علوم زیستی ورزشی _ تابستان ۱۳۸۹
شمارهٔ ۵ – ص ص : ۱۴۱- ۱۲۷
تاریخ دریافت : ۲۱ / ۱۰ / ۸۸
تاریخ تصویب : ۲۷ / ۰۷ / ۸۹

اثر دو برنامهٔ تمرین مقاومتی به صورت دایره‌ای و ست‌های استاندارد با شدت‌های مختلف بر پاسخ EPOC در مردان جوان

امیرحسین حقیقی[۱] _ داود یگانه فر _ محمدرضا حامدی نیا
استادیار دانشگاه تربیت معلم سبزوار، دانش‌آموختهٔ دانشگاه تربیت معلم سبزوار، دانشیار دانشگاه تربیت معلم سبزوار

چکیده

هدف از تحقیق حاضر، اثر دو برنامهٔ تمرین مقاومتی به صورت دایره‌ای و ست‌های استاندارد با شدت‌های مختلف بر پاسخ EPOC در مردان جوان است. به همین منظور ۱۲ مرد دانشگاهی با میانگین سن ۱/۱ ± ۲۱/۹۲ سال، قد ۴/۵۵ ± ۱۷۵/۱۷ سانتی متر و وزن ۷/۵ ±۶۹/۷۴ کیلوگرم، به صورت داوطلبانه انتخاب شدند و در دو مرحلهٔ آزمون (یک وهله ورزش مقاومتی با شدت ۵۰٪ و ۷۵٪ 1RM) شرکت کردند. اندازه‌گیری EPOC به صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون در سه بازهٔ زمانی ۳۰ دقیقه‌ای به مدت ۹۰ دقیقه انجام شد. داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس دوطرفه با اندازه‌گیری‌های مکرر و آزمون تعقیبی tهمبسته و t مستقل تجزیه و تحلیل شدند. نتایج نشان داد که مقادیر VO2 بعد از هر دو برنامهٔ ورزش مقاومتی نسبت به مقادیر VO2 پایه(بر حسب میلی لیتر دردقیقه) ۹۰ دقیقه بعد از ورزش ، افزایش معنی‌داری داشت، اما این افزایش در ۳۰ دقیقهٔ سوم پس از ورزش مقاومتی با شدت ۵۰ درصد معنی دار نبود. مقدار کالری مصرفی در ورزش با شدت ۷۵ درصد تا یک ساعت پس از ورزش و در ورزش با شدت ۵۰ درصد تا نیم ساعت پس از ورزش افزایش داشت. مقادیر RER بعد از هر دو برنامهٔ ورزش مقاومتی نسبت به مقادیر RER پایه ۹۰ دقیقه بعد از ورزش کاهش معنی داری داشت. با وجود این، در مقایسهٔ بین دو شدت تمرین، مقدار EPOC و انرژی مصرفی اضافی در هر سه بازهٔ زمانی پس از ورزش در مرحلهٔ شدت ۷۵ درصد 1RM به‌طور معنی‌داری بیشتر از مرحله شدت ۵۰ درصد 1RM بود. اما مقدارRER بین دو شدت تمرین تفاوت معنی داری نداشت. می‌توان گفت انجام ورزش مقاومتی با ست‌های استاندارد و شدت بیشتر، EPOC بیشتری را تا ۹۰ دقیقه پس از ورزش تولید می‌کند که در صورت تداوم این نوع روش تمرینی، می‌توان از آن برای برنامه‌های کاهش وزن استفاده کرد.

واژه های کلیدی

ورزش مقاومتی، پاسخ، شدت، اکسیژن مصرفی اضافی پس از ورزش، نسبت تبادل تنفسی.

۱- نویسندهٔ مسئول : تلفن :۹۸-۰۵۷۱-۴۰۰۴۲۰۸ **Email : ah.haghighi@sttu.ac.ir**

مقدمه

هزینهٔ انرژی مرتبط با ورزش شامل دو بخش است : انرژی مصرف‌شده حین ورزش و انرژی مصرف‌شده در دورهٔ بازیافت پس از ورزش. بالا بودن هزینهٔ انرژی پس از ورزش در دورهٔ بازیافت بیش از مقدار استراحتی آن اغلب اکسیژن مصرفی اضافی پس از ورزش[1] (EPOC) خوانده می‌شود(۵). تحقیقات وسیع انجام شده در زمینهٔ تاثیر ورزش هوازی در حالت یکنواخت بر EPOC، نشان داده‌اند که شدت تمرین، اثر بیشتری بر بزرگی و مدت EPOC در مقایسه با مدت تمرین به تنهایی دارد(۲۸،۸،۴). از طرف دیگر، تمرین مقاومتی هزینهٔ انرژی را به صورت مستقیم از طریق ورزش و به طور غیرمستقیم از راه افزایش تودهٔ خالص بدن و هزینهٔ انرژی پس از تمرین، افزایش می‌دهد(۲۵). تعیین هزینهٔ انرژی ورزش و پس از ورزش با شدت‌های مختلف ورزش مقاومتی در توسعهٔ برنامه‌های تمرین مقاومتی مفید خواهد بود.

بر اساس نتایج مطالعاتی که ورزش های با شدت زیاد را با شدت کم یا تمرینات تناوبی را با تداومی مقایسه کرده اند، پاسخ EPOC برای ورزش های پر شدت و تناوبی، بیشتر است (۲۳،۲۷). در این زمینه ترمبلی و همکاران[2] (۱۹۹۰) نشان دادند که ورزش تناوبی با شدت زیاد در مقایسه با ورزش یکنواخت اکسیداسیون چربی را حین دورهٔ بازیافت افزایش می‌دهد(۳۰). تصور می‌شود که ورزش مقاومتی، ماهیتاً تناوبی است، بنابراین ممکن است یک EPOC بیشتر و استفادهٔ بیشتر از چربی را حین دورهٔ بازیافت القاء کند. ممکن است مقایسه صحیح نباشد، امّا حتی نتایج مطالعاتی که از هزینهٔ انرژی تمرینی مشابهی استفاده کرده (۱۳) یا از اکسیژن مصرفی در حال تمرین مشابهی(۹،۷) برای یکسان کردن تمرین هوازی تداومی و تمرین مقاومتی تناوبی سود برده‌اند، نشان می دهد که ورزش مقاومتی پاسخ EPOC بزرگ‌تری را تولید می‌کند. در مقایسهٔ سه نوع ورزش دوچرخه سواری هوازی، تمرین دایره‌ای با وزنه و تمرین مقاومتی سنگین، هزینهٔ انرژی ورزش در دقیقه و مقدار EPOC در ورزش مقاومتی سنگین از همه بیشتر بود(۱۲). در مقایسهٔ پروتکل های مختلف ورزش مقاومتی (برای مثال، تمرین مقاومتی با ست استاندارد در مقابل دایره‌ای)، برنامه‌هایی که حجم کاری بیشتری داشتند، بیشترین EPOC را نیز تولید کردند(۱۹). در دو مطالعه نیز تاثیر وهله های ورزش مقاومتی با شدت زیاد و کم و

1 - Excess Postexercise Oxygen Consumption(EPOC)
2 - Tremblay et al

با حجم کار مساوی بر EPOC بررسی شد. اولدز وآبرناتی[1] (۱۹۹۳)(۲۱)، تفاوت معنی‌داری بین دو شدت مشاهده نکردند، درحالی که تورنتون و پوتی گر[2] (۲۰۰۲)(۲۹)، دریافتند که مقدارEPOC در ورزش با شدت زیاد، بیشتر است. البته تحقیق تورنتون بر روی زنان تمرین کرده انجام شده بود، بنابراین مقایسهٔ هزینهٔ انرژی ورزش برای تمرین مقاومتی با شدت زیاد و کم و با حجم کار مساوی به تحقیقات بیشتری نیاز دارد و ما چنین تحقیقی را مشاهده نکردیم. هدف تحقیق حاضر مقایسهٔ تأثیر دو برنامهٔ ورزش مقاومتی به صورت دایره‌ای و با ست‌های استاندارد، با شدت‌های مختلف اما حجم‌های مساوی در مردان جوان غیرتمرین کرده است. با انجام این تحقیق، شدتی از ورزش که بیشترین اثر را بر هزینهٔ انرژی دارد، مشخص خواهد شد. این اطلاعات برای توسعهٔ برنامه‌های ورزش مقاومتی به منظور افزایش هزینهٔ انرژی کاربرد دارد. در صورتی که هر یک از شدت‌های ورزش تأثیر بیشتری داشته باشد، می‌توان آن را به افراد توصیه کرد و چنانچه دو شدت اثر یکسانی بر EPOC داشته باشند، افراد می‌توانند آن برنامه‌ای را که ترجیح می‌دهند، انتخاب کنند.

روش تحقیق

جامعهٔ آماری شامل کلیهٔ دانشجویان پسر دانشگاه تربیت معلم سبزوار (n=3000) بود که به صورت داوطلبانه و از نمونه‌های در دسترس، ۱۲ نفر انتخاب شدند. آزمودنی‌ها برگهٔ رضایت‌نامه، سابقه پزشکی و برگهٔ آمادگی برای شروع فعالیت بدنی را از طریق پرسشنامه تکمیل کردند. آزمودنی‌ها حداقل در یک سال گذشته سابقهٔ بیماری، مصرف سیگار، استفاده از دارو و تمرین منظم ورزشی نداشتند. آنها در دو مرحله از آزمون‌های محقق‌ساخته تحقیق حاضر شرکت کردند، ۱) ورزش مقاومتی استاندارد با شدت ۷۵ درصد از یک تکرار بیشینه و ۲) ورزش مقاومتی دایره‌ای با شدت ۵۰ درصد از یک تکرار بیشینه(جدول۱) .

1 - Abernathy & Olds
2 - Thornton & Potteiger

مراحل انجام تحقیق

تحقیق در دو مرحله و با فاصلهٔ ۱۲ الی ۱۳ روز انجام گرفت . روش کار به این صورت بود که صبح روز آزمون، آزمودنی ها بعد از تقریبا ۸ ساعت خواب شبانه، برای خوردن صبحانهٔ یکسان به سلف دانشگاه مراجعه می کردند (ساعت ۷ تا ۷/۳۰) همچنین از آنها خواسته شده بود تا ساعت ۱۱/۳۰ وعدهٔ ناهار خود را در سلف دانشگاه بخورند. به آزمودنی ها توصیه شده بود تا حد امکان در حالت بی تحرکی باشند و از خوردن غذا یا نوشیدن مایعات به جز آب خودداری ورزند. سپس آزمودنی‌ها در ساعت ۱۳:۳۰ بعدازظهر آزمایشگاه حاضر شدند تا اکسیژن مصرفی استراحتی قبل از ورزش (VO2) به مدت ۳۰ دقیقه اندازه‌گیری شود. این اندازه گیری به منظور برآورد مصرف اکسیژن اضافی پس از ورزش برای کسر از مقدار اکسیژن مصرفی حالت پایه و مقایسهٔ مصرف اکسیژن قبل و بعد از ورزش بود. در ساعت ۱۴:۰۰بعد از ظهر هر آزمودنی حدود ۳۵ دقیقه تمرین با وزنه را (شدت ۷۵ درصد از1RM برای مرحله شدت بالا و ۵۰ درصد از 1RM برای مرحلهٔ شدت کم) انجام می‌داد. اندازه‌گیریEPOC، بعد از اتمام کار با وزنه شروع می شد و ۹۰ دقیقه ادامه می یافت. برای اندازه‌گیری EPOC، اطلاعات مربوط به VO2 و VCO2 در حالت به پشت خوابیده با استفاده از دستگاه تجزیه کنندهٔ گازهای تنفسی (Meta Max3B) جمع آوری شد. سپس از VO2 و VCO2 حالت استراحت که به مدت ۳۰ دقیقه قبل از ورزش اندازه‌گیری شده بود استفاده گردید. این VO2 به عنوان VO2 پایهٔ حالت استراحت در نظر گرفته شده و در محاسبهٔ EPOC از VO2 بعد از ورزش کسر شد. برای محاسبهٔ مقدار کالری مصرفی اضافی بعد از ورزش از فرمول ویر[1] [k.cal=3.9×O2(L)+1.1×CO2(L)] استفاده شد(۳۰). برای اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی از آزمون زیربیشینهٔ دوچرخهٔ کارسنج[2] (YMCA) (۱) و برای اندازه‌گیری درصد چربی بدن از دستگاه تجزیه کنندهٔ ترکیب بدن استفاده شد(۲۶).

1 - Weir
2 - Young Man Cristian Association

جدول ۱ - پروتکل ورزش مقاومتی

نوع حرکت	تعداد ست	شدت (دایره‌ای) ٪۵۰1RM	شدت (استاندارد) ٪۷۵1RM	زمان استراحت - دقیقه
		تکرار	تکرار	
پرس سینه	۳	۱۲	۸	۱
اسکوات	۳	۱۲	۸	۱
سرشانه	۳	۱۲	۸	۱
پرس پا	۳	۱۲	۸	۱
زیر بغل	۳	۱۲	۸	۱
جلو ران	۳	۱۲	۸	۱
جلو بازو	۳	۱۲	۸	۱

روش‌های آماری

برای محاسبهٔ شاخص های مرکزی و پراکندگی از آمارتوصیفی استفاده گردید. برای مقایسهٔ هر یک از متغیرهای موجود در طول زمان و مقایسهٔ دو گروه، از آزمون آنالیز واریانس دوطرفه با اندازه‌گیری‌های مکرر، آزمون تعقیبی t همبسته وt مستقل استفاده شد. سطح معنی داری آزمون ها P<۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج و یافته های تحقیق

مشخصات فیزیکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها

سن ۱/۱ ± ۲۱/۹۱ سال، قد ۴/۵۵ ± ۱۷۵/۱۷ سانتی‌متر، وزن ۷/۵ ± ۶۹/۷۴ کیلوگرم، درصد چربی بدن ۲/۶۳ ± ۱۵/۱۷ درصد و حداکثر توان هوازی ۵/۷۸ ± ۳۹/۴۲ میلی‌لیتر در هر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه.

نتایج آزمون‌های درون‌گروهی و میان‌گروهی شاخص‌های تحقیق در جداول ۲ و ۳ ارائه شده است.

جدول۲- مقایسه درون گروهی شاخص های Vo2 ، کالری مصرفی و RER قبل و بعد از ورزش مقاومتی با شدت ۵۰٪ و ۷۵٪ 1RM

متغیرها	گروه ها	۳۰ دقیقه قبل از ورزش (پایه)	۰-۳۰ دقیقه پس از ورزش	۳۰-۶۰ دقیقه پس از ورزش	۶۰-۹۰ دقیقه پس از ورزش
VO2 (ml/min)	شدت ٪۵۰	۳۱۹/۴۲±۳۲/۳۶	*۳۶۳/۱۷±۳۵/۷۷	*۳۲۸/۷۵±۲۶/۴۹	۳۲۵/۶۷±۳۱/۱۲
	شدت ٪۷۵	۳۱۳/۷۳±۳۷/۹۸	*۳۸۲/۵۵±۴۳/۹۸	*۳۴۶±۴۲/۴۹	*۳۴۰/۷۳±۵۷/۹۵
کالری مصرفی (Kcal)	شدت ٪۵۰	۴۷/۰۱±۴/۳۱	*۵۲/۴۰±۴/۹۴	۴۶/۵۵±۳/۵۸	۴۵/۷۵±۴/۳۷
	شدت ٪۷۵	۴۶/۲۶±۵/۶۰	*۵۳/۷۹±۵/۹۲	*۴۸/۱۴±۵/۴۵	۴۶/۸۸±۷/۹
RER	شدت ٪۵۰	۱/۰۱±۰/۰۵	*۰/۹۰±۰/۰۵	*۰/۸۰±۰/۰۵	*۰/۷۸±۰/۰۵
	شدت ٪۷۵	۱/۰۴±۰/۰۳	*۰/۸۹±۰/۰۶	*۰/۸±۰/۰۴	*۰/۷۹±۰/۰۴

*** تغییر معنادار نسبت به مقادیر قبل از ورزش(حالت پایه) (P<۰/۰۵) .**

نتایج آزمون‌های آماری بر شاخص‌های جدول ۲ نشان داد که ورزش مقاومتی با شدت ٪۷۵ 1RM افزایش معنی‌داری را در متوسط اکسیژن مصرفی در هر سه بازه زمانی بعد از ورزش ایجاد می کند. در مورد مقدار کالری مصرفی، فقط در ۳۰ دقیقهٔ اول(۳۰-۰) و دوم(۶۰-۳۰) بعد از ورزش، تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. همچنین مقدار RER در تمام بازه‌های زمانی اندازه‌گیری‌شده بعد از ورزش نسبت به قبل از ورزش، کاهش داشت. در زمینهٔ ورزش مقاومتی با شدت ٪۵۰ 1RM، افزایش معنی‌داری در متوسط اکسیژن مصرفی در ۳۰ دقیقهٔ اول و دوم بعد از ورزش مشاهده شد و در ۳۰ دقیقهٔ سوم(۹۰-۶۰) بعد از ورزش تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. برای مقدار کالری مصرفی، فقط در ۳۰ دقیقهٔ اول بعد از ورزش، تفاوت معنی داری مشاهده شد. مقدار RER در هر سه بازهٔ زمانی بعد از ورزش نسبت به قبل از ورزش، کاهش داشت.

نتایج آزمون‌های آماری در رابطه با شاخص‌های جدول ۳ نشان داد که ورزش مقاومتی با شدت ٪۷۵ 1RM به‌طور معنی‌داری EPOC کل بیشتری نسبت به ورزش مقاومتی با شدت ٪۵۰ 1RM تا ۹۰ دقیقه بعد از ورزش ایجاد می‌کند. همچنین مشخص شد که EPOC و انرژی مصرفی اضافی در هر سه بازهٔ زمانی ۳۰ دقیقه‌ای بعد

از ورزش در مرحلهٔ شدت ۷۵٪1RM به طور معنی داری بیشتر از مرحلهٔ شدت ۵۰٪1RM است، اما مقدار RER بین دو شدت مذکور در سه بازهٔ زمانی تفاوت معنی‌داری با هم نداشت.

جدول ۳ - مقایسهٔ بین‌گروهی بعضی شاخص‌های EPOC در زمان‌های ۳۰ دقیقه ای بعد از ورزش در دو شدت ۵۰٪ و ۷۵٪ یک تکرار بیشینه

متغیر / شدت	۵۰٪ یک تکرار بیشینه	۷۵٪ یک تکرار بیشینه	مقدار P
EPOC(کل)(میلی لیتر)	۱۹۹۰ ±۶۳۰	۳۶۳۰ ±۱۷۶۰	۰/۰۰۶
EPOC(۳۰-۰) دقیقه(میلی لیتر)	۱۳۱۲/۴۰ ±۴۷۹/۷۴	۲۰۵۶/۸۸ ±۵۴۱/۰۸	۰/۰۰۲
EPOC(۶۰-۳۰)دقیقه	۲۷۹/۱۳ ±۳۸۵	۹۵۹/۶۲ ±۵۸۷/۳۶	۰/۰۰۳
EPOC(۹۰-۶۰) دقیقه	۲۰۸/۰۳ ±۴۷۱/۴۵	۸۰۸/۸۵ ±۸۲۳/۶۹	۰/۰۵
انرژی مصرفی اضافی(۳۰-۰) دقیقه(کیلو کالری)	۵/۱۱ ±۲/۱۱	۷/۵۹ ±۳/۱۱	۰/۰۳
انرژی مصرفی اضافی(۶۰-۳۰)دقیقه	-۰/۹۳ ±۱/۹۳	۲/۱۶ ±۲/۸۵	۰/۰۰۶
انرژی مصرفی اضافی(۹۰-۶۰) دقیقه	-۱/۵۹ ±۲/۲۸	۱/۴۲ ±۳/۴۴	۰/۰۲
RER(۳۰-۰) دقیقه	۰/۹ ±۰/۰۵	۰/۸۹ ±۰/۰۶	۰/۴۵
RER(۶۰-۳۰)دقیقه	۰/۸ ±۰/۰۵	۰/۸ ±۰/۰۴	۰/۹۵
RER(۹۰-۶۰) دقیقه	۰/۷۸ ±۰/۰۵	۰/۷۹ ±۰/۰۴	۰/۶۵

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

بحث و نتیجه‌گیری

یافتهٔ اصلی تحقیق حاضر این است که اگر دو جلسه ورزش حجم یکسانی داشته باشند، EPOC بعد از ورزش مقاومتی با شدت ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه بیشتر از ورزش مقاومتی با شدت ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه است. EPOC در هر دورهٔ زمانی ۳۰ دقیقه‌ای پس از ورزش بیشتر بود و بزرگ ترین مقدار آن حین ۳۰ دقیقهٔ اول بعد از تمرین اتفاق افتاد (جزء سریع EPOC). این نتایج حتی زمانی که VO2 ورزش برای هر دو

سطح از شدت مشابه بود نیز دیده شد. البته در بازهٔ زمانی ۹۰-۶۰ دقیقه پس از ورزش، بین مقادیرEPOC در دو شدت ۵۰٪ و ۷۵٪ تفاوت معنی داری مشاهده نشد. اما با نگاه به مقدارP=۰/۰۵ و نیز اینکه انحراف معیار مقادیرEPOC در دو شدت مذکور از مقادیر میانگین آنها بیشتر است، می‌توان نتیجه گرفت که احتمالا خطای نوع دوم اتفاق افتاده و سبب شده نتوانیم این عدم تفاوت را مشاهده کنیم. با این حال، عوامل احتمالی که به افزایش EPOC در هر دو شدت از ورزش مقاومتی منجر می‌شوند عبارتند از: بازسازی ذخایر کراتین فسفات و ATP عضله، جایگزینی ذخایر اکسیژن در خون و عضلات، توزیع مجدد یون ها (افزایش فعالیت پمپ سدیم – پتاسیم)، پاسخ به آسیب بافتی، افزایش ضربان قلب و درجهٔ حرارت بدن و تا حدودی نیز برداشت لاکتات (۲۷،۹،۲). افزایش EPOC بعد از ورزش ۷۵٪ 1RM ، احتمالا به‌علت اختلال‌های متابولیکی بیشتری حین این ورزش بوده و نیازمند هزینهٔ انرژی پس از ورزش بیشتری برای برقرار کردن تعادل و برگشت فرایندهای فیزیولوژیکی مختلف به حالت اولیه است. پولمن[1] نشان داد که هر چه اختلال متابولیکی حین ورزش بیشتر باشد، مقدار EPOC نیز بیشتر است(۲۴). فعالیت‌های با شدت زیاد در مقایسه با فعالیت‌های با شدت کم ممکن است به‌علت استفادهٔ بیشتر از سیستم‌های انرژی بی‌هوازی و عدم کارایی کار بیشتر حین ورزش موجب بروز پاسخ کاملاً بالاتر حین جزء سریع EPOC شوند(۱۷). تروس و همکاران[2] نشان دادند که برای انجام همان مقدار کار با دوچرخه در شدت زیاد در مقایسه با شدت کم، ۲۲ درصد انرژی بیشتری لازم است(۳۱). سازو کارهای مسئول برای ارتباط معکوس بین کارایی و شدت تمرین نامشخص است، اما دلایل احتمالی شامل افزایش استفاده از تارهای عضلانی تندانقباض ناکارامد[3] (غیرمؤثر)، افزایش به کارگیری عضلات تثبیت‌کننده و افزایش کار قلب و عضلات تنفسی است(۱۰،۱۶). شاید فعالیت بیشتر سیستم عصبی سمپاتیک در افزایش سرعت سوخت و ساز پس از ورزش سهیم باشد(۶). اپی نفرین و نوراپی نفرین ، محرک‌های نیرومند سوخت و ساز انرژی هستند و در تحقیق حاضر اندازه گیری نشدند، اما احتمالاً مقدار این کاتکولامین‌ها بعد از تمرین مقاومتی با شدت ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه ، بالاتر بوده است . غلظت‌های پلاسمایی کاتکولامین‌ها با افزایش شدت تمرین ، افزایش می یابد و رابطهٔ مشابهی را (همان طور که در مورد شدت تمرین و EPOC بیان شد) نشان می‌دهند(۶).

1 - Poehlman
2 - Treuth et al
3 - Inefficient

مقدار EPOC در ۳۰ دقیقهٔ دوم و سوم پس از ورزش در ورزش مقاومتی با شدت ۷۵ درصد بیشتر از ۵۰ درصد بود. جدول ۳ روند کاهشی را در دقایق ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ پس از ورزش در هر دو برنامهٔ تمرینی با شدت های مختلف نسبت به دقایق ۳۰-۰ نشان می دهد. در طول این جزء آهسته EPOC، فرایندهایی که هموستاز فیزیولوژیکی را تقویت می‌کنند در سطح پایین‌تری ادامه می یابند، به عبارت دیگر، به برداشت اکسیژن بیشتری در مقایسه با فرایندهایی که در جزء سریع EPOC حادث می شوند ، نیاز ندارند. این فرآیندها ممکن است شامل چرخهٔ سوبسترایی کربوهیدرات و چربی و تاثیر کورتیزول و هورمون رشد باشد (۲،۳،۱۴). افزایش فعالیت سیستم قلبی تنفسی نیز ممکن است در تولید EPOC حین مراحل سریع و آهسته، سهیم باشد. همچنین سطوح RER مشابه مشاهده‌شده پس از ورزش برای هر دو شدت از ورزش را می‌توان این گونه تفسیر کرد که تفاوتی در استفاده از سوبسترا وجود ندارد.

همچنین مشاهده شد که هزینهٔ انرژی ورزش در هر سه فاصلهٔ زمانی پس از ورزش در تمرین با شدت ۷۵٪ ۱RM بیشتر از تمرین ۵۰٪ ۱RM بود. این موضوع نشان می‌دهد که پروتکل ورزشی با شدت ۷۵ درصد از یک تکرار بیشینه می‌تواند برای برنامه‌های کاهش وزن مورد استفاده قرار گیرد. این نتیجه در تحقیقات دیگر نیز نشان داده شده است(۲۱،۲۲).

در چند مطالعه نیز بزرگی و مدت EPOC در پاسخ به یک وهله ورزش مقاومتی بررسی شده است. در دو مطالعه مشاهده شد که میزان سوخت و ساز استراحت (RMR) ۴۸ ساعت بعد از یک وهله ورزش مقاومتی با شدت متوسط تا زیاد، بالا باقی می ماند(۳۲،۲۲). این یافته را می‌توان به عنوان مرحلهٔ بسیار آهستهٔ EPOC در نظر گرفت. تصور می شود که این پاسخ به علت تبادل[1] بیشتر پروتئین و ترمیم بافت باشد تا پاسخ های متفاوتی که برای EPOC در دو ساعت پس از ورزش سهیم است. به‌علاوه، ورزش مقاومتی با شدت زیاد (۱۰ حرکت، ۵ ست، ۱۲-۸ تکرار و با شدت ۷۰٪ ۱RM) در مقایسه با کنترل، EPOC کاملاً بالاتری را تولید کرد و VO_2 تا دو ساعت پس از ورزش نسبت به حالت پایه همچنان بالا باقی ماند(۱۸). افزایش VO_2 تا دو ساعت پس از ورزش با یافته‌های ما مخالف است، اما حجم کار در آن مطالعه خیلی بیشتر بود . نتایج تحقیق حاضر نشان داد که VO2 در ورزش با شدت ۵۰٪ ۱RM پس از مدت یک ساعت و در ورزش با شدت ۷۵٪ ۱RM بعد از ۹۰

1 - Turn over

دقیقه به حالت پایه بر می‌گردد. در دو تحقیق دیگر ، VO_2 دو ساعت پس از ورزش به حالت اولیه برگشت که با تحقیق حاضر تفاوت دارد(۵،۲۹). شاید تفاوت در پروتکل‌های مختلف تمرینی ، نوع آزمودنی و حجم‌های مختلف آنها دلیل این تفاوت باشد .

هنگام مقایسهٔ یک وهله حاد تمرین هوازی و مقاومتی با هزینهٔ انرژی مساوی، تمرین مقاومتی EPOC کاملاً بیشتری را تولید کرد(۹،۷). تصور می‌شود که ورزش مقاومتی در مقایسه با ورزش هوازی ، فعالیت شدیدتری باشد. در مطالعه‌ای دیگر که توسط الیوت و همکاران[1] انجام شد، سه نوع ورزش هوازی، تمرین مقاومتی دایره‌ای و ورزش مقاومتی سنگین را با یکدیگر مقایسه کردند (۱۲). الیوت گزارش کرد که هزینهٔ انرژی ورزش برای تمرین دوچرخه‌سواری و تمرین مقاومتی دایره‌ای بیشترین مقدار را دارد، اما ورزش مقاومتی، بیشترین EPOC را تولید می‌کند. آنها عنوان کردند که مقدار تودهٔ عضلانی در حال کار، شاخص برجسته‌ای است که بیشترین EPOC را تولید می‌کند . به نظر می‌رسد که شدت بیشتر، تودهٔ عضلانی در حال کار را افزایش می‌دهد (افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی)، بنابراین، این نتایج با نتایج الیوت و همکاران همخوانی دارد. مورفی و اسکوارزکوف[2] (۱۹۹۲)، دو پروتکل بسیار متفاوت از تمرین مقاومتی را با یکدیگر مقایسه کردند (۳ ست دایره‌ای، ۶ حرکت، ۱۲-۱۰ تکرار، شدت ۵۰٪ 1RM در مقایسه با ۳ ست، ۶ حرکت، تکرار تا درماندگی، شدت ۸۰٪ 1RM)(۲۰). حجم کار هر جلسه مشابه بود، اما شدت تمرین دایره‌ای بیشتر بود. جلسه با شدت بیشتر، EPOC کاملاً بیشتری را تولید کرد، اما VO_2 در مدت ۲۶ دقیقه به سطوح پایه برگشت. پروتکل‌ها متفاوت بودند، اما این نتیجه با نتایج ما که در آن تمرین مقاومتی با شدت زیاد، EPOC بیشتری تولید کرد، قابل مقایسه است . بزرگی EPOC در پاسخ به ورزش مقاومتی، به حجم کار، بار مقاومت یا فشار و فاصلهٔ استراحت بستگی دارد(۱۴). با تغییر دوره‌های استراحت حین ورزش مقاومتی و ثابت ماندن دیگر عوامل، یک دوره استراحت طولانی‌تر، هزینهٔ انرژی تمرینی بیشتری را در پی دارد، اما دورهٔ استراحت کوتاه‌تر موجب EPOC بیشتری می‌شود(۱۵). یک دوره استراحتی کوتاه ممکن است مشابه با افزایش شدت به صورت افزایش فشار تلقی شود . به‌علت اینکه برون‌ده کار دو وهله ورزش مقاومتی مساوی بودند، این نتیجه با نتایج این تحقیق که در آن استرس فیزیولوژیکی بیشتر (شدت بیشتر یا دوره‌های استراحت کوتاه تر) موجب EPOC بیشتر

1 - Elliot et al
2 - Murphy & Schwarzkopf

نسبت به استرس فیزیولوژیکی کمتر (شدت کمتر یا دوره های استراحت طولانی‌تر) با حجم کار مساوی شد، همسواست. در شدت‌های بیشتر از ٪۵۰ VO_2max، بدون توجه به نوع یا روش ورزش، تمرین با حجم بیشتر EPOC بزرگ‌تری را نسبت به دیگر متغیرها تولید می‌کند، اما با ثابت نگه داشتن حجم های کار، انجام ورزش با شدت بیشترEPOC بیشتری را تولید خواهد کرد(۱۷).

در تحقیقی مشابه تحقیق حاضر، اولدز و آبرناتی مشاهده کردند که EPOC بین یک وهله ورزش مقاومتی با شدت زیاد و کم و با حجم کار مساوی، تفاوت معنی‌داری با هم ندارد و VO_2 پس از یک ساعت به حالت پایه بر می‌گردد(۲۱). این نتایج، مغایر نتایج تحقیق حاضر است، اما چند موضوع هنگام تفسیر این یافته ها باید مورد توجه قرار گیرد: اولا تفاوت بین دو شدت تمرین اندک بود (۱۲ تکرار با شدت ٪۷۵ ۱RM در مقابل ۱۵ تکرار با شدت ٪۶۰ ۱RM)، بنابراین شاید این تفاوت به اندازه‌ای نبوده تا پاسخ معنی‌دار را ایجاد کند؛ ثانیا دامنهٔ سنی آزمودنی ها (۵۵ - ۲۲سال)، تفاوت درون‌گروهی بالایی را در EPOC (۲۷ – ۰/۷ لیتر اکسیژن) ایجاد کرد؛ ثالثا عدم اندازه‌گیری EPOC در ۳/۵ دقیقهٔ اول پس از ورزش (زمانی که EPOC بالاترین مقدار است) ممکن است از جمله عوامل مؤثر بر نتایج آنها باشد.

نتیجه گیری

می‌توان گفت ورزش مقاومتی با ست‌های استاندارد و شدت بیشتر، EPOC بیشتری را تا ۹۰ دقیقه پس از ورزش تولید می‌کند که در صورت تداوم این نوع روش تمرینی، می‌توان از آن برای برنامه‌های کاهش وزن استفاده کرد.

پرتال جامع علوم انسانی

منابع و مآخذ

۱. هی وارد ، ویویان اچ. (۱۳۸۴). "اصول علمی و تمرین‌های تخصصی آمادگی جسمانی" . ترجمهٔ عباسعلی گائینی و همکاران، انتشارات سحاب ، ص: ۸۸.

2.Bahr R. (1992). "Excess postexercise oxygen consumption: magnitude,mechanisms and practical implications". Acta Physiol. Scand. 144:PP:1–70.

3. Bahr R, Hansson P, and Sejersted OM. (1990). "Triglyceride/fatty acid cycling is increased after exercise". Metab. 39:PP:993–999.

4. Bahr R and Sejersted OM. (1991). "Effect of intensity of exercise on excess post-exercise oxygen consumption". Metabolism. 40:PP:836–841.

5. Binzen CA, Swan PD, Manore MM. (2001) ."Postexercise oxygen consumption and substrate use after resistance exercise in women". Med Sci Sports Exerc. 33(6):PP:932–938.

6. Borsheim E, Knardahl S, Hostmark AT, and Bahr R. (1998). "Adrenergic control of post-exercise metabolism". Acta Physiol. Scand.162:PP:313–323.

7. Braun WA, Hawthorne WE, Markofski MM. (2005). "Acute EPOC response in women to circuit training and treadmill exercise of matched oxygen consumption". Eur J Appl Physiol .94:PP: 500–504.

8. Broeder C E, 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:PP:802– 810.

9. Burieson M A, O'bryant HS, Stone MH, Collins MA, and Triplett-Mcbride T. (1998). "Effect of weight training exercise and treadmill exercise on post-exercise oxygen consumption". Med.Sci. Sports Exerc. 30:PP:518–522.

10. Coyle EF, Sidossis LS, Horowitz JF, and Beltz JD. (1992). "Cycling efficiency is related to the percentage of Type I muscle fibers". Med. Sci. Sports Exerc. 24:PP:782–788.

11. Dolezal B A, Potteiger JA, Jacobsen DJ, and Benedict SF. (1999). "Muscle damage and resting metabolic rate after acute resistance exercise with an eccentric overload". Med. Sci. Sports Exerc.35:S311.

12. Elliot DL, Goldberg L, and Kuehl KS. (1992). "Effect of resistance training on excess postexercise oxygen consumption". J. Appl.Sport Sci. Res. 6:PP:77–81.

13. Gillette CA, Bullough R, and Melby CL.(1994). "Postexercise energy expenditure in response to acute aerobic or resistive exercise". Int. J. Sport Nutr. 4:PP:347–360.

14. Haltom RW, Kraemer RR, SloanL RA, Hebert EP, Frank K, and Tryniecki JL. (1999). "Circuit weight training and its effects on excess postexercise oxygen consumption". Med. Sci. Sports Exerc. 31:PP:1613–1618.

15. Howley ET, Bassett DR, and Welch HG. (1995). "Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary". Med. Sci.Sports. Exerc. 27:PP:1292–1301.

16. Hunter GR, Belcher LA, Dunnan L, and Fleming G. (1988). "Bench press metabolic rate as a function of exercise intensity". J. Appl. Sport Sci. Res. 2:PP:1–6.

17. Hunter GR, Weinsier RL, Bamman MM, and Larson DE. (1998). "A role for high intensity exercise on energy balance and weight control". Int. J. Obes. 22:PP:489–493.

18. 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:PP:1847–1853.

19. Melby CL, TincknellI T, and Schmidt WD.(1992). "Energy expenditure following a bout of non-steady state resistance exercise". J. Sports Med. Phys. Fitness. 32:PP:128–135.

20. Murphy E, and Schwarzkopf R. (1992). "Effects of standard set and circuit weight training on excess post-exercise oxygen consumption". J. Appl. Sport Sci. Res. 6:PP:88–91.

21. Olds TS, and Abernathy PJ. (1993). "Postexercise oxygen consumption following heavy and light resistance exercise". J. Strength Condit. Res. 7:PP:147–152.

22. 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. 10:PP:71–81.

23. Phelain J F, Reinke E, Harris MA, and Melby CL. (1997). "Postexercise energy expenditure and substrate oxidation in young women resulting from exercise bouts of different intensity". J. Am.College of Nutr. 16:PP:140–146.

24. Poehlman ET. (1989)." A review: exercise and its influence on resting energy metabolism in man". Med. Sci. Sports Exerc. 21:PP:515–525.

25. Poehlman ET, Melby C. (1998). "Resistance training and energy balance". Int J Sport Nutr 8(2):PP:143–159.

26.Powell LA, Nieman DC, Melby C, Cureton K, Schmidt D, Howley ET, Hill JO, Mault JR, Alexander H, and Stewart DJ.(2001)."Assessment of Body Composition Change in a Community-Based Weight Management Program". J. Am. Coll. Nutr, 20(1): PP:26 – 31.

27. Scott CB. (1998). "Re-interpreting anaerobic metabolism: an argument for the application of both glycolysis and excess post-exercise oxygen consumption as independent sources of energy expenditure". Eur. J. Appl. Physiol. 77:PP:200–205.

28. Sedlock DA. (1991). "Effect of exercise intensity on postexercise energy expenditure in women". Br. J. Sport Med. 25:PP:38–40.

29. Thornton MK, Potteiger JA. (2002)."Effects of resistance exercise bouts of different intensities but equal work on EPOC". Med Sci Sports Exerc. 34(4):PP:715–722.

30. Tremblay A, Depres JP, Leblanc C, Craig CL, Ferris B, Stephens T, and Bouchard C.(1990). "Effect of intensity of physical activity on body fatness and fat distribution". Am. J. Clin. Nutr. 51:PP:153–157.

31. Treuth MS, Hunter GR, and Williams M. (1996). "Effects of exercise intensity on 24-h energy expenditure and substrate oxidation". Med. Sci. Sports Exerc. 28:PP:1138–1143.

32. Williamson DL, and Kirwan JP. (1997). "A single bout of concentric resistance exercise increases BMR 48 hours after exercise in healthy 59–77 year old men". J. Gerontol. 52A:PP:M352–M355.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی