علوم زیستی ورزشی _ زمستان ۱۳۹۰
شمارهٔ ۱۱ - ص ص : ۱۳۵-۱۲۳
تاریخ دریافت : ۱۱ / ۰۴ / ۹۰
تاریخ تصویب : ۲۱ / ۰۸ / ۹۰

مقایسهٔ اکسیداسیون سوبسترا و هزینهٔ کل انرژی طی دویدن با شدت سبک و متوسط تا واماندگی و یک ساعت پس از آن در دانشجویان پسر چاق

۱. محمدرضا حامدی نیا[۱] - ۲. وریا بهامین - ۳. امیر حسین حقیقی
۱و۳.دانشیار دانشگاه حکیم سبزواری،۲.کارشناس ارشد دانشگاه حکیم سبزواری

چکیده

هدف تحقیق حاضر، مقایسهٔ اکسیداسیون سوبسترا و هزینهٔ کل انرژی طی دویدن با شدت سبک و متوسط تا واماندگی و یک ساعت پس از آن در دانشجویان پسر چاق بود. به این منظور در یک طرح تحقیق متقاطع، ۱۱ دانشجو (با میانگین سن ۱/۶۹±۲۰/۴۵ سال، شاخص تودهٔ بدنی ۱/۳±۳۱/۲۶ کیلوگرم بر متر مربع و درصد چربی بدن ۳/۵۳±۲۸/۴۷ درصد) شرکت کرده و دو پروتکل ورزش، دویدن با شدت سبک (۴۵ درصد VO_2max معادل ۶۶ درصد ضربان قلب بیشینه) و شدت متوسط (۶۰ درصد VO_2max معادل ۷۶ درصد ضربان قلب بیشینه) را به فاصلهٔ ۱۱ روز روی نوار گردان اجرا کردند. گازهای تنفسی آزمودنی‌ها نیم ساعت قبل از فعالیت در حالت خوابیده (حالت پایه)، در حین فعالیت سبک و متوسط تا واماندگی و یک ساعت پس از فعالیت به عنوان EPOC جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل شد. مقدار اکسیداسیون چربی، کربوهیدرات و هزینه انرژی از طریق کالری‌سنجی غیرمستقیم اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که در طول فعالیت ورزشی، اکسیداسیون چربی در ورزش با شدت متوسط به‌طور معناداری بیشتر از ورزش با شدت سبک بود، اما در کل فعالیت، تفاوت معناداری بین دو شدت ورزشی مشاهده نشد. اکسیداسیون کربوهیدرات در طول فعالیت و در کل فعالیت بین دو شدت ورزش تفاوت معناداری نداشت. همچنین در کل فعالیت ورزشی، هزینهٔ انرژی در ورزش سبک به طور معناداری بیشتر از ورزش متوسط بود. در نتیجه می‌توان گفت ورزش سبک تا واماندگی در مقایسه با ورزش متوسط تا واماندگی برای کاهش وزن بهتر است. اما اگر زمان فعالیت را در نظر نگیریم، به علت اینکه حداکثر اکسیداسیون چربی در شدت نزدیک به شدت متوسط اتفاق می‌افتد، فعالیت‌های ورزشی با شدت متوسط برای حداکثر اکسیداسیون چربی و کاهش وزن مناسب‌تر است.

واژه‌های کلیدی

اکسیداسیون سوبسترا، هزینهٔ انرژی، واماندگی، دویدن با شدت سبک ، متوسط، دانشجویان چاق.

۱- نویسندهٔ مسئول : تلفن : ۴۰۰۴۴۱۴-۰۵۷۱-۹۸+ Email:mrhamedi@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

چربی‌ها و کربوهیدرات‌ها از منابع اصلی مورد استفاده هنگام استراحت و فعالیت ورزشی به‌شمار می‌روند که با توجه به مدت و شدت فعالیت ورزشی، آمادگی بدنی قبلی، ترکیب غذای مصرف‌شده در روزهای پیش از فعالیت، ذخایر گلیکوژن عضلات، نوع فعالیت ورزشی، شرایط محیطی و مصرف مکمل‌های کربوهیدراتی قبل یا هنگام فعالیت ورزشی، سهمشان در تأمین انرژی ممکن است تغییر کند (۲۲).در این میان شدت و مدت تمرین همواره یکی از اصلی‌ترین عوامل مؤثر در اکسیداسیون چربی و کربوهیدرات است (۱، ۲۲). تغییر در استفاده از سوبسترا با افزایش شدت تمرین صورت می‌گیرد. شدت‌های مختلف ورزشی تأثیر متفاوتی روی سوخت مصرفی دارند (۲، ۳، ۷). مدت فعالیت نیز عامل مهم تعیین‌کنندهٔ نوع سوخت غالب هنگام فعالیت ورزشی است. به محض افزایش مدت ورزش، اکسیداسیون کربوهیدرات کاهش و سهم اسیدهای چرب در سوخت‌وساز انرژی افزایش می‌یابد (۱۶). از طرف دیگر، اکسیژن مصرفی اضافی بعد از فعالیت (EPOC) به‌مراتب کمتر از انرژی مصرفی حین فعالیت است(۱۳)، ولی مصرف انرژی اضافی در محاسبهٔ انرژی کل در نظر گرفته می‌شود (۲۰). مقدار EPOC با شدت و مدت فعالیت بدنی ارتباط دارد (۶). EPOC در تمرینات شدید به‌طور معناداری بیشتر از تمرینات سبک است (۱۴). اظهار شده است که تمرینات شدید موجب سوخت‌وساز بیشتر چربی در زمان ریکاوری می‌شود (۵). در کل، مدت و شدت ورزش لازم، برای ایجاد تغییر در اکسیداسیون چربی به‌طور دقیق مشخص نیست (۴). تامسون و همکاران (۱۹۹۷) به مقایسهٔ مصرف سوبسترا طی و بعد از ورزش با شدت سبک (۹۰ دقیقه با ۳۳٪ VO_2max) و شدت متوسط (۴۵ دقیقه با۶۶٪ VO_2max) با هزینهٔ کالری مشابه پرداختند و مشاهده کردند که چربی در ورزش سبک در مقایسه با ورزش متوسط به‌طور معناداری بیشتر از کربوهیدرات، به‌عنوان سوبسترا مصرف می‌شود. و برعکس، کربوهیدرات در ورزش با شدت متوسط در مقایسه با سبک به‌طور معناداری بیشتر استفاده می‌شود. تفاوتی در مصرف سوبسترا طی دورهٔ ریکاوری مشاهده نشد (۲۰). زوبیا و همکاران (۲۰۰۹) به مقایسهٔ تأثیرات راه رفتن با دو شدت مختلف، سبک (۴۵ درصد VO_2max) و متوسط (۶۵ درصد VO_2max) بر اکسیداسیون سوبسترا و هزینهٔ انرژی، طی ورزش و یک ساعت بعد از آن با کالری مشابه (۳۰۰ kcal)، در مردان بی‌تحرک، سالم و دارای اضافه وزن پرداختند. آنها به این نتیجه رسیدند که نسبت تبادل تنفسی (RER) طی تمرین با شدت سبک، نسبت به متوسط به‌طور معناداری، کمتر و RER ریکاوری بین

www.SID.ir

شدت‌های متوسط و سبک مشابه بود، همچنین سهم انرژی‌زایی چربی و کربوهیدرات طی ریکاوری مشابه بود، اگرچه هزینهٔ انرژی کل طی ریکاوری بعد از ورزش متوسط نسبت به ورزش سبک به‌طور معناداری بیشتر بود (۲۵). اما ونابلز و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهشی، اثر دویدن روی تردمیل را تا واماندگی بر اکسیداسیون چربی بررسی کردند، ولی هدف آنان مقایسهٔ اکسیداسیون چربی در دامنه‌ای از شدت‌های ورزش بین زنان و مردان بود (۲۲). با این حال، با بررسی‌های انجام گرفته پژوهشی که به مقایسهٔ اکسیداسیون سوبسترا و هزینهٔ کل انرژی طی دویدن تا واماندگی با شدت‌های متفاوت در یک جلسهٔ تمرینی بپردازد یافت نشد. در تحقیقات قبلی هزینهٔ انرژی دو فعالیت ورزشی با توجه به زمان و شدت (یکی ثابت در نظر گرفته می‌شد) مشابه بود، آنگاه مصرف سوبسترا در فعالیت‌ها بررسی می‌شد، ولی در این تحقیق شدت ورزش و به تبع مدت ورزش – هر دو- برای هر دو فعالیت ورزشی متفاوت در نظر گرفته شد و فقط دو فعالیت ورزشی از نظر وامانده‌سازی مشابه‌سازی شد (شدت و مدت متغیر و واماندگی ثابت در نظر گرفته شد) تا مصرف سوبسترا بررسی شود. بنابراین هدف از تحقیق حاضر، مقایسهٔ اکسیداسیون سوبسترا و هزینهٔ کل انرژی طی دویدن با دو شدت سبک و متوسط تا واماندگی و یک ساعت پس از آن در دانشجویان چاق بود.

روش تحقیق

روش تحقیق حاضر نیمه‌تجربی و طرح تحقیق به‌صورت متقاطع بود. جامعهٔ آماری تحقیق حاضر دانشجویانی با BMI بیشتر از ۳۰ هستند. از میان این دانشجویان، ۱۱ دانشجو با BMI بیشتر از ۳۰، به‌صورت غیرتصادفی و از نمونه‌های در دسترس به عنوان نمونهٔ آماری انتخاب شدند. مشخصات نمونهٔ آماری عبارت بود از: سن ۱/۶۹±۲۰/۴۵ سال، شاخص تودهٔ بدنی ۱/۳±۳۱/۲۶ کیلوگرم بر مترمربع، وزن ۸/۲۶±۹۹/۸۶ کیلوگرم، درصد چربی بدن ۳/۵۳±۲۸/۴۷ و توان هوازی ۶/۵۸±۴۰/۴۷میلی‌لیتر در هر کیلوگرم از وزن بدن در دقیقه.

نحوهٔ جمع‌آوری اطلاعات

هر آزمودنی در سه روز جداگانه در محل آزمایشگاه فیزیولوژی حاضر شد. تمام آزمون‌ها روی تردمیل مدل تکنوجیم ساخت آلمان و با استفاده از دستگاه تحلیل‌کنندهٔ گازهای تنفسی مدل متامکس 3B ساخت آلمان

www.SID.ir

اجرا شد. در جلسهٔ اول قد و وزن آزمودنی‌ها با خط‌کش مخصوص و ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. با استفاده از دستگاه تحلیل ترکیب بدن مدل BS300376E ساخت کره‌ی جنوبی، درصد چربی بدن، شاخص تودهٔ بدن، WHR، تودهٔ بدون چربی و وزن بدن تعیین شد. در دو روز دیگر، فعالیت‌های سبک و متوسط در قالب پروتکل زیر (مطابق شکل ۱) اجرا شد. شایان ذکر است که تمام آزمون‌ها قبل از ظهر و در ساعت معینی از روز اجرا شدند. همچنین آزمودنی‌ها پس از ۱۲ ساعت ناشتایی به آزمایشگاه مراجعه کردند. این موضوع موجب حذف اثر مزاحم وعدهٔ شام و تغذیه می‌شد. از آنان خواسته شد ۲۴ ساعت قبل از آزمون، از فعالیت شدید اجتناب کنند. انجام پروتکل در هر جلسهٔ آزمون‌گیری شامل سه قسمت بود.ابتدا تجزیه‌وتحلیل گازها به مدت نیم ساعت به صورت خوابیده به‌عنوان حالت پایه، در مرحلهٔ بعد براساس فرمول (سن- ۲۲۰) حداکثر ضربان قلب بیشینهٔ آزمودنی محاسبه می‌شد. فعالیت ورزشی با دو شدت، سبک (۴۵ درصد VO_2max) و متوسط (۶۰ درصد VO_2max) در نظر گرفته شده بود (۱۴) که معادل ۶۶ درصد ضربان قلب بیشینه برای ورزش سبک و ۷۶ درصد ضربان قلب بیشینه برای ورزش متوسط بود (۱۰، ۱۸). سپس تجزیه‌وتحلیل گازها در حین دویدن با شدت سبک یا متوسط تا واماندگی و در نهایت تجزیه‌وتحلیل گازها یک ساعت پس از فعالیت به‌صورت خوابیده به‌عنوان EPOC انجام شد. آزمودنی‌ها در حین فعالیت یا بعد از آن اجازهٔ مصرف آب داشتند، ولی تا پایان فعالیت نمی‌توانستند غذا مصرف کنند.

محاسبات و کالری‌سنجی غیرمستقیم

میانگین اکسیژن مصرفی (VO_2) و دی‌اکسیدکربن تولیدی (VCO_2) در طول هر ۳۰ دقیقه از پروتکل محاسبه شد. سپس مقدار اکسیداسیون چربی و کربوهیدرات با استفاده از معادلهٔ عنصرسنجی فراین (۸) و مقدار هزینهٔ انرژی از طریق معادلهٔ والپ و بار – اور (۲۳) محاسبه شد:

میزان اکسیداسیون چربی (میلی گرم در دقیقه) = ۱/۶۷ × VO_2 (لیتر در دقیقه) – ۱/۶۷ × VCO_2 (لیتر در دقیقه)

میزان اکسیداسیون کربوهیدرات (میلی‌گرم در دقیقه) = ۴/۵۵ × VCO_2 (لیتر در دقیقه) – ۳/۲۱ × VO_2 (لیتر در دقیقه)

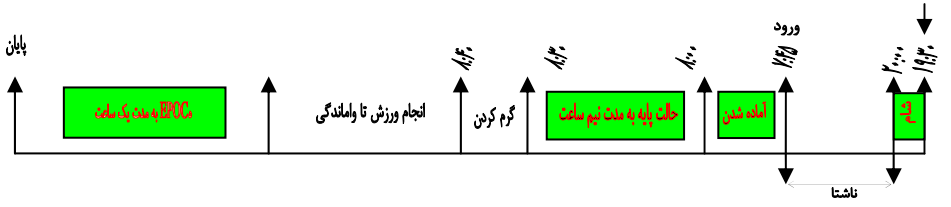
مقدار مصرف انرژی (کیلوژول در دقیقه) = VO_2 (لیتر در دقیقه) × (RER× ۱/۲۳۲ + ۳/۸۱۵) × ۴/۱۸۴

www.SID.ir

برای محاسبهٔ انرژی مصرفی از فرمول فوق استفاده شد انرژی مصرفی به صورت کیلوژول محاسبه شد. اما در نهایت داده‌ها بر حسب کیلوکالری گزارش شد.

تجزیه و تحلیل آماری

برای محاسبهٔ شاخص‌های مرکزی و پراکندگی از آمار توصیفی و برای بررسی تغییرات اکسیداسیون کربوهیدرات، چربی و هزینهٔ انرژی در طول ورزش سبک و متوسط از ANOVA با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد. در صورت معناداری برای مقایسهٔ جفت میانگین‌ها از آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. کلیهٔ عملیات آماری از طریق نرم‌افزار SPSS (نسخهٔ ۱۶) انجام گرفت و سطح معناداری آزمون‌ها $P\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.



شکل۱ - نمودار پروتکل تحقیق

نتایج و یافته‌های تحقیق

در جدول ۱، اکسیداسیون سوبسترا و هزینهٔ انرژی بین دو شدت سبک و متوسط نشان داده شده است. اکسیداسیون کربوهیدرات طی فعالیت ورزشی، در کل فعالیت و بعد از فعالیت ورزشی بین دو شدت سبک و متوسط تفاوت معناداری نداشت. تفاوت معناداری در اکسیداسیون چربی و هزینهٔ انرژی بین دو شدت سبک و

www.SID.ir

متوسط مشاهده شد، به این صورت که در نیم ساعت اول، دوم و سوم فعالیت ورزشی، اکسیداسیون چربی به‌طور معناداری در فعالیت متوسط بیشتر از فعالیت سبک است. در نیم ساعت چهارم و پنجم، آزمودنی‌ها در گروه فعالیت با شدت متوسط نتوانستند به فعالیت ادامه بدهند و در نیم ساعت سوم متوقف شدند. در کل فعالیت و بعد از فعالیت، اکسیداسیون چربی بین دو شدت ورزش تفاوتی نداشت. هزینهٔ انرژی نیز در نیم ساعت اول، دوم و سوم فعالیت ورزشی در شدت متوسط به‌طور معناداری بیشتر از شدت سبک بود. در نیم ساعت چهارم و پنجم، آزمودنی‌ها نتوانستند فعالیت با شدت متوسط را ادامه دهند، بنابراین هزینهٔ انرژی در فعالیت سبک به‌طور معناداری بیشتر از فعالیت متوسط بود. هزینهٔ انرژی بعد از فعالیت بین دو شدت تفاوت معناداری نداشت.

تغییرات سوبسترا و هزینهٔ انرژی طی ورزش با شدت سبک و متوسط در جدول ۱ نشان داده شده است، به این صورت که در فعالیت سبک و متوسط اکسیداسیون چربی، کربوهیدرات و هزینهٔ انرژی در ۳۰ دقیقهٔ اول ورزش نسبت به حالت پایه به‌طور معناداری افزایش یافته است. در فعالیت متوسط، اکسیداسیون کربوهیدرات و هزینهٔ انرژی در ۳۰ دقیقهٔ دوم نسبت به ۳۰ دقیقهٔ اول به‌طور معناداری کاهش یافته است. در فعالیت متوسط، اکسیداسیون کربوهیدرات در ۳۰ دقیقهٔ سوم نسبت به ۳۰ دقیقهٔ دوم به‌طور معناداری کاهش یافته است. در فعالیت سبک، اکسیداسیون کربوهیدرات در ۳۰ دقیقهٔ چهارم نسبت به ۳۰ دقیقهٔ سوم به‌طور معناداری کاهش یافته است. در ۳۰ دقیقهٔ پنجم نسبت به ۳۰ دقیقهٔ چهارم تغییر معناداری در اکسیداسیون چربی، کربوهیدرات و هزینهٔ انرژی در گروه فعالیت سبک مشاهده نشد، ولی گروه فعالیت متوسط در ۳۰ دقیقهٔ سوم وامانده شدند و نتوانستند به فعالیت ادامه دهند. در فعالیت سبک و متوسط اکسیداسیون چربی، کربوهیدرات و هزینهٔ انرژی در ۳۰ دقیقهٔ اول EPOC نسبت به ۳۰ دقیقهٔ انتهایی فعالیت به‌طور معناداری کاهش یافته است. در نهایت در فعالیت متوسط، اکسیداسیون چربی و هزینهٔ انرژی در ۳۰ دقیقهٔ دوم EPOC نسبت به ۳۰ دقیقهٔ اول EPOC به‌طور معناداری کاهش یافته است($p\leq ۰/۰۵$).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. اکسیداسیون سوبسترا و هزینهٔ انرژی بین دو شدت سبک و متوسط

مراحل آزمون / شاخص ها		حالت پایه	فعالیت نیم ساعت اول	فعالیت نیم ساعت دوم	فعالیت نیم ساعت سوم	فعالیت نیم ساعت چهارم	فعالیت نیم ساعت پنجم	کل فعالیت	EPOC کل	P درون گروهی
کربوهیدرات (گرم)	سبک	۶/۹±۳/۷	"۳۵/۲±۶/۸	۳۳/۱ ± ۱۴/۵	۲۸/۹ ± ۱۳/۴	"۲۲/۷±۱۱/۵	۲۰/۱ ± ۱۰/۲	۱۳۲/۱ ± ۵۷/۶	۷ ± ۲/۸۴	۰/۰۰۱
	متوسط	۷/۶±۷/۹	"۳۷/۱±۲۰/۴	"۳۷/۷ ± ۱۹	"۲۲/۳±۱۵/۳	-	-	۸۲ ± ۵۰/۹	۷/۹۹ ± ۶/۶	۰/۰۰۴
	P	۰/۴۳	۰/۶۵	۰/۶۶	۰/۵۶	–	–	۰/۰۹	۰/۸۱	
چربی (گرم)	سبک	۳±۱/۳	"۱۴/۵±۶/۳	۱۶/۳±۳/۷	۱۶/۲ ± ۴/۵	۱۷ ± ۴/۷	۱۷/۲ ± ۳/۲	۷۴/۹ ± ۲۰/۳	۱۱/۱±۲/ ۱	۰/۰۰۱
	متوسط	۳/۸±۱/۳	*"۲۲/۷±۷/۳	*۲۲/۲ ± ۵/۹	*۲۲/۵ ± ۴/۲	–	–	۶۲/۹۹ ± ۱۷/۱	"۱۲/۱ ± ۲/۳	۰/۰۰۱
	P	۰/۳۸	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۱	–	–	۰/۳۸	۰/۲۳	
هزینهٔ انرژی (کیلوکالری)	سبک	۶/۹ ±۳/۷	"۲۶۸/۷±۷۵/۸	۲۷۸ ± ۵۴/۵	۲۶۱/۶ ± ۴۰/۸	۲۴۷/۶±۴۰/۷	۲۳۸/۴ ± ۲۶/۲	*۱۳۰۵/۱± ۲۴۳/۷	۱۲۸/۸ ± ۱۱/۷	۰/۰۰۱
	متوسط	۵۶/۲ ±۷/۴	۳۵۵/۴ ۵۲±/۹	۳۱۲ ±۴۵/۵	۲۹۷/۸ ± ۳۷/۹	–	–	۹۰۲/۳ ± ۱۴۲/۱	"۱۳۷/۸ ± ۲۰/۵	۰/۰۰۱
	P	۰/۶۵	۰/۰۲	۰/۰۹	۰/۰۰۱			۰/۰۰۲	۰/۴	

" تغییر معنادار نسبت به مرحلهٔ قبلی آزمون (P≤۰/۰۵)

* تفاوت معنادار نسبت به شدت دیگر (P≤۰/۰۵)

Archive of SID

www.SID.ir

بحث و بررسی

در پژوهش حاضر، در طول اجرای فعالیت، اکسیداسیون چربی به‌صورت معناداری در فعالیت متوسط بیشتر از فعالیت سبک بود. رومیجن و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که اکسیداسیون چربی به‌طور معناداری در شدت ۶۵ درصد VO_2max بیشتر از ۲۵ درصد VO_2max بود (۱۷) که نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق آنها همسوست. علت همسویی ممکن است شدت انتخاب‌شده باشد، به نحوی که شدت دو تحقیق خیلی نزدیک به هم است (۶۵ درصد و ۶۰ درصد VO_2max). اما چه سازوکاری موجب افزایش اکسیداسیون چربی در فعالیت متوسط نسبت به فعالیت سبک می‌شود. دلیل اول دسترسی زیاد عضلات به اکسیژن هنگام فعالیت‌های متوسط است. هنگامی‌که شدت فعالیت ورزشی متوسط است، هر نوع افزایش ناچیز در شدت فعالیت ورزشی، افزایش فزایندهٔ اکسیژن مصرفی را به‌دنبال دارد تا اینکه حالت پایدار تحقق یابد. در این حالت، تقریباً همهٔ ATP مورد نیاز انقباض عضلانی از راه فسفوریلاسیون اکسایشی تأمین می‌شود و بدن در حین فعالیت با کمبود اکسیژن مواجه نیست (۱۵). این مسئله موجب افزایش فزایندهٔ سوخت‌وساز سوبسترا (به ویژه چربی) از طریق هوازی و در نهایت افزایش اکسیداسیون چربی می‌شود. دلیل دوم افزایش اکسیداسیون چربی در فعالیت ورزشی با شدت متوسط، ممکن است در نتیجهٔ افزایش در دسترس بودن چربی باشد (۴). در فعالیت با شدت متوسط به‌علت افزایش تحریک بتا آدرنرژیک (اپی‌نفرین) و کاهش انسولین، سرعت لیپولیز سه برابر افزایش می‌یابد (۲۴). همچنین استریفیه شدن مجدد کاهش می‌یابد (۱۶) و مقدار جریان خون بافت چربی افزایش می‌یابد که در نهایت به افزایش موجودیت اسیدهای چرب در پلاسما می‌انجامد (۲۴). از طرف دیگر، در فعالیت متوسط جریان خون عضله افزایش می‌یابد و در نهایت تحویل چربی به عضلات مضاعف می‌شود (۲۱).

در مجموع فعالیت، تفاوت معناداری در اکسیداسیون چربی بین دو شدت سبک و متوسط مشاهده نشد که علت آن زمان طولانی‌تر فعالیت سبک بود. در فعالیت ورزشی سبک به‌سبب تأخیر واماندگی، فعالیت در مدت طولانی‌تری انجام گرفت (۱۵۰ دقیقه در برابر ۹۰ دقیقه). ولی در فعالیت با شدت متوسط، آزمودنی‌ها در ۳۰ دقیقهٔ سوم وامانده شدند و نتوانستند به فعالیت ادامه دهند. در نتیجه در کل فعالیت، موجب عدم مشاهدهٔ تفاوت در اکسیداسیون چربی بین دو شدت شد. اگر فعالیت با شدت سبک و متوسط از نظر زمان یکسان شوند، در فعالیت متوسط چربی بیشتری مصرف می‌شود (۲۰).

www.SID.ir

در تحقیق حاضر، اکسیداسیون کربوهیدرات و هزینهٔ انرژی در دو فعالیت سبک و متوسط اندازه‌گیری شد و تفاوت معناداری در اکسیداسیون کربوهیدرات در طول فعالیت و در کل فعالیت بین دو شدت ورزشی مشاهده نشد. ولی در کل فعالیت، هزینهٔ انرژی در فعالیت سبک بیشتر از فعالیت متوسط بود. اگرچه در ۹۰ دقیقه فعالیت، هزینهٔ انرژی در فعالیت متوسط بیشتر از فعالیت سبک بود. رومیجن و همکاران (۲۰۰۰) مشاهده کردند که اکسیداسیون کربوهیدرات به‌طور پیشرونده‌ای با تغییر شدت ورزشی از ۲۵ درصد VO_2max به ۶۵ و ۸۵ درصد VO_2max افزایش می‌یابد (۱۷). کاستانوس و همکاران (۲۰۰۳) مشاهده کردند که اکسیداسیون کربوهیدارت در طول فعالیت و در کل فعالیت در ۶۵ درصد VO_2max بیشتر از ۲۵ درصد VO_2max بود (۱۱). نتایج تحقیق حاضر با تحقیقات مذکور مغایر است. این تفاوت‌ها ممکن است به‌دلیل تفاوت زیاد شدت‌های استفاده‌شده در تحقیقات مذکور باشد که می‌تواند موجب بروز اختلاف در مصرف کربوهیدرات در بین دو شدت شود.

براساس مبانی نظری و یافته‌های پژوهش‌های گذشته اکسیداسیون کربوهیدرات و هزینهٔ انرژی در فعالیت متوسط بیشتر از فعالیت سبک است، اما این مسئله بدون در نظر گرفتن زمان فعالیت محقق می‌شود. در تحقیق حاضر در کل فعالیت، اکسیداسیون کربوهیدرات نه به طور معنی دار و هزینهٔ انرژی در فعالیت سبک به‌صورت معناداری بیشتر از فعالیت متوسط بود که علت آن زمان طولانی فعالیت سبک است. همچنین در پژوهش حاضر با توجه به میانگین‌ها، هزینهٔ انرژی در طول فعالیت متوسط بیشتر از فعالیت سبک بود، ولی در کل فعالیت به‌علت طولانی‌تر شدن فعالیت سبک هزینهٔ انرژی این فعالیت بیشتر از فعالیت متوسط شد. علت آن شدت فعالیت است، زیرا هرچه شدت بیشتر باشد، هزینهٔ انرژی نیز بیشتر می‌شود.

در تحقیق حاضر EPOC یک ساعت بعد از اتمام فعالیت ورزشی اندازه‌گیری شد، اما تفاوتی در اکسیداسیون چربی، کربوهیدرات و هزینهٔ انرژی بین دو شدت سبک و متوسط مشاهده نشد. کیو و همکاران (۲۰۰۴) تفاوتی در RER و سهم نسبی چربی در دورهٔ ریکاوری بعد از فعالیت‌های با شدت ۴۵ و ۶۵ درصد VO_2max مشاهده نکردند (۱۲). نتیجهٔ تحقیق حاضر با نتیجه تحقیق مذکور همسوست. از طرف دیگر، گور و ویچرز (۱۹۹۰) مشاهده کردند که هزینهٔ انرژی در شدت ۷۰ درصد VO_2max بیشتر از دو شدت ۳۰ و ۵۰ درصد VO_2max بود (۹). نتایج یادشده با نتایج تحقیق حاضر مغایر است. علت اصلی همسو و ناهمسو بودن

www.SID.ir

نتایج مطالعات مذکور با نتایج پژوهش حاضر، اختلاف بین شدت‌های مورد استفاده است، زیرا مقدار EPOC به شدت و مدت دورهٔ فعالیت بدنی مرتبط است (۶). اگر تفاوت بین دو شدت کم باشد، تفاوت معناداری در مقدار EPOC مشاهده نخواهد شد. برعکس اگر فاصلهٔ بین دو شدت زیاد باشد، تفاوت معناداری در مقدار EPOC مشاهده خواهد شد. در دو فعالیت نزدیک به هم به‌علت شباهت در اکسیداسیون سوبسترا و هزینهٔ انرژی و تغییرات متابولیت‌های خون در حین فعالیت، EPOC مشابهی را بعد از این فعالیت‌ها خواهیم دید. برای مثال هنگام فعالیت‌های پایدار (سبک و متوسط) استفاده‌شده در تحقیق حاضر، سوخت‌وساز عضله اغلب به ترکیبی از کاتابولیسم چربی و کربوهیدرات وابسته است. ذخایر کراتین فسفات دست‌نخورده باقی می‌ماند و گلیکولیز در حدی رخ می‌دهد که موجب اسیدوز سوخت‌وسازی نمی‌شود (۱۵). این تغییرات در دو شدت سبک و متوسط، حین فعالیت مشترک است. در نهایت موجب عدم اختلاف در مقدار EPOC بعد از این فعالیت‌ها می‌شود.

در مجموع در کل فعالیت، اکسیداسیون چربی و کربوهیدرات بین دو شدت سبک و متوسط تفاوت معناداری نداشت، اما در فعالیت سبک به‌علت واماندگی، دیرتر و طولانی شدن فعالیت در کل، هزینهٔ انرژی به‌طور معناداری بیشتر از فعالیت متوسط بود. در نتیجه اجرای فعالیت سبک تا واماندگی در مقایسه با فعالیت متوسط تا واماندگی برای کاهش وزن بهتر است. اما اگر زمان فعالیت را در نظر نگیریم، به علت اینکه حداکثر اکسیداسیون چربی در شدت نزدیک به شدت متوسط اتفاق می‌افتد، فعالیت‌های با شدت متوسط برای حداکثر اکسیداسیون چربی و کاهش وزن مناسب‌تر است.

منابع و مآخذ

۱. پناهی، سارا. گائینی، عباسعلی. رواسی، علی‌اصغر. فیاض میلانی، رعنا. (۱۳۸۵). "تأثیر ترتیب و شدت فعالیت ورزشی بر پاسخ‌های متابولیکی دانشجویان دختر غیرورزشکار". فصلنامهٔ المپیک، شمارهٔ ۳۴، ص: ۹۶ – ۸۷.

Archive of SID

www.SID.ir

۲. روحانی، هادی. دمیرچی، ارسلان. حسن نیا، صادق. روحانی، زهرا. (۱۳۸۷). "مقایسهٔ میزان اکسایش چربی در دامنهٔ شدت‌های فعالیت دویدن دانشجویان پسر غیرورزشکار". فصلنامهٔ المپیک، شمارهٔ ۴۵، ص ۱۳۰ - ۱۲۱.

۳. محبی، حمید. دمیرچی، ارسلان. روحانی، هادی. شادمهری، سعیده. (۱۳۸۹). "مقایسهٔ حداکثر اکسیداسیون چربی در دانشجویان زن و مرد غیرورزشکار". فصلنامهٔ المپیک، شمارهٔ ۵۰، ص ۵۲-۴۳.

4. Achten J, Jeukendrup A.E. (2004). "Optimizing fat oxidation through exercise and diet. Nutrition". 20 (7-8): PP:716-727.

5. Bahr R. (1991). "Excess postexercise oxygen consumption – magnitude, mechanisms and practical implications". Acta Physiol Scand Suppl 605: PP:1-70.

6. Brooks G.A, Fahey T.D, and Baldwin K.M. (2005). "Exercise Physiology: Human Bioenergetics and Its Applications". (4th ed). New York: McGraw-Hill.

7. Coyle E.F. (1995). "Substrate utilization during exercise in active people". Am J Clin Nutr 61: PP:968-979.

8. Frayn K.N. (1983). "Calculation of substrate oxidation rates in vivo from gaseous exchange". J Appl Physiol 55: PP:628-634.

9. Gore C.J, Withers R.T. (1990). "The effect of exercise intensity and duration on the oxygen deficit and excess post-exercise oxygen consumption". Eur J Appl Physiol 60:PP: 169-174.

10. Heyward V.H. (1997). "Advanced fitness assessment and prescription". 3rd ed. Human Kinetics, Champaign Illinois.

11. Katsanos C.S, Grandjean P.W and Moffatt R.J. (2003). "Effects of low and moderate exercise intensity on postprandial lipemia and postheparin plasma lipoprotein lipase activity in physically active men". J Appl Physiol 96: PP:181-188.

Archive of SID

www.SID.ir

12. Kuo C.C, Fattor J.A, Henderson G.C, and Brooks G.A. (2004). "Lipid oxidation in fit young adults during postexercise recovery". J Appl Physiol 99: PP:349-356.

13. Laforgia J, Withers R.T, Shipp N.J, Gore C.J. (1997). "Comparison of energy expenditure elevations after submaximal and supra-maximal running". J Appl Physiol 82: PP:661-666.

14. Phelain J.F, Reinke E, Marris M.A, Melby C.L. (1997). "Postexercise energy expenditure and substrate oxidation in young women resulting from exercise bouts of different intensity". J A M Coll Nutr 16(2): PP:140-146.

15. Robergs R.A, Roberts S.O. (2000). "Fundamental principles of exercise physiology". Mcgraw Hill, USA.

16. Romijn J.A, Coyle E.F, Sidossis S, Gastaldelli A, Horowitz J.F. (1993). "Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration". Am J Physical 265: PP:380-391.

17. Romijn J.A, Coyle E.F, Sidossis L.S, Rosenblatt J, Wolfe R.R. (2000). "Substrate metabolism during different exercise intensities in endurance-trained women". J Appl Physiol 88:PP: 1707-1714.

18. Swain D.P, Abernathy K.S, Smith C.S, Lee S.J. and Bunn S.A. (1994). "Target heart rates for the development of cardiorespiratory fitness". Med Science Sports Exercise 26 (1): PP:112-116.

19. Tipton C.M, Sawka M.N, Tate C.A, Terjung R.L. (2006). "ACSM S Advanced Exercise Physiology". Lippinco T.T Williams Wilkins A Wolters Kluwer Company.

20. Thompson D.L, Townsen K.m, Boughey R, Patterson K, and Bassett J.R. (1997). "Substrate use during and following moderate and low intensity exercise: Implications for weight control". Eur J Appl Physiol 78: PP:43-49.

Archive of SID

www.SID.ir

21. Van Hall G, Bulow J, Sacchetti M, Al Mulla N, Lyngso D and Simonsen L. (2002). "Regional fat metabolism in human splanchnic and adipose tissues; the effect of exercise". J Physiol. (London). 543:PP:1033–1046.

22. Venables M.C, Achten J, Jeukendrup A.E. (2005). "Determinats of fat oxidation during exercise in healthy men and women: a Cross-sectional study". J Appl Physiol 98:PP: 160-167.

23. Volpe Ayub B, Bar-Or O. (2003). "Energy cost of walking in boys who differ in adiposity but are matched for body mass". Med Sci Sports Exerc 35: PP:669-74.

24. Wolfe R.R, Klein S, Carraro F and Weber J.M. (1990). "Role of triglyceride fatty acid cycle in controlling fat metabolism in humans during and after exercise". Am J Physiol 258:PP:382–389.

25. Zubia R.Y, Burns S.F, king G.A, Tomaka J, Vella C.A. (2009). "Substrate oxidation and energy expenditure during and after isocaloric exercise bouts of different intensity". Med Sci Sports Exerc 41(5):PP: 42-43.

Archive of SID

www.SID.ir