مجله‌ی غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی شهید بهشتی
دوره‌ی دوازدهم، شماره‌ی ۳، صفحه‌های ۲۹۳ ـ ۲۸۳ (شهریور ۱۳۸۹)

مقاله‌ی پژوهشی

اکسیداسیون چربی و مصرف انرژی در شدت‌های مختلف دو نوع فعالیت ورزشی دویدن و دوچرخه‌سواری در پسران نوجوان چاق

مهدی زارعی[۱]، دکتر محمدرضا حامدی‌نیا[۱]، مرتضی حاجی‌نیا[۱]، محسن محمدنیا احمدی[۲]، محمد جابری شهرکی[۱]

۱) دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تربیت معلم سبزوار، ۲) دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تربیت معلم تهران؛ **نشانی مکاتبه‌ی نویسنده مسئول:** سبزوار، توحید شهر، دانشگاه تربیت معلم سبزوار، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، صندوق پستی: ۳۹۷، مهدی زارعی؛
e-mail:zarei.m8716@yahoo.com

چکیده

مقدمه: دویدن و دوچرخه‌سواری دو نوع از رایج‌ترین فعالیت‌های بدنی هستند که بیشتر توسط افراد چاق به منظور افزایش سوخت‌وساز چربی در برنامه‌های کاهش وزن استفاده می‌شود. به منظور طراحی برنامه‌های تمرینی مناسب، هدف از مطالعه‌ی حاضر مقایسه‌ی اکسیداسیون چربی و هزینه‌ی انرژی هنگام دو نوع فعالیت ورزشی دویدن و دوچرخه‌سواری در شدت‌های مختلف در نوجوانان پسر چاق بود. مواد و روش‌ها: در این مطالعه، ۱۱ نوجوان پسر چاق و سالم به صورت داوطلبانه (با میانگین سن ۱/۲±۱۳سال، وزن ۷/۶±۷۳/۱ کیلوگرم و نمایه‌ی توده‌ی بدن ۲/۵±۲۷/۵ کیلوگرم بر مترمربع) شرکت کردند. آزمودنی‌ها آزمون ورزشی درجه‌بندی شده‌ی فزاینده را روی چرخ کارسنج و نوارگردان اجرا کردند. ضربان قلب، میانگین اکسیژن مصرفی و دی‌اکسیدکربن تولیدی در طول ۲ دقیقه‌ی پایانی هر مرحله از آزمون اندازه‌گیری و نسبت تبادل تنفسی محاسبه شد. مقادیر اکسیداسیون چربی و کربوهیدرات و هم‌چنین هزینه‌ی انرژی محاسبه شد. یافته‌ها: مقادیر اکسیداسیون چربی در ضربان قلب مشابه و قابل مقایسه در دویدن روی نوارگردان در مقایسه با پدال زدن روی چرخ کارسنج در دامنه‌ی وسیعی از شدت‌ها (به جز شدت معادل ۲۰ و ۱۷۰ وات)، به طور معنی‌داری بالاتر بود (p<۰/۰۵). میزان کل مصرف انرژی هنگام فعالیت روی نوارگردان نسبت به فعالیت روی چرخ کارسنج (۴۳±۲۶۶ کیلوژول بر دقیقه در مقابل ۳۹±۲۳۷ کیلوژول بر دقیقه) به طور معنی‌داری بیشتر بود (p<۰/۰۵). اما میزان اکسیداسیون کربوهیدرات در شدت‌های معادل ۴۵، ۷۰ و ۹۵ وات در پدال زدن روی چرخ کارسنج نسبت به دویدن روی نوارگردان بالاتر بود. (p<۰/۰۵). نتیجه‌گیری: مطالعه حاضر نشان داد برای نوجوانان چاقی که هدفشان از انجام فعالیت بدنی، کاهش وزن (افزایش مصرف انرژی و ارتقای اکسیداسیون چربی در سطح معینی از پاسخ‌های قلبی-عروقی) است، فعالیت دویدن با شدت متوسط، فعالیت بدنی مؤثرتری نسبت به پدال زدن روی دوچرخه است.

واژگان کلیدی: اکسیداسیون چربی، مصرف انرژی، دویدن، دوچرخه سواری، نوجوان، چاق

دریافت مقاله: ۸۸/۱۲/۱ ـ دریافت اصلاحیه: ۸۹/۲/۱۶ ـ پذیرش مقاله: ۸۹/۲/۲۲

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

مقدمه

افزایش توده‌ی بدنی و چاقی در نوجوانی یکی از مشکلات تندرستی است که در کشورهای صنعتی و کشورهای در حال توسعه به سرعت در حال گسترش است و بار سنگینی از بیماری‌ها، مرگ‌های زودرس و هزینه‌های مالی را به جوامع تحمیل می‌کند. از طرفی چاقی در سنین نوجوانی به عنوان یک عامل پیش‌بینی‌کننده‌ی مهم چاقی در بزرگسالی به شمار می‌آید و پیشگیری و درمان آن از اهمیت بالایی برخوردار است.[۱-۳]

انجام فعالیت‌های بدنی همیشه به عنوان یک راهکار مداخله‌ای حیاتی و مهم در پیشگیری و درمان چاقی در سنین مختلف زندگی مدنظر بوده‌است.[۴] علاوه بر بهبود آمادگی قلبی عروقی، حساسیت به انسولین و پروفایل لیپیدی و هم‌چنین کاهش فشار خون، فعالیت بدنی نقش مهمی در مدیریت و کنترل چاقی به واسطه‌ی افزایش مصرف انرژی در افراد چاق دارد.[۵] به طوری‌که باعث تعادل انرژی منفی[۶] و افزایش اکسیداسیون چربی درعضلات فعال شده، در نهایت منجر به کاهش وزن[۷] می‌شود. اما تصور می‌شود که سازوکارهای اکسیداسیون چربی در افراد چاق دچار اختلال شود،[۵] برخی از آنها شامل ناتوانی در اکسیداسیون چربی در عضله اسکلتی، تغییر در برداشت اسیدهای چرب آزاد، کاهش لیپوپروتئین لیپاز و هم‌چنین نقص در تعامل متابولیسم چربی و کربوهیدرات هنگام تمرین است.[۸،۹] این کاهش ظرفیت در اکسیداسیون اسیدهای چرب ممکن است نقش مهمی در توسعه‌ی تعادل مثبت چربی داشته باشد و باعث ذخیره‌ی بافت چربی در افراد چاق شود.[۱۰] از طرفی، کاهش فعالیت بدنی و ناتوانی‌های حرکتی در سنین مختلف در افراد چاق به اثبات رسیده است[۱۱] و تجویز برنامه‌های تمرینی را برای این افراد لازم و ضروری کرده است.[۱۲] بنابراین، یک هدف مهم در پیشگیری و درمان چاقی نوجوانان چاق که توانایی حرکتی و کاری آن‌ها به واسطه‌ی توده‌ی بدنی اضافی محدود شده است، طراحی پروتکل‌های تمرینی مناسب براساس انواع فعالیت بدنی سازگار با این افراد است.[۱۳]

دو نوع از رایج‌ترین فعالیت‌های بدنی که بیشتر در اوقات فراغت و برنامه‌های بازتوانی از آنها استفاده می‌شود دویدن و دوچرخه‌سواری است.[۱۴] با این حال، پاسخ‌های فیزیولوژیک، متابولیک، قلبی-عروقی و ارگوژنیک متفاوتی به دویدن و پدال‌زدن روی دوچرخه در دو گروه افراد دارای وزن طبیعی و چاق مشاهده شده است.[۱۵،۱۶] به نظر می‌رسد اکسیداسیون سوبسترا هنگام فعالیت دویدن و دوچرخه‌سواری در شدت‌های نسبی معین، متفاوت باشد.[۱۵] با این حال، اطلاعات کمی درباره‌ی اثر نوع فعالیت ورزشی بر اکسیداسیون چربی و مصرف انرژی در دسترس است.[۱۷] مطالعه‌های کمی به مقایسه‌ی پاسخ‌های فیزیولوژی و متابولیک در فعالیت روی نوارگردان و چرخ کارسنج پرداخته‌اند.[۱۴] در برخی از مطالعه‌ها، میزان اکسیداسیون چربی در آزمون نوارگردان بیشتر از چرخ کارسنج گزارش شده است.[۱۷] برخی پژوهش‌ها نیز هیچ تفاوتی را در مقدار اکسیداسیون چربی بین دو نوع فعالیت، گزارش نکرده‌اند.[۱۸] به علاوه، این مطالعه‌ها فقط در آزمودنی‌های غیرچاق انجام شده است. از این رو، جنبه‌های متابولیک اکسیداسیون سوبسترا و مصرف انرژی هنگام تمرین زیر بیشینه در شدت‌های مختلف در این دو نوع فعالیت، در افراد چاق و به ویژه نوجوان به اندازه‌ی کافی بررسی نشده است. در جدیدترین مطالعه‌ی انجام شده، لافورتونا[i] و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی نوجوانان چاق نزدیک به سن بلوغ نشان دادند که در شدت‌های نسبی از تمرین میزان اکسیداسیون چربی و مصرف انرژی در فعالیت روی نوارگردان نسبت به چرخ کارسنج بالاتر است.[۱۳] اما در مطالعه‌ی لافورتونا ضربان قلب و اکسیژن مصرفی (Vo_2) در شدت‌های مقایسه شده روی نوارگردان نسبت به چرخ کارسنج متفاوت بود. به همین منظور، در مطالعه‌ی حاضر سعی شده است با استفاده از یک پروتکل متفاوت این مانع تا حدی رفع شده و فرایند مقایسه در دامنه‌ی وسیعی از شدت‌های یکسان (از ضربان قلب) انجام شود. بنابراین، هدف از مطالعه‌ی حاضر مقایسه‌ی اکسیداسیون چربی و مصرف انرژی دو نوع فعالیت ورزشی دویدن روی نوارگردان و پدال زدن روی چرخ کارسنج طی شدت‌های مختلف در نوجوانان پسر چاق بود تا با کمک آن و به منظور طراحی برنامه‌های کاهش وزن، نوعی فعالیت بدنی انتخاب شود که با حداقل شدت و تلاش بدنی، مصرف انرژی قابل توجه و در کنار آن افزایش اکسیداسیون چربی‌ها را به ارمغان آورد.

i- Lafortuna

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

مواد و روش‌ها

۱۳ نوجوان پسر چاق با توجه به هدف مطالعه[۱۳،۱۵،۱۷] به صورت داوطلبانه و از طریق فراخوان، از آزمودنی‌های در دسترس (دانش‌آموزان مدارس) انتخاب شدند. ۲ آزمودنی به علت کامل نکردن آزمون‌های ورزشی از مطالعه کنار گذاشته شدند. در نهایت، در این مطالعه ۱۱ نوجوان چاق پسر سالـــم (با میانگین سن ۱/۲±۱۳سال، قد ۰/۷±۱/۵۹ متر، وزن ۷/۶±۷۳/۱ کیلوگرم، نمایه‌ی توده‌ی بدن ۲/۵±۲۷/۵ کیلوگرم بر مترمربع و توده‌ی چربی ۲/۵±۳۰٪) شرکت کردند. سابقه‌ی پزشکی آزمودنی‌هـــا مورد بررسی قرار گرفت، آزمودنی‌ها هیچ‌گونه نشانه یا علامت بیماری قلبی-تنفسی یا ارتوپدی قبلی و هنگام مطالعه نشان ندادند. قبل از انجام تمرین، اهداف مطالعه برای والدین آزمودنی‌ها توضیح داده و یک رضایت‌نامه‌ی کتبی آگاهانه از آنها گرفته شد. آزمودنی‌ها طی دو سال گذشته هیچ‌گونه فعالیت بدنی منظمی نداشتند.

قد و وزن بدن آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد، سپس با استفاده از فرمول وزن تقسیم بر مجذور قد، نمایه‌ی توده‌ی بدن (BMI) آزمودنی‌ها محاسبه شد. درصد چربی بدن با اندازه‌گیری چین پوستی مدل چهار موضعی و بر اساس معادلات دیورنین و ومرسلی برآورد شد.[۱۹]

آزمون ورزشی بین ساعت‌های ۸:۳۰ تا ۱۰:۳۰ صبح انجام شد. آزمودنی‌ها پس از ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه به آزمایشگاه مراجعه کردند. از آنها خواسته شد که حداقل یک روز قبل از آزمون از فعالیت بدنی شدید اجتناب کنند. طی روزهای انجام آزمون هیچ تغییری در رژیم غذایی معمول آزمودنی‌ها ایجاد نشد. در طول آزمون، ضربان قلب آزمودنی‌ها به طور پیوسته با استفاده از ضربان‌سنج پلار (مدل T3) ثبت شد. در این مطالعه سعی شد در آزمون‌های ورزشی انجام شده روی نوارگردان و چرخ کارسنج از پروتکل استفاده شده توسط لافورتونا و همکاران (۲۰۰۹) استفاده شود،[۱۳] اما با توجه به این که در مطالعه‌ی لافورتونا ضربان قلب در چرخ کارسنج (در شدت‌های مورد مقایسه) نسبت به نوارگردان بالاتر بود، به منظور یکسان‌سازی شدت تمرین در دو نوع فعالیت (از نظر ضربان قلب) بار کاری چرخ کارسنج در هر سطح (شدت) ۵ وات کمتر (نسبت به پروتکل لافورتونا) در نظر گرفته شد. هدف از این کار رسیدن به یک ضربان قلب مشابه و قابل مقایسه در دو فعالیت بود. در مطالعه‌ی لافورتونا و همکاران (۲۰۰۹) فعالیت روی چرخ کارسنج با بار کاری ۲۵ وات شروع و بعد از هر ۵ دقیقه ۲۵ وات به بار کاری افزوده شد تا در نهایت به سقف ۱۷۵ وات رسید. اما در پروتکل حاضر، آزمودنی‌ها پس از ۵ دقیقه گرم کردن روی چرخ کارسنج فعالیت خود را با بار کاری ۲۰ وات شروع کرده و هر ۵ دقیقه ۲۵ وات بار کار افزایش یافت تا به ۱۷۰ وات رسید. شدت رکاب‌زدن برای آزمودنی‌ها ۶۵ دور در دقیقه بود که توسط مترونوم کنترل می‌شد. آزمون ورزشی روی نوارگردان مشابه با پروتکل لافورتونا پس از ۵ دقیقه گرم کردن توسط آزمودنی‌ها اجرا شد. به این صورت که آزمودنی‌ها مراحل ۵ دقیقه‌ای دویدن روی نوارگردان را در سرعت ۰/۶ متر بر ثانیه و شیب صفر ٪، ۱ متر بر ثانیه و شیب صفر ٪، ۱ متر بر ثانیه و شیب ۳٪ ، ۱/۳ متر بر ثانیه و شیب۳٪ ، ۱/۴ متر بر ثانیه و شیب ۶٪ ، ۱/۴ متر بر ثانیه و شیب ۹٪ و ۱/۴ متر بر ثانیه و شیب ۱۲٪ کامل کردند. قبل از انجام مطالعه، پروتکل تمرین در مطالعه‌ی راهنما تعدیل و تایید شد. به دلیل شرایط فیزیولوژیک و عدم آمادگی آزمودنی‌ها امکان استفاده از آزمون وامانده‌ساز برای برآورد حداکثر اکسیژن مصرفی وجود نداشت. برای هر آزمودنی این دو پروتکل به صورت تصادفی در دو روز متفاوت و در فاصله‌ی زمانی ۷ روز اجرا شد.

اندازه‌گیری‌های نفس به نفس در طول آزمون با استفاده از دستگاه گاز آنالیزور (مدل Quardb2) انجام شد. میانگین اکسیژن مصرفی و دی اکسید کربن تولیدی در طول ۲ دقیقه پایانی هر مرحله از آزمون اندازه‌گیری شد. با فرض این که میزان دفع نیتروژن ادراری ناچیز باشد، برای هریک از این مراحل میزان اکسیداسیون چربی و کربوهیدرات با استفاده از معامله‌ی عنصرسنجی فرین به صورت زیرمحاسبه شد:[۲۰]

میزان اکسیداسیون چربی(گرم بر دقیقه) = ۱/۶۹۵ × Vo_2 - ۱/۷۰۱ × Vco_2

میزان اکسیداسیون کربوهیدرات(گرم بر دقیقه) = ۴/۵۸۵ × Vco_2 - ۳/۲۲۶ × Vo_2

هم‌چنین، میزان مصرف انرژی آزمودنی‌ها در هر مرحله از آزمون با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:[۲۱]

میزان مصرف انرژی (کیلوژول بر دقیقه) = Vo_2 (لیتر بر دقیقه) × (RER × ۱/۲۳۲ + ۳/۸۱۵) × ۴/۱۸۴

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

برای تعیین نرمال بودن توزیع متغیرهای موجود در مطالعه از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. برای مقایسه‌ی میزان اکسیداسیون چربی و سایر متغیرها در دو نوع فعالیت و همچنین تأثیر شدت تمرین بر اکسیداسیون چربی از آزمون تحلیل واریانس دو طرفه با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد. در صورت معنی‌دار بودن اثر چهار شدت از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد. همچنین، در مقایسه‌ی میزان کل اکسیداسیون چربی و مصرف انرژی در دو نوع فعالیت ورزشی از آزمون تی همبسته استفاده شد. همه‌ی آزمون‌های آماری توسط نرم‌افزار SPSS (نسخه‌ی ۱۳) انجام و سطح معنی‌داری آزمون‌ها $p<0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در جدول ۱ مقادیر اکسیژن مصرفی و ضربان قلب در شدت‌های مختلف هنگام فعالیت روی نوارگردان و فعالیت روی چرخ کارسنج ارایه شده است. در این پروتکل همان‌طور که انتظار می‌رفت تفاوت معنی‌داری در ضربان قلب آزمودنی‌ها در شدت‌های مختلف در فعالیت روی نوارگردان و چرخ کارسنج مشاهده نشد. همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده است، میزان ضربان قلب در هر شدت هنگام دو نوع فعالیت تا حدود زیادی مشابه است.

جدول ۱ - مقادیر اکسیژن مصرفی و ضربان قلب آزمودنی‌ها هنگام فعالیت روی نوارگردان و چرخ کارسنج در شدت‌های مختلف تمرین

	متغیرها		ضربان قلب (دقیقه/ضربان)		اکسیژن مصرفی (دقیقه/لیتر)	
	شدت‌های معادل					
	بار کاری چرخ کارسنج (وات)	سرعت نوارگردان (ثانیه/متر)	نوارگردان	چرخ کارسنج	نوارگردان	چرخ کارسنج
۱	۲۰	*۰/۶(٪۰)	†۱۰۵±۷	۱۰۱±۸	۰/۸۸±۰/۱۳	۰/۸۵±۰/۱۳
۲	۴۵	۱(٪۰)	۱۱۵±۹	۱۱۳±۷	۱/۱۷±۰/۱۳	۱/۱۴±۰/۱۳
۳	۷۰	۱(٪۳)	۱۲۴± ۸	۱۲۵±۱۰	۱/۲۳±۰/۱۳	۱/۲۶±۰/۱۵
۴	۹۵	۱/۳(٪۳)	۱۴۰±۱۰	۱۴۴±۱۱	۱/۶۳±۰/۱۷	۱/۵۸±۰/۱۵
۵	۱۲۰	۱/۴(٪۶)	۱۵۹±۱۱	۱۶۷±۱۰	‡۲/۱۰±۰/۲۹	۱/۹۰±۰/۱۳
۶	۱۴۵	۱/۴(٪۹)	۱۷۸± ۱۴	۱۷۹±۱۳	‡۲/۴۲±۰/۳۵	۲/۰۷±۰/۱۳
۷	۱۷۰	۱/۴(٪۱۲)	۱۸۹±۱۴	۱۸۶±۱۳	‡۲/۶۹±۰/۳۹	۲/۳۸±۰/۱۸

* درصدهای داخل پرانتز معرف شیب نوارگردان هستند.† داده‌ها بر اساس انحراف میانگین ± استاندارد ارایه شده‌اند. ‡ اختلاف بین دو نوع فعالیت در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار است.

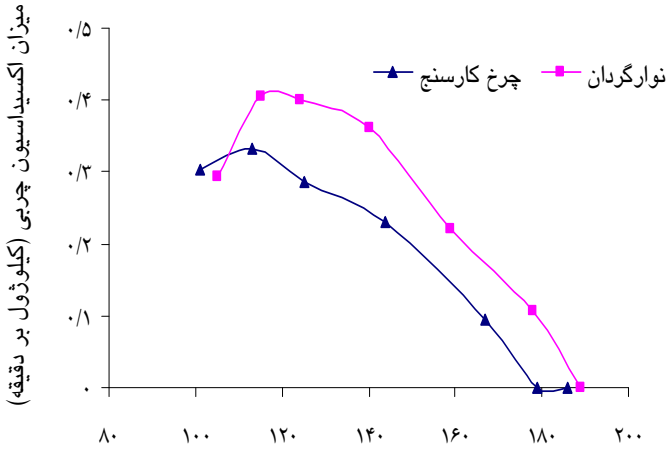
به دلیل نبودن واژه‌ی مشترکی برای بیان شدت‌های تمرین در دو نوع فعالیت سعی شد از بار کاری چرخ کارسنج (برحسب وات) در شدت‌های مختلف برای بیان شدت‌های معادل در دو نوع فعالیت استفاده شود.

همان طور که جدول ۱ مشاهده می‌شود، در ضربان قلب مشابه و قابل مقایسه میزان اکسیژن مصرفی (Vo_2) در دویدن روی نوارگردان نسبت به پدال زدن روی چرخ کارسنج در سه شدت آخر (شدت‌های معادل با۱۲۰، ۱۴۵ و ۱۷۰ وات) به طور معنی‌داری بیشتر است ($P<0/05$).

میزان اکسیداسیون چربی هنگام فعالیت روی نوارگردان و چرخ کارسنج در شدت‌های مختلف تمرین در جدول ۲ ارایه شده است. یافته‌ها نشان داد که در ضربان قلب مشابه و قابل مقایسه، میزان اکسیداسیون چربی در دامنه‌ی وسیعی از شدت‌ها (شدت‌های معادل با ۴۵، ۷۰، ۹۵، ۱۲۰و ۱۴۵وات) هنگام فعالیت روی نوارگردان نسبت به فعالیت روی چرخ کارسنج به طور معنی‌داری بیشتر است ($p<0/05$). اما در اولین و آخرین شدت (شدت‌های ۲۰ و ۱۷۰وات) تفاوتی در میزان اکسیداسیون چربی بین دو نوع فعالیت مشاهده نشد (نمودار ۱). همچنین، میزان کل اکسیداسیون چربی هنگام فعالیت روی نوارگردان نسبت به فعالیت روی چرخ کارسنج به طور معنی‌داری بیشتر بود ($p<0/05$). میزان اکسیداسیون کربوهیدرات هنگام فعالیت روی نوارگردان و چرخ کارسنج در شدت‌های مختلف تمرین در نمودار ۲ نشان داده شده است. میزان اکسیداسیون کربوهیدرات در شدت‌های معادل با

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

۴۵، ۷۰ و ۹۵ وات در چرخ کارسنج به طور معنی‌داری نسبت به نوارگردان بالاتر بود. میزان کل اکسیداسیون کربوهیدرات نیز در چرخ کارسنج به طور معنی‌داری نسبت به نوارگردان بالاتر بود ($p<۰/۰۵$).



نمودار ۱ ـ مقایسه‌ی میزان اکسیداسیون چربی هنگام فعالیت روی نوارگردان و چرخ کارسنج در شدت‌های مختلف تمرین

همان‌طور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود، در هر دو نوع فعالیت ابتدا با افزایش شدت تمرین (از ۲۰ تا ۴۵ وات) میزان اکسیداسیون چربی افزایش و سپس با افزایش شدت تمرین (از ۴۵ تا ۱۷۰ وات) از میزان آن کاسته شد ($p<۰/۰۰۱$).

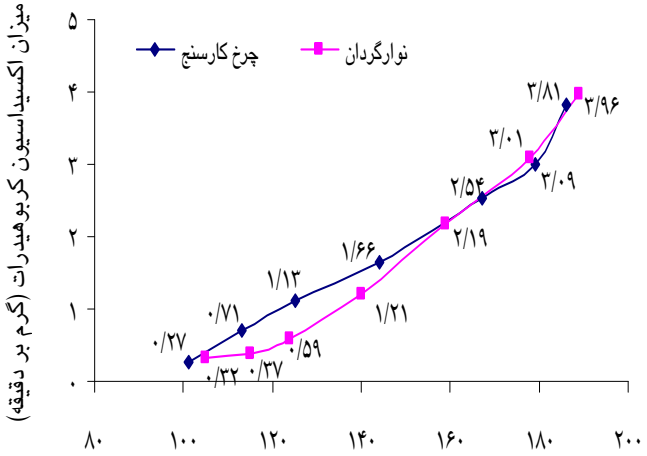
یافته‌ها نشان داد که در ضربان قلب مشابه و قابل مقایسه در شدت‌های معادل با ۱۲۰، ۱۴۵، ۱۷۰ وات میزان مصرف انرژی هنگام فعالیت روی نوارگردان نسبت به فعالیت روی چرخ کارسنج به طور معناداری بیشتر می‌باشد ($p<۰/۰۵$). همانطور که در نمودار ۳ مشاهده می‌شود، در سه شدت آخر میزان مصرف انرژی در فعالیت روی نوارگردان بیشتر است ($p<۰/۰۵$)، اما در چهار شدت اول فعالیت تفاوتی در مصرف انرژی بین دو نوع فعالیت وجود ندارد. هم‌چنین، میزان کل مصرف انرژی هنگام فعالیت روی نوارگردان نسبت به فعالیت روی چرخ کارسنج به طور معنی‌داری بیشتر بود ($p<۰/۰۵$) (جدول ۲).

جدول ۲- میزان اکسیداسیون چربی و مصرف انرژی هنگام فعالیت روی نوارگردان و چرخ کارسنج در شدت‌های مختلف تمرین

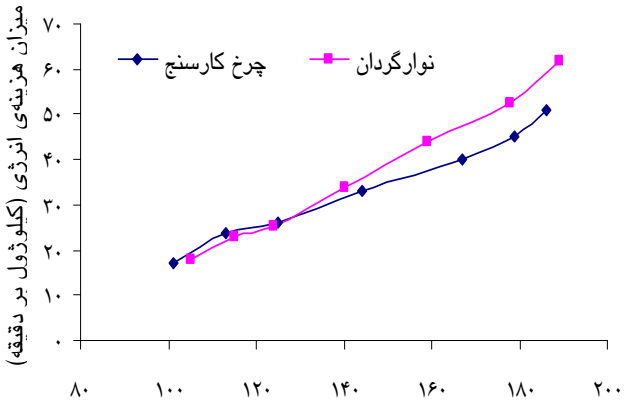
	متغیرها		اکسیداسیون چربی (گرم بر دقیقه)		مصرف انرژی (کیلوژول بر دقیقه)	
	شدت‌های معادل					
	بارکاری چرخ کارسنج (وات)	سرعت نوارگردان (ثانیه/متر)	نوارگردان	چرخ کارسنج	نوارگردان	چرخ کارسنج
۱	۲۰	*۰/۶(٪۰)	†۰/۲۹±۰/۰۵	۰/۳۰±۰/۰۵	۱۷/۸۷±۳/۱	۱۷/۰۱±۳/۲
۲	۴۵	۱(٪۰)	‡۰/۴۰۵±۰/۰۶	۰/۳۳±۰/۰۶	۲۳/۰۴±۳/۸	۲۳/۸۵±۳/۹
۳	۷۰	۱(٪۳)	‡۰/۴۰۰±۰/۰۶	۰/۲۸±۰/۰۵	۲۵/۴۳±۴/۲	۲۶/۱۵±۴/۲
۴	۹۵	۱/۳(٪۳)	‡۰/۳۶±۰/۰۵	۰/۲۳±۰/۰۴	۳۳/۷۸±۴/۷	۳۳±۴/۷
۵	۱۲۰	۱/۴(٪۶)	‡۰/۲۲±۰/۰۴	۰/۰۹±۰/۰۲	‡۴۴/۰۲±۶/۱	۴۰/۲۱±۵/۴
۶	۱۴۵	۱/۴(٪۹)	‡۰/۱۰±۰/۰۳	۰	‡۵۲/۵۴±۶/۷	۴۴/۹۵±۵/۵
۷	۱۷۰	۱/۴(٪۱۲)	۰	۰	‡۶۱/۹۱±۶/۹	۵۱/۱۲±۶/۲
	میزان کل		‡۱/۷۱۱±۰/۳۷	۱/۲۹۷±۰/۲۷	‡۲۶۶±۴۳	۲۳۷±۳۹

* درصدهای داخل پرانتز معرف شیب نوارگردان است. †داده‌ها بر اساس انحراف میانگین± استاندارد ارایه شده‌اند.‡ اختلاف بین دو نوع فعالیت در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار می‌باشد.

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]



نمودار ۲ ـ مقایسه‌ی میزان اکسیداسیون کربوهیدرات هنگام فعالیت روی نوارگردان و چرخ کارسنج در شدت‌های مختلف تمرین



نمودار ۳ـ مقایسه‌ی میزان هزینه‌ی انرژی هنگام فعالیت روی نوارگردان و چرخ کارسنج در شدت‌های مختلف تمرین

بحث

شدت تمرین و فعالیت ورزشی همواره یکی از اصلی‌ترین عوامل مؤثر در اکسیداسیون چربی‌ها و کربوهیدرات‌ها شناخته شده است. تغییر جهت استفاده از سوبسترا با افزایش شدت تمرین انجام می‌شود.[۱۵،۲۲] این موضوع در پژوهش حاضر نیز تأیید شد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که در هر دو نوع فعالیت ابتدا با افزایش شدت تمرین (از شدت ۲۰ تا ۴۵ وات) میزان اکسیداسیون چربی افزایش و سپس با افزایش شدت تمرین (از شدت ۴۵ تا ۱۷۰) از میزان اکسیداسیون چربی کاسته شد. یافته‌های این مطالعه همسو با یافته‌های سایر مطالعه‌های انجام شده در کودکان چاق قبل از سن بلوغ می‌باشد.[۲۳] به منظور افزایش از دست دادن توده‌ی چربی، تمرین با شدت سبک تا متوسط ممکن است از تمرین با شدت بالا مناسب‌تر باشد، چنان‌که اکسیداسیون چربی در شدت ۵۰٪ اکسیژن مصرفی بیشینه بالاتر از شدت ۶۸٪ اکسیژن مصرفی بیشینه در کودکان چاق گزارش شده است.[۲۳] هنگامی که شدت کار از کم تا متوسط افزایش می‌یابد، سرعت لیپولیز،[۲۴] مقدار جریان خون بافت چربی و جریان خون ماهیچه[۱۷] افزایش می‌یابد که باعث افزایش دسترسی ماهیچه‌ها به اسید چرب می‌شود. این امر با افزایش مقادیر مطلق اکسیداسیون چربی همراه است. زمانی که شدت تمرین به مقدار بسیار زیاد افزایش می‌یابد، سهم اکسیداسیون چربی‌ها به طور آشکاری کاهش می‌یابد. کاهش اکسیداسیون چربی با افزایش شدت تمرین ممکن است به واسطه‌ی تأثیر تحریکی تمرین شدید بر گلیکوژنولیز و برداشت گلوکز ماهیچه باشد. هم‌چنین، این رویداد ممکن است به واسطه‌ی پیشگیری از ورود اسیدهای چرب دارای زنجیره‌ی بلند به میتوکندری باشد که می‌تواند ناشی از افزایش جریان گلیکولیتیک در هنگام تمرین شدید،[۲۵] یا کاهش تنظیم کارنیتین پالمیتول ترانسفراز که باعث کاهش دسترسی کارنیتین آزاد و یا کاهش در pH به واسطه‌ی افزایش تولید لاکتات هنگام تمرین شدید باشد.[۲۶] اما به نظر می‌رسد علت اصلی آن کاهش جریان خون به سمت سلول‌های چربی و کاهش ورود اسیدهای چرب آزاد به درون خون باشد.[۲۵] اگرچه به منظور کاهش وزن بر مبنای مصرف انرژی و مصرف کالری بیشتر هنگام تمرین (در مدت زمان یکسان) پیشنهاد می‌شود که تمرین با شدت بالاتر نسبت به تمرین با شدت متوسط انجام شود اما تمرین شدید به واسطه‌ی افزایش اکسیداسیون کربوهیدرات می‌تواند منجر به خستگی زودرس شود. از این رو همان‌طور که آزمودنی‌های چاق رفته رفته به تمرین عادت می‌کنند، یک افزایش پیشرونده در حجم تمرین، به واسطه‌ی افزایش شدت یا مدت تمرین، برای کاهش وزن بسیار مفیدتر خواهد بود.[۲۷] از طرفی برای آزمودنی‌های چاق عاقلانه‌ترین راه این است که به جای فعالیت بدنی شدید، آنها را به انجام فعالیت بدنی با شدت متوسط تشویق کنیم زیرا انجام فعالیت بدنی با این شدت عملی‌تر و اجرای آن برای آزمودنی‌ها راحت‌تر است.[۱۰]

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

یافته‌های این پژوهش نشان داد که در شدت‌های مشابه و قابل مقایسه از ضربان قلب (شدت های معادل ۹۵، ۱۲۰، ۱۴۵ و۱۷۰ وات) میزان اکسیژن مصرفی در فعالیت روی نوارگردان نسبت به فعالیت روی چرخ کارسنج به طور معنی‌داری بیشتر است. برخی از مطالعه‌ها یافته‌هایی مشابه یافته‌های مطالعه‌ی حاضر گزارش کردند.[۱۳،۱۵] آنها در مراحل اولیه‌ی پروتکل تفاوت معنی‌داری در میزان اکسیژن مصرفی گزارش نکردند اما در مراحل آخر میزان اکسیژن مصرفی را در نوارگردان به طور معنی‌داری نسبت به چرخ کارسنج بالاتر گزارش کردند. اما در مطالعه‌ی لافتین[i] و همکاران (۲۰۰۴) تفاوت معنی‌داری در حداکثر اکسیژن مصرفی بین این دو نوع فعالیت در آزمودنی‌های نوجوان چاق که یک آزمون ورزشی فزاینده را اجرا می‌کردند، مشاهده نشد. آنها گزارش کردند که وزن بسیار بالای آزمودنی‌ها ممکن است عامل اصلی کمتر گزارش شدن اختلاف‌های بین دو نوع فعالیت باشد. آنها بیان داشتند که چون توده‌ی بدن هنگام دویدن نیاز به حمایت دارد، از این رو وزن بسیار بالای آزمودنی‌ها ممکن است اجرا را به طور چشمگیری هنگام فعالیت روی نوارگردان نسبت به فعالیت روی چرخ کارسنج محدود کند.[۲۸] با این حال، به نظر می‌رسد که اختلال در سازوکار تهویه یک عامل تأثیرگذار در کمتر بودن میزان اکسیژن مصرفی در فعالیت روی چرخ کارسنج در مقایسه با دویدن باشد. احتمال می‌رود وضعیت خمیده‌ی بدن آزمودنی‌ها روی دوچرخه، کاهش حجم سینه به واسطه‌ی نگه داشتن فرمان که فشار درون سینه‌ای را افزایش می‌دهد و هم‌چنین، کاهش کارایی پمپ عضلانی محیطی، در نهایت منجر به کاهش برگشت خون وریدی به قلب می‌شود و به واسطه‌ی کاهش حجم ضربه‌ای، کاهش اکسیژن مصرفی را در فعالیت روی چرخ کارسنج نسبت به دویدن به دنبال دارد.[۲۹]

کودکان چاق، بازی یا فعالیت‌های بدنی را معمولاً سخت‌تر از همتایان لاغر خود انجام می‌دهند. یک توضیح مناسب برای این عملکرد ناقص، احتمال دارد نیاز به متابولیسم بیشتر در آن‌ها برای اجرای یک فعالیت بدنی باشد.[۲۱] از دیدگاه انرژی‌زایی به نظر می‌رسد که در ضربان قلب معین مصرف انرژی هنگام فعالیت روی نوارگردان نسبت به چرخ کارسنج بیشتر باشد.[۱۳] یافته‌ها نشان داد که در ضربان قلب مشابه و قابل مقایسه در شدت‌های معادل ۱۲۰، ۱۴۵، ۱۷۰ وات میزان مصرف انرژی هنگام فعالیت روی نوارگردان نسبت به فعالیت روی چرخ کارسنج به طور معنی‌داری بیشتر است. هم‌چنین، میزان کل مصرف انرژی هنگام فعالیت روی نوارگردان نسبت به فعالیت روی چرخ کارسنج به طور معنی‌داری بیشتر بود. این یافته‌ها مشابه مطالعه‌ی، لافورتونا و همکاران (۲۰۰۹) است که مصرف انرژی را – هنگامی که غلظت لاکتات خون به عنوان شاخصی از شدت‌های مختلف تمرینی در دو نوع فعالیت در نظر گرفته شد– در نوارگردان به طور معنی‌داری نسبت به چرخ کارسنج بیشتر گزارش کردند.[۱۳] مطالعه‌ها نشان داده‌اند که وزن بدن به هنگام دویدن نسبت به فعالیت دوچرخه‌سواری عامل تعیین‌کننده‌ی مهم‌تری در زمینه‌ی پاسخ‌های متابولیک است و اختلاف در میزان مصرف انرژی مشاهده شده بین فعالیت روی نوارگردان و چرخ کارسنج در افراد چاق نسبت به افراد دارای وزن طبیعی بیشتر گزارش شده است.[۱۴] لافورتونا و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که مصرف انرژی آزمودنی‌های چاق هنگام فعالیت روی نوارگردان نسبت به آزمودنی‌های دارای وزن طبیعی ۲ تا ۳ برابر بیشتر است، اما مصرف انرژی آزمودنی‌های چاق هنگام فعالیت روی چرخ کارسنج نسبت به آزمودنی‌های دارای وزن طبیعی تنها ۲۳٪ بیشتر بود.[۱۴] در فعالیت روی چرخ کارسنج مصرف انرژی فقط ناشی از حرکت دادن پاها است ولی در دویدن، ناشی از انتقال و حرکت دادن تمام وزن بدن به جلو می‌باشد و در نتیجه، بالاتر بودن وزن بدن، کاهش پایداری بدن و برخی عوامل بیومکانیکی مربوط به ساختار بدن افراد چاق باعث افزایش هرچه بیشتر مصرف انرژی هنگام دویدن می‌شود.[۳۱ و ۳۰ و ۱۴] بنابراین، فعالیت دویدن برای افراد چاق ممکن است یک فعالیت بالقوه خسته‌کننده باشد[۱۴] و به نظر می‌رسد که چاقی و اضافه وزن باعث تشدید اختلاف‌های مشاهده شده در مصرف انرژی (به نفع دویدن) بین دو نوع فعالیت دویدن و دوچرخه‌سواری شود.

یافته‌های این مطالعه نشان داد که در دامنه‌ی وسیعی از شدت‌های تمرینی (شدت‌های معادل با ۴۵، ۷۰، ۹۵، ۱۲۰ و ۱۴۵ وات) میزان اکسیداسیون چربی‌ها در فعالیت روی نوارگردان نسبت به چرخ کارسنج بالاتر است. در شدت‌های معادل ۲۰ و ۱۷۰ وات (اولین و آخرین شدت) هیچ تفاوتی در میزان اکسیداسیون چربی‌ها مشاهده نشد. با این حال، میزان

i–Loftin

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

کل اکسیداسیون چربی هنگام فعالیت روی نوارگردان نسبت به فعالیت روی چرخ کارسنج به طور معنی‌داری بیشتر بود. بیشتر مطالعه‌هایی که میزان اکسیداسیون چربی را بین دو نوع فعالیت مذکور مقایسه کرده‌اند، فقط از یک شدت فعالیت استفاده کرده‌اند.[۱۸،۳۲،۳۳] برخی از مطالعه‌های انجام شده که به مقایسه‌ی اکسیداسیون چربی بین این دو نوع فعالیت در شدت‌های مختلف پرداخته‌اند، یافته‌هایی مشابهی مطالعه‌ی حاضر گزارش کرده‌اند.[۱۳-۱۷] لافورتونا و همکاران (۲۰۰۹) به مقایسه‌ی میزان اکسیداسیون چربی در نوجوانان چاق پرداختند. آنها مشاهده کردند که در اکسیژن مصرفی و ضربان قلبی نسبی یکسان، میزان اکسیداسیون چربی در فعالیت روی نوارگردان نسبت به فعالیت روی دوچرخه کارسنج بیشتر است.[۱۳] آچتن[i] و همکاران (۲۰۰۳) به مقایسه‌ی اکسیداسیون چربی در شدت‌های مختلف در آزمودنی‌های مرد تمرین کرده پرداختند. آنها هم‌راستا با یافته‌های پژوهش حاضر، میزان اکسیداسیون چربی را در فعالیت روی نوارگردان در شدت‌های بین ۵۵ تا ۸۰٪ اکسیژن مصرفی بیشینه به طور معنی‌داری نسبت به فعالیت روی چرخ کارسنج بالاتر گزارش کردند.[۱۵] در مطالعه‌ای دیگر محبی و همکاران (۱۳۸۸) به مقایسه‌ی مقادیر و سطح بیشینه‌ی اکسیداسیون چربی در دو نوع فعالیت ورزشی دویدن روی نوارگردان و پدال زدن روی چرخ کارسنج در ۱۰ دانشجوی دختر غیر ورزشکار پرداختند. مقادیر اکسیداسیون چربی در دامنه‌ی وسیعی از شدت‌ها در آزمون نوارگردان نسبت به آزمون چرخ کارسنج به طور معنی‌داری بیشتر بود.[۱۷]

درمقابل، یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های هومارد[ii] و همکاران[۳۳]، آرکینستال[iii] و همکاران[۱۸] همسو نیست. آن‌ها گزارش کردند که مقادیر اکسیداسیون چربی در دو نوع فعالیت ورزشی تفاوت معنی‌داری ندارد. در آن دو پژوهش فقط یک شدت تمرینی اعمال شد. آزمودنی‌ها فعالیت را در پژوهش هومارد و همکاران (۱۹۹۱) با شدت ۷۵٪ اکسیژن مصرفی بیشینه و در پژوهش آرکینستال و همکاران (۲۰۰۱) با شدتی مطابق با آستانه‌ی لاکتات انجام دادند. احتمال می‌رود که بخشی از تفاوت‌های بین دو مطالعه به علت تفاوت شدت تمرین باشد. در هر یک از این پژوهش‌ها دو اندازه‌ی مختلف از شدت تمرین مقایسه شد تا دو نوع فعالیت ورزشی، زیرا مقادیر اکسیژن مصرفی بیشینه در آزمون نوارگردان و چرخ کارسنج مشابه نیست.[۱۵] بنابراین با توجه به اهمیت تفاوت اکسیژن مصرفی بیشینه در دو نوع فعالیت ورزشی در آن دو پژوهش، فعالیت روی نوارگردان نسبت به چرخ کارسنج در ضربان قلب و اکسیژن مصرفی بالاتری انجام شده است. در حمایت از یافته‌های ما، چند استدلال برای بالاتر بودن اکسیداسیون چربی در فعالیت روی نوارگردان نسبت به چرخ کارسنج پیشنهاد شده است. به طور کلی، اعتقاد بر این است که هنگام فعالیت روی چرخ کارسنج نسبت به نوارگردن توده‌ی عضلانی کمتری به کار برده می‌شود.[۳۴] کاتکولامین‌ها فعال کننده‌های قوی لیپولیز هنگام تمرین هستند[۱۵،۳۵] و از آن‌جا که رهاسازی کاتکولامین‌ها متناسب با توده‌ی عضلانی فعال می‌باشد،[۳۶] این احتمال وجود دارد که غلظت کاتکولامین‌ها هنگام فعالیت روی نوارگردان نسبت به چرخ کارسنج بیشتر باشد. در نتیجه، بالاتر بودن تحریک لیپولیز ناشی از افزایش غلظت کاتکولامین‌ها هنگام فعالیت روی نوارگردان نسبت به چرخ کارسنج منطقی به نظر می‌رسد.[۱۵]

فرضیه‌ی دیگر، به نظر می‌رسد به توده‌ی عضلانی فعال مربوط باشد؛ حجم کار هنگام فعالیت روی چرخ کارسنج نسبت به نوارگردان، به تعداد کمتری از تارهای عضلانی تقسیم خواهد شد. بنابراین، از آن جا که هر تار مقدار بیشتری انرژی نیاز دارد، فشار متابولیک بیشتری را متحمل خواهد شد، و این احتمال وجود دارد که افزایش فشار متابولیک و نیاز هر تار به انرژی بیشتر، تنها از طریق افزایش سهم اکسیداسیون کربوهیدرات تأمین شود از این رو، به نظر می‌رسد هنگام فعالیت روی چرخ کارسنج اکسیداسیون کربوهیدرات بالاتر باشد.[۱۵] این موضوع در پژوهش حاضر نیز تأیید شد و میزان کل اکسیداسیون کربوهیدرات در فعالیت روی چرخ کارسنج به طور معنی‌داری نسبت به نوارگردان بیشتر بود. به طور دقیق‌تر، در شدت‌هایی از تمرین که مصرف انرژی دو نوع فعالیت برابر بود میزان اکسیداسیون کربوهیدرات در فعالیت روی چرخ کارسنج بالاتر بود. نچتله[iv] و همکاران (۲۰۰۴) نیز میزان اکسیداسیون کربوهیدرات ورزشکاران زن و مرد را در چرخ کارسنج نسبت به نوارگردان بالاتر گزارش کردند. آنها اظهار داشتند

i– Achten
ii -Houmard
iii - Arkinstall
iv –Knechtle

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

که هنگام فعالیت روی چرخ کارسنج تنش عضلانی بیشتری نسبت به فعالیت روی نوارگردان ایجاد می‌شود، در نتیجه، تارهای عضلانی نوع II در فعالیت روی چرخ کارسنج بیشتر فراخوانی و به کاربرده می‌شوند و از آن جا که تارهای عضلانی نوع II ظرفیت‌های گلیکولیتیک بالا و اکسایشی پایین دارند بنابراین، اکسیداسیون کربوهیدرات در دوچرخه سواری نسبت به دویدن بالاتر است.[۳۷] از طرفی، اختلاف در متغیرهای فیزیولوژیک اندازه‌گیری شده بین دو نوع فعالیت ممکن است به واسطه‌ی ادراک در سختی بیشتر هنگام فعالیت روی چرخ کارسنج در مقایسه با دویدن باشد. مشخص شده است که آهنگ پدال زدن بر پاسخ‌های متابولیک هنگام فعالیت روی چرخ کارسنج تأثیرگذار است. مطالعه‌ها نشان داده‌اند که فعالیت دوچرخه‌سواری به یک قدرت عضلانی قابل توجه برای پدال زدن نیاز دارد.[۲۹]

این سؤال که آیا چاقی آزمودنی‌ها اختلاف‌های متابولیک مشاهده شده بین دو نوع فعالیت را تشدید می‌کند یا کاهش می‌دهد هنوز مشخص نیست. برخی از مطالعه‌ها که به مقایسه‌ی اکسیداسیون چربی بین این دو نوع فعالیت پرداخته‌اند، از آزمودنی‌های چاق[۱۳،۱۴] و برخی نیز از آزمودنی‌های دارای وزن طبیعی استفاده کرده‌اند.[۱۵،۱۷] با این حال، یافته‌های این مطالعه‌ها تا حدی مشابه است و از بالاتر بودن میزان اکسیداسیون چربی هنگام دویدن نسبت به فعالیت روی چرخ کارسنج حمایت کرده‌اند. اما مطالعه‌ای که به طور همزمان به مقایسه میزان اکسیداسیون چربی بین این دو نوع فعالیت در آزمودنی‌های چاق و غیرچاق بپردازد و تاثیر چاقی را روی آن بررسی نماید، وجود ندارد. اما با توجه به این که چاقی باعث افزایش مصرف انرژی هنگام دویدن می‌شود و از طرفی، ارتباط مستقیمی بین مصرف انرژی و میزان مطلق اکسیداسیون سوبسترا وجود دارد، این احتمال وجود دارد که میزان مطلق اکسیداسیون چربی نیز هنگام دویدن افزایش یابد که در نهایت، ممکن است اختلاف مشاهده شده بین دو نوع فعالیت را تشدید کند.

یافته‌های مطالعه‌ی حاضر نشان داد که مقدار بیشینه‌ی اکسیداسیون چربی (MFO)[i] هنگام فعالیت روی نوارگردان نسبت به چرخ کارسنج (۰/۴۰±۰/۰۷ در مقابل ۰/۳۳±۰/۰۵گرم بر دقیقه) به طور معنی‌داری بیشتر است. اگرچه یافته‌های این مطالعه با یافته‌های سایر مطالعه‌های بررسی شده همسو است، تفاوت‌هایی نیز در مقادیر گزارش شده‌ی MFO در مطالعه‌ی حاضر نسبت به این مطالعه‌ها وجود دارد. محبی و همکاران (۱۳۸۸) میزان MFO زنان جوان غیرورزشکار را هنگام فعالیت روی نوارگردان و چرخ کارسنج به ترتیب ۰/۲۱ و ۰/۱۵ گرم بر دقیقه گزارش کردند که تاحدود زیادی نسبت به مطالعه‌ی حاضر کمتر است.[۱۷] از طرفی، مقدار MFO در مطالعه‌ی آچتن (۲۰۰۳) در فعالیت روی نوارگردان ۰/۶۵ گرم بر دقیقه و در چرخ کارسنج ۰/۴۷ گرم بر دقیقه بود که تاحدودی نسبت به مطالعه حاضر بیشتر است.[۱۵] با این حال، مقادیر MFO گزارش شده در مطالعه‌ی حاضر، با یافته‌های مطالعه‌ی لافورتونا و همکاران (۲۰۰۹) مشابه است.[۱۳] علت اختلاف در مقادیر گزارش شده‌ی MFO در مطالعه‌های مختلف احتمالاً می‌تواند ناشی از تفاوت در روش پژوهش، شدت و مدت تمرین، سطح آمادگی افراد، دمای هوا و تفاوت‌های فردی باشد،[۱۷] همان‌طور که مقادیرMFO در مطالعه‌ی حاضر با مطالعه‌ی لافورتانا که از نظر شدت و مدت تمرین و سن آزمودنی‌ها تا حدود زیادی مشابه مطالعه‌ی حاضر است، تفاوت چندانی نداشت.

به طور کلی، میزان مصرف انرژی، هم‌چنین مقادیر اکسیداسیون چربی در دامنه‌ی وسیعی از شدت‌ها هنگام فعالیت روی نوارگردان به طور معنی‌داری بیشتر از چرخ کارسنج بود. تفاوت در اکسیداسیون چربی‌ها در دو نوع فعالیت از شدت ۴۵ وات و بالاتر شروع شد. بنابراین، برای نوجوانان چاق که به طور ذاتی توانایی حرکتی و کاری آن‌ها به واسطه‌ی توده‌ی بدنی اضافی محدود شده است، باید نوعی از فعالیت بدنی طراحی و انتخاب شود که با حداقل شدت و تلاش بدنی، فرد را قادر به دستیابی به مصرف انرژی قابل ملاحظه و در کنار آن، افزایش اکسیداسیون چربی‌ها کند. مطالعه حاضر نشان داد که برای نوجوانان چاقی که هدفشان از انجام فعالیت بدنی، کاهش وزن (افزایش مصرف انرژی و ارتقای اکسیداسیون چربی در سطح معینی از پاسخ‌های قلبی-عروقی) است، فعالیت دویدن با شدت متوسط، فعالیت بدنی مؤثرتری نسبت به پدال زدن روی دوچرخه است.

i -Maximal Fat Oxidation

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

References

1. Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. Obes Rev 2004; 5 Supple 1: S4-S104.
2. Must A, Spadano J, Coakley EH, Field AE, Colditz G, Dietz WH. The disease burden associated with overweight and obesity. JAMA 1999; 282: 1523-9.
3. Goran MI. Metabolic precursors and effects of obesity in children: a decade of progress, 1990–1999. Am J Clin Nutr 2001; 73: 158– 71.
4. Speiser PW, Rudolf MC, Anhalt H, Camacho-Hubner C, Chiarelli F, Eliakim A, et al. Obesity Consensus Working Group. Consensus statement: childhood obesity. J Clin Endocrinol Metab 2005; 90: 1871–87.
5. Van Baak MA. Exercise training and substrate utilisation in obesity. Int J Obes Relat Metab Disord 1999; 23 Suppl 3: S11–7.
6. Lazzer S, Boirie Y, Poissonnier C, Petit I, Duché P, Taillardat M, et al. Longitudinal changes in activity patterns, physical capacities, energy expenditure, and body composition in severely obese adolescents during a multidisciplinary weight-reduction program. Int J Obes (Lond) 2005; 29: 37–46.
7. Van Aggel-Leijssen DP, Saris WH, Wagenmakers AJ, Senden JM, van Baak MA. Effect of exercise training at different intensities on fat metabolism of obese men. J Appl Physiol 2002; 92: 1300–9.
8. Venables MC, Jeukendrup AE. Endurance training and obesity: effect on substrate metabolism and insulin sensitivity. Med Sci Sports Exerc 2008; 40: 495-502.
9. Hulver MW, Berggren JR, Cortright RN, Dudek RW, Thompson RP, Pories WJ, et al. Skeletal muscle lipid metabolism with obesity. Am J Physiol Endocrinol Metab 2003; 284: 741-7.
10. Lazzer S, Busti C, Agosti F, De Col A, Pozzo R, Sartorio A. Optimizing fat oxidation through exercise in severely obese Caucasian adolescents. Clin Endocrinol (Oxf) 2007; 67: 582-8.
11. Norman AC, Drinkard B, McDuffie JR, Ghorbani S, Yanoff LB, Yanovski JA. Influence of excess adiposity on exercise fitness and performance in overweight children and adolescents. Pediatrics 2005; 115: e690–6.
12. Mattsson E, Larsson UE, Rössner S. Is walking for exercise too exhausting for obese women? Int J Obes Relat Metab Disord 1997; 21: 380-6.
13. Lafortuna CL, Lazzer S, Agosti F, Busti C, Galli R, Mazzilli G, et al. Metabolic responses to submaximal treadmill walking and cycle ergometer pedalling in obese adolescents. Scand J Med Sci Sports 2009; 23: 1-8.
14. Lafortuna CL, Agosti F, Galli R, Busti C, Lazzer S, Sartorio A. The energetic and cardiovascular response to treadmill walking and cycle ergometer exercise in obese women. Eur J Appl Physiol 2008; 103: 707–17.
15. Achten J, Venables MC, Jeukendrup AE. Fat oxidation rates are higher during running compared with cycling over a wide range of intensities. Metabolism 2003; 52: 747–52.
16. Faulkner JA, Roberts DE, Elk RL, Conway J. Cardiovascular responses to submaximum and maximum effort cycling and running. J Appl Physiol 1971; 30: 457–61.
17. Mohebbi H, Rahmani Nia F, Shadmehri S. Effect of physical activity type on fat oxidation rate, MFO and Fat max in youth women. Olampic 2009; 3; 139-49.[Farsi]
18. Arkinstall MJ, Bruce CR, Nikolopoulos V, Andrew P, Garnham A, John, A, Hawley. Effect of carbohydrate ingestion on metabolism during running and cycling. J Appl Phsiol 2001; 91:2125-34.
19. Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. Br J Nutr 1974; 32: 77-97.
20. Frayn KN. Calculation of substrate oxidation rates in vivo from gaseous exchange. J Appl Physiol 1983; 55: 628-34.
21. Volpe Ayub B, Bar-Or O. Energy cost of walking in boys who differ in adiposity but are matched for body mass. Med Sci Sports Exerc 2003; 35: 669-74.
22. Venables MC, Achten J, Jeukendrup AE. Determinants of fat oxidation during exercise in healthy men and women: a cross-sectional study. J Appl Physiol 2005; 98: 160-7.
23. Maffeis C, Zaffanello M, Pellegrino M, Banzato C, Bogoni G, Viviani E, et al. Nutrient oxidation during moderately intense exercise in obese prepubertal boys. J Clin Endocrinol Metab 2005; 90: 231–6.
24. Blaak EE, Saris WHM. Substrate oxidation, obesity and exercise training. Best Practical & Research Clinical Endocrinology and Metabolism 2002; 16: 667-78.
25. Bassami M, Ahmadizad S, Doran D, MacLaren DP. Effects of exercise intensity and duration on fat metabolism in trained and untrained older males. Eur J Appl Physiol 2007; 101: 525-32.
26. Van Loon LJ, Greenhaff PL, Constantin-Teodosiu D, Saris WH, Wagenmakers AJ. The effects of increasing exercise intensity on muscle fuel utilisation in humans. J Physiol 2001; 536: 295-304.
27. Tremblay A, Simoneau JA , Bouchard C. Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism. Metabolism 1994; 43: 814–8.
28. Loftin M, Sothern M, Warren B, Udall J. Comparison of vo2 peak during treadmill and cycle ergometry in severely overweight youth. Journal of Sports Science and Medicine 2004; 3: 254-60.
29. Millet GP, Vleck VE, Bentley DJ. Physiological differences between cycling and running: lessons from triathletes. Sports Med 2009; 39:179-206.
30. Browning RC, Kram R. Energetic cost and preferred speed of walking in obese vs. normal weight women. Obes Res 2005; 13: 891-9.
31. McGraw B, McClenaghan BA, Williams HG, Dickerson J, Ward DS. Gait and postural stability

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

in obese and nonobese prepubertal boys. Arch Phys Med Rehabil 2000; 81: 484-9.
32. Nieman DC, Nehlsen-Cannarella SL, Fagoaga OR, Henson DA, Utter A, Davis JM, et al: Influence of mode and carbohydrate on the cytokine response to heavy exertion. Med Sci Sports Exerc 1998; 30: 671-8.
33. Houmard JA, Egan PC, Johns RA, Neufer PD, Chenier TC, Israel RG. Gastric emptying during 1 h of cycling and running at 75% VO2max. Med Sci Sports Exerc 1991; 23: 320-325.
34. Hermansen L, Saltin B. Oxygen uptake during maximal and treadmill and bicycle exercise. J Appl Physiol 1969; 26: 31-37.
35. Jeukendrup AE, Saris WH, Wagenmakers AJ. Fat metabolism during exercise: a review--part II: regulation of metabolism and the effects of training. Int J Sports Med 1998; 19: 293-302.
36. Davies CT, Few J, Foster KG, Sargeant AJ. Plasma catecholamine concentration during dynamic exercise involving different muscle groups. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1974; 32: 195-206.
37. Knechtle B, Müller G, Willmann F, Kotteck K, Eser P, Knecht H. Fat oxidation in men and women endurance athletes in running and cycling. Int Sports Med 2004; 25: 38-44.

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]

Original Article

Fat Oxidation and Energy Expenditure at Different Intensities of Exercise During Running and Cycling in Obese Adolescent Boys

Zarei M[1], Hamedinia M[1], Haji nia M[1], Mohamad nia ahmadi M[2], Jaberi shahraki M[1]
[1]Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Tarbiat Moallem University of Sabzevar, [2]Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Tarbiat Moallem University of Tehran, I.R. Iran
e-mail:Zarei.m8716@yahoo.com

Received: 20/02/2010 **Accepted**: 12/05/2010

Abstract

Introduction: Running and cycling are two modalities of exercise commonly used to promote fat oxidation in weight loss programs for obese people. In order to design appropriate training programs, the objective of the present study was to compare fat oxidation and energy expenditure at different intensities of exercise during running and cycling in obese adolescent boys. Materials and Methods: Eleven healthy obese adolescent boys (mean age 13±1.2 years, mean weight 73.1±7.6 kg, and body mass index 27.5±2.5 kg/m2) voluntarily participated in this study. Subjects performed 2 incremental graded exercise tests on a cycle ergometer and a motorized treadmill. Heart rate, mean oxygen consumption and carbon dioxide generation during the last two minutes of each level of test were measured and respiratory exchange ratio was calculated. Energy expenditure and fat and carbohydrate oxidation rates were calculated at different intensity levels. Results: At comparable and similar heart rates, the fat oxidation rate was significantly higher during running, compared to cycling over a wide range of intensities ($p<0.05$), except at intensities of 20w and 170w, as was the total energy expenditure, compared to cycling (266±43 vs237±39 kJ/min) ($p<0.05$). Carbohydrate oxidation was, however, significantly higher during cycling compared to running, at intensities of 45w, 70w and 95w. Conclusion: It is concluded that for obese adolescents, in order to lose weight and reduce body fat mass (increased energy expenditure and promoted fat oxidation in a certain level of cardio-vascular responses), moderate intensity of running would be more effective than cycling.

Keywords: Fat oxidation, Energy expenditure, Running, Cycling, Adolescents, Obese

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-14]