

مقایسه‌ی اثر برنامه‌ی تمرین هوازی و مقاومتی بر متابولیسم استراحتی و ترکیب بدنی مردان غیرفعال

یداله نوری^۱، دکتر فرهاد رحمانی‌نیا^۲، دکتر بهمن میرزایی^۳، دکتر حمید اراضی^۴

نویسنده‌ی مسوول: رشت، دانشگاه گیلان، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی

yadollah629@yahoo.com

دریافت: ۹۱/۱۱/۳۰ پذیرش: ۹۲/۷/۲

چکیده

زمینه و هدف: اطلاعات در مورد متابولیسم استراحتی و ترکیب بدنی برای تعریف برنامه‌ی تغذیه‌ی مناسب، تعادل انرژی و کنترل وزن مهم می‌باشد. هدف از پژوهش حاضر مقایسه‌ی اثر برنامه‌ی تمرین هوازی و مقاومتی بر متابولیسم استراحتی و ترکیب بدنی مردان غیرفعال بود. **روش بررسی:** ۲۸ نفر دانشجوی غیرفعال به صورت تصادفی به سه گروه، برنامه‌ی تمرین هوازی (۸ نفر) تمرین مقاومتی (۱۰ نفر) و شاهد (۱۰ نفر) تقسیم شدند. برنامه‌های تمرین هوازی (دویدن، ۳ جلسه در هفته، با شدت ۶۵ الی ۸۵ درصد HR_{max}) و مقاومتی (۳ جلسه در هفته، ۱۱ گروه عضلانی، ۳ نوبت با ۶۵ درصد IRM) به مدت ۶ هفته به اجرا درآمد. قبل و بعد از اجرای برنامه‌های تمرینی میزان متابولیسم استراحتی، ترکیب بدنی و حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها تعیین شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد میزان متابولیسم استراحتی در گروه تمرین مقاومتی افزایش معنی‌داری داشت ($P < 0/05$)، و نیز کاهش معنی‌داری در میزان متابولیسم استراحتی گروه تمرین هوازی مشاهده شد ($P < 0/05$). در گروه شاهد تغییر معنی‌داری در میزان متابولیسم استراحتی مشاهده نشد. البته وقتی متابولیسم استراحتی به‌طور نسبی بر حسب توده‌ی بدون چربی محاسبه شد، هیچ تغییر معنی‌داری در مقدار متابولیسم استراحتی گروه‌ها مشاهده نشد. بعد از برنامه‌ی تمرین هوازی کاهش معنی‌داری در کلیه‌ی عوامل ترکیب بدن به وجود آمد. اما پس از برنامه‌ی تمرین مقاومتی افزایش معنی‌داری در مقدار توده‌ی بدون چربی بدن و BMI و کاهش معنی‌داری در درصد چربی بدن و توده‌ی چربی بدن مشاهده شد ($P < 0/05$).

نتیجه‌گیری: این مطالعه نشان داد، کاهش وزن بیشتر به مقدار انرژی مصرفی تمرین ارتباط داشته باشد تا نوع تمرین و بین استفاده از تمرینات هوازی و مقاومتی در افزایش متابولیسم استراحتی و کاهش وزن تفاوت چندانی وجود ندارد.

واژگان کلیدی: متابولیسم استراحتی، ترکیب بدنی، تمرین هوازی، تمرین مقاومتی

مقدمه

می‌شود (۱). در دهه‌ی گذشته با افزایش چاقی در بزرگسالان (۲)، کودکان و نوجوانان (۳)، به شناسایی عوامل ایجاد افزایش متابولیسم استراحتی و کاهش وزن توجه زیادی شده

بی‌حرکی و سهولت در انجام کارهای روزمره یکی از دلایل مهم به هم خوردن تعادل وزن بدن و به‌خصوص شیوع چاقی و اضافه وزن در بین افراد جوامع مختلف محسوب

۲- دکترای فیزیولوژی ورزش، استاد دانشگاه گیلان

۴- دکترای فیزیولوژی ورزش، دانشیار دانشگاه گیلان

۱- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه گیلان

۳- دکترای فیزیولوژی ورزش، دانشیار دانشگاه گیلان

دوی تمرینات مقاومتی و استقامتی باعث کاهش متابولیسم استراحتی می‌شوند (۸). اما، نتایج مطالعه‌ای که توسط کامپیل و همکارانش انجام گرفت، هیچ گونه تغییر معنی‌داری در میزان متابولیسم استراحتی در اثر دوازده هفته تمرین مقاومتی نشان نداد (۱۵). بنابر این، با وجود تحقیقات زیادی که در ارتباط با آثار فعالیت ورزشی بر متابولیسم استراحتی و ترکیب بدنی انجام گرفته، هنوز راه زیادی تا شناخت دقیق شیوه‌های موثر در افزایش یا کاهش متابولیسم استراحتی باقی مانده است. از طرفی تحقیقاتی که به مقایسه‌ی آثار دو شیوه‌ی تمرین هوازی و مقاومتی بر متابولیسم استراحتی و ترکیب بدنی بپردازند، کمتر به چشم می‌خورد. با مرور سوابق پژوهشی موجود به این نکته پی می‌بریم که در حال حاضر توافق نظر کاملی در مورد اثر تمرینات هوازی و مقاومتی بر متابولیسم استراحتی وجود ندارد و از همه مهم‌تر، پژوهش‌های اندکی به ارتباط متابولیسم استراحتی با ترکیب بدنی پرداخته‌اند. بنابر این، در تحقیق حاضر مقایسه‌ی آثار برنامه‌ی تمرین هوازی و مقاومتی بر متابولیسم استراحتی و ترکیب بدنی مردان غیر فعال مورد توجه قرار گرفته است. تغییرات متابولیسم استراحتی و ارتباط آن با تغییرات ترکیب بدنی بررسی شده است.

روش بررسی

این پژوهش از نوع نیمه تجربی است که ۲۸ دانشجوی پسر غیر ورزشکار با دامنه‌ی سنی $(23/2 \pm 3/3)$ (سال) آزمودنی‌های این تحقیق را تشکیل دادند. افراد شرکت کننده به صورت تصادفی از بین دانشجویان غیر ورزشکار انتخاب شده و در سه گروه تحقیق قرار گرفتند. این آزمودنی‌ها، یک سال پیش از شروع پژوهش، در هیچ برنامه‌ی منظم ورزشی و رژیم غذایی شرکت نداشتند، بیماری‌های اسکلتی، تیروئیدی، کلیوی و قلبی عروقی نداشتند، از داروی خاصی استفاده نمی‌کردند، سیکل خواب منظم داشتند، سیگار استعمال

است. فعالیت بدنی و رژیم غذایی شیوه‌هایی هستند که در پژوهش‌های مختلف جهت افزایش یا کاهش وزن بدن و ایجاد تغییر در ترکیب بدن پیشنهاد شده‌اند (۴). از آنجا که متابولیسم استراحتی مقدار قابل توجهی از انرژی مصرفی یک فرد (۶۰ الی ۷۰ درصد کل انرژی مصرفی) را تشکیل می‌دهد، ممکن است کاهش یا افزایش متابولیسم استراحتی تاثیر به‌سزایی بر کل انرژی مصرفی روزانه داشته و سبب تغییر وزن و ترکیب بدن شود (۵). شواهد پژوهشی به این موضوع اشاره می‌کنند که عواملی از قبیل وراثت، اندازه‌ی بدن، سن، جنس و رژیم غذایی بر میزان متابولیسم استراحتی تاثیر دارند (۶). تعدادی از محققان آثار ورزش و رژیم غذایی را بر متابولیسم استراحتی و تعدیل وزن، مورد بررسی قرار داده‌اند (۷، ۸). برخی پژوهش‌ها به آثار متناقض تمرین استقامتی بر متابولیسم استراحتی اشاره کرده‌اند، به‌طوری که تعدادی از مطالعات افزایش متابولیسم استراحتی (۹ و ۱۰) و برخی دیگر عدم تغییر (۱۱ و ۱۲) و یا کاهش کم متابولیسم استراحتی بر اثر تمرین استقامتی را گزارش کرده‌اند (۱۳ و ۱۴، ۴، ۸). پوتیگر و همکاران (۲۰۰۸)، افزایش معنی‌دار میزان متابولیسم استراحتی را بر اثر ۱۶ ماه تمرین هوازی گزارش کردند (۱۰). اما بر طبق نتایج پژوهش دیگری کاهش معنی‌داری در کل متابولیسم استراحتی بدن بعد از یک برنامه‌ی تمرین هوازی مشاهده شد (۸). همچنین، به این موضوع اشاره شده که بین توده‌ی بدون چربی بدن و میزان متابولیسم استراحتی همبستگی قوی وجود دارد (۵). نتایج بسیاری از تحقیقات نشان دهنده‌ی افزایش توده‌ی بدون چربی بدن بر اثر تمرین مقاومتی می‌باشد؛ از سوی دیگر، گزارش شده است که افزایش توده‌ی بدون چربی بدن باعث بالا رفتن متابولیسم استراحتی می‌شود (۱۴ و ۵، ۸). اما در این مورد نیز توافق نظر کاملی وجود ندارد. برینر و همکارانش، افزایش ۱۳ درصدی میزان متابولیسم استراحتی زنان و مردان بر اثر ۱۲ هفته (سه جلسه در هفته) تمرین مقاومتی را گزارش کردند (۴). همچنین، طبق پژوهشی هر

کردند. نحوه اندازه‌گیری بدین صورت بود که دهان‌بند به آزمودنی‌ها وصل شد و به روش مدار باز مقدار اکسیژن مصرفی و دی‌اکسید کربن تولیدی آزمودنی‌ها به مدت ۱۵ دقیقه به صورت لحظه به لحظه به وسیله‌ی دستگاه گاز آنالایزر اندازه‌گیری و روی صفحه نمایشگر رایانه نشان داده شد. از میانگین ۱۰ دقیقه آخر این آزمون برای به دست آوردن متابولیسم استراحتی از طریق فرمول زیر استفاده شد (۱۸، ۱۷، ۱۴، ۷، ۴). شایان ذکر است این آزمون در ساعت ۹ الی ۱۱ صبح انجام گرفت.

$$[\text{Kcal/min}] = [\text{VCO}_2 (\text{L/min})] + 1/106 [\text{L/min}] \\ \text{RMR} = 3/941 [\text{VO}_2]$$

اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی: همه آزمودنی‌ها در دو مرحله تحت ارزیابی حداکثر اکسیژن مصرفی با استفاده از پروتکل بروس بر روی نوار گردان قرار گرفتند. آزمودنی‌ها قبل از شروع آزمون به مدت پنج دقیقه خود را روی نوار گردان با سرعت یک متر بر ثانیه و بدون شیب گرم کردند. پس از گرم کردن، شیب دستگاه به ۱۰ درصد و سرعت آن به ۰/۷۵ متر بر ثانیه رسید و همین طور شیب و سرعت در هر سه دقیقه افزایش یافت. آزمودنی‌ها تا سر حد واماندگی بر روی دستگاه نوار گردان دویند، زمان دویدن و مسافت طی شده توسط آن‌ها ثبت شد و سپس با توجه به پروتکل بروس VO_2max آن‌ها مشخص شد (۱۶).

آزمون یک تکرار بیشینه (IRM): با توجه به اینکه آزمودنی‌های شرکت کننده در این تحقیق غیرورزشکار بودند، به منظور جلوگیری از آسیب آزمودنی‌ها در آزمون‌های یک تکرار بیشینه (حداکثر قدرت) همه حرکات با استفاده از فرمول زیر از تکرارهای مختلف زیر بیشینه محاسبه شد. نحوه‌ی اندازه‌گیری به این صورت بود که یک وزنه‌ی زیربیشینه طوری انتخاب می‌شد که آزمودنی آن وزنه را بیشتر از ۶ تا ۸ تکرار نتواند انجام دهد، سپس با قرار دادن مقدار وزنه و تعداد تکرارها در فرمول زیر حداکثر قدرت

نمی‌کردند و در طی مدت مطالعه از برنامه‌ی غذایی سلف دانشگاه تبعیت می‌کردند. افراد شرکت کننده پس از مطالعه‌ی شیوه اجرای تحقیق، رضایت نامه‌ی همکاری را تکمیل و امضا کردند و به صورت تصادفی در ۳ گروه، برنامه‌ی تمرین هوازی (۸ نفر)، برنامه‌ی تمرین مقاومتی (۱۰ نفر) و شاهد (۱۰ نفر) قرار گرفتند. این گروه‌های سه‌گانه در طرح پژوهشی ۳×۲ (سه گروه و دو بار اندازه‌گیری) شرکت کردند. **اندازه‌گیری‌های آنروپومتریکی و ترکیب بدنی:** اندازه‌گیری قد با متر نواری که به دیوار نصب شده بود در حد فاصل ساعت ۸ تا ۹ صبح، بدون کفش و به سانتی‌متر انجام شد. این اندازه‌گیری فقط در آزمون اولیه صورت گرفت (۱۶). سپس آزمودنی‌ها برای اندازه‌گیری وزن و ترکیب بدنی روی دستگاه سنجش ترکیب بدن قرار گرفتند. دستگاه مورد نظر با نام تجاری **Inbody 3/0** (ساخت کشور کره جنوبی) بود. دستگاه بسیاری از مشخصات آزمودنی‌ها از جمله وزن، درصد چربی بدن، میزان وزن بدون چربی بدن، وزن چربی بدن و شاخص توده‌ی بدنی را محاسبه می‌کرد. مکانیزم عمل دستگاه، استفاده از روش مقاومت الکتریکی زیستی (BI) بود.

اندازه‌گیری متابولیسم استراحتی: همه آزمودنی‌ها در دو مرحله (پیش آزمون و پس آزمون) تحت ارزیابی متابولیسم استراحتی با استفاده از دستگاه گاز آنالایزر (**Quark b²** شرکت **COSMED**، ساخت کشور ایتالیا) قرار گرفتند. دستگاه هر روز از روی مقادیر مرجع در راهنمای کالیبراسیون مورد بررسی قرار می‌گرفت و کالیبراسیون در صورت نیاز مجدد انجام می‌گرفت. دمای آزمایشگاه بین ۲۰ تا ۲۲ درجه‌ی سانتی‌گراد بود. شرایط آزمون طوری بود که همه آزمودنی‌ها قبل از آزمون ۸ ساعت خوابیده بودند و ۴۸ ساعت قبل از آزمون هیچ نوع فعالیت بدنی شدید انجام نداده بودند؛ علاوه بر این برای ۱۲ ساعت قبل از آزمون هیچ غذا و مایعاتی جز آب مصرف نکرده بودند (۷). آزمودنی‌ها بعد از ورود به آزمایشگاه به مدت ۳۰ دقیقه در حالت طاق باز استراحت

آزمودنی‌ها در حرکات مختلف به‌دست آمد (۱۶).

$$\text{وزنه} \\ \text{تکرار (0/02 - 1)} \\ \text{حداکثر قدرت} =$$

اندازه‌گیری‌ها در طی دو روز انجام گرفت، اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریکی، ترکیب بدنی و متابولیسم استراحتی در یک روز و آزمون حداکثر اکسیژن مصرفی در روز دیگری انجام گرفت.

برنامه‌ی تمرین هوازی: یک برنامه‌ی ۶ هفته‌ای هوازی در این تحقیق اجرا شد. تمرینات سه جلسه در هفته و حدود یک ساعت در روز بود. در این برنامه تمرینی، آزمودنی‌ها با ۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه به مدت ۲۵ دقیقه (۲ هفته اول)، ۶۵ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه به مدت ۳۵ دقیقه (۲ هفته دوم)، ۷۵ تا ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه به مدت ۴۰ دقیقه (۲ هفته آخر) تمرین کردند. قبل از شروع تمرین، آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با حرکات نرمشی و کششی خود را گرم کردند و در پایان تمرین نیز به مدت ۱۰ دقیقه با حرکات کششی خود را سرد کردند (۱۴ و ۱۲). میزان ضربان قلب بیشینه افراد از طریق فرمول سن - ۲۲۰ به‌دست آمد و شدت تمرین با توجه به درصد مورد نظر از ضربان قلب بیشینه تنظیم شد (۱۹).

برنامه‌ی تمرین مقاومتی: برنامه تمرین مقاومتی نیز سه جلسه در هفته انجام شد. تمرینات شامل سه نوبت ۱۰ تا ۱۲ تکراری برای هر حرکت با ۶۵ درصد یک تکرار بیشینه (1RM) اجرا شد (۲۰). لازم به ذکر است که تمرینات در ۱۱ ایستگاه انجام گرفت، این تمرینات به سه قسمت بالا تنه، پایین تنه و ترکیبی از بالا تنه و پایین تنه در روزهای زوج هفته انجام گرفت. برنامه‌ی تمرین مقاومتی شامل پرس سینه، پرس بالاسینه، پرس شانه با هالتر از جلو، اسکات پا، جلو بازو با هالتر، جلو ران، پشت ران، کشش با دستگاه

قرقره‌ای، پرس پا، پشت بازو و دراز و نشست (شکل ۱) بود. زمان استراحت بین نوبت‌ها یک دقیقه و زمان استراحت بین ایستگاه‌های تمرینی ۱/۵ دقیقه لحاظ شد. هر دو هفته یک بار آزمون یک تکرار بیشینه از همه حرکات گرفته شد؛ سپس ۶۵ درصد همان 1RM به‌عنوان وزنه‌ی تمرینی مورد نظر برای دو هفته انتخاب شد (۲۰، ۱۴). شایان ذکر است که حرکت دراز و نشست سه نوبت و ۱۵ تکرار در هر نوبت بدون وزنه انجام شد (روی سطح صاف با زانوی خمیده و دست‌های قرار گرفته روی سینه). در واقع این تمرین در طول دور تحقیق به یک شکل اجرا شد و اضافه باری در این مورد اعمال نشد.

روش آماری: برای مقایسه‌ی تغییرات متابولیسم استراحتی و ترکیب بدنی در بین گروه‌ها از آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) یک طرفه و برای اندازه‌گیری اختلافات درون گروهی قبل و بعد از برنامه‌ی تمرینی از روش آماری t همبسته استفاده شد. از آزمون توکی جهت یافتن محل تغییرات استفاده شد. برای تعیین همبستگی تغییرات متابولیسم استراحتی با هر یک از متغیرهای ترکیب بدنی، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. اطلاعات توسط نرم‌افزار SPSS 20 و ترسیم شکل‌ها و نمودارها توسط نرم‌افزار EXCEL انجام شد. همچنین، سطح معنی‌داری آزمودنی‌ها در این پژوهش $P \leq 0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در جدول ۱، مشخصات آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن، شاخص توده‌ی بدنی، درصد چربی بدن و حداکثر اکسیژن مصرفی به تفکیک گروه‌های سه گانه تحقیق، ارائه شده است. تفاضل میانگین مقادیر متابولیسم استراحتی در طی پیش آزمون و پس آزمون در جدول ۲ ارائه شده است. قبل از اجرای برنامه‌ی تمرینی هیچ تفاوت معنی‌داری در مقدار RMR بین گروه‌های تحقیق وجود نداشت. اما نتایج به‌دست

آمده، نشان دهنده‌ی کاهش معنی‌دار کل متابولیسم استراحتی در گروه تمرین هوازی بود ($P < 0/05$). گروه تمرین مقاومتی افزایش معنی‌داری در میزان کل متابولیسم استراحتی‌شان بعد از اجرای برنامه تمرین مقاومتی داشتند ($P < 0/05$). در بررسی تغییرات متابولیسم استراحتی گروه شاهد، تفاوت معنی‌داری بین دو بار اندازه‌گیری متابولیسم استراحتی مشاهده نشد ($P < 0/05$). همچنین، بررسی بین گروهی تغییرات متابولیسم

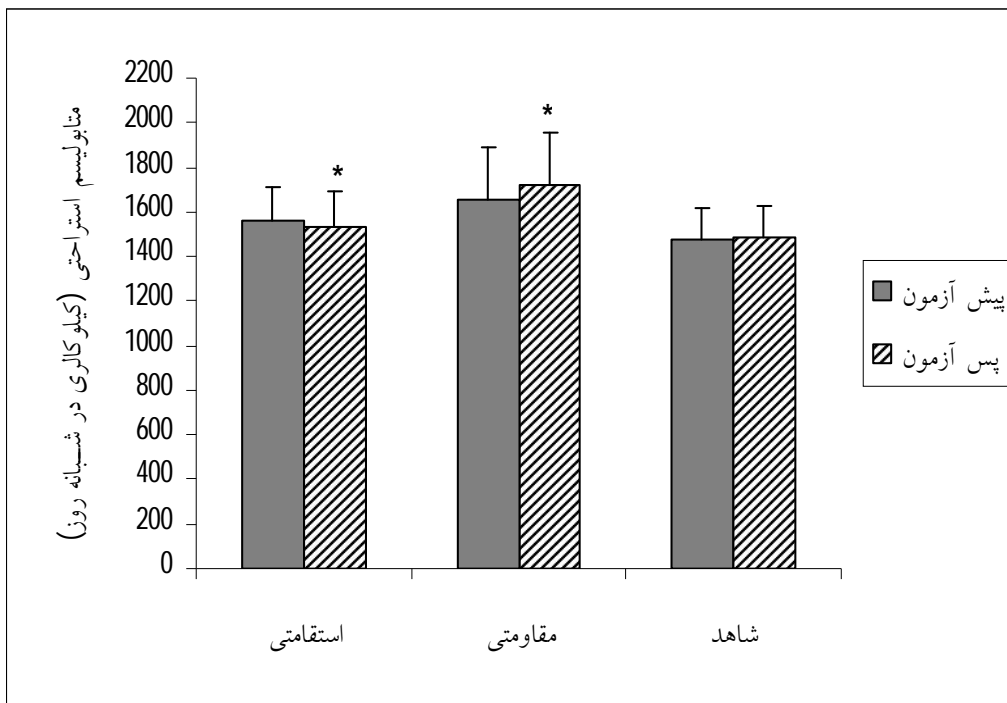
استراحتی از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون، بین سه گروه تحقیق تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($P < 0/05$). لازم به ذکر است که طبق جدول (۲) وقتی متابولیسم استراحتی به نسبت هر کیلوگرم از FFM آزمودنی‌ها محاسبه شد. هیچ تغییر معنی‌داری در مقدار متابولیسم استراحتی هر سه گروه تحقیق مشاهده نشد ($P < 0/05$).

جدول ۱. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در سه گروه (انحراف معیار \pm میانگین)

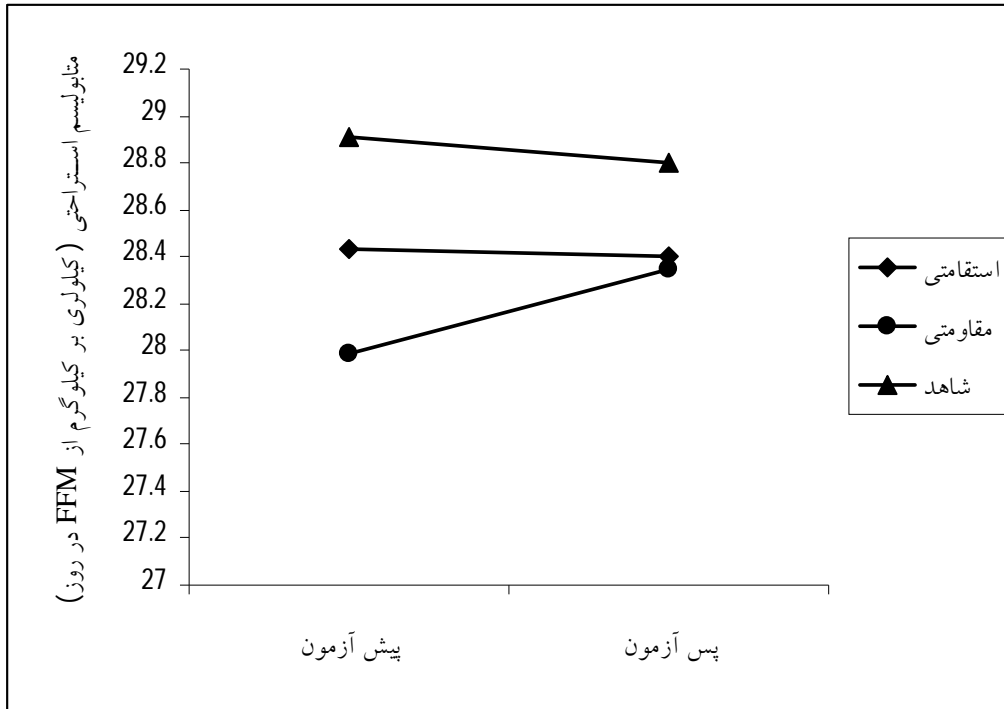
متغیر	گروه	تمرین هوازی n= ۸	تمرین مقاومتی n= ۱۰	شاهد n=۱۰
سن (سال)		۲۴/۵ \pm ۳/۱	۲۱/۶ \pm ۳/۸	۲۳/۷ \pm ۳
قد (سانتیمتر)		۱۷۱/۷ \pm ۷/۱	۱۷۷/۵ \pm ۶/۲	۱۷۲/۲ \pm ۶/۶
وزن (کیلوگرم)		۶۵/۷ \pm ۱۲	۷۰/۱ \pm ۱۴/۱	۶۰/۸ \pm ۷/۸
BMI (مترمربع / کیلوگرم)		۲۲/۲ \pm ۳/۶	۲۲/۱ \pm ۳/۴	۲۰/۵ \pm ۲/۳
درصد چربی بدن		۱۵/۶ \pm ۵/۷	۱۵ \pm ۴/۷	۱۵/۵ \pm ۴/۷
VO ₂ max (میلی‌لیتر / کیلوگرم / دقیقه)		۴۴/۱ \pm ۶/۳	۴۱ \pm ۴/۸	۴۲/۹ \pm ۵/۶

جدول ۲. مقادیر متابولیسم استراحتی (RMR) در دو بار اندازه‌گیری در گروه‌های تحقیق

متغیر	گروه	تفاضل میانگین	t	p	نتیجه
متابولیسم استراحتی * (kcal.day ⁻¹)	تمرین هوازی	-۲۵/۶ \pm ۱۲/۲	۵/۹۲۵	۰/۰۰۱*	معنی‌دار
	تمرین مقاومتی	۶۹/۵ \pm ۱۲/۶	-۱۷/۳۹۴	۰/۰۰۱*	معنی‌دار
	شاهد	۴/۵ \pm ۶/۶	-۲/۱۶۶	۰/۰۵۹	غیر معنی‌دار
متابولیسم استراحتی (kcal.kg FFM ⁻¹ .day ⁻¹)	تمرین هوازی	۰/۰۲۶ \pm ۰/۱۴	۰/۵۰۶	۰/۶۲۸	غیر معنی‌دار
	تمرین مقاومتی	۰/۳۶۹ \pm ۰/۹۵	-۱/۲۲۲	۰/۲۵۳	غیر معنی‌دار
	شاهد	۰/۱۰۵ \pm ۰/۳۴	۰/۹۵۶	۰/۳۶۴	غیر معنی‌دار



نمودار ۱. مقادیر متابولیسم استراحتی در گروه‌های سه‌گانه تحقیق در مراحل پیش و پس آزمون ($P < 0.05$)



نمودار ۲. مقادیر متابولیسم استراحتی در گروه‌های سه‌گانه تحقیق در مراحل پیش و پس آزمون (کیلوکالری بر هر کیلوگرم از FFM در شبانه روز)

توده‌ی چربی بدن در بین هر سه گروه تحقیق تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($P < 0/05$). مقدار FFM و BMI در گروه تمرین هوازی یک کاهش معنی‌دار (به ترتیب $-0/8 \pm 0/2$ کیلوگرم و $-0/8 \pm 0/4$ کیلوگرم بر متر مربع)، اما در گروه تمرین مقاومتی افزایش معنی‌داری (به ترتیب $2/3 \pm 0/5$ کیلوگرم و $0/5 \pm 0/2$ کیلوگرم بر متر مربع) بعد از ۶ هفته تمرین مشاهده شد. با بررسی تغییرات FFM و BMI در بین گروه‌ها، بین هر سه گروه تحقیق تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P < 0/05$).

طبق نتایج جدول (۳)، کاهش معنی‌داری در درصد چربی و توده‌ی چربی بدن هر دو گروه تمرین هوازی (به ترتیب ۱/۳- درصد و ۱/۳- کیلوگرم) و مقاومتی (به ترتیب ۱- درصد و ۰/۵- کیلوگرم) بعد از اجرای برنامه‌ی تمرینی مشاهده شد ($P < 0/05$). در بررسی تغییرات درصد چربی در بین گروه‌ها، بین گروه استقامتی با گروه مقاومتی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P < 0/05$)، اما بین گروه استقامتی با گروه شاهد و گروه مقاومتی با گروه شاهد تفاوت معنی‌دار بود ($P < 0/05$). در مقایسه بین گروهی تغییرات

جدول ۳. تغییرات ترکیب بدنی و حداکثر اکسیژن مصرفی در پیش و پس از آزمون

نتیجه	p	t	تفاضل میانگین	گروه	متغیر
معنی‌دار	۰/۰۰۱*	۹/۵۲۹	-۰/۸±۰/۲	تمرین هوازی	توده‌ی بدون چربی بدن (Kg)
معنی‌دار	۰/۰۰۱*	-۱۲/۸۱۳	۲/۳±۰/۵	تمرین مقاومتی	
غیر معنی‌دار	۰/۱۳۰	-۱/۶۶۸	۰/۳±۰/۶	شاهد	
معنی‌دار	۰/۰۰۱*	۵/۸۱۹	-۱/۳±۰/۶	تمرین هوازی	توده‌ی چربی بدن (Kg)
معنی‌دار	۰/۰۰۷*	۳/۴۷۸	-۰/۵±۰/۴	تمرین مقاومتی	
غیر معنی‌دار	۰/۲۳۴	-۱/۲۷۵	۰/۲±۰/۶	شاهد	
معنی‌دار	۰/۰۰۲*	۴/۶۸۳	-۱/۳±۰/۸	تمرین هوازی	درصد چربی بدن
معنی‌دار	۰/۰۰۱*	۷/۶۴۹	-۱±۰/۴	تمرین مقاومتی	
غیر معنی‌دار	۰/۵۹۷	-۰/۵۴۷	۰/۱±۱	شاهد	
معنی‌دار	۰/۰۰۱*	۵/۱۵۲	-۰/۸±۰/۴	تمرین هوازی	شاخص توده‌ی بدنی (Kg/m ²)
معنی‌دار	۰/۰۰۱*	-۵/۷۱۳	۰/۵±۰/۲	تمرین مقاومتی	
غیر معنی‌دار	۰/۳۲۷	-۱/۰۳۷	۰/۰۸±۰/۲۴	شاهد	
معنی‌دار	۰/۰۰۱*	-۷/۷۲۳	۴/۹±۱/۷	تمرین هوازی	حداکثر اکسیژن مصرفی (ml/kg/min)
معنی‌دار	۰/۰۰۳*	-۴/۰۶۹	۰/۹±۰/۷	تمرین مقاومتی	
غیر معنی‌دار	۰/۳۴۲	۰/۷۴۲	-۰/۳±۱/۳	شاهد	

معنی‌دار نبود ($P < 0/05$). در مقایسه‌ی بین گروهی تغییرات VO_2max تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های استقامتی با مقاومتی و استقامتی با شاهد مشاهده شد ($P < 0/05$). اما بین

در هر دو گروه تمرین هوازی و مقاومتی روند تغییرات VO_2max افزایشی و معنی‌دار بود. اما در گروه شاهد تغییرات VO_2max در طی قبل و بعد از دوره‌ی مطالعه

است ($P < 0/05$). همبستگی معکوس تغییرات متابولیسم استراحتی با تغییرات VO_2max ($r = -0/47$) نیز معنی‌دار بود ($P < 0/05$). در بررسی همبستگی تغییرات متابولیسم استراحتی با تغییرات سایر متغیرها، همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد ($P < 0/05$).

گروه مقاومتی با شاهد هیچ تفاوت معنی‌داری در تغییرات VO_2max از پیش آزمون تا پس آزمون مشاهده نشد ($P < 0/05$). همبستگی تغییرات متابولیسم استراحتی در تمام گروه‌ها از پیش آزمون تا پس آزمون با تغییرات توده‌ی بدون چربی ($r = 0/92$) و BMI ($r = 0/78$) مثبت و معنی‌دار بوده

جدول ۴. همبستگی تغییرات متابولیسم استراحتی با سایر متغیرها از پیش آزمون تا پس آزمون

نتیجه	سطح معنی‌داری	همبستگی (r)	همبستگی تغییرات متابولیسم استراحتی با
معنی‌دار	$< 0/0001^*$	0/92	توده بدون چربی بدن
غیر معنی‌دار	0/285	0/20	توده چربی بدن
غیر معنی‌دار	0/771	-0/05	درصد چربی بدن
معنی‌دار	$< 0/0001^*$	0/78	شاخص توده بدن
معنی‌دار	0/01*	-0/47	حداکثر اکسیژن مصرفی

$P < 0/05^*$

بحث

می‌کرد. برویدر و همکارانش (۱۹۹۲) با بررسی اثر ۱۲ هفته تمرین شدید هوازی و مقاومتی بر متابولیسم استراحتی و ترکیب بدنی تغییر معنی‌داری را در مقدار توده‌ی بدون چربی هر دو گروه تمرین هوازی و مقاومتی مشاهده نکردند. همچنین، با توجه به همبستگی بالای ($r = 0/82$) بین RMR و FFM، هیچ‌گونه تغییر معنی‌داری در مقدار RMR آزمودنی‌ها بعد از ۱۲ هفته تمرین هوازی و مقاومتی با شدت بالا مشاهده نشد. آن‌ها گزارش کردند، در هر دو گروه بعد از اجرای برنامه‌ی تمرینی کاهش معنی‌داری در درصد چربی، وزن چربی و ضربان قلب بیشینه مشاهده شد. در این تحقیق Vo_2max آزمودنی‌های گروه هوازی و مقاومتی به ترتیب به میزان ۱۳ و ۳/۳ درصد افزایش یافت (۵). این نتایج از آن نظر با یافته‌های تحقیق حاضر در تناقض است که طول دوره‌ی برنامه ۱۲ هفته بود و شدت تمرین در تحقیق برویدر و همکاران در هر دو نوع تمرین بسیار بالا بود. گلاپتر و

پژوهش حاضر به منظور بررسی آثار برنامه‌ی تمرین هوازی و مقاومتی بر متابولیسم استراحتی و ترکیب بدنی در مردان غیرفعال صورت گرفته است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که شش هفته تمرین هوازی و مقاومتی به ترتیب باعث کاهش و افزایش معنی‌داری در کل متابولیسم استراحتی می‌شوند. البته وقتی میزان متابولیسم استراحتی بر حسب کیلوگرم از FFM آزمودنی‌ها محاسبه شد، هیچ تغییر معنی‌داری در مقدار متابولیسم استراحتی هر سه گروه از پیش آزمون به پس آزمون مشاهده نشد. بعد از اجرای برنامه‌ی تمرین مقاومتی افزایش معنی‌داری در مقدار FFM و BMI و کاهش معنی‌داری در FM و درصد BF آزمودنی‌ها مشاهده شد. همچنین تمرین هوازی کاهش معنی‌داری را در مقدار کلیه‌ی عوامل ترکیب بدنی به وجود آورد. این یافته‌ها با نتایج برخی از تحقیقات در تناقض بود و برخی از آن‌ها را تایید

حاضر جستجو کرد. به نظر می‌رسد که در افراد ورزش‌زده متابولیسم استراحتی و تغییراتش در مقایسه با افراد بی‌تحرک کمتر تحت تاثیر فعالیت ورزشی قرار می‌گیرد. در تحقیق حاضر همبستگی معنی‌داری بین تغییرات متابولیسم استراحتی با تغییرات توده‌ی بدون چربی ($r = 0.92$) و BMI ($r = 0.78$) مشاهده شد. احتمالاً، از دلایل افزایش کل متابولیسم استراحتی در گروه تمرین مقاومتی می‌توان به افزایش این متغیرها (FFM و BMI)، افزایش هورمون رشد و فعالیت سیستم عصب سمپاتیک اشاره کرد (۲۲ و ۲۱). RMR آزمودنی‌های گروه تمرین هوازی، بعد از اجرای برنامه تمرینی کاهش یافت. در این راستا نیز گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد تمرین هوازی می‌تواند منجر به کاهش سطوح تیروکسین پلازما شود (۲۳ و ۶). به نظر می‌رسد که کاهش سطح پلاسمایی این هورمون بتواند منجر به کاهش RMR شود؛ البته در این مورد ضرورت انجام تحقیقات بیشتر احساس می‌شود. در هر دو گروه تمرین هوازی و مقاومتی مقدار افزایش VO_2max از پیش آزمون تا پس آزمون معنی‌دار بود. اما در گروه شاهد هیچ تغییر معنی‌داری در مقدار VO_2max بعد از اجرای برنامه تمرین مشاهده نشد. در مقایسه‌ی بین گروهی تغییرات VO_2max تفاوت معنی‌داری بین گروه استقامتی با مقاومتی و استقامتی با شاهد مشاهده شد. اما بین گروه مقاومتی با شاهد تفاوت معنی‌داری در تغییرات VO_2max مشاهده نشد. در تفسیر این نتایج ذکر چند نکته مهم است.

اول اینکه در هر دو گروه تمرینی کاهش چربی موجب افزایش سهم توده‌ی بدون چربی در کل وزن بدن شده و همین مساله می‌تواند به افزایش متابولیسم استراحتی و حداکثر اکسیژن مصرفی کمک کند. در مورد تمرینات هوازی افزایش آنزیم‌های اکسایشی، کارایی بهتر عملکرد عضلات قلب و تغییرات ترکیب خون، احتمالاً در افزایش VO_2max نقش داشته‌اند (۲۴، ۲۳ و ۲۲). در تفسیر بهبود وضعیت VO_2max

همکارانش (۱۹۹۷) در تحقیقی بر روی سه گروه تمرین مقاومتی + رژیم غذایی کم کالری، تمرین هوازی + رژیم غذایی کم کالری و یک گروه منحصراً رژیم غذایی کم کالری، کاهش یکسانی را در میزان متابولیسم استراحتی همه گروه‌های تحقیق گزارش کردند (۸). در این تحقیق هنگامی که متابولیسم استراحتی بر حسب کیلوگرم از وزن بدن یا FFM بیان شد هیچ تغییر معنی‌داری در میزان متابولیسم استراحتی هر سه گروه تحقیق مشاهده نشد. نتایج این تحقیق از این نظر با یافته‌های تحقیق حاضر در تناقض است که؛ آزمودنی‌های تحقیق گلاپتیر به علت چاقی و بی‌تحرکی در طول دوره‌ی تحقیق، تحت تمریناتی با شدت متوسط قرار داشتند، و این وضعیت کاملاً با شرایط دانشجویان غیرفعال با وزن طبیعی که تحت یک برنامه‌ی تمرین هوازی و مقاومتی پیشرونده بودند، متفاوت بود. احتمالاً مهم‌ترین دلیل تفاوت در نتایج، اعمال رژیم غذایی در تحقیق گلاپتیر می‌باشد. دولزال و همکارانش (۱۹۹۸) آثار ۱۰ هفته (۳ جلسه در هفته) تمرین هوازی، مقاومتی و ترکیبی از تمرین هوازی و مقاومتی (با هم) را بر متابولیسم استراحتی مردان فعال (20.1 ± 1.6 سال) مورد بررسی قرار دادند. میزان متابولیسم استراحتی بعد از اجرای برنامه تمرینی در گروه‌های مقاومتی و ترکیبی به طور معنی‌داری افزایش یافت. اما کل متابولیسم استراحتی گروه تمرین هوازی کاهش معنی‌داری داشت (۱۴). البته لازم به ذکر است که در این تحقیق نیز هنگامی که RMR بر حسب هر کیلوگرم از FFM آزمودنی‌ها محاسبه شد، هیچ تغییر معنی‌داری در مقدار متابولیسم استراحتی هر سه گروه تحقیق مشاهده نشد. نتایج این تحقیق با وجود طولانی‌تر بودن برنامه‌ی تمرینی، با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. تنها تفاوت بین نتایج این دو تحقیق در مقدار افزایش یا کاهش متابولیسم استراحتی در گروه‌های تمرینی است. شاید دلیل این اختلاف را باید در ورزش‌زده بودن آزمودنی‌های تحقیق دولزال در مقایسه با آزمودنی‌های غیرفعال پژوهش

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که شش هفته تمرین هوازی و مقاومتی به‌ترتیب باعث کاهش و افزایش معنی‌داری در کل متابولیسم استراحتی می‌شود. در یک جمع‌بندی کلی، با توجه به این که مقدار متابولیسم استراحتی به نسبت کیلوگرم از وزن توده‌ی بدون چربی تغییر معنی‌داری بعد از اجرای هر دو برنامه تمرینی هوازی و مقاومتی نداشت، بنابراین به نظر می‌رسد افزایش متابولیسم استراحتی و کاهش وزن بیشتر به مقدار انرژی مصرفی تمرین ارتباط داشته باشد تا نوع تمرین. یعنی در استفاده از تمرینات هوازی و مقاومتی در افزایش متابولیسم استراحتی و کاهش وزن تفاوت چندانی وجود ندارد.

در گروه تمرین مقاومتی ذکر چند نکته ضروری است. اول اینکه ماهیت تمرین با وزنه‌ای که در این پژوهش به اجرا در آمد تقریباً استقامتی بود (۱۰ تا ۱۲ تکرار ۳ نوبت با وزنه ۶۵ درصد یک تکرار بیشینه و به صورت دایره‌ای). این نوع تمرین می‌تواند تا حدودی در بهبود روند سوخت و ساز هوازی نقش داشته باشد (۲۵ و ۲۰). همچنین وزن بدون چربی در این گروه افزایش داشت، در حالی که چربی بدن کاهش یافته بود و این مساله می‌تواند بهبود حداکثر اکسیژن مصرفی را موجب شود. از طرف دیگر بهبود شبکه‌ی مویرگی در اطراف عضلات اسکلتی خود یکی از روش‌های بهبود کارایی سیستم قلبی - عروقی محسوب می‌شود. احتمالاً تطابق‌های موضعی در این گروه قابل توجه بوده است.

References

- 1- Mokdad AH, Ford ES, Bowman BA, et al. Prevalence of obesity, diabetes and obesity-related health risk factors. *JAMA*. 2003; 289: 76-9.
- 2- Kuczmarski RJ, Flegal KM, Campbell SM, Johnson CL. Increasing prevalence of overweight among U.S adults. *JAMA*. 1994; 272: 205-11.
- 3- Kuczmarski RJ, Carroll MD, Flegal KM, Troiano RP. Varying body mass index cutoff points to describe overweight prevalence among U.S adults. *Obes res*. 1997; 5: 542-548.
- 4- Bryner RW, Ullrich IH, Sauers J, David D, Hornsby G, Kolar M and Yeater R. Effects of resistance vs. aerobic training combined with an 800 calorie liquid diet on lean body mass and resting metabolic rate. *J Am Coll Nutr*. 1999; 18: 115-121.
- 5- Broeder CA, Burrhus KA, Svanevik LC and Wilmore JH. The effects of either high-intensity resistance or endurance training on resting metabolic rate. *Am J Clin Nutr*. 1992; 55: 802-10.
- 6- Katzef HL and Selgrad C. Maintenance of thyroid hormone production during exercise-induced weight loss. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 1991; 261: 382-388.
- 7- Donnelly JA, Pronk NP, Jacobsen DJ, Pronk SJ and Jakicic JM. Effects of a very-low-calorie diet and physical-training regimens on body composition and resting metabolic rate in obese females. *Am J Clin Nutr*. 1991; 54: 56-61.
- 8- Geliebter A, Maher MM, Gerace L, Hashim BSA. Effects of strength or aerobic training on body composition, resting metabolic rate, and peak oxygen consumption in obese dieting subjects. *Am J Clin Nutr*. 1997; 66: 557-63.

- 9- kraemer WJ, Volek JS, Clark KL. Physiological adaptations to a weight loss dietary regimen and exercise programs in women. *J Appl physiol.* 1997; 83: 270-279.
- 10- potteiger JA, kirk EP, Jacobsen DJ, Donnelly JE. Changes in resting metabolic rate and substrate oxidation after 16 months of exercise training in overweight adults. *Int J Spor Nutr Exerc Metab.* 2008; 18: 79-95.
- 11- Sawczyn S, Kuehne T. Improving of resting metabolic rate by isokinetic resistance training versus traditional endurance rehabilitation programs of middle age overweight women. *Am J Clin Nutr.* 2005; 6: 120-124.
- 12- Wilmore JH, Stanforth PR, Hudspeth LA, Gagnon J, Daw EW, Leon AS and Raochard. Alterations in resting metabolic rate as a consequence of 20 wk of endurance training: the hritage family study. *Am J Clin Nutr.* 1998; 68: 66-71.
- 13- Antunes HKM, Santos RF, Boscolo RA, Bueno OFA and Mello MTD. Analysis of resting metabolic rate and body composition in elderly males before and after six months of endurance exercise. *Rev Bras Med Esporte.* 2005; 11: 292-6.
- 14- Dolezal BA, Potteiger JA. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. *J Appl physiol.* 1998; 85: 695-700.
- 15- Campbell WW, Josef LGO, Davey JSL, Cyr-Campbel D, Anderson RA and Evens WJ. Effects of resistance training and chromium picolinate on body composition and skeletal muscle in older men. *J Appl Physiol.* 1999; 86: 29-39.
- 16- Hematinejad D, Rahmaninia F. Measurment and evaluation in physical education. *J Appl physiol.* 2004.
- 17- Ballor dl, Jean Berino RH, Ades PA, Cryan J, Escandon JC. Contrasting effects of resistance and aerobic training on body composition and metabolism after diet-induced weight loss. *Metabolism.* 1997; 45: 179-183.
- 18- Wimberly MG, Manore MM, Woolf K, Swan PD, Carroll SS. Effects of habitual physical activity on the resting metabolic rates and body compositions of women aged 35 to 50 years. *J Am diet Assoc.* 2001; 101: 36-41.
- 19- Wilmore JH, Costill DL. Physiology of sport and exercise. Champaign IL: Human Kinetics publications. 1994.
- 20- Zafeiridis A, Smilios I, Conisidine V, Tokmakidis SP. Serum leptin responses after acute resistance exercise protocols. *J Appl Physiol.* 2003; 94: 591-597.
- 21- Pratley R, Nicklas B, Rubin M, et al. Strength training increases resting metabolic rate and norepinephrine levels in healthy 50- to 65-yr-old men. *J Appl Physiol.* 1994; 76: 133-137.
- 22- Zolandz JA, Konturek SJ, Duda K, et al. Effect of moderate incremental exercise, performed in fed and fasted state on cardio respiratory variables and leptin and ghrelin concentrations in young healthy men. *J Physiol Pharma Col.* 2005; 53; 13-543.

23- Ciloqlu F, Peker I, Pehlivan A, et al. Exercise intensity and its effects on thyroid hormones. *Neuro Endocrinology Letters*. 2005; 26: 830-4.

24- Raul AM, Manuel TV, Manuel JC, Sean PC, Ana MT. Effects of aerobic and strength-based

training on metabolic health indicators in older adults. *Lipids Health Dis*. 2010; 9: 76.

25- Speakman JR, Selman C. Physical activity and resting metabolic rate. *Proc Natr Soc*. 2013; 62: 621-34.

The Effect of Resistance and Endurance Training on Resting Metabolic Rate and Body Composition in Sedentary Males

Nouri Y¹, Rahmani nia F¹, Mirzaie B¹, Arazi H¹

¹Faculty of Sport, University of Guilan, Rasht, Iran.

Corresponding Author: Nouri Y, Faculty of Sport, University of Guilan, Rasht, Iran

Received: 18 Feb 2013 **Accepted:** 24 Sep 2013

Background and Objective: Knowledge of resting metabolic rate and body composition is important for defining appropriate nutritional, energy balance and weight control. The purpose of this study was to compare resting metabolic rate (RMR) and body composition in young sedentary males after aerobic and resistance exercise training.

Materials and Methods: Twenty eight sedentary male students were randomly assigned to participate in one of the following groups: endurance program (n=8), resistance program (n=10) and control group (n=10). The exercise training programs consisted of 6 weeks and 3 sessions of aerobic (running, by intensity 65% to 85% of HRmax) and resistance (11 exercises, 3 sets, 10 to 12 repetitions, 65% of 1RM) training per week. Before and after training, resting metabolic rate, body composition and VO₂max were determined for each participant. Within- group differences were analyzed by using student t-test. One way ANOVA was used for between -group differences.

Results: Results demonstrated that RMR increased significantly in resistance training while decreased significantly in endurance training. There was not any significant difference in RMR of the control group ($p \leq 0.05$). When RMR was normalized to FFM ($\text{kcal.kg FFM}^{-1}\text{day}^{-1}$), there were no significant improvement in RMR for any of the three groups. Total factors involved in body composition decreased significantly at the end of aerobic training. With resistance training, there was a significant decrease in FFM and BMI ($p \leq 0.05$).

Conclusion: This study indicates that weight loss programs are more dependent on the amount of energy expenditure during the exercises than on the type of training. The findings support that there is not much difference in using aerobic or resistance training to increase resting metabolic rate and weight loss.

Keywords: Resting metabolic rate, Body composition, Endurance training, Resistance training