فیزیولوژی ورزشی شماره ۳۴، تابستان ۱۳۹۶. صص ۱۶۲-۱۴۷

مقایسهٔ اثر زمان‌های متفاوت مصرف کربوهیدرات قبل از فعالیت ورزشی بر MFO و Fatmax در دوندگان استقامتی

بهنام روزبه[۱]، حمید محبی[۲]

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد*
۲. استاد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۱۱ تاریخ پذیرش:۱۳۹۵/۰۷/۰۷

چکیده

هدف از پژوهش حاضر مقایسهٔ اثر زمان‌های متفاوت مصرف کربوهیدرات قبل از فعالیت ورزشی بر بیشینهٔ اکسیداسیون چربی و شدتی از فعالیت که بیشینهٔ اکسیداسیون چربی در آن رخ می‌دهد (Fatmax) در دوندگان استقامتی بود. در این پژوهش هشت دوندهٔ استقامتی حرفه‌ای (با میانگین سنی ۲/۶۱±۲۱/۶ سال؛ حداکثر اکسیژن مصرفی ۸/۷±۶۳/۰ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه؛ درصد چربی بدن ۱/۹۲±۹/۱ درصد؛ سابقهٔ ورزشی ۷±۳ سال) به‌عنوان آزمودنی در چهار آزمون جداگانه شرکت نمودند. در جلسهٔ اول، آزمودنی‌ها ساعت هشت صبح و درحالت ناشتا، آزمون فعالیت ورزشی فزاینده (شامل فعالیت روی نوارگردان تا مرحلهٔ خستگی) را به‌منظور تعیین میزان بیشینهٔ اکسیداسیون چربی و Fatmax انجام دادند. در جلسهٔ دوم، سوم و چهارم نیز با فاصلهٔ هفت تا ۱۰ روز، آزمودنی‌ها درحالت ناشتا، مقدار یک گرم گلوکز به‌ازای هرکیلوگرم وزن بدن به‌همراه ۵۰۰ میلی‌لیتر آب را در فواصل پنج دقیقه، یک ساعت و سه ساعت قبل از شروع آزمون فزاینده مصرف نمودند. مقدار بیشینهٔ اکسیداسیون چربی و Fatmax از طریق روش کالری‌سنجی غیرمستقیم با استفاده از دستگاه گازآنالایزر با کمک معادلات عنصرسنجی اندازه‌گیری گردید و آزمون تجزیه‌وتحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای تجزیه‌وتحلیل آماری مورد استفاده قرار گرفت. زمانی‌که کربوهیدرات، پنج دقیقه و یک ساعت قبل از اجرای فعالیت ورزشی مصرف شده بود، بیشینهٔ اکسیداسیون چربی و Fatmax به‌ترتیب کمترین و بیشترین کاهش را نشان می‌داد. همچنین، بیشینهٔ اکسیداسیون چربی و Fatmax در وضعیت ناشتا به‌طور معناداری نسبت به وضعیت مصرف کربوهیدرات در فواصل پنج دقیقه، یک ساعت و سه ساعت قبل از فعالیت ورزشی بالاتر بود ($P<0.05$)؛ اما تفاوت معناداری در میزان بیشینهٔ اکسیداسیون چربی و Fatmax بین وضعیت‌های متفاوت مصرف کربوهیدرات مشاهده نگردید. به‌طورکلی، نتایج حاکی از آن است که مصرف کربوهیدرات در زمان‌های متفاوت قبل از فعالیت ورزشی باعث کاهش بیشینهٔ اکسیداسیون چربی و جابه‌جایی Fatmax به شدت پایین‌تری از فعالیت می‌شود؛ بدان‌معناکه شروع کاهش اکسیداسیون چربی در شدت پایین‌تری رخ می‌دهد و آزمودنی‌ها بیشتر به منابع کربوهیدرات وابسته می‌شوند.

واژگان کلیدی: حداکثر اکسیداسیون چربی، Fatmax، مصرف کربوهیدرات

*نویسنده مسئول Email: Behnam.roozbeh@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

انرژی موردنیاز بدن انسان به‌طور عمده از طریق کربوهیدرات و چربی تأمین می‌شود. میزان استفاده از این دو منبع طی فعالیت به شدت، مدت و نوع فعالیت ورزشی بستگی دارد (۱). دراین‌میان، شدت تمرین یکی از عوامل موثر در استفاده از سوبسترا است (۱،۲). دراین‌زمینه، لیما سیلوا و همکاران[1] (۲۰۱۰) مشاهده کردند که تغییر در شدت‌های ورزشی، تغییراتی را در استفاده از سوبسترا ایجاد می‌کند؛ بدین‌معناکه با افزایش شدت ورزشی، مشارکت نسبی کربوهیدرات به‌عنوان منبع تولید انرژی افزایش می‌یابد و به‌طور هم‌زمان، مشارکت نسبی اکسیداسیون چربی کاهش پیدا می‌کند؛ بنابراین، در شرایط مطلق، اکسیداسیون کربوهیدرات متناسب با شدت فعالیت ورزشی افزایش پیدا خواهد کرد؛ درحالی‌که میزان اکسیداسیون چربی ابتدا افزایش یافته و سپس، با افزایش شدت فعالیت ورزشی کاهش پیدا می‌کند (۳). همچنین، هر اندازه این شدت ورزشی بالاتر باشد، نشان‌دهندهٔ توانایی بیشتر جهت ایجاد اکسیداسیون چربی و استفاده از مزایای بهبود در اکسیداسیون چربی است. در این ارتباط، بیشترین میزان چربی را که فرد می‌تواند در جریان فعالیت بدنی جهت تولید انرژی بسوزاند، حداکثر اکسیداسیون چربی (MFO)[2] می‌نامند. علاوه‌براین، شدتی از فعالیت که بیشترین میزان اکسیداسیون چربی در آن روی می‌دهد، Fat_{max}[3] نام دارد (۲،۴). این شدت ورزشی ممکن است برای برنامه‌های کاهش وزن و برنامه‌های ورزشی مرتبط با سلامتی اهمیت داشته باشد (۵). ازسوی‌دیگر، یکی از سازگاری‌های اصلی برای تمرین‌های استقامتی، تغییر از سوخت‌وساز کربوهیدرات به‌سوی سوخت‌وساز چربی است؛ بنابراین، توانایی برای اکسایش چربی به‌عنوان یک سوخت، ارتباط بالایی با عملکرد استقامتی دارد (۶). مشارکت مطلق و نسبی این سوخت‌ها می‌تواند تحت‌تأثیر تغذیه و محتوای گلیکوژن عضله قرار گیرد (۱). زمانی‌که ذخایر کربوهیدرات بدن کاهش می‌یابد، استفاده از چربی و اسیدهای آمینه به‌عنوان سوبستراهای متابولیسم انرژی افزایش یافته و شدت فعالیت ورزشی کاهش می‌یابد، ادراک خستگی بیشتر شده و به‌دنبال آن عملکرد ورزشی کاهش پیدا می‌کند؛ بنابراین، کربوهیدرات‌ها نقش مهمی در رژیم غذایی ورزشکاران استقامتی و فوق‌استقامتی دارند. در ورزش‌های استقامتی، اکسیداسیون بیشتر اسیدهای چرب باعث ذخیرهٔ گلیکوژن عضله و کبد می‌شود و ورزشکار می‌تواند زمان طولانی‌تری را با شدت بیشتر به فعالیت ادامه دهد و خستگی را به تأخیر بیاندازد (۷).

1. Lima-Silva
2. Maximal Fat Oxidation
3. Fat Maximal (Fat_{max})

Archive of SID

www.SID.ir

گزارش شده است که مصرف یک رژیم پرکربوهیدرات، سه تا پنج ساعت پیش از فعالیت ورزشی، سطوح گلیکوژن کبد و تاحدودی گلیکوژن عضله را افزایش می‌دهد و عملکرد ورزشی را بهبود می‌بخشد (۸). همچنین، عنوان شده است که مصرف کربوهیدرات ۳۰ تا ۶۰ دقیقه قبل از فعالیت ورزشی می‌تواند غلظت انسولین خون را افزایش دهد. با آغاز فعالیت ورزشی، برداشت گلوکز از سوی عضلهٔ اسکلتی درحال انقباض افزایش می‌یابد و افزایش انسولین می‌تواند مقادیر گلوکز خون را به‌سرعت کاهش دهد و وضعیتی را به‌وجود آورد که به هیپوگلیسمی شدید منجر شود؛ درصورتی‌که مصرف کربوهیدرات بلافاصله قبل از فعالیت ورزشی، زمان لازم برای افزایش انسولین خون را فراهم نمی‌کند و ازسوی‌دیگر افزایش کاتکولامین‌ها، ترشح انسولین را مهار می‌نماید (۹). همچنین، مصرف کربوهیدرات قبل از شروع فعالیت ورزشی، اکسیداسیون اسیدهای چرب آزاد را کاهش می‌دهد که دلایل آن کاهش اسیدهای چرب آزاد دردسترس (۴) و اثر مهاری انسولین بر لیپولیز می‌باشد (۴،۱۰). گزارش شده است که اکسیداسیون اسیدهای چرب حتی به‌مقدار کمی انسولین حساس می‌باشد و تا شش ساعت پس از مصرف کربوهیدرات، سرعت به‌حرکت‌درآمدن اسیدهای چرب کاهش پیدا می‌کند (۱۰).

نتایج مطالعات گوناگون نشان داده است که بیشترین میزان اکسیداسیون چربی در دامنهٔ شدت ۵۷ تا ۶۵ درصد VO_{2max} رخ می‌دهد و از آن شدت به بعد کاهش می‌یابد (۱۱). در ادبیات پژوهش، میزان اکسیداسیون چربی در شدت‌های مختلف ورزشی بررسی شده است. تعدادی از این مطالعات، سه (۱۲) یا چهار (۱۳) شدت متفاوت ورزشی را مورد بررسی قرار داده‌اند؛ اما از سال (۲۰۰۲) به بعد و پس از بررسی‌های آچتن و همکاران، میزان اکسیداسیون چربی با استفاده از یک فعالیت ورزشی فزاینده در دامنهٔ گسترده‌ای از شدت‌های ورزشی مقایسه گردید (۲). در این ارتباط، مطالعات گذشته به بررسی تأثیر متغیرهایی مانند جنسیت (۱،۱۴)، وضعیت تمرینی (۳)، شدت‌های مختلف تمرینی (۲،۱۳،۱۵)، تودهٔ چربی بدن (۱۶)، زمان انجام فعالیت (۱۶،۱۷)، سن (۱۸)، کم‌آبی بدن (۱۹)، کاهش ذخایر کربوهیدرات بدن (۲۰) و مصرف کربوهیدرات قبل از فعالیت (۴) بر MFO و Fat_{max} پرداخته‌اند. در پژوهش آچتن و همکاران (۲۰۰۳) که در ارتباط با افراد نسبتاً تمرین‌کرده انجام گرفت، مصرف کربوهیدرات ۴۵ دقیقه قبل از فعالیت ورزشی، ۱۴درصد Fat_{max} و ۲۸درصد MFO را کاهش داد (۴). در این پژوهش اثر مصرف کربوهیدرات تنها در یک زمان قبل از فعالیت ورزشی بررسی شده است و با توجه به این موضوع که میزان انسولین و دیگر هورموهای درگیر در متابولیسم در زمان‌های متفاوت مصرف کربوهیدرات قبل از فعالیت ورزشی متغیر بوده و انسولین یک هورمون مهارکنندهٔ اکسیداسیون چربی می‌باشد، این فرضیه شکل گرفت که میزان اکسیداسیون سوبسترا تحت‌تأثیر زمان‌های متفاوت مصرف کربوهیدرات قرار می‌گیرد.

Archive of SID

www.SID.ir

درحقیقت، این موضوع که مصرف کربوهیدرات قبل از فعالیت ورزشی میزان اکسیداسیون چربی را کاهش می‌دهد، در پژوهش‌های مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است؛ اما اثر مصرف کربوهیدرات در زمان‌های متفاوت قبل از فعالیت ورزشی بر MFO و Fat_{max} در ورزشکاران استقامتی بررسی نشده است. با توجه به این‌که مصرف کربوهیدرات قبل از فعالیت ورزشی، میزان اکسیداسیون چربی بیشتر و درنتیجه، ذخیرهٔ گلیکوژن عضله و کبد در حین فعالیت ورزشی یک امر مهم در ورزشکاران استقامتی محسوب می‌شود، بهترین زمان برای مصرف کربوهیدرات در این افراد به‌منظور بیشترین میزان اکسیداسیون چربی و شدت ورزشی که به این بیشینهٔ اکسیداسیون چربی دست می‌یابند، مشخص نمی‌باشد؛ ازاین‌رو، هدف از پژوهش حاضر مقایسهٔ اثر زمان‌های متفاوت مصرف کربوهیدرات قبل از فعالیت ورزشی بر میزان اکسیداسیون چربی و کربوهیدرات در دامنه‌ای از شدت‌ها، MFO و Fat_{max} در ورزشکاران استقامتی می‌باشد.

روش پژوهش

پس از اعلام فراخوان در هیأت دوومیدانی شهر مشهد، ۱۱ دوندهٔ استقامتی حرفه‌ای (مادهٔ ۱۰۰۰۰ متر) به‌صورت داوطلبانه آمادگی خود را جهت شرکت در این پژوهش اعلام کردند. جهت انجام پژوهش از طریق پرسش‌نامه‌ای که بین داوطلبان توزیع گردید، اطلاعات فردی و سوابق پزشکی و ورزشی آن‌ها جمع‌آوری گشت. ویژگی‌های جسمی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها در جدول شمارهٔ یک ارائه شده است. براساس این اطلاعات، تمامی آزمودنی‌ها در شروع اجرای پژوهش دچار هیچ‌گونه بیماری و عارضه‌ای نبودند و طی سه سال گذشته فعالیت ورزشی استقامتی منظمی داشتند (به‌طور متوسط پنج روز در هفته، هفت تا هشت جلسه در هفته و هر جلسه بین یک تا دو ساعت). درادامه، با توجه به بیشتربودن سابقهٔ ورزشی داوطلبان، تعداد هشت نفر به‌صورت غیرتصادفی هدف‌دار به‌عنوان آزمودنی انتخاب شدند. ملاک‌های انتخاب آزمودنی‌ها عبارت بود از: داشتن حداقل سه سال سابقهٔ ورزشی استقامتی منظم و عدم وجود آسیب یا بیماری. پیش از دریافت فرم رضایت‌نامه، جهت اعلام آمادگی آزمودنی‌ها به‌منظور شرکت در پژوهش، اطلاعات لازم درخصوص نحوهٔ اجرای پژوهش و نکاتی که می‌بایست آزمودنی‌ها برای شرکت در پژوهش رعایت کنند، به‌صورت کتبی و شفاهی در اختیار آن‌ها قرار گرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ـ خصوصیات جسمی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها

متغیرها	میانگین	انحراف معیار
سن (سال)	۲۱/۶	۲/۶
قد (سانتی‌متر)	۱۷۷/۱	۶/۴
وزن (کیلوگرم)	۶۳/۵	۷/۵
شاخص تودهٔ بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۰/۲	۱/۵
درصد چربی بدن	۹/۱	۱/۹
تودهٔ چربی بدن (کیلوگرم)	۵/۷	۱/۲
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)	۶۳/۰	۸/۶
سابقهٔ ورزشی (سال)	۷	۳
رکورد دوی ۱۰۰۰۰ متر (دقیقه)	۳۴/۳	۱/۸

پیش از شروع آزمون‌ها و پس از تکمیل پرسش‌نامهٔ سوابق پزشکی ـ ورزشی و فرم رضایت‌نامه، آزمودنی‌ها طی یک جلسه در پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی با وسایل و شیوهٔ اندازه‌گیری آشنا شدند و ترکیب بدن آن‌ها با استفاده از روش مقاومت بیوالکتریکی (شرکت این‌بادی[1]، مدل ۷۲۰، ساخت کشور کرهٔ جنوبی) اندازه‌گیری گردید. سپس، هر آزمودنی در چهار روز جداگانه با فاصلهٔ هفت تا ۱۰ روز مورد آزمون قرار گرفت. لازم‌به‌ذکر است که این آزمون‌ها در نوبت صبح و زمان مشابه (هشت تا ۱۰ صبح) انجام شد تا از تأثیر ریتم شبانه‌روزی جلوگیری شود. همچنین، از آزمودنی‌ها خواسته شده بود که رژیم غذایی یک روز قبل از آزمون اول خود را یادداشت نموده و این رژیم را روز قبل از آزمون‌های دیگر تکرار کنند و در روز قبل از آزمون از تمرین شدید خودداری نمایند (۴). ازسوی‌دیگر، آزمودنی‌ها افراد یک تیم بودند و تمرین آن‌ها همواره شبیه به یکدیگر بود. در جلسهٔ اول، آزمودنی‌ها پس از ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتایی به آزمایشگاه مراجعه نمودند و آزمون فعالیت ورزشی فزاینده (شامل فعالیت با مراحل سه دقیقه‌ای) را روی نوار گردان تا مرحلهٔ خستگی به‌منظور تعیین میزان اکسیداسیون چربی، MFO و Fat_{max} انجام دادند. در جلسات دوم، سوم و چهارم نیز آزمودنی‌ها در وضعیت ناشتا، مقدار یک گرم گلوکز (تهیه‌شده از شرکت داروسازی و

1. Inbody

Archive of SID

www.SID.ir

مکمل‌های غذایی ـ حیاتی کارن) به‌ازای هرکیلوگرم وزن بدن به‌همراه ۵۰۰ میلی‌لیتر آب (۵) را به‌ترتیب در فواصل پنج دقیقه، یک ساعت و سه ساعت قبل از شروع آزمون فزاینده مصرف نمودند (از این سه زمان برای بررسی اثر مصرف کربوهیدرات قبل از فعالیت بر عملکرد ورزشی استفاده گردید؛ درواقع، زمان‌های پیشنهادی برای مصرف کربوهیدرات قبل از فعالیت ورزشی برای بهبود عملکرد می‌باشد). لازم‌به‌ذکر است که در تمامی مراحل آزمون، دمای آزمایشگاه بین ۲۴ـ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد بود.

برای آزمون فعالیت ورزشی برای تعیین MFO و Fat_{max}، آزمودنی‌ها پس از پنج دقیقه گرم‌کردن، فعالیت خود را روی نوار گردان با سرعت سه و نیم کیلومتر در ساعت و با شیب یک درصد آغاز نمودند. سرعت دستگاه هر سه دقیقه، یک کیلومتر در ساعت افزایش یافت تا زمانی‌که سرعت به هفت و نیم کیلومتر در ساعت رسید. در این نقطه، سرعت ثابت گشت و شیب دستگاه هر سه دقیقه به‌میزان دو درصد افزایش یافت تا زمانی‌که RER معادل یک گردید. پس از این مرحله، سرعت دستگاه هر دقیقه یک کیلومتر در ساعت افزایش یافت تا فرد به خستگی کامل برسد. شایان‌ذکر است که هدف از مرحلهٔ نهایی، رسیدن به VO_{2max} بود (۱). در این ارتباط، معیارهای رسیدن به VO_{2max} عبارت بود از: عدم افزایش اکسیژن مصرفی با افزایش شدت فعالیت، RER بالاتر از (۱/۰۵) و ضربان قلب معادل ۱۰ ضربه کمتر از بیشینهٔ ضربان قلب (۲۱). در طول آزمون، حجم اکسیژن مصرفی و دی‌اکسیدکربن دفعی به‌شیوهٔ نفس به نفس با استفاده از دستگاه گازآنالایزر (مدل زان[1] ۶۰۰، شرکت ان اسپایر هلث[2]، کشور آلمان) اندازه‌گیری گردید. میانگین اکسیژن مصرفی (VO_2) و دی‌اکسیدکربن دفعی (VCO_2) در ۳۰ ثانیهٔ پایانی هر مرحله از آزمون نیز تعیین گشت. همچنین، برای هریک از این مراحل سه دقیقه‌ای، میزان اکسیداسیون چربی و کربوهیدرات محاسبه گردید. درادامه، میانگین مقادیر VO_2 در ۳۰ ثانیهٔ پایانی هر مرحله از آزمون محاسبه گشت و با تقسیم آن بر مقدار VO_{2max}، به‌عنوان شدت فعالیت در آن مرحله نشان داده شد و به‌صورت درصدی از VO_{2max} بیان گردید. میزان اکسیداسیون مواد، MFO و Fat_{max} نیز با استفاده از معادلات عنصرسنجی[3] جاکندروپ و والیس (۲۰۰۵) محاسبه گشت (۲۲). دراین‌راستا، رومجین و همکاران اعتبار روش کالری‌سنجی غیرمستقیم را مورد ارزیابی قرار داده و نشان دادند که این روش برای محاسبهٔ اکسیداسیون چربی و کربوهیدرات تا شدت‌های ۸۰ تا ۸۵ درصد VO_{2max} معتبر می‌باشد (۲۳).

1. Zan600
2. N Spire Health
3. Etoichiometric Equations

Archive of SID

www.SID.ir

اکسیداسیون چربی = ۱/۶۹۵VO_2 - ۱/۷۰۱ VCO_2

اکسیداسیون کربوهیدرات = ۴/۲۱۰VCO_2 - ۲/۹۶۲۱ VO_2

در پژوهش حاضر به‌منظور تعیین طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف ـ اسمیرنوف استفاده شد. برای مقایسهٔ میزان اکسیداسیون چربی MFO و Fat_{max} در چهار وضعیت ورزشی نیز آزمون تجزیه‌وتحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی مورد استفاده قرار گرفت. شایان‌ذکر است که نتایج در سطح معناداری ($P<0.05$) بررسی گردید و از نرم‌افزار اس.پی‌س.اس نسخهٔ ۱۶ جهت تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها بهره گرفته شد.

نتایج

نتایج نشان می‌دهد که میزان اکسیداسیون چربی پس از مصرف کربوهیدرات قبل از اجرای فعالیت ورزشی نسبت به شرایط ناشتا پایین‌تر بوده است. همچنین، در وضعیت ورزشی که کربوهیدرات پنج دقیقه قبل از اجرای فعالیت ورزشی مصرف شده بود، تنها در شدت‌های ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درصد VO_{2max} این کاهش معنادار بوده است؛ اما در وضعیت‌هایی که کربوهیدرات یک و سه ساعت قبل از اجرای فعالیت ورزشی مصرف شده است، کاهش میزان اکسیداسیون چربی در تمام شدت‌ها معنادار می‌باشد ($P<0.05$). براساس نتایج تفاوت معناداری در کاهش میزان اکسیداسیون چربی در دو وضعیت مصرف کربوهیدرات یک و سه ساعت قبل از اجرای فعالیت ورزشی مشاهده شد ($P<0.05$)؛ اما تفاوت معناداری در کاهش میزان اکسیداسیون چربی در دو وضعیت مصرف کربوهیدرات پنج دقیقه و سه ساعت قبل از اجرای فعالیت ورزشی وجود نداشت (شکل شمارهٔ یک). همچنین، MFO در سه وضعیت مصرف کربوهیدرات پنج دقیقه قبل از فعالیت ورزشی (۳۸/۱۸±۰/۰ گرم در دقیقه)، یک ساعت قبل از فعالیت ورزشی (۲۸/۱۲±۰/۰ گرم در دقیقه) و سه ساعت قبل از فعالیت ورزشی (۳۳/۱۰±۰/۰ گرم در دقیقه) به‌طور معناداری نسبت به شرایط ناشتا (۶۴/۲۸±۰/۰ گرم در دقیقه) پایین‌تر بود. علی‌رغم این‌که MFO در وضعیت مصرف کربوهیدرات پنج دقیقه قبل از فعالیت ورزشی نسبت به دو وضعیت دیگر مصرف کربوهیدرات (یک و سه ساعت) به‌میزان کمتری کاهش یافته است؛ اما تفاوت معناداری بین سه وضعیت مصرف کربوهیدرات مشاهده نمی‌شود ($P<0.05$) (شکل شمارهٔ دو). همچنین، میزان Fat_{max} در سه وضعیت مصرف کربوهیدرات پنج دقیقه قبل از فعالیت ورزشی (شدت ۸/۹۷±۴۰/۶۲ درصد VO_{2max})، یک ساعت قبل از فعالیت ورزشی (شدت ۶۲/۷۸±۳۲/۸ درصد VO_{2max}) و سه ساعت قبل از فعالیت ورزشی (شدت ۸/۶۸±۳۵/۳۸ درصد

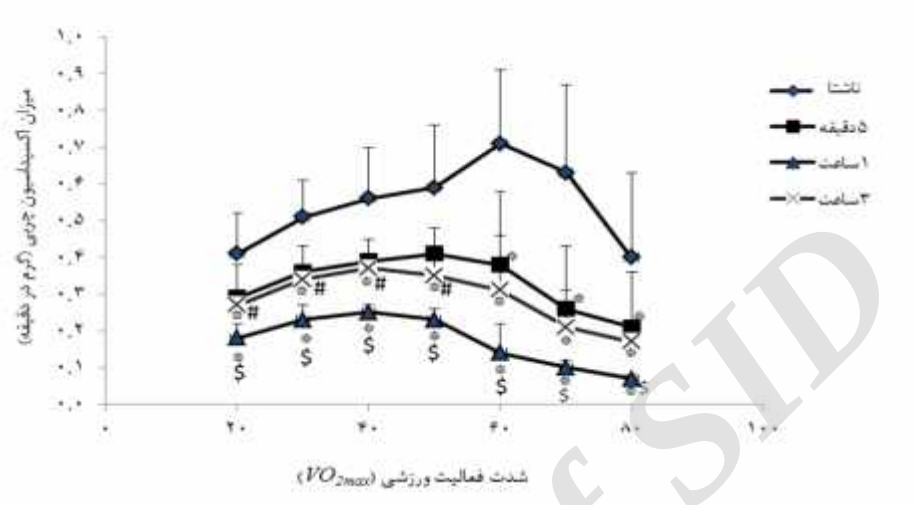
Archive of SID

www.SID.ir

(VO_{2max}) به‌طور معناداری نسبت به شرایط ناشتا (شدت ۴/۰۶±۵۹/۳۸ درصد VO_{2max}) پایین‌تر می‌باشد. باوجوداین‌که Fat_{max} در وضعیت مصرف کربوهیدرات پنج دقیقه قبل از فعالیت نسبت به دو وضعیت دیگر مصرف کربوهیدرات (یک و سه ساعت) کمتر کاهش یافته است؛ اما تفاوت معناداری بین سه وضعیت مصرف کربوهیدرات مشاهده نمی‌شود ($P<0.05$) (شکل شمارهٔ سه). علاوه‌براین، Fat_{min} در سه وضعیت مصرف کربوهیدرات پنج دقیقه قبل از فعالیت ورزشی (شدت ۲۵/۴۶±۶۸/۸ درصد VO_{2max})، یک ساعت قبل از فعالیت ورزشی (شدت ۹/۱۱±۵۸/۷۵ درصد VO_{2max}) و سه ساعت قبل از فعالیت ورزشی (شدت ۹/۶۴±۶۴/۲۵ درصد VO_{2max}) به‌طور معناداری نسبت به شرایط ناشتا (شدت ۶/۸۰±۸۹/۳۸ درصد VO_{2max}) کاهش یافته است؛ اما تفاوت معناداری در Fat_{min} بین سه وضعیت مصرف کربوهیدرات مشاهده نمی‌شود ($P<0.05$) (شکل شمارهٔ سه). همچنین، در شرایطی که کربوهیدرات قبل از فعالیت ورزشی مصرف شده بود، میزان اکسیداسیون کربوهیدرات نسبت به شرایط ناشتا بالاتر بود. این افزایش در شرایطی که کربوهیدرات پنج دقیقه و سه ساعت قبل از فعالیت ورزشی مصرف شده بود، تنها در شدت‌های ۶۰، ۷۰ و ۸۰ درصد VO_{2max} معنادار بود؛ اما در شرایطی که کربوهیدرات یک ساعت قبل از فعالیت ورزشی استفاده گردید، افزایش معناداری در تمامی شدت‌ها مشاهده شد ($P<0.05$) (شکل شمارهٔ چهار). علاوه‌براین، بین شرایطی که کربوهیدرات پنج دقیقه و سه ساعت قبل از فعالیت ورزشی مصرف شده بود با شرایط یک ساعت قبل، تفاوت معناداری به‌دست آمد؛ اما بین شرایطی که کربوهیدرات پنج دقیقه و سه ساعت قبل از فعالیت ورزشی مصرف شده بود، تفاوت معناداری مشاهده نگردید. شایان‌ذکر است که زمان انجام فعالیت در وضعیت‌هایی که کربوهیدرات قبل از فعالیت ورزشی مصرف شده بود نسبت به وضعیت ناشتا افزایش یافت؛ اما این افزایش معنادار نبود (۳±۲۹ دقیقه (ناشتا) درمقابل ۲±۳۲ دقیقه (پنج دقیقه)؛ ۳±۳۰ دقیقه (یک ساعت)؛ ۱±۳۳ دقیقه (سه ساعت)).

Archive of SID

www.SID.ir

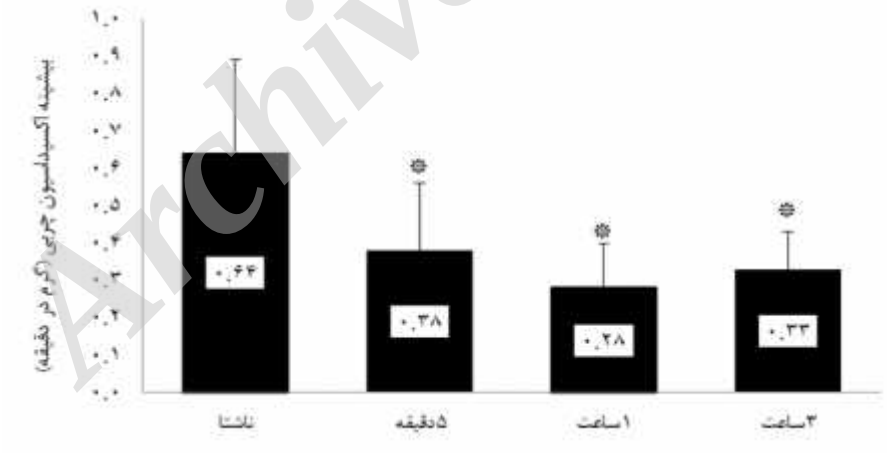


شکل ۱ـ مقایسهٔ میزان اکسیداسیون چربی در چهار وضعیت ورزشی در دامنه‌ای از شدت‌ها

* تفاوت معنادار با وضعیت ناشتا

$ تفاوت معنادار با وضعیت پنج دقیقه

تفاوت معنادار با وضعیت یک ساعت

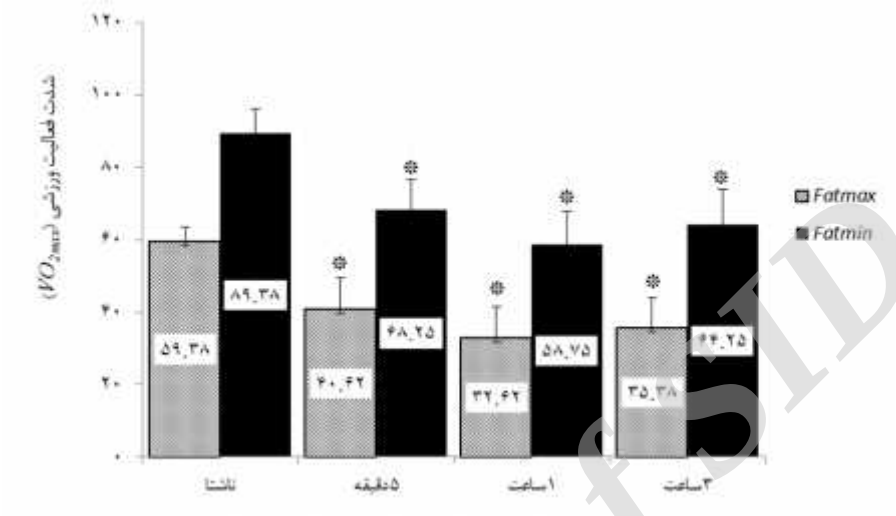


شکل ۲ـ مقایسهٔ میزان MFO در چهار وضعیت ورزشی

* نشان‌دهندهٔ اختلاف معنادار با وضعیت ناشتا

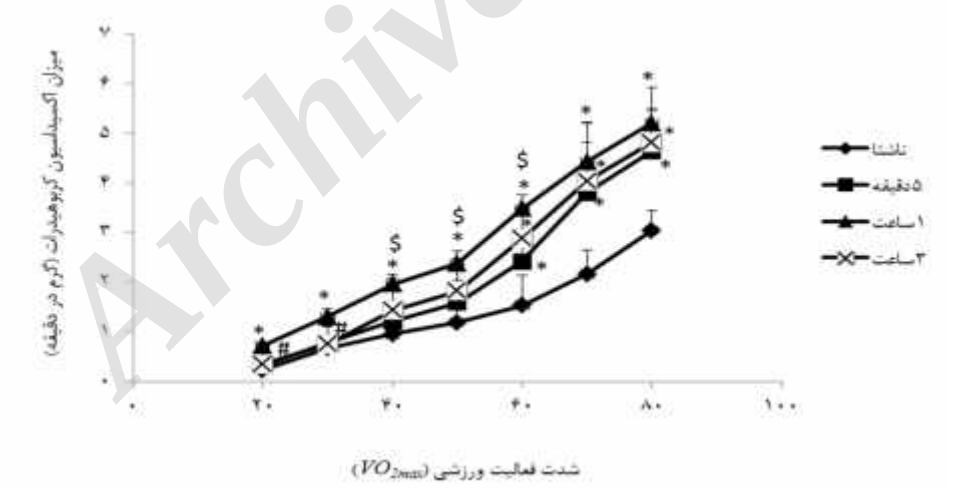
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳ـ مقایسهٔ میزان Fat_{max} و Fat_{min} در چهار وضعیت ورزشی

* نشان‌دهندهٔ اختلاف معنادار با وضعیت ناشتا



شکل ۴ـ مقایسهٔ میزان اکسیداسیون کربوهیدرات در چهار وضعیت ورزشی در دامنه‌ای از شدت‌ها

* تفاوت معنادار با وضعیت ناشتا

$ تفاوت معنادار با وضعیت پنج دقیقه

تفاوت معنادار با وضعیت یک ساعت

Archive of SID

www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر مقایسهٔ اثر زمان‌های متفاوت مصرف کربوهیدرات قبل از فعالیت ورزشی بر MFO و Fat_{max} در ورزشکاران استقامتی بود. نتایج نشان داد که میزان اکسیداسیون چربی پس از مصرف کربوهیدرات در زمان‌های متفاوت قبل از اجرای فعالیت ورزشی کاهش می‌یابد. دراین‌راستا، آچتن و همکاران[1] (۴) و هارگ ریوز و همکاران[2] (۸) عنوان نمودند که میزان اکسیداسیون چربی پس از مصرف کربوهیدرات در افراد نسبتاً تمرین‌کرده و غیرورزشکار، به‌طور معناداری کاهش می‌یابد. هورویتز و همکاران[3] (۱۰) نیز مکانیزم‌های درگیر در اثر مهاری مصرف کربوهیدرات بر اکسیداسیون چربی را مورد بررسی قرار دادند و گزارش نمودند که مصرف کربوهیدرات قبل از تمرین باعث افزایش غلظت انسولین می‌شود و درنتیجه، لیپولیز را از طریق فعال‌شدن آنزیم فسفودی ـ استراز[4] که cAMP را کاهش می‌دهد، مهار می‌کند (۱۰). در شرایط ناشتا، لیپولیز به‌طور معناداری بیشتر از اکسیداسیون چربی است؛ اما در شرایطی که کربوهیدرات مصرف شده است، لیپولیز و اکسیداسیون چربی با یکدیگر برابر می‌شوند. علاوه‌براین، مصرف کربوهیدرات و پاسخ انسولین همراه با آن، دریافت گلوکز خون و اکسیداسیون کربوهیدرات را افزایش می‌دهد. تحت این شرایط، هنگامی‌که اکسیداسیون کربوهیدرات بالا است، ورود آسیل‌کوآی چرب به داخل میتوکندری می‌تواند اکسیداسیون چربی را محدود کند (۱۰).

در پژوهش حاضر کاهش اکسیداسیون چربی در زمانی‌که کربوهیدرات یک ساعت قبل از فعالیت ورزشی مصرف شد، به بیشترین میزان خود رسید که دلیل آن افزایش غلظت انسولین و اثر مهاری آن بر لیپولیز و دردسترس‌بودن کربوهیدرات برای اکسیداسیون بود؛ اما زمانی‌که کربوهیدرات پنج دقیقه قبل از اجرای فعالیت ورزشی مصرف شد، کاهش اکسیداسیون چربی به کمترین مقدار خود رسید. دراین‌راستا، برونز و همکاران[5] نشان دادند که تقریباً هفت دقیقه زمان نیاز است تا جذب روده‌ای کربوهیدرات انجام شود (۹). مطالعاتی که در آن‌ها کربوهیدرات بلافاصله قبل از فعالیت ورزشی مصرف شده است (۹،۲۴،۲۵)، نشان داده‌اند که گلوکز خون افزایش یافته و ترشح انسولین و هایپوگلیسیمی شدید[6] به‌دلیل افزایش کاتکولامین‌ها و فعالیت اعصاب سمپاتیک، سرکوب شده است. همچنین، عنوان شده است که حداقل چهار ساعت زمان مورد نیاز می‌باشد تا غلظت انسولین

1. Achten
2. Hargreaves
3. Horowitz
4. Phosphodiesterase
5. Brouns
6. Rebound Hypoglycemia

Archive of SID

www.SID.ir

به سطوح اولیه بازگردد (۶)؛ به‌همین‌دلیل، اگر کربوهیدرات سه تا چهار ساعت قبل از فعالیت ورزشی مصرف شود، تقریباً زمان کافی برای بازگشت انسولین به سطوح اولیه فراهم می‌شود. علاوه‌براین، تفاوت معناداری در کاهش اکسیداسیون چربی بین زمانی‌که کربوهیدرات پنج دقیقه و سه ساعت قبل از اجرای فعالیت ورزشی مصرف شده باشد، وجود ندارد؛ زیرا، در هر دو وضعیت تقریباً اثر مهاری انسولین بر لیپولیز حذف شده است (۹،۱۰). در پژوهش حاضر، مصرف کربوهیدرات در زمان‌های متفاوت قبل از فعالیت ورزشی منجر به کاهش MFO از (۶۴/۲۸±۰/۰) گرم در دقیقه در شرایط ناشتا به (۳۸/۱۸±۰/۰) گرم در دقیقه، (۲۸/۱۲±۰/۰) گرم در دقیقه و (۳۳/۱۰±۰/۰) گرم در دقیقه به‌ترتیب در شرایط مصرف کربوهیدرات پنج دقیقه، یک ساعت و سه ساعت قبل از فعالیت ورزشی گردید. شایان‌ذکر است که میزان MFO در شرایط ناشتا در پژوهش حاضر با مطالعات آچتن و همکاران (۲،۲۱) همسو است؛ اما از میزان گزارشات قبلی ارائه‌شده توسط آچتن و همکاران (۴۶/۰۶±۰/۰ گرم در دقیقه) (۴)، لیما و همکاران[1] (۴۱/۱۶±۰/۰ گرم در دقیقه) (۳)، محبی و همکاران (۲۱/۰۶±۰/۰ گرم در دقیقه) (۱۶) و روحانی و همکاران (۰/۰۸±۰/۴۸ گرم در دقیقه) (۲۶) بیشتر می‌باشد. علاوه‌براین، تفاوت‌های فردی از جمله سطح آمادگی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر میزان MFO می‌باشد که می‌تواند تفاوت بین این پژوهش و مطالعات دیگر را توجیه کند (۳،۲۱). آزمودنی‌های مطالعاتی که با پژوهش حاضر همسویی ندارند را زنان و مردان غیرورزشکار سالم با وزن طبیعی یا اضافه‌وزن تشکیل دادند؛ اما آزمودنی‌های پژوهش حاضر، دوندگان تمرین‌کردهٔ استقامتی مرد بودند که سطح آمادگی بالایی داشتند. مشخص شده است که ظرفیت اکسیداسیون اسیدهای چرب در افرادی که از آمادگی هوازی بالایی برخوردار هستند، افزایش می‌یابد و وابستگی به متابولیسم کربوهیدرات کاهش پیدا می‌کند. همچنین، فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو عضلهٔ افراد تمرین‌کرده نسبت به افراد بی‌تحرک بالاتر می‌باشد (۲۷). در پژوهش حاضر، مصرف کربوهیدرات قبل از فعالیت ورزشی سبب کاهش ۴۰، ۵۶ و ۴۸ درصدی MFO به‌ترتیب در شرایط مصرف کربوهیدرات پنج دقیقه، یک ساعت و سه ساعت قبل از فعالیت ورزشی نسبت به شرایط ناشتا گردید.

در پژوهش حاضر Fat_{max} در شرایط مصرف کربوهیدرات در زمان‌های متفاوت قبل از اجرای فعالیت ورزشی به‌طور معناداری در شدت‌های پایین‌تری نسبت به شرایط ناشتا (۴/۰۶±۵۹/۳۸ درصد VO_{2max}) رخ داد؛ بدان‌معنا که شروع در کاهش اکسیداسیون چربی در شدت‌های پایین‌تر اتفاق افتاد و آزمودنی‌ها زودتر به منابع کربوهیدراتی وابسته شدند. Fat_{max} در شرایط طبیعی در پژوهش حاضر

1. Lima

Archive of SID

www.SID.ir

با مطالعات آچتن و همکاران (۲،۴،۲۱)، لیما و همکاران (۳) و روحانی و همکاران (۲۶) تقریباً همسویی دارد؛ اما از شدت‌های گزارش‌شده توسط ونبلز و همکاران[1] (۵۲±۱ درصد VO_{2max}) (۱) و محبی و همکاران (۵/۱±۴۹/۹ درصد VO_{2max}) (۱۶) بیشتر می‌باشد. مطالعات گذشته نشان داده‌اند که وضعیت و پروتکل تمرینی از عوامل تأثیرگذار بر Fat_{max} هستند و این امر می‌تواند تفاوت نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر با یافته‌های دیگر مطالعات را توجیه کند (۳،۲۱). دراین‌راستا، چنانچه اشاره شد، یک دلیل احتمالی می‌تواند سطح آمادگی افراد باشد. در این پژوهش، مصرف کربوهیدرات قبل از فعالیت سبب کاهش ۳۲، ۴۵ و ۴۰ درصدی Fat_{max} به‌ترتیب در شرایط مصرف کربوهیدرات پنج دقیقه، یک ساعت و سه ساعت قبل از فعالیت ورزشی نسبت به شرایط ناشتا گردید. مطالعات نشان داده‌اند که کاهش در اکسیداسیون چربی در حین فعالیت بدنی پس از مصرف کربوهیدرات، به یک افزایش جبرانی اکسیداسیون کربوهیدرات برای حفظ تولید انرژی نیاز دارد (۱۰). در پژوهش حاضر، کاهش اکسیداسیون چربی با افزایش اکسیداسیون کربوهیدرات همراه بود و این افزایش در اکسیداسیون کربوهیدرات در شرایطی که کربوهیدرات یک ساعت قبل از فعالیت مصرف شده بود، به بیشترین میزان خود رسید.

به‌طورکلی، میزان بیشینهٔ اکسیداسیون چربی در شرایط مصرف کربوهیدرات قبل از فعالیت ورزشی نسبت به شرایط طبیعی کاهش می‌یابد. شایان‌ذکر است در این پژوهش، شدت ورزشی که بیشینهٔ اکسیداسیون چربی در آن رخ می‌دهد، به‌طور معناداری در شرایط مصرف کربوهیدرات نسبت به شرایط طبیعی پایین‌تر بود. همچنین، کاهش در اکسیداسیون چربی، MFO و Fat_{max} در زمانی‌که کربوهیدرات پنج دقیقه قبل از فعالیت ورزشی مصرف شده بود، به کمترین مقدار خود رسید و هنگامی‌که کربوهیدرات یک ساعت قبل از فعالیت ورزشی مصرف شده بود، این کاهش در حداکثر مقدار خود قرار داشت. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش پیشنهاد می‌شود ورزشکارانی که با هدف کاهش تودهٔ چربی بدن و بهینه‌سازی مصرف سوبسترا تمرین می‌کنند، بهتر است قبل از فعالیت ورزشی از مصرف کربوهیدرات اجتناب ورزند و درصورت مصرف کربوهیدرات بهتر است آن را پنج دقیقه و یا سه ساعت قبل از شروع فعالیت ورزشی استفاده نمایند تا میزان کاهش اکسیداسیون چربی در دامنه‌ای از شدت‌ها به حداقل برسد. علاوه‌براین، ورزشکارانی که قبل از اجرای فعالیت ورزشی خود کربوهیدرات مصرف می‌کنند، برای این‌که اکسیداسیون چربی بیشتری داشته باشند باید با شدت پایین‌تری نسبت به زمانی‌که کربوهیدرات مصرف نکرده‌اند، فعالیت نمایند.

پیام مقاله: مصرف کربوهیدرات قبل از فعالیت ورزشی، میزان اکسیداسیون چربی، MFO و Fat_{max}

1. Venables

Archive of SID

www.SID.ir

را به‌طور معناداری کاهش می‌دهد. بنابراین افرادی که با هدف کاهش چربی بدن فعالیت می‌کنند، بهتر است برای افزایش اکسیداسیون چربی، حداقل سه تا چهار ساعت قبل از فعالیت ورزشی، از مصرف کربوهیدرات خودداری کنند.

منابع

1. Venables M C, Achten J, Jeukendrup A E. Determinants of fat oxidation during exercise in healthy men and women: A cross-sectional study. Journal of Applied Physiology. 2005; 98(1): 160-67.
2. Achten J, Gleeson M, Jeukendrup A E. Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2002; 34(1): 92-97.
3. Lima-Silva A E, Bertuzzi R C, Pires F O, Gagliardi J F, Barros R V, Hammond J, et al. Relationship between training status and maximal fat oxidation rate. Journal of Sports Science & Medicine. 2010; 9(1): 31-35.
4. Achten J, Jeukendrup A E. The effect of pre-exercise carbohydrate feedings on the intensity that elicits maximal fat oxidation. Journal of Sports Sciences. 2003; 21(12): 1017-24.
5. Ashley C D, Kramer M L, Bishop P. Estrogen and substrate metabolism: A review of contradictory research. Sports Medicine. 2000; 29(4): 221-7.
6. Bogdanis G C, Vangelakoudi A, Maridaki M. Peak fat oxidation rate during walking in sedentary overweight men and women. Journal of Sports Science & Medicine. 2008; 7(4): 525-31.
7. Hawley J A, Schabort E J, Noakes T D, Dennis S C. Carbohydrate-loading and exercise performance. An update. Sports Medicine. 1997; 24(2): 73-81.
8. Hargreaves M, Hawley J A, Jeukendrup A. Pre-exercise carbohydrate and fat ingestion: Effects on metabolism and performance. Journal of Sports Sciences. 2004; 22(1): 31-8.
9. Brouns F, Rehrer N J, Saris W H, Beckers E, Menheere P, ten Hoor F. Effect of carbohydrate intake during warming-up on the regulation of blood glucose during exercise. International Journal of Sports Medicine. 1989; 10 Sup 1: S68-75.
10. Horowitz J F, Mora-Rodriguez R, Byerley L O, Coyle E F. Lipolytic suppression following carbohydrate ingestion limits fat oxidation during exercise. The American Journal of Physiology. 1997; 273(4 Pt 1): E768-75.
11. Van Loon L J, Greenhaff P L, Constantin-Teodosiu D, Saris W H, Wagenmakers A J. The effects of increasing exercise intensity on muscle fuel utilisation in humans. The Journal of Physiology. 2001; 536(Pt 1): 295-304.
12. Gray S C, Devito G, Nimmo M A. Effect of active warm-up on metabolism prior to and during intense dynamic exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2002; 34(12): 2091-6.
13. Romijn J A, Coyle E F, Sidossis L S, Rosenblatt J, Wolfe R R. Substrate metabolism during different exercise intensities in endurance-trained women. Journal of Applied Physiology. 2000; 88(5): 1707-14.

Archive of SID

www.SID.ir

14. Mohebbi H, Damirchi A, Rohani H, Shadmehri S. Comparison of maximal fat oxidation in untrained male and female students. Olympic. 2010; (2): 43-50. (In Persian).
15. Howley E T, Duncan G E, Del Corral P. Optimum intensity for fat oxidation. Medicine & Science in Sports & Exercise. 1997; 29(5): 199.
16. Mohebbi H, Azizi M, Tabari E. Effect of time of day on MFO and FATmax during exercise in obese and normal weight women. Physical Education and Sport. 2011; 9(1): 69-79. (In persian).
17. Khosravi N, Souri R, Shahgholian S. The effect of time of day on fat oxidation indexes (MFO, Fat max, MFO time) in healthy young women. Sport Biosciences. 2012; 5(11): 75-88. (In persian).
18. Aucouturier J, Rance M, Meyer M, Isacco L, Thivel D, Fellmann N, et al. Determination of the maximal fat oxidation point in obese children and adolescents: Validity of methods to assess maximal aerobic power. European Journal of Applied Physiology. 2009; 105(2): 325-31.
19. Rohani H, Damirchi A, Hasan Nia S, Rohani M. The effects of dehydration on maximal fat oxidation (MFO) and the exercise intensity proportional to the MFO (Fatmax). Olympic. 2008; 4(44): 89-98. (In persian).
20. Safari Musavi S S, Mohebbi H, Damirchi A, Havanlu F. Effect of reduced muscle glycogen on MFO and Fatmax during exercise in untrained men. Exercise Metabolism. 2012; 2(2): 113-23. (In Persian).
21. Achten J, Jeukendrup A E. Maximal fat oxidation during exercise in trained men. International Journal of Sports Medicine. 2003; 24(8): 603-8.
22. Jeukendrup A E, Wallis G A. Measurement of substrate oxidation during exercise by means of gas exchange measurements. International Journal of Sports Medicine. 2005; 26(1): S28-37.
23. Romijn J A, Coyle E F, Hibbert J, Wolfe R R. Comparison of indirect calorimetry and a new breath 13C/12C ratio method during strenuous exercise. The American Journal of Physiology. 1992; 263(1): E64-71.
24. Bonen A, Belcastro A N, MacIntyre K, Gardner J. Hormonal responses during intense exercise preceded by glucose ingestion. Canadian Journal of Applied Sport Sciences. 1980; 5(2): 85-90.
25. Bonen A, Malcolm S A, Kilgour R D, MacIntyre K P, Belcastro A N. Glucose ingestion before and during intense exercise. Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology. 1981; 50(4): 766-71.
26. Rohani H, Safari Musavi S S, Golamian S, Farzaneh E. Comparison of maximal fat oxidation and Fatmax in trained and untrained women. Exercise Physiology. 2015; 7(28): 31-44. (In Persian).
27. Jeukendrup A E. Modulation of carbohydrate and fat utilization by diet, exercise and environment. Biochemical Society Transactions. 2003; 31(6): 1270-3.

Archive of SID

www.SID.ir

ارجاع دهی

روزبه بهنام، محبی حمید. مقایسهٔ اثر زمان‌های متفاوت مصرف کربوهیدرات قبل از فعالیت ورزشی بر MFO و Fat_{max} در دوندگان استقامتی. فیزیولوژی ورزشی. تابستان ۱۳۹۶؛ ۹(۳۴): ۶۲- ۱۴۷. شناسه دیجیتال:10.22089/spj.2017.2579.1348

Roozbeh B, Mohebbi H. Comparison of Different Timing Effect of Carbohydrate Intake Before Exercise on MFO And Fatmax in Endurance Runners. Sport Physiology. Summer 2017; 9(34): 147-62. (In Persian). Doi: 10.22089/spj.2017.2579.1348

Archive of SID

www.SID.ir

Comparison of Different Timing Effect of Carbohydrate Intake Before Exercise on MFO And Fat_{max} in Endurance Runners

B. Roozbeh[1], H. Mohebbi[2]

1. Ph. D. Student of Sport Physiology, Ferdowsi University of Mashhad[*]
2. Professor of Sport Physiology, Guilan University

Received: 2016/05/31 **Accepted: 2016/09/28**

Abstract

The aim of this study was to compare of different timing effect of carbohydrate intake before exercise on maximal fat oxidation (MFO) and Fatmax in endurance runners. Eight professional endurance runners (age 21.6±2.61 years, VO2max 63.0±8.7 ml.kg.min, body fat percentage 9.1±1.92, Background 7±3 years) participated as the subject in four separate trials. In the first session, the participants performed a graded exercise tests at 8 a.m. in fasted condition on treadmill to exhaustion in order to determine the amount of Fatmax and MFO. In the second, third and fourth session, with an interval of seven to ten days, participants in fasted condition, consumed 1 gr carbohydrate per kg body weight, with 500 ml water five minutes, one and three hours before the beginning of graded exercise tests. The amount of MFO and Fatmax were measured through indirect calorimetry method using the gas analysis system with aim of stoichiometric equation. The analysis of variance tests with repeated measures was used for data analysis. When carbohydrate is consumed five minutes and one hour prior to physical activity, MFO and Fatmax depict the lowest and highest decline respectively. MFO and Fatmax, in fasted condition, was significantly higher than the consumption of carbohydrate five minutes, one hour and three hours before the exercise ($P<0.05$). But no significant difference was seen in MFO and fatmax between different conditions of carbohydrate consumption. In general, the results indicated that consumption of carbohydrate in different timings before exercise cause the decrease in MFO and transferring of Fatmax to lower intensity of exercise. This means that the start of fat oxidation reduction occurs in lower intensity and participants depend more on carbohydrate sources.

Keywords: Maximal Fat Oxidation, Fatmax, Carbohydrate Consumption

[*]Corresponding Author Email: Behnam.roozbeh@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir