (۶۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب) شروع شد، سپس اجرای حرکات تمرین مقاومتی بر اساس برنامه‌ی تنظیمی اجرا و سپس با اجرای ۵ دقیقه حرکات نرمشی و کشش ایستا سرد کردن به پایان رسید. این ساختار بر پایه اصول سنتی تمرین مقاومتی برای افزایش قدرت و حجم عضلانی طراحی و تواتر تمرینی ۳ جلسه در هفته برای مدت ۸ هفته بود. برای تعیین شدت تمرین، از حداکثر وزنه‌ای که یک فرد می‌تواند در یک تکرار جابجا کند (1RM) استفاده شد. هدف تمرین تکمیل ۳ ست ۱۵ تکراری از هر حرکت با ۷۰ درصد 1RM بود. آزمون 1RM هر دو هفته تکرار شد و اصل اضافه بار با افزایش ۱۰-۵ درصدی به مقاومت و بار کاری اعمال شد. در پروتکل تمرین مقاومتی تناوبی با شدت بالا (HIIRT)، ست اول از هر تمرین شامل اجرای ۶ تکرار با ۷۰ درصد 1RM، سپس ۲۰ ثانیه استراحت، تکرار حرکت تا حد ناتوانی (معمولاً ۴ تا ۶ تکرار)، ۲۰ ثانیه استراحت، و مجدداً تکرار تمرین تا سرحد ناتوانی بود. بین هر دوره‌ی تمرین عضلانی، ۱۵۰ ثانیه استراحت اعمال شد. این روش برای افزایش شدت و تحریک پاسخ‌های هورمونی و التهابی بیشتر طراحی و مانند گروه سنتی، ۳ جلسه در هفته برای ۸ هفته اجرا گردید. آزمون 1RM از هفته چهارم اعمال و اصل اضافه بار با افزایش ۱۰-۵ درصدی مقاومت و بارکاری اعمال شد. جلسه تمرین با احتساب دوره‌های گرم‌کردن و سردکردن بدن تقریباً ۸۰ دقیقه بطول انجامید. در این تحقیق تعداد ۲۴ جلسه تمرینی در حرکات اسکوات، پرس سینه با دستگاه، کشش لت، پرس سرشانه با هالتر و حرکت پشت بازو با دستگاه سیمکش انجام شد.

تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۶ (Version 26, IBM Corporation, Armonk, NY) انجام و در ابتدا میانگین و انحراف معیار داده‌ها محاسبه شد. آزمون Shapiro-Wilk برای تعیین توزیع طبیعی داده‌ها و از آزمون Leven برای بررسی همگنی واریانس‌ها استفاده شد. برای مقایسه‌ی تغییرات درون‌گروهی از آزمون t وابسته، و برای مقایسه‌های بین‌گروهی متغیرها در پس آزمون با کنترل مقادیر پیش‌آزمون، از آزمون تحلیل کواریانس و آزمون تعقیبی Bonferroni استفاده شد. در این مطالعه سطح معنی‌داری ($P < ۰/۰۵$) در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مقایسه‌ی ویژگی‌های آنتروپومتریکی و متغیرهای هورمونی و متابولیکی آزمودنی‌های گروه‌های مختلف در جداول ۳-۱ نشان داده شده است. نتایج تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که تفاوت در مقادیر miR-146a، HDL، LDL، TG، کلسترول، وزن بدن، BMI، درصد چربی بدن و پارامترهای آمادگی جسمانی بین گروه‌های تجربی از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد ($P < ۰/۰۵$).

داده‌های جدول ۲ حاکی از آن است که مقادیر ژن miR-146a در گروه HIIRT به میزان ۲۸/۴ - درصد ($P = ۰/۰۰۱$) و در گروه TRT به میزان ۲۳/۷- درصد ($P = ۰/۰۰۱$) نسبت به مقادیر پایه کاهش معنی‌داری داشته است، در حالی‌که در گروه کنترل به میزان ۱/۲ درصد افزایش نسبت به مقادیر پایه مشاهده شد ($P > ۰/۰۵$). همچنین در مقایسه‌های بین‌گروهی، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های تجربی و گروه کنترل مشاهده شد ($P = ۰/۰۰۱$).

نیمرخ لیپیدی شرکت‌کنندگان در جدول ۲ نشان می‌دهد که در گروه تمرینی HIIRT افزایش در سطوح HDL-c نسبت به مقادیر پایه ۴/۹ درصد، در گروه TRT ۴/۸ درصد افزایش و در گروه کنترل ۱/۱ درصد کاهش نشان داد. در متغیرهای‌سطوح کلسترول تام، تری‌گلیسیرید و LDL-c نسبت به مقادیر پایه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در مقایسه‌ی تغییرات بین گروهی صرفاً در متغیر HDL - c بین گروه‌های تجربی و گروه کنترل تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($HIIRT:P = ۰/۰۰۷$ و $TRT:P = ۰/۰۰۹$) اما در متغیر LDL-c تنها بین گروه TRT و گروه کنترل تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($P = ۰/۰۳۸$). در مقابل در گروه کنترل، در سطوح کلسترول تام (TC) نسبت به مقادیر پایه ۳/۵ درصد افزایش، در سطوح LDL-c نسبت به مقادیر پایه ۶/۶ درصد افزایش و کاهش در سطوح HDL-c نسبت به مقادیر پایه ۱/۸ درصد بود.

جدول ۱. مشخصه‌های آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها پس از تصادفی‌سازی به گروه‌های مختلف

متغیرها	(TRT = ۱۳)			(HIIRT = ۱۲)			(CON = ۱۳)		
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	Δ ٪	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	Δ ٪	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	Δ ٪
سن (سال)	۳۱/۴۶±۳/۲	--		۲۹/۲۵±۳/۴	--		۳۰/۶۲±۲/۲	--	
قد (سانتی‌متر)	۱۷۸/۳±۷/۹	--		۱۷۴/۵۸±۷/۶	--		۱۷۹/۱۵±۵/۳	--	
وزن (کیلوگرم)	۹۰/۰۲±۷/۵	۸۵/۸۴±۶/۳ *##$	-۴/۶	۹۱/۳۷±(۸/۳)	۸۶/۶۵±۸/۳ *##$	-۵/۲	۹۲/۵۶±۸/۳	۹۲/۹۰±۷/۴	۰/۳۷
شاخص توده‌ی بدنی (kg/m^2)	۲۸/۴۴±(۳/۴)	۲۷/۱۲±۳ *##$	-۴/۶	۳۰/۰۳±۲/۸	۲۸/۳۸±۲/۷ *##$	-۵/۵	۲۸/۸۷±۲/۴	۲۸/۹۷±۲/۴	۰/۳۵
چربی بدن (درصد)	۲۳/۳۷±۵/۱	۲۱/۸۷±۵/۲ *##$	-۶/۴	۲۳/۸۱±۳/۶	۲۱/۸۲±۳/۵ *##$	-۸/۴	۲۴/۰۰±۴/۶	۲۴/۰۸±۴/۶	۰/۳

سطح معنی‌داری برای تغییرات درون گروهی: * P<۰/۰۵؛ ** P<۰/۰۱؛ سطح معنی‌داری برای تغییرات بین‌گروهی: # P<۰/۰۵؛ ## P<۰/۰۱

جدول ۲. نتایج متغیرهای بیوشیمیایی و هورمونی مورد اندازه‌گیری در آزمودنی‌های گروه‌های مختلف

متغیرها	(TRT = ۱۳)			(HIIRT = ۱۲)			(CON = ۱۳)		
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	Δ ٪	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	Δ ٪	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	Δ ٪
miR-146a (ΔCt)	۴/۳۴±۰/۹	۳/۳۱±۰/۷ **##	-۲۳/۷	۴/۶۶±۰/۶	۳/۳۴±۰/۸**##	-۲۸/۳	۴/۱۸±۱/۱	۴/۲۳±۱/۱	۱/۲
تری‌گلیسرید (mg/dl)	۱۳۶/۳۸±۱۹/۹	۱۳۵/۱۵±۲۲/۴	-۰/۹	۱۴۹/۵۰±۲۵/۳	۱۴۴/۷۵±۲۱/۷	-۳/۲	۱۵۸/۴۶±(۴۲/۱)	۱۶۰/۱۵±۳۹/۶	۱/۱
کلسترول تام (mg/dl)	۱۹۹/۶۹±۲۷/۳	۱۹۹/۵۴±۲۸/۱	-۰/۰۸	۲۰۰/۰۸±۳۰/۶	۱۹۹/۳۳±۲۸/۰	-۰/۴	۱۸۹/۲۳±۳۱/۲	۱۹۵/۷۷±۲۹/۰ *	۳/۵
HDL-کلسترول (mg/dl)	۴۱/۵۴±۳/۷	۴۳/۵۴±۳/۵ **#	۴/۸	۴۲/۸۳±۳/۴	۴۴/۹۲±۵/۲ *#	۴/۹	۴۱/۳۸±۴/۳	۴۰/۹۲±۳/۵	-۱/۱
LDL-کلسترول (mg/dl)	۱۲۰/۲۳±/۱	۱۱۹/۶۲±۲۷/۱ #	-۰/۵	۱۲۱/۱۷±/۳	۱۲۰/۹۲±۲۶/۸	-۰/۲	۱۱۵/۶۹±۳۲/۹	۱۲۳/۳۱±۳۳/۸ *	۶/۶
تستوسترون (nmol/L)	۱۴/۷۳±۱/۷	۱۵/۰۳±۲/۱	۲	۱۵/۶۸±۲/۳	۱۶/۲۴±۲/۵ #	۳/۶	۱۵/۴۵±۲/۱	۱۴/۷۵±۲/۰ *	-۴/۵
کورتیزول (nmol/L)	۴۴۸/۱۷±۳۱/۵	۴۴۵/۴۱±۴۲/۵	-۰/۶	۴۵۷/۴۷±۴۱/۱	۴۳۹/۷۷±/۰ *#	-۳/۹	۴۵۱/۱۴±۳۵/۸	۴۶۹/۴۲±۳۳/۴*	۴/۱
فاکتور رشد شبه انسولینی (ng/mL)	۱۵۰/۲۶±۵۳/۹	۱۵۱/۳۱±۵۳/۴	۰/۷	۱۵۲/۸۹±۵۲/۰	۱۵۶/۰۴±۵۱/۵	۲/۱	۱۵۱/۸۷±۵۰/۷	۱۴۹/۳۰±/۱	-۱/۷

سطح معنی‌داری برای تغییرات درون گروهی: *: ۰/۰۵ > P؛ **: ۰/۰۱ > P؛ سطح معنی‌داری برای تغییرات بین‌گروهی: #: P<۰/۰۵؛ ##: ۰/۰۱ > P

جدول ۳. آزمون‌های قدرت عضلانی و ترکیب بدن

متغیرها	(TRT = ۱۳)			(HIIRT = ۱۲)			(CON = ۱۳)		
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	Δ ٪	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	Δ ٪	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	Δ ٪
	آزمون ۱ تکرار بیشینه								
اسکوات (KG)	۸۸/۵۴±۷/۲	۱۰۴/۶۲±۹/۶ **##	۱۸/۲	۸۹/۹۲±۸/۱	۱۰۶/۹۲±۱۱/۲۶ **##	۱۸/۹	۹۰/۸۵±۶/۷	۹۰/۶۹±۶/۲	-۰/۱۸
پرس سینه (kg)	۷۵/۰۰±۷/۷	۸۵/۶۹±۹/۹ **##	۱۴/۳	۷۵/۲۵±۸/۲	۸۹/۷۵±۱۰/۶ **##	۱۹/۳	۷۷/۳۱±۷/۲	۷۷/۲۳±۶/۷	-۰/۱
قدرت مچ دستی(KG)	۵۳/۷۷±۶/۴	۵۶/۴۶±۶/۷ *	۵	۵۲/۶۷±(۶/۹)	۵۷/۱۷±۷/۴ *##	۸/۵	۵۶/۳۱±۶/۰	۵۶/۱۵±۶/۰	-۰/۳
چربی بدن (درصد)	۲۳/۳۷±۵/۱	۲۱/۸۷±۵/۲ **##	-۶/۴	۲۳/۸۱±۳/۶	۲۱/۸۲±۳/۵ **##	-۸/۴	۲۴/۰۰±۴/۶	۲۴/۰۸±۴/۶	۰/۳
توده‌ی خالص بدن (KG)	۳۹/۰۲±۱/۷	۳۹/۹۹±۱/۹ **##	۲/۵	۳۸/۸۹±۱/۶	۳۹/۹۳±۱/۷ **##	۲/۷	۳۹/۲۶±۱/۶	۳۹/۲۵±۱/۵	-۰/۰۳

سطح معنی‌داری برای تغییرات درون گروهی: *: P<۰/۰۵؛ **: P<۰/۰۱؛ سطح معنی‌داری برای تغییرات بین‌گروهی: #: P<۰/۰۵؛ ##: P<۰/۰۱

سطوح تستوسترون کل در گروه‌های تمرینی نسبت به مقادیر پایه تفاوت معنی داری مشاهده نشد (P > ۰/۰۵). مقایسه بین‌گروهی سطوح تستوسترون کل بین گروه HIIRT و کنترل تفاوت معنی‌دار (P = ۰/۰۱۲، P < ۰/۰۵)، در حالیکه بین گروه TRT و کنترل (P = ۰/۰۶۲، P > ۰/۰۵) و گروه HIIRT و TRT تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P = ۰/۰۰۱، P > ۰/۰۵). همچنین سطوح کورتیزول در گروه‌های تمرینی نسبت به مقادیر پایه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P > ۰/۰۵). در مقایسه‌ی بین گروهی سطوح کورتیزول، بین گروه HIIRT و کنترل تفاوت معنی‌دار (P < ۰/۰۵) بود، در حالیکه بین گروه TRT و کنترل (P > ۰/۰۵) و گروه HIIRT و TRT تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P > ۰/۰۵). تغییرات بین‌گروهی و درون‌گروهی مقادیر سطوح IGF-1 تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P > ۰/۰۵). در مقابل در گروه کنترل کاهش در سطوح تستوسترون نسبت به مقادیر پایه ٤/٥ درصد (P = ۰/۰۰٤) و افزایش در سطوح کورتیزول ٤/١ درصد (P = ۰/۰۳۰) بود (جدول ۲).

در مشخصه‌های ترکیب بدنی مورد لندازه‌گیری در گروه‌های مختلف، نتایج آزمون t همبسته نشان داد که در مقایسه‌های درون‌گروهی کاهش در جرم بدن در گروه‌های تمرینی HIIRT و TRT مشاهده شد (P = ۰/۰۰۱) که به ترتیب برابر با ٥/٢ – و ٢/٦ – درصد بود، در حالی که در گروه کنترل افزایشی برابر با ۰/٤ درصد مشاهده شد (P > ۰/۰۵). شاخص توده‌ی بدن در گروه‌های تمرینی HIIRT و TRT کاهشی به ترتیب برابر با ٥/٥ – و ٤/٦– درصد مشاهده شد (P = ۰/۰۰۱)، اما در گروه کنترل افزایشی برابر با ۰/٣٥ درصد مشاهده شد (P > ۰/۰۵). علاوه براین، کاهش درصدچربی بدن گروه HIIRT و TRT به ترتیب ٨/٤- و ٦/٤– درصد بود (P = ۰/۰۰۱) و در گروه کنترل و مقایسه مقادیر پیش– پس‌آزمون تغییرات خاصی مشاهده نشد (P > ۰/۰۵). نتایج آزمون تحلیل کواریانس و آزمون تعقیبی Bonferroni برای مقایسه‌های بین‌گروهی نشان داد بین دو گروه تمرینی (P = ۰/۰۰۱) و گروه‌های تمرینی و کنترل تفاوت معنی‌داری (P = ۰/۰۰۱) در ترکیب بدنی شرکت‌کنندگان مشاهده شد (جدول ۳).

بحث

در این مطالعه، اثر دو پروتکل تمرینی مقاومتی HIIRT و TRTروی بیان ژن miR-146a، پاسخ هورمونی، پروفایل لیپیدی، عملکرد

عضلانی و ترکیب بدن مردان دارای اضافه وزن/چاقی مورد بررسی قرار گرفت. تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که بیان miR-146a در هر دوگروه تمرینی (TRT) و (HIIRT) کاهش معنی‌داری نسبت به مقادیر پایه داشته است، اما تفاوت معناداری بین گروه‌ها مشاهده نشد.

عارضه‌ی چاقی، عامل خطرزای تندرستی بالقوه مهم در جوامع مختلف محسوب می‌شود و منجر به به بروز بسیاری از بیماری‌های مزمن و غیرواگیر از جمله بیماری‌های قلبی- عروقی و دیابت می‌شود. میکرو RNAها نقش کلیدی در تنظیم فرایندهای بیولوژیکی مرتبط با شروع چاقی ایفا می‌کنند. نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد که تفاوت معناداری در بیان miR-146a در گروه‌های تجربی مشاهده نشد، گرچه، کاهش معناداری در سطوح miR-146a در گروه‌های HIIRT و تمرین مقاومتی سنتی نسبت به مقادیر پایه مشاهده شد. به دلیل محدودیت در پژوهش‌های مربوط به بررسی اثر تمرینات HIIRT و مقاومتی سنتی روی تغییرات miR-146a، در این مطالعه یافته‌های مرتبط قابل‌دسترس مورد بحث و بررسی قرار گرفته‌اند. همخوان با مطالعه‌ی حاضر، Witvrouwen و همکاران، کاهش در سطوح miR-146a متعاقب ۱۵ هفته تمرینات ترکیبی قدرتی و هوازی را در بیماران قلبی گزارش کردند (۱۸).

Russo و همکاران نیز نشان دادند که miR-146a در افراد مبتلا به چاقی افزایش و در نتیجه فعالیت‌های جسمانی هوازی به مدت ۳ ماه کاهش نشان می‌دهد (۱۳). از سوی دیگر، ناهمخوان با مطالعه‌ی حاضر، Morais Junior و همکاران، افزایش در miR-146a در بیماران دیابتی نوع ۲ متعاقب تمرینات مقاومتی (۱۹) و Taraldsen و همکاران نیز افزایش بیانmiR-146a در بیماران قلبی متعاقب تمرینات هوازی تناوبی و تداومی را گزارش کردند (۲۰).

در مطالعات متعددی اشاره شده است که miR-146a در بافت‌های چربی، آدیپوسیت‌ها و ماکروفاژها در شرایط التهابی نقش داشته و بیشترین تغییرات در miRNA-146 در آدیپوسیت‌های بالغ مشاهده شده است. ژن miRNA-146 به عنوان یک تنظیم‌کننده مثبت تمایز آدیپوسیت‌های تسریع‌شده از طریق تعدیل سیرتوئین ۱ (sirtuin 1:SIRT1) و فاکتور شبه کروپل ۷ (Kruppel-like factor 7:KLF7) عمل می‌کند. همچنین، miRNA-146 در موش‌های چاق القا شده با رژیم غذایی پرچرب افزایش نشان داد، درحالی که بیان ژن هدف آن SIRT1 در بافت چربی سفید کاهش نشان داد. در واقع، مطالعات قبلی نشان می‌دهند که miRNA-146 یک تنظیم‌کننده‌ی مثبت تکثیر و تمایز آدیپوسیت‌ها محسوب می‌شود، اما مکانیزم‌های مولکولی دقیق مسئول این تغییرات به‌طور کامل مشخص نشده است، ضمن این‌که miR-146a به عنوان یک میکرو RNA القایی می‌تواند مسیر NF-κB را مهار، التهاب اندوتلیال را کاهش و در نهایت موجب کاهش پرفشارخونی نیز شود.

در این مطالعه با مشاهده کاهش قابل‌توجه در بیان miR-146a در گروه HIIRT ، به نظر می‌رسد که اثرات تمرینی در بیان miR-146a به طور قابل توجهی با ماهیت، شدت و حجم فعالیت بدنی متفاوت باشد. ضمن این که باید یادآور شد که تمرینات سنتی مقاومتی منجر به سیگنالینگ خاص در عضله اسکتی و بافت چربی می‌شوند که متمایز با تمرینات ترکیبی، هوازی یا فعالیت‌های ورزشی معین است.

در خصوص تغییرات هورمونی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات مقاومتی، به‌ویژه HIIRT، منجر به بهبود پروفایل هورمونی از طریق افزایش سطوح تستوسترون و کاهش سطوح کورتیزول شدند. این الگوی تغییرات می‌تواند نشانگر بهبود تعادل آنابولیک-کاتابولیک در پاسخ به مداخلات تمرینی باشد.

همخوان با مطالعه‌ی حاضر، افزایش سطح تستوسترون در پاسخ به تمرینات مقاومتی، به‌ویژه در پروتکل‌های با شدت بالا در مطالعات متعدد گزارش شده است (۵، ۲۱). این هورمون ضمن این‌که در باروری مردان بسیار اهمیت دارد، در حفظ توده‌ی عضلانی، دانسیته استخوانی، کارکرد عروقی، وضعیت خلقی و قدرت عضلانی عمومی مردان نقش داشته و بنابراین تمرینات مقاومتی می‌توانند موجب افزایش ترشح تستوسترون شوند، که این امر در تقویت سازگاری‌های آنابولیک و بهبود کارکردهای فیزیولوژیکی مردان نقش دارد (۲۲، ۲۳).

در مقابل، کاهش‌معنی‌دار کورتیزول در مطالعه حاضر می‌تواند بیانگر کاهش استرس فیزیولوژیک و بهبود سازگاری بدن به تمرین باشد، که با یافته‌های مطالعات Moro و همکاران (۵) و Tu و همکاران (۲۱) همخوانی داشت. اگرچه کورتیزول در پاسخ‌های حاد به تمرین افزایش می‌یابد، اما کاهش سطوح استراحتی آن در دوره‌های تمرینی طولانی‌تر می‌تواند نشانگر بهبود کارآیی محور هورمونی هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال (HPA axis) و کاهش بار استرسی مزمن باشد (۲٤). از سوی دیگر، افزایش ترشح هورمون کورتیزول می‌تواند موجب کاهش ترشح هورمون تستسترون و تعادل هورمونی را مختل می‌کند، و از این‌رو تنظیم دقیق آستانه شدت تمرین اهمیت زیادی دارد (۲۱). نکته مهم دیگر این که ترشح کورتیزول با حجم و شیوه تمرینی نیز رابطه دارد، بنابراین در طراحی تمرینات مقاومتی به این موضوع باید توجه داشت، زیرا تغییرات در سطوح کورتیزول متعاقب تمرینات ورزشی تا حد زیادی متناقض و نشانگر حساسیت زیاد آن به مشخصه‌های فردی و متغیرهای تمرینی است (۲۵). از سوی دیگر، گرچه سطوح IGF-1 در هر دو گروه تمرینی متعاقب تمرین افزایش نشان داد، اما تغییرات معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده نشد که همخوان با نتایج مطالعه‌ی Hayta و همکاران (۲٦) بود. در خصوص تغییرات در سطوح IGF-1 بین نتایج مطالعات همخوانی زیادی وجود نداشت که بخشی از این تناقض‌ها ممکن است به عواملی نظیر مدت زمان مداخله، ویژگی‌های

نمونه‌های مورد مطالعه یا عدم کنترل دقیق وضعیت تغذیه‌ای، سن، ترکیب بدن، سطح آمادگی جسمانی، سطوح هورمون‌های دیگر و حجم پلاسما مرتبط باشد (۲۷).

برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تغییرات IGF-1 بیشتر در مداخلات بلندمدت و دریافت کافی پروتئین و انرژی مشاهده می‌شود (۲۸). در مجموع، الگوی تغییرات هورمونی مشاهده‌شده در این مطالعه، به‌ویژه افزایش تستوسترون همراه با کاهش کورتیزول، می‌تواند نشانگر بهبود محیط آنابولیک بدن در پاسخ به تمرینات مقاومتی باشد. این سازگاری‌ها احتمالاً نقش مهمی در بهبود ترکیب بدن و افزایش عملکرد عضلانی در افراد دارای اضافه‌وزن و چاقی ایفا می‌کنند، هرچند تفاوت معنی‌داری بین دو شیوه‌ی تمرینی در این زمینه مشاهده نشد و از دلایل این موضوع می‌توان به مدت زمان کوتاه‌تر پروتکل تمرینی در مطالعه‌ی حاضر، سن، سطح فعالیت بدنی و رژیم غذایی افراد باشد که در مطالعه‌ی حاضر امکان کنترل دقیق آن‌ها میسر نبود.

در خصوص تغییرات در پروفایل لیپیدی، افزایش معنی‌داری در سطوح HDL-c در هر دو گروه تمرینی HIIRT و TRT نسبت به مقادیر پایه و نسبت به گروه کنترل وجود داشت. در مقابل، کاهش سطوح LDL-C بین گروه TRT و کنترل مشاهده شد، اما تفاوت معناداری بین گروه‌های تمرینی مشاهده نشد. در گروه‌های تجربی نیز تغییرات معناداری در سطوح TC و TG نسبت به مقادیر پایه و مقایسه‌های بین گروهی مشاهده نشد (جدول ۳)، که نتایج با مطالعات متعدد از جمله یافته‌های Paoli و همکاران (٤) و Yamaner و همکاران (٦)، همخوان بود. در مقابل، James و همکاران (۲۹) و Moro و همکاران (۳۰) در مطالعه خود نتیجه‌گیری کردند که تمرینات HIIRT تغییرات معناداری در پارامترهای پروفایل لیپیدی آزمودنی‌های تحقیق طی یک دوره ۸ هفته‌ای ایجاد کرد. از دلایل احتمالی تناقض در نتایج این مطالعه و دیگران می‌توان به تعداد نمونه‌های تحقیق، تفاوت‌های فردی، شیوه تمرینی، حجم وشدت تمرینات اشاره کرد، که البته به ندرت می‌توان مطالعات نیمه‌تجربی در نمونه‌های انسانی یافت که پروتکل‌های اجرایی وآزمون یکسان داشته باشند. یافته‌های علمی مطالعات قبلی حاکی از آن بود که تحریک مسیرهای PPAR-γ و PGC1-α در نتیجه اجرای فعالیت‌های ورزشی به عنوان مکانیسم‌های احتمالی برای بهبود پروفایل لیپیدی و همچنین کاهش تشکیل LDL از پیش‌سازهای VLDL یا بهبود فعالیت حذف‌کبدی مطرح است، اما به نظر می‌رسدکه افزایش مصرف انرژی با فعال‌سازی عصبی-عضلانی و انقباضات غیرارادی عضلانی و همچنین با اکسیژن مصرفی اضافه پس از خاتمه تمرینات HIIRT ، که با افزایش سطوح انرژی متابولیکی حتی بیش از ۲۲ ساعت پس از تمرین همراه و گزارش شده است (٤). این تغییرات منجر به افزایش اکسیداسیون چربی و بهبود پارامترهای پروفایل لیپیدی می‌شود، اما شیوه‌تمرینی، شدت و مدت تمرینات نیز اهمیت زیادی دارند، و مکانیسم دقیق اثرگذاری این تمرینات کاملاً مشخص نمی باشد (٤).

در این مطالعه برخی متغیرهای مربوط به قدرت عضلانی و ترکیب بدن نیز مورد بررسی قرار گرفت (جدول ٤). در هر دو گروه تمرینی بهبودی قابل‌توجهی در قدرت عضلات نسبت به مقادیر پایه مشاهده شد و همچنین تفاوت معنی‌داری بین گروه HIIRT و گروه‌های TRT و کنترل مشاهده شد. در این مطالعه تمرینات HIIRT به عنوان یک جایگزین مناسب برای تمرینات مقاومتی سنتی در بهبود ظرفیت‌های عضلانی مطرح شده است. نتایج مطالعات در مورد اثر تمرینات HIIRT روی قدرت عضلات خم‌کننده و راست‌کننده زانو حاکی از بهبودی نسبی در قدرت عضلانی در گروه تمرینات HIIRT نسبت به تمرین مقاومتی سنتی است، به‌طوری‌که نوعاً گروه تمرینی HIIRT در مقایسه با تمرین مقاومتی سنتی در آزمون‌های سنجش قدرت عضلات زانو برتری داشتند (۵، ۳۰).

یکی از سازکارهای مرتبط با افزایش نیروی تولیدی، تغییرات در توالی بکارگیری واحدهای حرکتی نوع I و نوع II و هماهنگی‌های عصبی عضلانی ذکر شده است. در واقع، به دلیل حجم بالای بارکاری در تمرینات HIIRT کارایی عصبی-عضلانی و بکارگیری حداکثری واحدهای حرکتی، توسعه قدرت، هماهنگی درون عضلانی و رشد عضلانی بیشتری مشاهده می‌شود. با توجه به نتایج مطالعات قبلی انتظار براین بود که تمرینات HIIRT اثربخشی بیشتری نسبت به تمرینات TRT داشته باشد، مطالعه حاضر حاکی از اثرات بخشی مثبت و نسبی بیشتر پروتکل تمرینی HIIRT نسبت به تمرین مقاومتی سنتی روی توده‌ی خالص بدن و شاخص توده‌ی بدنی (BMI) بودکه با یافته‌های مطالعات قبلی همخوانی دارد (۵، ۳۰). گرچه نسبت به مقادیر پایه و گروه کنترل تفاوت معنی‌داری در شاخص های درصد چربی بدن و توده خالص بدن در گروه‌های تجربی مشاهده شد و تمرینات مقاومتی و بویژه تمرینات HIIRT از یک سوی موجب افزایش توده‌ی خالص بدن و از سوی دیگر موجب کاهش درصد چربی بدن افراد شدند، اما با توجه به ماهیت این شیوه‌های تمرین نیاز به دوره‌های زمانی بیشتری است. سازگاری‌های بیشتر در ترکیب بدن و در نتیجه تمرینات ورزشی هوازی با مصرف بیشتر چربی‌های بدن در متابولیسم هوازی رخ می‌دهد، اما از آنجایی که تمرینات مقاومتی موجب تغییرات گسترده هورمون‌های آنابولیکی، توسعه توده خالص بدن از جمله حجم عضلانی و دانسیته استخوانی می‌شوند، برای افراد بزرگسال بسیار توصیه می‌شود (۳۱).

این مطالعه دارای محدودیت‌های متعددی بود، از جمله عدم کنترل رژیم غذایی شرکت‌کنندگان که می‌تولند در بیان miRNA و

تغییرات در نیمرخ لیپیدی اثر داشته باشد. علاوه براین، به دلیل عدم بکارگیری شیوه‌های تمرینی مختلف از جمله تمرینات استقامتی هوازی، امکان مقایسه نتایج با مداخلات ورزشی رایج میسر نبود. در نهایت، مدت زمان محدود مطالعه که نوعاً بین چهار تا هشت هفته بود، ممکن است بر نتایج تأثیر بگذارد.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که انجام هشت تمرینات مقاومتی سنتی (TRT) و تمرین مقاومتی تناوبی با شدت بالا(HIIRT) موجب بهبود شاخص‌های ترکیب بدن، قدرت عضلانی و برخی پارامترهای متابولیکی در مردان دارای اضافه‌وزن/چاقی نسبته به مقادیر پایه شد. همچنین کاهش معنی‌دار در بیان miR-146a در هر دو گروه تمرینی، بیانگر نقش مؤثر تمرینات مقاومتی در تعدیل پاسخ‌های مولکولی و التهابی مرتبط با چاقی است. با وجود مشابه بودن الگوی تغییرات در بسیاری از متغیرها، نتایج نشان داد که تمرین HIIRT در برخی شاخص‌ها روند بهبود بیشتری را نسبت به تمرینات مقاومتی سنتی نشان می‌دهد، که این امر می‌تواند از نظر کاربردی حائز اهمیت باشد. تمرین HIIRT به دلیل ماهیت تناوبی و کارایی زمانی بالاتر، می‌تولند به‌عنوان یک راهکار مناسب‌تر به‌ویژه برای افرادی که به دلیل سن، محدودیت زمانی، محدودیت‌های جسمانی یا سبک زندگی بی‌تحرک با موانع تمرینی مواجه هستند، مورد استفاده قرار بگیرد.

علاوه بر این، بهبودهای مشاهده شده در قدرت و عملکرد عضلانی، پتانسیل تمرینات HIIRT را برای تقویت عملکرد و قدرت عصبی–عضلانی بدون نیاز به تمرینات مقاومتی سنگین یا سنتی نشان می‌دهد. مربیان و متخصصان آمادگی جسمانی می‌توانند HIIRT را به عنوان ابزاری برای ارتقاء سلامت متابولیک، حمایت از کنترل وزن و بهبود قابلیت‌های عضلانی، به‌ویژه در افراد سنین مختلف و علاقه‌مند به تمرینات مقاومتی تجویز نمایند.

تشکر و قدردانی

این مقاله منتج از پایان‌نامه‌ی مقطع دکتری رشته‌ی فیزیولوژی ورزشی با کد ۹۴۳۷۰۹ می‌باشد که در دانشگاه اصفهان، تصویب و با حمایت مالی نسبی دانشگاه اصفهان به انجام رسیده است. بدین‌وسیله از زحمات معاونت محترم پژوهش و فناوری دانشگاه تقدیر و تشکر می‌شود.

References

1. Silveira A, Gomes J, Roque F, Fernandes T, de Oliveira EM. MicroRNAs in obesity-associated disorders: the role of exercise training. Obes Facts 2022; 15(2): 105-17.
2. Flowers E, Won GY, Fukuoka Y. MicroRNAs associated with exercise and diet: a systematic review. Physiol Genomics 2015; 47(1): 1-11.
3. Tuttor M, von Stengel S, Kohl M, Lell M, Scharf M, Uder M, et al. High intensity resistance exercise training vs. high intensity (endurance) interval training to fight cardiometabolic risk factors in overweight men 30–50 years old. Front Sports Act Living 2020; 2: 68.
4. Paoli A, Moro T, Marcolin G, Neri M, Bianco A, Palma A, et al. High-Intensity Interval Resistance Training (HIRT) influences resting energy expenditure and respiratory ratio in non-dieting individuals. J Transl Med 2012; 10: 237.
5. Moro T, Tinsley G, Bianco A, Gottardi A, Gottardi GB, Faggian D, et al. High intensity interval resistance training (HIIRT) in older adults: Effects on body composition, strength, anabolic hormones and blood lipids. Exp Gerontol 2017; 98: 91-8.
6. Yamaner E, Turğut T, Aksoy A, Demirkıran B, Uçar MA, Başoğlu B, et al. Impact of an 8-week high-intensity bodyweight interval training on body composition and blood lipid metabolism in young women with overweight. Front Public Health 2025; 13: 1578569.
7. Castaño C, Meza-Ramos A, Batlle M, Guasch E, Novials A, Párrizas M. Treatment with EV-miRNAs alleviates obesity-associated metabolic dysfunction in mice. Int. J. Mol. Sci. 2022;23(23):14920.
8. Improta-Caria AC, Soci ÚP, Rodrigues LF, Fernandes T, Oliveira EM. MicroRNAs regulating pathophysiological processes in obesity: the impact of exercise training. Curr Opin Physiol 2023; 33: 100648.
9. Mayr B, Neudorfer M, Wurhofer D, Kilian C, Strumegger E-M, Sareban M, et al. Effects of structured exercise training on miRNA expression in previously sedentary individuals. PloS One 2024; 19(12): e0314281.
10. Sanada T, Sano T, Sotomaru Y. Anti-inflammatory effects of miRNA-146a induced in adipose and periodontal tissues. Biochem Biophys Rep 2020: 22: 100757.
11. Roos J, Enlund E, Funcke J-B, Tews D, Holzmann K, Debatin K-M, et al. miR-146a-mediated suppression of the inflammatory response in human adipocytes. Sci Rep 2016; 6: 38339.
12. Paterson MR, Kriegel AJ. MiR-146a/b: a family with shared seeds and different roots. Physiol Genomics 2017; 49(4): 243-52.
13. Russo A, Bartolini D, Mensà E, Torquato P, Albertini MC, Olivieri F, et al. Physical activity modulates the overexpression of the inflammatory miR-146a-5p in obese patients. IUBMB Life 2018; 70(10): 1012-22.
14. Peterson MJ, Czerwinski SA, Siervogel RM. Development and validation of skinfold-thickness prediction equations with a 4-compartment model. Am J Clin Nutr 2003; 77(5): 1186-91.

15. Brzycki M. Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. JOPERD 1993; 64(1) :88-90.
16. Parhofer KG, Laufs U. Lipid profile and lipoprotein (a) testing. Dtsch Arztebl Int 2023; 120(35-36): 582.
17. Häntzsch M, Tolios A, Beutner F, Nagel D, Thiery J, Teupser D, et al. Comparison of whole blood RNA preservation tubes and novel generation RNA extraction kits for analysis of mRNA and MiRNA profiles. PLoS One 2014; 9(12): e113298.
18. Witvrouwen I, Gevaert AB, Possemiers N, Ectors B, Stoop T, Goovaerts I, et al. Plasma-derived microRNAs are influenced by acute and chronic exercise in patients with heart failure with reduced ejection fraction. Front Physiol 2021; 12: 736494.
19. Morais Junior GS, Souza VC, Machado-Silva W, Henriques AD, Melo Alves A, Barbosa Morais D, et al. Acute strength training promotes responses in whole blood circulating levels of miR-146a among older adults with type 2 diabetes mellitus. Clin Interv Aging 2017; 12: 1443-50.
20. Taraldsen MD, Wiseth R, Videm V, Bye A, Madssen E. Associations between circulating microRNAs and coronary plaque characteristics: potential impact from physical exercise. Physiol Genomics 2022; 54(4): 129-40.
21. Tu Q, Li G, Wang S. Effect of acute exercise on the dynamics of testosterone levels: a systematic review of randomized controlled trials. PeerJ 2026; 14: e20615.
22. Turgut A, Varol S, Gunay M. The effect of resistance exercises on testosterone. J Eurasia Sports Sci Med 2021; 3(1): 1-9.
23. Rojas-Zambrano JG, Rojas-Zambrano AR, Rojas-Zambrano AF, Barahona-Cueva GE, Rojas-Zambrano A, Rojas-Zambrano Sr AF. Benefits of testosterone hormone in the human body: A systematic review. Cureus 2025; 17(2): e78785.
24. Li X, Huang J, Zhu F. The optimal exercise modality and dose for cortisol reduction in psychological distress: a systematic review and network meta-analysis. Sports (Basel). 2025; 13(12): 415.
25. Goodrich J, Tartar JL, Banks J, Leon F, Antonio J. Resistance training as a modulator of inflammation and cognition. J Int Soc Sports Nutr 2025; 22(Suppl 2): 2550143.
26. Hayta U, Dinc N, Taneli F. Effects of 8-week strength training on basal hormone levels, sex hormone binding globulin, insulin-like growth factor binding protein-3, oxidative stress markers, and IL-6 levels in adolescent athletes. Hormones (Athens) 2025; 24(1): 15-22.
27. Birinci YZ, Sagdilek E, Taymur I, Budak E, Beyaz A, Vatansever S, et al. Acute effects of different types of exercises on insulin-like growth factor-1, homocysteine and cortisol levels in veteran athletes. Medicine 2022; 11(3): 968-74.
28. Brunsden TJ. Hormonal responses to resistance training and its effects on strength adaptations: A brief overview. Eur J Sport Sci 2023; 10(11).
29. James AP, Whiteford J, Ackland TR, Dhaliwal SS, Woodhouse JJ, Prince RL, et al. Effects of a 1-year randomised controlled trial of resistance training on blood lipid profile and chylomicron concentration in older men. Eur J Appl Physiol 2016; 116 (11-12): 2113-23.
30. Moro T, Marcolin G, Bianco A, Bolzetta F, Berton L, Sergi G, et al. Effects of 6 weeks of traditional resistance training or high intensity interval resistance training on body composition, aerobic power and strength in healthy young subjects: A randomized parallel trial. Int J Environ Health Res 2020; 17(11): 4093.
31. Amaro-Gahete FJ, De-la-O A, Jurado-Fasoli L, Ruiz JR, Castillo MJ, Gutierrez A. Effects of different exercise training programs on body composition: A randomized control trial. Scand J Med Sci Sports 2019; 29(7): 968-79.

DOI: *10.48305/jims.v44.i852.0221*

Journal of Isfahan Medical School **Vol. 44, No. 852, 4th Week, April 2026**

Received: 05.03.2026 Accepted: 06.04.2026 Published: 19.04.2026

Comparison of Two Protocols of Traditional Resistance and High-Intensity Interval Resistance Training on the Expression of miR-146a, Lipid Profile, Hormonal Responses and Body Composition in Men with Overweight /Obesity

Sayed Navid Ahmadi[1], Vazgen Minasian[2], Silva Hovsepian[3]

Original Article

Abstract

Background: Obesity is a complex disorder influenced by various factors, leading to metabolic and molecular alterations, including alterations in gene expression. Resistance training is recognized as an effective approach to enhance body composition and metabolic health. This study aimed to evaluate the impact of traditional resistance training (TRT) versus high-intensity interval resistance training (HIIRT) on miR-146 expression, hormonal responses, and lipid profile of men with overweight/obesity.

Methods: The present study is a controlled clinical trial conducted in a quasi-experimental pre-post test design. 45 overweight men were randomly assigned to three groups: HIIRT, TRT, and control. The exercise interventions included TRT and HIIRT, which were performed 3 sessions/week for 8 weeks. The expression of miR-146a was measured by real-time PCR, hormonal variables, and lipid profile using specific kits in the pre- and post-test stages.

Findings: The results indicated a significant reduction in miR146 expression in both the HIIRT and TRT groups compared to baseline values($p=0.001$), with no significant difference between the two training modalities. HDL levels increased significantly in both training groups($p<0.05$), but alterations in LDL, total cholesterol, and triglycerides were not statistically significant. The HIIRT demonstrated significant effects on testosterone and cortisol levels when compared to the control group ($p<0.05$), yet no significant differences were found between the two training groups.

Conclusion: Both HIIRT and TRT methods led to improvements in metabolic indices, body composition, and muscle strength among overweight men. It appears that HIIRT may serve as a viable alternative to TRT for enhancing metabolic health and physical fitness.

Keywords: MicroRNAs, Resistance training, Obesity, Lipids, Testosteron, Cortisol

Citation: Ahmadi SN, Minasian V, Hovsepian S. **Comparison of Two Protocols of Traditional Resistance and High-Intensity Interval Resistance Training on the Expression of miR-146a, Lipid Profile, Hormonal Responses and Body Composition in Men with Overweight /Obesity.** J Isfahan Med Sch 2026; 44(852): 221-30.

1- PhD. Student of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran
2- Professor of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran
3- Assistant Professor, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
Corresponding Author: Vazgen Minasian, Professor of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran; Email: v.minasian@spr.ui.ac.ir