

اثر دو برنامه تمرین مقاومتی یک جلسه‌ای با شدت‌های مختلف بر میزان متابولیسم استراحت در پسران دانشجو

امیرحسین حقیقی^۱

داوود یگانه‌فر^۲

محمد‌رضا حامدی‌نیا^۳

چکیده

هدف: این تحقیق با هدف مقایسه اثر دو برنامه تمرین مقاومتی یک جلسه‌ای با شدت‌های مختلف بر میزان متابولیسم استراحت پسران دانشجو انجام شد.

روش‌شناسی: تعداد ۱۲ مرد دانشجوی با میانگین‌های سن ($21/92 \pm 1/1$ سال)، قد ($175/17 \pm 4/55$ سانتی‌متر) و وزن ($69/74 \pm 7/5$ کیلوگرم) به صورت داوطلبانه انتخاب شدند و به فاصله ۱۳ روز در دو مرحله ورزش مقاومتی شرکت نمودند. در مرحله اول، انجام ۷ حرکت به صورت ست‌های استاندارد (۳ ست، ۱۲ تکرار و شدت ۵۰٪ یک تکرار بیشینه) و در مرحله دوم همین تعداد حرکات به صورت دایره‌ای (۳ ست، ۸ تکرار و شدت ۷۵٪ یک تکرار بیشینه) انجام شد. میزان متابولیسم استراحت در قبل و بعد از انجام تمرینات مقاومتی با شدت ۵۰٪ و ۷۵٪ یک تکرار بیشینه (IRM) اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون همبسته و T مستقل نشان داد که میزان RMR هر دو مرحله در فاصله ۱۵ ساعت پس از ورزش نسبت به RMR روز قبل از ورزش افزایش قابل ملاحظه‌ای دارد. این افزایش در مرحله شدت ۵۰٪ IRM معنی‌دار ($P=0/02$) و در مرحله شدت ۷۵٪ IRM غیر معنی‌دار ($P=0/062$) بود. مقادیر RER روز دوم نسبت به روز اول در هر دو مرحله آزمون، کاهش معنی‌داری داشت ($P=0/001$ برای مرحله ۵۰٪ IRM و $P=0/006$ برای مرحله ۷۵٪ IRM).

نتیجه‌گیری: می‌توان گفت انجام ورزش مقاومتی با شدت ۵۰ درصد از یک تکرار بیشینه باعث افزایش میزان متابولیسم استراحت شده و می‌توان از این شدت برای برنامه‌های کاهش وزن استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: تمرین مقاومتی، میزان متابولیسم استراحت، نسبت تبادل تنفسی، کاهش وزن.

۱. استادیار دانشگاه تربیت معلم سبزوار

۲. کارشناس ارشد تربیت بدنی

۳. دانشیار دانشگاه تربیت معلم سبزوار

The effect of two programs of one bout resistance training with various intensities on resting metabolic rate in male students

Haghighi, A. H (Ph. D)
Yeganeh Far, D (MSc)
Hamedinia, M. R (Ph.D)

Abstract

Purpose: The aim of this study was to compare the effect of two programs of one bout resistance training with various intensities on resting metabolic rate(RMR) in male students. **Methodology:** The twelve healthy male students (mean \pm SD: age, 21.92 \pm 1.1 years; height, 175.17 \pm 4.55cm; weight, 69.74 \pm 7.5kg) selected participated voluntarily at 2 stage of resistance exercise with 13 days interval time. At the first stage as standard sets, 7 movements was done (3 set, 12 repetition with intensity 50%1RM) at second stage again 7 movement circuitly was done(3 set, 8 repetition with intensity 75%1RM). Resting metabolic rate was measured before and after resistance exercise at intensities 50% and 70% of IRM.

Results: Data analyzed using paired t test and independent t test. The results showed that RMR has a considerable increase at 15 hour post exercise than previous day. This increase was significant in exercise with 50% of IRM but no in exercise with 70% of IRM .In addition to, respiratory exchange ratio (RER) significantly decreased following both types of exercise with respect to baseline(second day than first day) (P=0.001).

Conclusion: It can be claimed that resistance exercise with intensity 50% of IRM increase resting metabolic rate and this intensity could used for programs of weight loss.

Keywords: Resistance training, resting metabolic rate(RMR), RER, weight loss.

مقدمه

بسیاری از افراد جامعه در پی کاهش، تثبیت و یا افزایش وزن خود می‌باشند. وزن اضافی به شدت برای سلامتی افراد مضر است و بعضی افراد سعی می‌کنند تا وزن خود را کاهش دهند یا از کسب وزن اضافی جلوگیری نمایند (۲۱). وزن بدن به طور کلی از طریق تفاوت بین انرژی دریافتی و انرژی مصرفی تعیین می‌گردد. اگر انرژی دریافتی نسبت به انرژی مصرفی بیشتر باشد وزن بدن افزایش می‌یابد و اگر انرژی دریافتی از انرژی مصرفی کمتر شود وزن بدن کاهش می‌یابد (۶، ۲۱). رژیم‌های غذایی همراه با ورزش‌های مختلف یک روش مؤثر و کارآمد برای رسیدن به این اهداف می‌باشند. امروزه ثابت شده که رژیم‌های غذایی به تنهایی نمی‌توانند مدیریت مناسبی بر توده و ترکیب بدنی اعمال نمایند؛ به ویژه در برنامه‌های کاهش وزن همراه با بی‌غذایی‌های طولانی مدت بیم آن می‌رود که وزن از دست رفته دوباره کسب گردد (۵). از طرفی در برنامه‌های کاهش وزن، حفظ و افزایش وزن مطلوب به این معنی است که توده بدون چربی بدن افزایش یافته و از توده چربی بدن کاسته شود. خیلی از افراد به منظور کنترل کردن وزن بدنشان به سمت ورزش روی می‌آورند تا از این طریق انرژی مصرفی شان را افزایش دهند. به هر حال نوع و مقدار ورزشی که دقیقاً منجر به بیشترین کاهش وزن گردد هنوز یک موضوع قابل بحث و تحقیق می‌باشد (۲۱). معمولاً در برنامه‌های کاهش وزن، از تمرینات یا ورزش‌های استقامتی استفاده می‌شود (۲۳، ۱۲، ۱۱، ۵)؛ اما تمرینات و ورزش‌های مقاومتی هم می‌توانند به طور مستقیم و یا غیر مستقیم در برنامه‌های کاهش وزن نقش داشته باشند (۱۷، ۱۴، ۸، ۷، ۴، ۲۳). تمرینات مقاومتی یک شیوه از ورزش است که به خاطر نقش آن در بهبود اجرای ورزشکاران از طریق افزایش قدرت، توان، سرعت، هایپرتروفی، استقامت موضعی عضلانی، اجراهای حرکتی، تعادل و هماهنگی از دو دهه قبل در بین عموم مردم رشد فراوانی داشته است (۲). احتمالاً یکی از مفیدترین اثرات ورزش‌های مقاومتی که می‌تواند در کنترل وزن سودمند باشد هزینه کالریکی مستقیم آن و اکسیداسیون زیاد چربی پس از ورزش می‌باشد که این امر بیشتر با ورزش‌های مقاومتی شدید تحقق می‌یابد (۱۹). ورزش مقاومتی می‌تواند میزان متابولیسم استراحت را به میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش دهد (۹، ۱۹، ۱۷).

کل هزینه انرژی روزانه^۱ شامل انرژی لازم جهت متابولیسم پایه بدن، اثر گرمایی فعالیت^۲ و اثر گرمایی غذا^۳ می‌باشد (۸ و ۲۱). چون میزان متابولیسم پایه بدن بیشترین درصد از انرژی مصرفی روزانه یک شخص را تشکیل می‌دهد (تقریباً ۶۰ تا ۷۵٪)، بنابراین محققان علاقه‌مند شده‌اند تا در تعیین موارد مداخله گر در میزان متابولیسم استراحت تحقیق نمایند تا با استفاده از این موارد بتوانند میزان متابولیسم استراحت را برای تسهیل در امر کاهش وزن افزایش دهند (۸).

1. Total Daily Energy Expenditure(TDEE)

2. Thermic effect of activity

3. Thermic effect of food

احتمالاً نوع، شدت و مدت ورزش می‌تواند بر میزان متابولیسم استراحت^۱ (RMR) تأثیر بگذارد (۱۰). چندین تحقیق پاسخ RMR را به ورزش مقاومتی شدید و یا دایره‌ای بررسی کرده‌اند (۱۶، ۹، ۱۹، ۱۷، ۸، ۵، ۶، ۲۱). این مطالعات نشان داده‌اند که ورزش مقاومتی یک روش کارآمد و مؤثر برای بالا بردن انرژی مصرفی حتی تا چندین ساعت پس از ورزش می‌باشد. در این میان عامل شدت و حجم ورزش مقاومتی در طولانی شدن مدت زمان افزایش در انرژی مصرفی و بزرگی این افزایش نسبت به حالت پایه، بسیار تأثیرگذار است. با توجه به این که شدت‌های مختلف ورزش مقاومتی می‌تواند تأثیرات متفاوتی بر شاخص RMR داشته باشد، محقق سعی دارد تا با ثابت نگه داشتن حجم ورزش، تأثیر دو برنامه تمرین مقاومتی یک جلسه‌ای (با شدت ۵۰ و ۷۵ درصد از یک تکرار بیشینه) را بر میزان متابولیسم استراحت در پسران دانشجوی مورد بررسی قرار دهد.

روش‌شناسی

نمونه آماری شامل ۱۲ دانشجوی پسر دانشگاه تربیت معلّم سبزوار بودند که به صورت داوطلبانه و از نمونه‌های در دسترس انتخاب شدند. محدودیت‌های شرکت در این تحقیق عبارت بودند از مصرف سیگار، داشتن بیماری‌های غددی یا هورمونی یا مصرف داروهایی که می‌تواند بر میزان متابولیسم بدن تأثیر بگذارد. اطلاعات فوق به وسیله پرسش‌نامه‌هایی که محقق تهیه کرده بود، جمع‌آوری گردید. یک هفته قبل از شروع آزمون، از آزمودنی‌ها در آزمایشگاه فیزیولوژی ورزش دعوت شد تا اطلاعاتی در مورد هدف تحقیق و روش کار در اختیار آنها قرار گیرد. اطلاعات مربوط به سن، قد و وزن افراد در همان جلسه ثبت شد. آزمون حداکثر توان هوایی هر فرد بر روی دوچرخه کارسنج، ۳ یا ۴ روز قبل از شروع اولین مرحله از آزمون گرفته شد. دو هفته قبل از شروع آزمون‌ها از داوطلبان آزمون یک تکرار بیشینه قدرت در سالن کار با وزنه دانشگاه گرفته شد تا با استفاده از این تست، مقدار مقاومت برای هر فرد تعیین گردد (۷۵ و ۵۰٪ IRM). به خاطر محدودیت استفاده از تنها دستگاه تجزیه‌کننده گازهای تنفسی موجود در آزمایشگاه می‌بایست زمان انجام آزمون برای هر فرد تعیین می‌شد تا در هر مرحله، هر یک از آزمودنی‌ها در یک روز جداگانه که به او اختصاص داده شده بود مورد آزمون قرار می‌گرفت. به این شکل که چون ۱۲ آزمودنی داشتیم و هر آزمودنی در یک روز جداگانه برنامه تمرین خود را اجرا می‌کرد؛ لذا آزمودنی‌ها به فاصله زمانی ۱۳ روز در دو مرحله تمرین یک جلسه‌ای شرکت می‌نمودند و چون یک گروه تجربی وجود داشت و هر آزمودنی با خودش مقایسه می‌گردید؛ لذا احتمال وجود عوامل تأثیرگذار بر نتایج تحقیق به حد اقل می‌رسید. دو مرحله تمرین محقق ساخته شامل (۱) مرحله تمرین مقاومتی با شدت ۷۵٪ از یک تکرار بیشینه (n=12) و (۲) مرحله تمرین مقاومتی با شدت ۵۰٪ از یک تکرار بیشینه (n=12).

مراحل انجام تحقیق

1. Resting Metabolic Rate(RMR)

مراحل کلی کار برای هر آزمودنی بدین ترتیب بود که در ساعت ۶:۳۰ صبح آزمودنی وارد آزمایشگاه فیزیولوژی ورزش دانشگاه می‌شد تا میزان متابولیسم استراحت وی بعد از ۱۱ ساعت ناشتایی و تقریباً ۸ ساعت خواب به وسیله کالری متری غیر مستقیم اندازه‌گیری شود. زمان اندازه‌گیری میزان متابولیسم استراحت ۳۰ دقیقه بود و آزمودنی بعد از اندازه‌گیری برای خوردن صبحانه به سلف دانشگاه مراجعه می‌کرد که ساعت ۷ تا ۷/۳۰ این وعده غذایی صرف می‌شد. به آزمودنی‌ها توصیه شده بود که بعد از ترک آزمایشگاه، تا حد امکان در حالت بی‌حرکتی با شند و از آنها خواسته شد تا ساعت ۱۱/۳۰ وعده نهار خود را در سلف دانشگاه بخورند. در ساعت ۲:۰۰ بعد از ظهر هر آزمودنی حدود ۳۵ دقیقه کار با وزنه را (با شدت ۷۵٪ از IRM برای مرحله شدت بالا و ۵۰٪ از IRM برای مرحله شدت پایین) انجام می‌داد. سپس در ساعت ۷ بعد از ظهر برای خوردن شام به سلف دانشگاه مراجعه نموده و تا ۷/۴۵ شب به محل سکونت خود برمی‌گشت. همچنین توصیه شده بود از خوردن هر نوع غذا یا نوشیدن هر مایعی جز آب خودداری نمایند. آزمودنی‌ها صبح روز بعد، ساعت ۷ برای اندازه‌گیری ۳۰ دقیقه ای میزان متابولیسم استراحت دوم به آزمایشگاه بر می‌گشتند که تقریباً بین جلسه ورزشی روز قبل و اندازه‌گیری میزان متابولیسم استراحت دوم، ۱۵ ساعت فاصله زمانی وجود داشت.

اندازه‌گیری VO_2 و تولید CO_2 با استفاده از دستگاه تجزیه‌کننده گازهای تنفسی (Meta Max) انجام شد. برای اندازه‌گیری میزان متابولیسم استراحت، آزمودنی‌ها بعد از ورود بر روی یک تخت راحت در حالت به پشت خوابیده قرار می‌گرفتند. بعد از اطمینان از راحت بودن آزمودنی و صحیح قرار گرفتن ماسک مخصوص تنفسی بر روی صورت آزمودنی، اطلاعات مربوط به VO_2 و VCO_2 برای ۳۰ دقیقه جمع‌آوری شد. میزان متابولیسم استراحت با استفاده از فرمول ویبر^۱ $(L \cdot CO_2 = 1.1 + 0.02 \cdot k \cdot cal)$ محاسبه گردید (۲۲، ۶). برای اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی، از آزمون زیر بیشینه دوچرخه کارسنج^۲ (YMCA) استفاده گردید (۱) و همچنین برای اندازه‌گیری درصد چربی بدن از دستگاه تجزیه‌کننده ترکیب بدن استفاده شد.

پروتکل ورزشی

در قسمت اول از تمرین با وزنه، ورزش مقاومتی با ست‌های استاندارد و شدت ۷۵٪ از IRM با ۳ ست از ۷ حرکت مقاومتی در ۸ تکرار انجام می‌شد. این قسمت از تمرین با وزنه از لحاظ حجم کار با قسمت دوم تمرین (شدت ۵۰٪ IRM) برابر شده بود. در قسمت دوم، ورزش مقاومتی دایره‌ای با شدت ۵۰٪ از IRM از همان ۷ حرکت با ۳ دور و ۱۲ تکرار پی‌گیری می‌شد. کل زمان کار با وزنه به جز زمان گرم کردن، حدود ۳۵ دقیقه طول می‌کشید (جدول ۱ و ۲).

1. Wier

2. Young Man Cristian Association

جدول ۱. ورزش مقاومتی با ۷۵ درصد 1RM

| نوع حرکت | تعداد دایره | تعداد تکرار | درصد 1RM | زمان استراحت - دقیقه |
|----------|-------------|-------------|----------|----------------------|
| پرس سینه | ۳ | ۸ | ۷۵ | ۱ |
| اسکوات | ۳ | ۸ | ۷۵ | ۱ |
| سرشانه | ۳ | ۸ | ۷۵ | ۱ |
| پرس پا | ۳ | ۸ | ۷۵ | ۱ |
| زیر بغل | ۳ | ۸ | ۷۵ | ۱ |
| جلو ران | ۳ | ۸ | ۷۵ | ۱ |
| جلو بازو | ۳ | ۸ | ۷۵ | ۱ |

جدول ۲- ورزش مقاومتی با ۵۰ درصد 1RM

| نوع حرکت | تعداد ست | تعداد تکرار | درصد 1RM | زمان استراحت - دقیقه |
|----------|----------|-------------|----------|----------------------|
| پرس سینه | ۳ | ۱۲ | ۵۰ | ۱ |
| اسکوات | ۳ | ۱۲ | ۵۰ | ۱ |
| سرشانه | ۳ | ۱۲ | ۵۰ | ۱ |
| پرس پا | ۳ | ۱۲ | ۵۰ | ۱ |
| زیر بغل | ۳ | ۱۲ | ۵۰ | ۱ |
| جلو ران | ۳ | ۱۲ | ۵۰ | ۱ |
| جلو بازو | ۳ | ۱۲ | ۵۰ | ۱ |

روش‌های آماری

برای محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی از آمار توصیفی استفاده گردید. برای مقایسه هر یک از متغیرهای موجود در هر شدت معین از آزمون t همبسته و برای مقایسه تمام متغیرهای اندازه‌گیری شده در دو شدت مختلف از آزمون t مستقل استفاده شد. کلیه عملیات آماری به وسیله نرم‌افزار SPSS 14 انجام گرفت و سطح معنی‌داری آزمودنی‌ها $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مشخصات فیزیکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها به همراه نتایج آزمون‌های انجام شده در جداول ۳ و ۴ ارائه شده است.

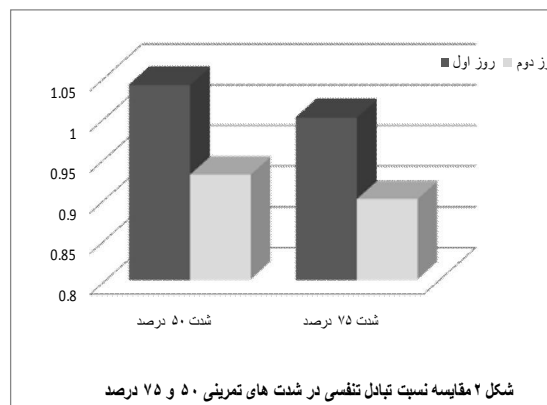
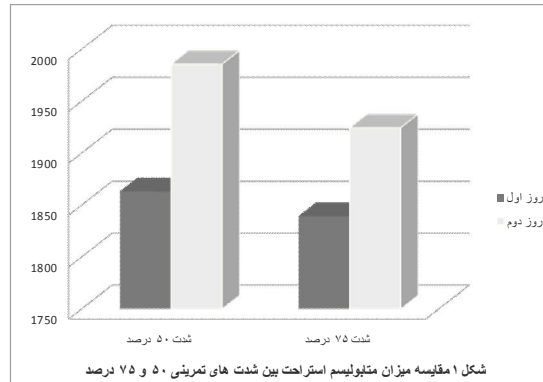
جدول ۳. میانگین مشخصات فیزیکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها

| متغیر | سن (سال) | وزن (کیلوگرم) | قد (سانتی متر) | VO2max (میلی لیتر بر دقیقه در هر کیلوگرم وزن بدن) | درصد چربی بدن |
|----------------------------|-----------|---------------|----------------|--|---------------|
| میانگین و انحراف استاندارد | ۲۱/۹۱±۱/۱ | ۶۹/۷۴±۷/۵۰ | ۱۷۵/۱۷±۴/۵۵ | ۳۹/۴۲±۵/۷۸ | ۱۵/۱۷±۲/۶۳ |

جدول ۴. مقادیر RMR و RER در هر دو مرحله از تمرین مقاومتی و تغییرات آنها در روز اول و دوم و بین دو مرحله

| متغیر | روز اول | روز دوم | میزان تفاوت روز دوم با روز اول | P میزان | بین دو مرحله P |
|--|----------------|----------------|--------------------------------|---------|----------------|
| میزان متابولیسم استراحت (کیلو کالری) مرحله شدت ۵۰٪ IRM | ۱۸۶۳/۲۸±۲۲۰/۶۳ | ۱۹۸۵/۸۶±۲۶۲/۵۶ | ۱۲۲/۵۸ | ۰/۰۲۰ | ۰/۵۴۷ |
| میزان متابولیسم استراحت (کیلو کالری) مرحله شدت ۷۵٪ IRM | ۱۸۳۹/۴۴±۱۸۰/۱۶ | ۱۹۲۴/۶۷±۲۴۰/۱۳ | ۸۵/۲۳ | ۰/۰۶۲ | |
| نسبت تبادل تنفسی مرحله شدت ۵۰٪ IRM | ۱/۰۴۰±۰/۰۶۸ | ۰/۹۳۳±۰/۰۵۵ | ۰/۱۰۷ | ۰/۰۰۱ | ۰/۷۵۱ |
| نسبت تبادل تنفسی مرحله شدت ۷۵٪ IRM | ۱/۰۰±۰/۰۵۹ | ۰/۹۰۴±۰/۰۶۸ | ۰/۰۹۶ | ۰/۰۰۶ | |

همان طور که در جدول ۴ نشان داده شده است، یک جلسه تمرین مقاومتی با شدت ۵۰٪ 1RM، باعث افزایش معنی‌دار و یک جلسه تمرین مقاومتی با شدت ۷۵٪ 1RM باعث افزایش غیر معنی‌دار میزان متابولیسم زمان استراحت می‌شود. همچنین بین جلسات تمرین مقاومتی با شدت‌های ۵۰ و ۷۵٪ 1RM در بخش افزایش RMR در ۱۵ ساعت پس از ورزش، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱و۲). همچنین جلسات تمرین مقاومتی با شدت‌های ۵۰٪ و ۷۵٪ 1RM باعث کاهش معنی‌دار RER در ۳۰ دقیقه اندازه‌گیری RMR گردید و بین دو شدت تمرین، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.



بحث و نتیجه‌گیری

یافته اصلی تحقیق حاضر درباره میزان متابولیسم استراحت نشان داد که ورزش مقاومتی با شدت ۵۰ درصد از یک تکرار بیشینه باعث افزایش میزان متابولیسم استراحت تقریباً ۱۵ ساعت پس از ورزش می‌گردد. در همین

رابطه سیری تینتهاد^۱ (۲۰۰۶) (۲۱) نشان داد که میزان متابولیسم استراحت حتی ۲۱ ساعت پس از ورزش مقاومتی حدود ۱۰٪ نسبت به روز قبل افزایش داشته است که در مقایسه با مطالعه حاضر، افزایش بیشتری را در RMR نشان می‌دهد. البته در مطالعه سیری تینتهاد، آزمودنی‌ها به طور متوسط فعال بودند و از ۵ حرکت که به صورت تک ست در ۵۰ تا ۶۰٪ از IRM تا حد خستگی انجام می‌شد برای پروتکل کار با وزنه استفاده کرده بودند و زمان فعالیت آنها ۴۵ دقیقه بود که در مقایسه با تحقیق حاضر ۱۰ دقیقه بیشتر بوده است. بنابراین می‌توان گفت که احتمالاً ایجاد در ماندگی و مدت زمان بیشتر تمرین، RMR بیشتری را در مطالعه تینتهاد در مقایسه با مطالعه حاضر ایجاد نماید. همچنین ملبای^۲ و همکارانش (۱۹۹۳) نشان دادند که ورزش مقاومتی، می‌تواند RMR را در فاصله ۱۴ الی ۱۵ ساعت پس از ورزش به میزان ۹/۴٪ نسبت به روز قبل افزایش دهد. پروتکل ورزشی آنها دارای حجم و شدت بالایی بود به گونه ای که آزمودنی‌های آنها ۶ ست از ۱۰ حرکت مختلف را در ۷۰٪ از IRM انجام می‌دادند و تکرارها تا حد خستگی و ۳ دقیقه استراحت بین ست‌ها اعمال می‌شد و زمان کل فعالیت آنها ۹۰ دقیقه بود. بنابراین تحقیق ملبای از لحاظ مدت و شدت کار بسیار بالاتر از تحقیق حاضر می‌باشد و بنابراین طبیعی است که افزایش RMR بیشتری را تجربه نمایند (۱۶). در بیشتر تحقیقاتی که RMR بالایی را فراتر از مدت ۱۴ ساعت یافته‌اند، پروتکل ورزشی آنها بین ۸ تا ۱۰ حرکت داشته و در ۴ ست یا بیشتر و تا حد و اماندگی انجام می‌شده است (۱۹)؛ اما در تحقیقی که به وسیله استربرگ^۳ و همکارانش (۲۰۰۰) انجام شد مشخص گردید، با وجود این که ورزش مقاومتی ۱۰۰ دقیقه به طول انجامید و ۱۰ حرکت مختلف را در ۵ ست با تکرارهای ۱۰ الی ۱۵ تایی در هر ست انجام دادند، افزایش RMR آزمودنی‌ها در روز بعد؛ یعنی، ۱۶ ساعت پس از ورزش فقط ۴/۲٪ افزایش یافت (۱۷). با این حال، تفاوت نسبت به روز قبل معنی‌دار بود. هر چند تحقیق استربرگ و همکارانش از لحاظ پروتکل کار با وزنه (شدت و حجم) با تحقیق حاضر تفاوت‌های زیادی داشت؛ اما از جهت درصد افزایش RMR روز بعد بسیار مشابه می‌باشد. البته نباید فراموش کرد که اوستربرگ و همکارانش از آزمودنی‌های زن استفاده کرده بودند و میانگین RMR آنها در دو روز اندازه‌گیری به میزان قابل ملاحظه‌ای (حدود ۴۰۰ کیلو کالری) پایین تر از میانگین RMR در تحقیق حاضر بود. بنابراین احتمال می‌رود به دلیل تفاوت در جنسیت، تفاوت در پروتکل ورزشی و تفاوت RMRها در دو مطالعه، مقایسه افزایش RMRها بین دو تحقیق امر صحیحی نباشد.

از عوامل مهمی که در RMR افزایش یافته بعد از ورزش نقش دارند اثرات باقی مانده هورمون‌ها و بازسازی گلیکوژن است. محققان سطوح بالایی از هورمون رشد و نوراپی نفرین پلازما را بعد از ورزش گزارش کرده‌اند (۲۱، ۲۳). اثرات این هورمون‌ها می‌تواند متابولیسم افزایش یافته را ساعت‌ها حفظ کند. هورمون رشد لیپولیز را افزایش می‌دهد و مقدار افزایش هورمون رشد پلازما به صورت مستقیم به شدت و مدت ورزش وابسته است و در افراد نآآماده نسبت به افراد آماده پاسخ‌های بیشتری را ایجاد می‌نماید. سطوح کاتکولامین‌ها بعد از ورزش مقاومتی، بالا باقی می‌ماند اما اثرات آن ساعات زیادی باقی نمی‌ماند (۲۱). سازوکار اساسی که

1. Sirithienthad

2. Melby et al

3. Osterberg et al

بر میزان متابولیسم استراحت در مدت بیش از ۱۲ ساعت بعد از ورزش مقاومتی تأثیر می‌گذارد، احتمالاً افزایش در نوسازی پروتئین می‌باشد. زیرا بازسازی پروتئین از لحاظ هزینه انرژی گران تمام می‌شود و تقریباً ۱۵ تا ۲۰٪ از RMR را در طی شرایط استراحت در بر می‌گیرد. ورزش مقاومتی معمولاً مقداری آسیب عضلانی ایجاد می‌کند که ساخت پروتئین را افزایش می‌دهد. دولیزال^۱ و همکارانش (۲۰۰۰)، همبستگی مثبتی را بین آسیب عضلانی و افزایش RMR گزارش دادند و اعلام نمودند که افزایش در RMR، به علت افزایش در سنتز پروتئین ناشی از آسیب عضلانی است (۸). به این معنی که انجام تمرینات مقاومتی می‌تواند باعث تخریب عضلانی در خلال تمرین شده و همین عامل باعث افزایش سنتز پروتئین در دوره بازگشت به حالت اولیه تا چندین ساعت پس از تمرین گردد. لذا، این موضوع می‌تواند نیاز به اکسیژن جهت آنابولیسم پروتئین را در دوره بازیافت افزایش داده و در نتیجه میزان RMR را بالا ببرد. همین محقق در تحقیقی دیگر (۱۹۹۸) گزارش داد که کراتین کیناز تا ۷۲ ساعت پس از ورزش نسبت به حالت پایه قبل از ورزش به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (۹). در این تحقیق از ورزش مقاومتی با انقباضات اکسنتریک استفاده شده بود. با این حال، این افزایش که در RMR به دلیل بازسازی پروتئین رخ می‌دهد ممکن است در مراحل ابتدایی یک برنامه تمرین مقاومتی ظهور نموده و در مراحل بعدی تمرین در نتیجه سازگاری‌های حاصل از تمرین، کاهش یابد. در تحقیق حاضر آزمودنی‌ها غیرتمرین کرده بودند و احتمالاً آسیب عضلانی یکی از علل افزایش RMR در روز بعد از ورزش بود.

ما همچنین نشان دادیم که ورزش مقاومتی با شدت ۷۵ درصد از یک تکرار بیشینه باعث افزایش معنی‌داری در میزان متابولیسم استراحت پسران دانشجو نمی‌گردد. در راستای این نتیجه هانتر^۲ و همکارانش (۲۰۰۶) نشان دادند که ۴۰ دقیقه ورزش مقاومتی با شدت زیاد (۱۰ تکرار در ۲ ست از ۸ حرکت در ۸۰٪ از 1RM) تفاوت معنی‌داری را در انرژی مصرفی حالت استراحت در ۱۹ ساعت پس از ورزش ایجاد نمی‌کند (۱۲). در این تحقیق از زنان به عنوان آزمودنی استفاده شده بود و اندازه‌های RMR در ۲۵ هفته بعد از اعمال تمرینات مقاومتی مورد بررسی قرار گرفت. این دو عامل می‌تواند بر نتایج تحقیق اثرگذار باشد و شاید علتی برای توضیح همراستا نبودن نتایج تحقیق حاضر با این تحقیق باشد. بنابراین نباید نقش سازگاری با تمرین ۲۵ هفته‌ای را در این تحقیق نادیده گرفت زیرا احتمالاً باعث کوتاه شدن دوره بازیافت شده است. در مطالعه ملانسون^۳ و همکاران (۲۰۰۵) (۱۵) و هانتر و همکاران (۲۰۰۳) (۱۳) نیز هیچ افزایشی در میزان متابولیسم پایه در ۱۹ و ۲۱ ساعت پس از ۳۰ دقیقه تمرین مقاومتی مشاهده نگردید. آنها دلیل این نتیجه را انجام تمرینات مقاومتی با حجم و یا مقاومت نسبتاً پایین عنوان نمودند. همچنین افزایش میزان متابولیسم پایه را بعد از تمرین مقاومتی به افزایش نیاز عضله به انرژی جهت فرآیند ترمیم عضلانی نسبت دادند. در تحقیق حاضر می‌توان گفت که احتمالاً این روش تمرینی (۷۵ درصد یک تکرار بیشینه) نتوانسته است محرک کافی را جهت افزایش نیاز به انرژی تامین نماید و نتایج علیرغم افزایش، غیرمعنی‌دار شده است.

1. Dolezal et al
2. Hunter et al
3. Melanson et al

به طور کلی در بررسی نتایج مطالعاتی که بر روی RMR تحقیق کرده‌اند، مشخص گردید که تفاوت‌ها فقط در میزان افزایش RMR در روز بعد از ورزش است که آن هم احتمالاً به دلیل تفاوت در به کارگیری حجم‌ها و شدت‌های متفاوت در پروتکل‌های تمرین با وزنه و نیز نوع ورزش به کارگرفته شده است (که در اینجا دایره ای بوده است) (۱۰، ۱۹، ۱۷، ۸، ۱۲، ۵، ۲۱)؛ اما عواملی که باعث افزایش RMR می‌شوند شامل افزایش سنتز پروتئین، بازسازی ذخایر گلیکوژن، تعادل انرژی، فشارهای روانی، افزایش هورمون‌ها، افزایش درجه حرارت بدن و افزایش اکسیداسیون لیپیدها می‌باشد (۱۰، ۲۱). بعضی تحقیقات رابطه مثبتی را بین میزان متابولیسم استراحت و درجه حرارت بدن گزارش داده‌اند (۱۶، ۲۱). در اکثر تحقیقات درجه حرارت بدن آزمودنی‌ها و درجه حرارت محیط به شیوه‌های مختلف کنترل شده است؛ اما در مطالعه حاضر این موضوع مورد توجه قرار نگرفت.

نتایج مطالعه حاضر در رابطه با نسبت تبادل تنفسی بعد از ورزش نشان داد که هر دو نوع ورزش مقاومتی با شدت‌های ۵۰ و ۷۵ درصد از یک تکرار بیشینه باعث کاهش RER در ۱۵ ساعت پس از ورزش می‌شوند. مقادیر نسبت تبادل تنفسی که صبح بعد از ورزش اندازه‌گیری شدند به طور معنی‌داری در مقایسه با نسبت تبادل تنفسی‌هایی که صبح قبل از ورزش اندازه‌گیری شده بودند، پایین تر بود. این نتیجه با نتایج تحقیقات لمبای و همکاران (۱۹۹۳) (۱۶)، استربرگ و همکاران (۲۰۰۰) (۱۷) و اسکونکه^۱ و همکاران (۲۰۰۲) (۱۹) همراستا می‌باشد. تنها تفاوت می‌تواند در میزان کاهش نسبت تبادل تنفسی در بین تحقیقات مختلف باشد. در توجیه این نتیجه باید گفت که این موضوع می‌تواند بازتابی از اکسیداسیون بیشتر چربی بوده و ناشی از چند عامل باشد. احتمال دارد آزمودنی‌های این تحقیق تغذیه ضعیفی داشته‌اند که باعث حالتی از تعادل منفی انرژی گردیده و باعث حرکت و اکسیداسیون بیشتر اسیدهای چرب شده است. همچنین احتمال دارد که RER کمتر، ناشی از تغییر در اکسیداسیون درشت مغذی‌ها باشد تا تغذیه ضعیف آزمودنی‌ها. در این رابطه محققین دیگر مشاهده کردند که RER تا ۱۴ ساعت بعد از تمرین طولانی مدت کاهش می‌یابد (۳). این موضوع نشان دهنده تغییر به سمت اکسیداسیون بیشتر چربی‌ها نسبت به کربوهیدرات در دوره پس از تمرین می‌باشد به این علت که کربوهیدرات نسبتاً بیشتری برای بازسازی ذخایر گلیکوژن عضله استفاده شده است. ورزش‌های مقاومتی شدید عمدتاً از کراتین فسفات و کربوهیدرات به عنوان سوخت برای تامین انرژی استفاده می‌کنند که این موضوع باعث اکسیداسیون بیشتر چربی در دوره بازیافت می‌شود (۱۸، ۱۶، ۱۷، ۴). در همین رابطه مک میلان^۲ (۱۹۹۳) نشان داد که غلظت‌های خونی اسیدهای چرب آزاد در فاصله ۲۰ ساعت پس از تمرین مقاومتی در سطح بالا باقی می‌ماند که بیان کننده تغییر سوخت به سمت متابولیسم اسیدهای چرب آزاد است (۱۹). همچنین نشان داده شده است که افراد تمرین کرده ظرفیت‌های اکسیداتیو بالاتری در گروه‌های عضلانی تمرین کرده دارند که احتمالاً منجر به مصرف بیشتر چربی و نسبت تبادل تنفسی پایین تر در دوره بازیافت آنها می‌گردد (۲۰). حال با توجه به این که آزمودنی‌های تحقیق حاضر غیر

1. Schuenke
2. Mac Milan

تمرین کرده بودند، بنابراین مقادیر RER بیشتر این افراد نسبت به تحقیقات دیگر (۱۶، ۱۹، ۱۷) که اکثر از افراد تمرین کرده استفاده نموده بودند تا حدودی قابل توجیه می‌باشد.

در تحقیق حاضر نسبت تبادل تنفسی بین دو مرحله (شدت ۵۰ و ۷۵٪ IRM) تفاوت معنی‌داری با هم نداشت. این نتیجه احتمالاً به معنی عدم تفاوت نوع سوخت مصرفی در دو مرحله بعد از ورزش می‌باشد. به طور کل هر دو نوع ورزش مقاومتی استفاده شده در این تحقیق باعث کاهش نسبت تبادل تنفسی بعد از ورزش گردید.

احتمالاً تمرین مقاومتی می‌تواند نه فقط به علت هزینه کالریکی مستقیم فعالیت و افزایش جبرانی در اکسیژن مصرفی پس از تمرین بلکه به علت اکسیداسیون بیشتر چربی پس از تمرین در کنترل وزن مفید باشد. تحقیقات بیشتری برای بررسی اثر روش‌ها و شدت‌های مختلف ورزش مقاومتی بر اکسیداسیون مواد مغذی پس از تمرین نیاز است.

نتیجه‌گیری: می‌توان گفت انجام ورزش مقاومتی با شدت ۵۰ درصد از یک تکرار بیشینه باعث افزایش میزان متابولیسم استراحت شده و می‌توان از این شدت برای برنامه‌های کاهش وزن استفاده نمود.

منابع

۱. هی وارد، ویویان اچ. اصول علمی و تمرین‌های تخصصی آمادگی جسمانی. مترجمین، گایینی عباسعلی و همکاران، ۱۳۸۴، انتشارات سبحان، صفحه ۸۸
2. Ahlborg G, Felig P, Hagenfeldt L, Hendler R and Wahren J. (1974). Substrate turnover during prolonged exercise in man. *J Clin Invest.* 53 (4): 1080 – 1090.
3. Bahr R, Sejersted OM. Effect of intensity of exercise on excess postexercise O₂ consumption. *Metabolism.* (1991) 40 (8): 836 – 41.
4. Binzen CA, Swan PD and Manore MM. (2001). Postexercise oxygen consumption and substrate use after resistance exercise in women. *Med Sci Sports Exerc.* 33 (6): 932_ 938.
5. Broeder CE, Burrhus KA, Svanevik LS and Wilmore JH. (1992). The effects of either high – intensity resistance or endurance training on resting metabolic rate. *Am J Clin Nutr.* 55: 802_810 .
6. Burlson MA , Bryant HS, Stone MH, Collins MA and McBride TT. (1998). Effect of weight training exercise and treadmill exercise on post-exercise oxygen consumption. *Med Sci Sports Exerc.* 30 (4): 518-522 .
7. Deschenes MR and kraemer WJ. (2002). Performance and physiologic adaptations to resistance training. *Am J Phys Med Rehabil.* 81: S3-S16 .
8. Dolezal BA, Potteiger JA. (1998). Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. *J Appl Physiol.* 85: 695-700 .

9. Dolezal BA ,Potteiger JA,Jacobsen DJ and Benedict SH. (2000). Muscle damage and resting metabolic rate after acute resistance exercise with an eccentric overload. *Med Sci Sports Exerc.* 32 (7): 1202 _1207 .
10. Foureaux G,Kelerson M,Pinto C and Damaso A. (2006). Effects of excess postexercise oxygen consumption and resting metabolic rate in energetic cost. *Rev Bras Med Esporte.* 12 (6): 351e _ 355e .
11. Gore CJ and Withers RT. (1990). Effect of exercise intensity and duration on postexercise metabolism. *J Appl Physiol.* 68 (6): 2362 _2368 .
12. Hunter GR ,Byrne NM,Gower BA,Sirikul B and Hills AP. (2006). Increased resting energy expenditure after 40 minutes of aerobic but not resistance exercise. *Obesity.* 14: 2018 _ 2025 .
13. Hunter G R, Seelhorst D, Snyder S. (2003). Comparison of metabolic and heart rate responses to super slow vs. traditional resistance training. *J Strength Cond Res.* 17: 76-81.
14. Kraemer WJ and Ratamess NA. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc.* 36 (4): 678-688 .
15. Melanson E I, Sharp TA, Seagle HM, et al (2005). Twenty _ four _ hour metabolic responses to resistance exercise in women. *J Strength Cond Res.* 19: 61 _66 .
16. Melby C,Scholl C,Edwards G and Bullough R. (1993). Effect of acute resistance exercise on postexercise energy expenditure and resting metabolic rate. *J Appl Physiol.* 75 (4): 1847 _1853 .
17. Osterberg KL and Melby CL. (2000). Effect of acute resistance exercise on postexercise oxygen consumption and resting metabolic rate in young women. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 10: 71 _81 .
18. Pascoe D D, Costill DL, Fink WJ, Robergs RA, and Zachwieja JJ. (1993). Glycogen resynthesis in skeletal muscle following resistive exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 25 (3): 349 _ 354.
19. Schuenke MD,Mikat RP and McBride JM. (2002). Effect of an acute period of resistance exercise on excess post _ exercise oxygen consumption: Implication for body mass management. *Eur J Appl Physiol.* 86: 411_ 417.
20. short KR and Sedlock DA. (1997). Excess postexercise oxygen consumption and recovery rate in trained and untrained subjects. *J Appl Physiol.* 83 (1): 153 _159 .
21. Sirithienthad P. (2006). A comparison of the effects of postexercise basal metabolic rate among continuous aerobic,intermittent aerobic and resistance exercise: Implication for weight control. Doctoral Dissertation.
22. Weir V. (1949). New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol.* 109: 1 _9 .

23. Wong T,Harber V. (2006). Lower excess postexercise oxygen consumption and altered Growth hormone and cortisol responses to exercise in obese men. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism. 91: 2678 – 2688 .

