مجله‌ی غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی شهید بهشتی
دوره‌ی چهاردهم، شماره‌ی ۶، صفحه‌های ۵۷۹ ـ ۵۷۲ (اسفند ۱۳۹۱)

مقاله‌ی پژوهشی

اثر شدت فعالیت هوازی بر انرژی دریافتی، اشتها و هورمون‌های تنظیم کننده‌ی انرژی بدن در زنان جوان غیر فعال

دکتر محسن ابراهیمی، دکتر فرهاد رحمانی نیا، دکتر ارسلان دمیرچی، دکتر بهمن میرزایی

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی وعلوم ورزشی، دانشگاه گیلان، **نشانی مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول:** گیلان، رشت، کیلومتر ۷ جاده تهران، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه گیلان، دکتر محسن ابراهیمی؛
e-mail: P11ebrahimi@gmail.com

چکیده

مقدمه: پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر فعالیت هوازی با شدت کم و زیاد بر انرژی دریافتی، اشتها و هورمون‌های تنظیم کننده‌ی انرژی انجام شد. مواد و روش‌ها: ۱۶ زن سالم غیر فعال (سن ۱/۴۶±۲۲/۵۰ سال، قد ۴/۳۰±۱۶۰ سانتی‌متر، وزن ۴/۲۵±۵۷/۸۳ کیلوگرم و درصد چربی بدن ۱/۷۹±۲۸/۲۶) به صورت تصادفی به دو گروه فعالیت با شدت کم (۵۵٪ بیشینه ضربان قلب ذخیره به مدت ۴۵ دقیقه)، و فعالیت با شدت زیاد (۷۵٪ بیشینه ضربان قلب ذخیره به مدت ۳۰ دقیقه) تقسیم شدند. آزمودنی‌ها به صورت تقاطعی متعادل، دو شرایط آزمایشی ۵ روز کنترل (بدون فعالیت ورزشی) و ۵ روز فعالیت را پشت سر گذاشتند. آزمودنی‌ها غذای مصرفی خود را در طول هر ۵ روز وزن کرده، و در برگه‌ی روزانه ثبت نمودند. اشتهای آزمودنی‌ها هر روز صبح با مقیاس دیداری ثبت گردید. نمونه‌ی خون در صبح روز ۶ در حالت ناشتا پس از شرایط کنترل و فعالیت اندازه‌گیری گردید. یافته‌ها: تغییر معنی‌داری در انرژی دریافتی مطلق و نسبی، هورمون گرلین و لپتین مشاهده نشد (P>۰/۰۵). کاهش معنی‌داری در غلظت انسولین (P=۰/۰۰۷) در گروه شدت کم مشاهده گردید. میل به خوردن (P=۰/۰۲) و تصور از خوردن (P=۰/۰۳) در گروه شدت زیاد به طور معنی‌داری افزایش یافت. زنان گروه شدت کم ۲۳٪ و زنان گروه شدت زیاد ۱۴٪ از انرژی مصرفی فعالیت را با افزایش غذای دریافتی جبران نمودند. نتیجه‌گیری: ۵ روز فعالیت هوازی با شدت کم و زیاد اثر معنی‌داری روی تعادل انرژی زنان ندارد. بنابراین به زنان توصیه می‌گردد برای کنترل وزن، همراه با ورزش رژیم غذایی خود را نیز کنترل نمایند.

واژگان کلیدی: انرژی دریافتی، اشتها، هورمون‌های تنظیم کننده‌ی انرژی، فعالیت ورزشی هوازی

دریافت مقاله: ۹۱/۳/۲۳ـ دریافت اصلاحیه: ۹۱/۶/۵ ـ پذیرش مقاله: ۹۱/۶/۶

مقدمه

اضافه وزن و چاقی نتیجه‌ی عدم تعادل بین انرژی دریافتی و انرژی مصرفی می‌باشد. افزایش انرژی دریافتی و فعالیت بدنی ناکافی یا داشتن زندگی کم تحرک سبب چاقی می‌گردد. روش موثر برای مقابله با این وضعیت، کاهش انرژی دریافتی روزانه و افزایش انرژی مصرفی روزانه از راه فعالیت بدنی بیشتر و یا هر دوی این ها با هم است. اما نشان داده شده تمام برنامه‌های فعالیت ورزشی منجر به کاهش وزن نمی‌شوند.[1] ورزش می‌تواند مصرف انرژی را به طور مستقیم افزایش دهد، و ممکن است به طور غیر مستقیم از راه تغییر ترشح هورمون‌های درگیر، بر دریافت انرژی و هزینه‌ی انرژی فعالیت بدنی نیز اثرگذار باشد.[2] بدیهی است مقدار کاهش وزن ناشی از ورزش به مقدار اثر جبرانی آن بر غذای دریافتی نیز بستگی دارد. اگر فعالیتی موجب افزایش انرژی دریافتی به همان نسبت انرژی مصرفی گردد اثر آن بر کاهش وزن از بین می‌رود. در مورد این که چه نوع فعالیتی با چه شدتی می‌تواند بهترین اثربخشی را بر افزایش

Archive of SID
www.SID.ir

سوخت چربی داشته باشد، پژوهش‌های بسیاری صورت گرفته، اما داده‌های کمتری در مورد سوی دیگر ترازوی تعادل انرژی (انرژی دریافتی) وجود دارد. یکی از دلایلی که در این زمینه پژوهش‌های کمتری انجام شده، این است که اندازه‌گیری دقیق انرژی دریافتی کار دشواری می‌باشد و به همین دلیل بیشتر بررسی‌های موجود نیز در مورد اثر حاد (یک وهله ای) فعالیت می‌باشد.[۳-۵]

بررسی پژوهش‌های انجام شده در مورد اثر حاد فعالیت نشان می‌دهد شدت‌های مختلف فعالیت آثار متفاوتی بر اشتها، انرژی دریافتی و هورمون‌های تنظیم کننده انرژی به جا می‌گذارد. برای نمونه، پژوهش‌های زیادی نشان می‌دهد فعالیت شدید موجب کاهش احساس گرسنگی بدون تغییر در انرژی دریافتی می‌شود.[۶-۱۳] برخی از بررسی‌ها نیز نشان داده‌اند فعالیت شدید موجب افزایش انرژی دریافتی می‌گردد،[۱۴-۱۶] در حالی‌که برخی پژوهش‌های دیگر نشان دادند سبب کاهش آن می‌شود.[۱۶،۱۷] اما فعالیت با شدت کم و متوسط تغییری در اشتها و انرژی دریافتی ایجاد نمی‌کند.[۶،۷،۱۲،۱۴،۱۸] بررسی‌ها نشان داده‌اند لپتین به عنوان یکی از مهم‌ترین هورمون‌های تنظیم کننده‌ی انرژی بدن، بیشتر با فعالیت شدید و طولانی مدت کاهش می‌یابد، و در غیاب کاهش وزن هیچ تغییر معنی‌داری در سطح ناشتایی این هورمون مشاهده نمی‌شود.[۱۹-۲۲] اگرچه نشان داده شده فعالیت حاد، اثری بر سطح پلاسمایی حالت ناشتای گرلین، هم در آزمودنی‌های با وزن طبیعی و هم در آزمودنی‌های دارای اضافه وزن ندارد،[۲۳] یافته‌ها ممکن است به شدت فعالیت بستگی داشته باشد؛ زیرا فعالیت با شدت کم نسبت به فعالیت شدید سبب تحریک سطح گرلین تام پلاسما بدون وابستگی به مدت فعالیت می‌شود.[۲۴] همچنین، پیشنهاد شده فعالیت ورزشی برای کاهش قند خون و افزایش عملکرد انسولین باید با شدت ۷۰ تا ۷۵٪ بیشینه ضربان قلب انجام شود.[۲۵] اما اردمن و همکاران تغییری در سطح انسولین پس از ۳۰ دقیقه فعالیت رکاب زنی با هر دو شدت بالا (۱۰۰ وات) و پایین (۵۰ وات) مشاهده نکردند.[۲۴]

بررسی‌های ایمبیاولت و همکاران روی مردان، و تیویل و همکاران روی پسران چاق نشان داد فعالیت با شدت بالا بهتر از فعالیت با شدت پایین موجب ایجاد تعادل منفی انرژی می‌گردد. این در حالی بود که مقدار انرژی مصرفی در هر دو شدت از فعالیت برابر بود.[۲۶، ۷] اما پومرلیاو و همکاران در پژوهشی روی زنان نشان دادند فعالیت با شدت بالا در مقایسه با شدت پایین موجب افزایش در انرژی دریافتی می‌شود.[۱۴] در این پژوهش نیز مقدار انرژی مصرفی هر دو شدت از فعالیت یکسان بود. این یافته به این معنی است که فعالیت با شدت پایین بهتر از شدت بالا موجب ایجاد تعادل منفی انرژی در زنان می‌شود.

هنوز مشخص نشده چه شدتی از فعالیت می‌تواند در کل بیشترین تعادل منفی انرژی را ایجاد نماید. نکته‌ی مهم‌تر این است که با توجه به این که بیشتر داده‌های موجود پیرامون اثر حاد فعالیت است، هنوز مشخص نیست اثر شدت فعالیت بر انرژی دریافتی، اشتها و هورمون‌های تنظیم کننده‌ی انرژی بدن، در صورتی که فعالیت ورزشی چند روز ادامه یابد، چگونه است. در اندک بررسی‌های میان‌مدت (بین ۲ تا ۱۹ روز) انجام شده پیرامون شدت فعالیت[۲۷-۲۹] نیز مقدار انرژی مصرفی در دو شدت از فعالیت برابر نبوده، بنابراین معلوم نیست در صورت برابر بودن انرژی مصرفی دو شدت از فعالیت کدام شدت از فعالیت در مجموع تعادل منفی انرژی بیشتری ایجاد می‌کند و اثر این شدت‌ها بر هورمون‌های تنظیم‌کننده‌ی انرژی بدن چگونه است. همچنین، بررسی‌هایی که در آن‌ها مقدار انرژی دریافتی تحت کنترل پژوهش‌گر بوده قابل تعمیم به شرایط عادی نیست، زیرا در حالت عادی نوع و مقدار غذای مصرفی به طور معمول به دلخواه افراد تعیین می‌شود. بنابراین، پژوهش حاضر فعالیت ورزشی را در دو شدت و با انرژی مصرفی یکسان اعمال نمود تا به بررسی اثر شدت فعالیت هوازی بر انرژی دریافتی دلخواه، اشتها و هورمون‌های تنظیم کننده انرژی بپردازد.

مواد و روش‌ها

آزمودنی‌های پژوهش حاضر را ۱۶ زن سالم غیر فعال جوان با وزن طبیعی تشکیل دادند که به صورت داوطلبانه در این بررسی شرکت نمودند. منظور از غیرفعال، نداشتن فعالیت ورزشی منظم (بیش از ۱ جلسه در هفته) در ۶ ماه گذشته بود.[۳۰] همچنین، آزمودنی‌ها در ۶ ماه گذشته وزن ثابت (تغییرات وزنی کمتر از ± ۲ کیلوگرم) داشته و چرخه‌ی قاعدگی در آن‌ها طبیعی بود. پس از ارایه‌ی توضیحات لازم درباره‌ی بررسی و زمان‌بندی همکاری، فرم رضایت‌نامه توسط افراد مایل به شرکت در پژوهش تکمیل شد. در جلسه‌ی بعدی اندازه‌گیری‌های تن‌سنجی، تکمیل پرسش‌نامه‌ی سلامت و تکمیل پرسش‌نامه فعالیت بدنی انجام، و افراد واجد شرایط، به عنوان آزمودنی در بررسی به کار گرفته شدند.

Archive of SID

www.SID.ir

برنامه‌ی پژوهش شامل دو هفته‌ی متوالی بود که در طول این دو هفته انرژی دریافتی (غذای مصرفی) آزمودنی‌ها به وسیله‌ی برگه‌ی ثبت به مدت ۵ روز متوالی در هر هفته مورد بررسی قرار گرفت. در هفته‌ی اول از نیمی از آزمودنی‌ها خواسته شد تا زندگی معمولی خود را ادامه دهند، و از هرگونه فعالیت ورزشی و کار سنگین خودداری نمایند (گروه کنترل). بقیه‌ی آزمودنی‌ها به مدت ۵ روز متوالی، فعالیت دویدن روی نوارگردان را بر اساس شدت تعیین شده به صورت روزانه انجام دادند (گروه فعالیت). در هفته‌ی دوم، آزمودنی‌هایی که در هفته‌ی اول کنترل بودند، فعالیت یاد شده را انجام دادند و آزمودنی‌هایی که در هفته‌ی اول فعالیت انجام داده بودند، در شرایط کنترل قرار گرفتند. به عبارت دیگر، هر آزمودنی یک بار در شرایط کنترل و یک بار در شرایط فعالیت قرار گرفت. ترتیب هفته‌ها به صورت متعادل و تقاطعی[i] تعیین شد. داده‌های به دست آمده از شرایط کنترل با داده‌های به دست آمده از شرایط فعالیت مقایسه شد. پرسش‌نامه‌های مربوط به اشتها هر روز صبح در طول هر دو هفته در حالت ناشتا توسط آزمودنی‌ها تکمیل می‌شد. هم‌چنین، در مدت بررسی از آزمودنی‌ها درخواست گردید هیچ‌گونه دارویی که بر یافته‌های پژوهش اثرگذار باشد مصرف ننمایند. برنامه‌ی برای هر آزمودنی پس از گذشت ۶ روز از آغاز چرخه‌ی قاعدگی شروع گردید.[۳۱]

آزمودنی‌های پژوهش دانشجویان دانشگاه بودند که همگی از غذاخوری دانشگاه استفاده می‌کردند؛ بنابراین با توجه به یکسان بودن برنامه‌ی غذایی هفتگی دانشگاه، نوع غذای دریافتی آزمودنی‌ها در دو هفته تا حدود زیادی یکسان بود. یک عدد ترازوی دیجیتال (Doulton Model: EK9150) با دقت یک گرم برای وزن کردن غذای مصرفی به هر آزمودنی داده شد و نحوه‌ی اندازه‌گیری برای آن‌ها شرح داده شد. آزمودنی‌ها با استفاده از ظروف یکبار مصرف، اجزای تشکیل‌دهنده‌ی هر وعده‌ی غذایی را به طور جداگانه وزن کرده، و روی برگه‌ی ثبت یادداشت می‌کردند. یک ناظر هر شب برگه‌های آن روز را کنترل می‌کرد و ایرادهای احتمالی را برطرف می‌نمود. مقدار انرژی دریافتی روزانه‌ی آزمودنی‌ها در پایان از راه نرم‌افزار N4 (تعدیل شده با برنامه‌ی غذایی ایرانیان) محاسبه گردید. این نرم‌افزار ابتدا برای محاسبه‌ی داده‌های پژوهش آماده شد. به این صورت که فهرست ترکیبات غذایی دانشگاه از اداره‌ی تغذیه‌ی دانشگاه دریافت شد و در این فهرست اجزای تشکیل‌دهنده‌ی مواد غذایی و مقدار آن برای هر فرد مشخص گردید. با استفاده از این فهرست مقدار انرژی موجود در هر صد گرم از هر غذا محاسبه و وارد نرم‌افزار شد. هم‌چنین، پس از پایان بررسی، انواع غذاهایی که آزمودنی‌ها خارج از برنامه‌ی غذایی دانشگاه مصرف کرده بودند از برگه‌های ثبت آزمودنی‌ها استخراج، و در یک فهرست جداگانه یادداشت شد. با مراجعه به فروشگاه‌ها مقدار انرژی موجود در آن‌ها از روی جدول ترکیبات موجود بر پاکت آن‌ها برداشته و به نرم‌افزار وارد گردید. برای معدود غذاهایی به جز موارد یاد شده، داده‌های لازم (اجزای تشکیل‌دهنده‌ی غذا و سهم تقریبی هر جز) از آزمودنی‌ها پرسیده، و مقدار تقریبی انرژی آن محاسبه شد. پس از وارد کردن داده‌ها، انرژی دریافتی روزانه آزمودنی‌ها با نرم‌افزار N4 محاسبه، و وارد نرم‌افزار SPSS گردید.

از مقیاس VAS[ii] برای اندازه‌گیری اشتها استفاده گردید.[۳۲] این پرسش‌نامه دارای ۴ پرسش در مورد اشتها، شامل گرسنگی، سیری، میل به خوردن و تصور از خوردن می‌باشد. برای هر پرسش، خطی ۶۵ میلی‌متری وجود دارد که در یک انتهای خط کلماتی مبنی بر کمینه و در انتهای دیگر خط کلماتی مبنی بر بیشینه متغیر مورد نظر وجود دارد. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا هر روز پس از بیدار شدن از خواب و در حالت ناشتا پرسش‌نامه را با تیک زدن روی آن خطوط تکمیل نمایند.

پس از پایان هر ۵ روز، در صبح روز ۶ نمونه‌های خون در ساعت ۸ صبح پس از ۱۲ ساعت ناشتایی از آزمودنی‌ها گرفته شد. نمونه‌های خون به آزمایشگاه منتقل و پس از شمارش سلولی (CBC) و اندازه‌گیری قند خون با روش آنزیمی (با کیت گلوکز اکسیداز و پراکسیداز با حساسیت ۵ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر ـ ایران) با حساسیت ۵ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر)، برای اندازه‌گیری گرلین آسیل‌دار، لپتین و انسولین، تا پایان برنامه در دمای ۲۰- درجه‌ی سانتی‌گراد منجمد و نگهداری شد. گرلین و لپتین به روش الایزا با کیت‌های ساخت شرکت بیوندور با حساسیت بالا (تغییرات درون آزمودنی < ۱۰/۳٪ برای گرلین و ۷/۶٪ > تغییرات درون آزمونی برای لپتین) در پلاسما اندازه‌گیری شد.

i- Counterbalance and crossover

ii - Visual analogue scales

Archive of SID

www.SID.ir

انسولین نیز به روش CLIA[i] (با کیت شرکت Liason ـ ایتالیا) با حساسیت ۰/۵- ۰/۱۷ میکرو واحد در میلی‌لیتر اندازه‌گیری شد.

شدت فعالیت که به صورت دویدن روی نوارگردان (بدون شیب) بود معادل ۵۵ و ۷۵٪ بیشینه ضربان قلب ذخیره بود[۱۴] که قبل از شروع برنامه، از راه ضربان قلب بیشینه‌ی فرد، از روش کاروونن[ii] محاسبه و برآورد گردید. مدت فعالیت برای شدت ۷۵٪، ۳۰ دقیقه و برای شدت ۵۵٪، ۴۵ دقیقه بود که این مدت قبل از اجرای پروتکل برای یکسان‌سازی انرژی مصرفی فعالیت (از راه روشی که در زیر توضیح داده می‌شود) برآورد شده بود. در طول فعالیت تعداد ضربان قلب از راه ضربان سنج سینه‌ای کنترل شد. در صورت فاصله گرفتن ضربان قلب از محدوده‌ی مورد نظر، سرعت نوارگردان متناسب با آن کم یا زیاد می‌شد تا دوباره به محدوده‌ی مورد نظر برگردد. در طول فعالیت ضربان قلب آزمودنی‌ها هر ۵ دقیقه یک بار ثبت می‌شد تا در پایان بررسی میانگین دقیق شدت فعالیت محاسبه شود. هم‌چنین، انرژی مصرفی فعالیت با استفاده از معادله‌ی دویدن ACSM[iii] محاسبه و برآورد گردید.[۳۳] به دلیل این که شیب نوارگردان صفر بوده، و هدف پژوهش‌گر محاسبه‌ی میزان انرژی خالص فعالیت بود قسمت مربوط به شیب و انرژی مصرفی استراحتی از معادله حذف گردید.[۳۴]

برای مقایسه‌ی ویژگی آزمودنی‌ها در دو گروه از آزمون تی مستقل استفاده شد. از آزمون آماری آنووا با اندازه‌گیری مکرر برای بررسی اثر فعالیت ورزشی و اثر تعاملی شدت فعالیت بر متغیرهای پژوهش استفاده شد. با توجه به این که تعداد تکرار اندازه‌گیری‌ها دو بار بود نیازی به اصلاح برای مقایسه دوتایی‌ها نبود، بنابراین از آزمون تی زوجی برای بررسی تغییرات دو اندازه‌گیری در هر گروه استفاده شد. داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۱۹ آنالیز شد. سطح معنی‌داری در این پژوهش معادل $P\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های آزمودنی‌ها و ویژگی فعالیت ورزشی در هر گروه در جدول ۱ مشاهده می‌شود. نکته‌ی قابل توجه این است که در متغیرهای سن، قد، وزن و نمایه‌ی توده‌ی بدن[iv] بین دو گروه شدت کم و شدت زیاد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد که این می‌تواند تا حدودی نشان‌دهنده‌ی همگن بودن دو گروه در این متغیرها باشد. هم‌چنین، با توجه به پیش فرض پژوهش، همان‌طور که انتظار می‌رفت انرژی مصرفی فعالیت بین دو گروه تفاوت معنی‌داری نداشت.

جدول ۱- ویژگی‌های آزمودنی‌ها و ویژگی فعالیت ورزشی*

مشخصات	شدت کم	شدت زیاد
سن (سال)	۲۱/۲±۱/۳	۲۱/۷±۱/۵
قد (سانتی‌متر)	۱۵۹/۶±۳/۲	۱۶۳/۱±۴/۲
وزن (کیلوگرم)	۵۶/۴±۳/۸	۵۹/۳±۴/۴
نمایه‌ی توده‌ی بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۲/۴±۱/۵	۲۲/۳±۱/۱
درصد چربی	۲۸/۶±۱/۹	۲۷/۸±۱/۷
میانگین ضربان قلب هنگام فعالیت (ضربه در دقیقه)	۱۴۱/۳±۳/۵	۱۶۶/۴±۲/۴
درصد ضربان قلب بیشینه	۵۴/۹±۲/۷	۷۵/۶±۰/۴
سرعت نوارگردان (کیلومتر بر ساعت)	۵/۲±۰/۵	۷/۱±۰/۳
مدت فعالیت در روز (دقیقه)	۴۵	۳۰
انرژی مصرفی فعالیت ورزشی (کیلوکالری)	۲۲۰/۴ ±۳۰/۰۳	۲۱۱/۲±۱۶/۰۲

*مقادیر به صورت میانگین± انحراف معیار بیان شده‌اند.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد فعالیت ورزشی در هیچ یک از گروه‌ها موجب تغییر معنی‌داری در انرژی دریافتی مطلق و انرژی دریافتی نسبی (انرژی دریافتی مطلق ـ انرژی مصرفی فعالیت) نشد. هم‌چنین، در اثر ورزش بر انرژی دریافتی مطلق و انرژی دریافتی نسبی، تفاوت معنی‌داری بین دو شدت از فعالیت مشاهده نگردید. زنان گروه شدت کم ۲۳٪ و زنان گروه شدت زیاد ۱۴٪ از انرژی مصرفی فعالیت را با افزایش غذای دریافتی جبران کردند.

اثر دو شدت از فعالیت ورزشی بر غلظت گلوکز، لپتین و گرلین معنی‌دار نبود. اما غلظت انسولین فقط در گروه شدت کم کاهش نشان داد ($P=۰/۰۰۷$). هم‌چنین، در اثر ورزش بر متغیرهای خونی پژوهش، تفاوت معنی‌داری بین دو شدت از فعالیت مشاهده نشد.

فعالیت ورزشی موجب تغییر معنی‌داری در گرسنگی و سیری در هر دو گروه نشد. اما میل به غذا خوردن ($P=۰/۰۲$) و تصور از خوردن ($P=۰/۰۳$) فقط در گروه شدت زیاد افزایش یافت. هم‌چنین، در اثر ورزش بر متغیرهای اشتها،

i - Chemiluminescent immunoassay
ii- Karvonen
iii- American college of sports medicine
iv -Body mass index

Archive of SID
www.SID.ir

بین دو شدت از فعالیت تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳).

جدول ۲- اثر دو شدت از فعالیت بر سطح انرژی و شاخص‌های خونی*

	شدت کم		شدت زیاد	
	کنترل	فعالیت	کنترل	فعالیت
انرژی دریافتی مطلق† (کیلوکالری)	۱۶۰۴/۰۵±۲۵۵/۵	۱۶۵۴/۵±۴۵۷/۴	۱۷۶۷/۰۹±۳۴۷/۷	۱۷۹۶/۴±۳۵۴/۴
انرژی دریافتی نسبی‡ (کیلوکالری)	۱۶۰۴/۰۵±۲۵۵/۵	۱۴۳۴/۱±۴۴۲/۳	۱۷۶۷/۰۹±۳۴۷/۷	۱۵۸۵/۲±۳۴۹/۱
گرلین (پیکوگرم در میلی‌لیتر)	۹۸/۷±۱۸/۵	۹۱/۸±۱۳/۰۹	۹۲/۵±۱۷/۳	۸۷/۶±۱۷/۷
لپتین (نانوگرم در میلی‌لیتر)	۱۴/۸±۷/۴	۱۳/۵±۷/۶	۱۳/۵±۲/۲	۱۳/۶±۵/۶
انسولین (میکرو واحد بین‌المللی بر میلی‌لیتر)	۱۰/۸±۲/۲	§۸/۹±۱/۲	۹/۱±۳/۳	۹/۸±۶/۳
گلوکز (میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر)	۹۰/۵±۶/۶	۸۹/۳±۱۰/۷	†۸۸/۲±۵/۹	۸۷/۱±۴/۸

*مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند، †انرژی دریافتی مطلق= میانگین انرژی موجود در غذای مصرفی آزمودنی‌ها در طول ۵ روز، ‡ انرژی دریافتی نسبی = انرژی دریافتی مطلق- انرژی فعالیت، §P≤۰/۰۱ در مقایسه با کنترل همان گروه.

جدول ۳- اثر دو شدت از فعالیت بر اشتها*

	شدت کم		شدت زیاد	
	کنترل	فعالیت	کنترل	فعالیت
گرسنگی	۳۱/۴۰±۸/۵۸	۲۹/۲۳±۱۱/۴۸	۲۲/۲۸±۱۴/۶۸	۲۶/۵۳±۱۵/۴۱
سیری	۲۹/۰۸±۱۲/۹۲	۲۸/۳۳±۱۸/۰۱	۳۵/۹۳±۱۱/۲۵	۳۴/۳۳±۱۱/۱۴
میل به غذا	۳۲/۲۵±۹/۴۰	۲۹/۳۸±۱۲/۳۰	۲۴/۰۵±۱۲/۶۵	†۳۱/۷۳±۱۳/۷۴
تصور از خوردن	۳۲/۳۰±۱۱/۴۱	۳۱/۹۵±۱۱/۴۸	۲۵/۱۵±۱۰/۶۹	†۳۳/۱۳±۱۳/۷۹

*مقادیر به صورت میانگین± انحراف معیار بیان شده‌اند، †معنی‌داری P≤ ۰/۰۵ در مقایسه با کنترل همان گروه.

بحث

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد فعالیت هوازی با هر دو شدت به مدت ۵ روز متوالی، تغییر معنی‌داری در میانگین انرژی دریافتی مطلق ایجاد نکرد. هم‌چنین، این برنامه‌ی ورزشی موجب ایجاد تعادل منفی انرژی در هیچ‌یک از گروه‌ها نشد. این یافته‌ها را می‌توان از دو جنبه مورد بررسی قرار داد. اول این که واکنش‌پذیری افراد به فعالیت ورزشی در این متغیرها بسیار متفاوت بود، به طوری‌که در برخی از آزمودنی‌ها انرژی دریافتی با فعالیت افزایش نشان داد، در حالی‌که در برخی بدون تغییر و در برخی دیگر کاهش یافت. این مورد سبب شد تا برخلاف تغییر غیرمعنی‌دار میانگین انرژی دریافتی در دو شرایط، بالا بردن انرژی مصرفی از راه فعالیت ورزشی موجب تغییر معنی‌داری در تعادل انرژی نگردد. اما نکته‌ی دوم این است که در هر دو گروه جبران نسبی انرژی دریافتی مشاهده شد. به این معنی که درصدی از انرژی مصرفی فعالیت با افزایش انرژی دریافتی جبران شد، و بنابراین یکی از دلایل عدم تغییر معنی‌دار در تعادل انرژی می‌تواند افزایش نسبی انرژی دریافتی (غیر معنی‌دار) باشد.

استابز و همکاران در پژوهشی به بررسی اثر ۷ روز متوالی تمرین‌های ورزشی با شدت کم و شدت زیاد بر انرژی دریافتی مطلق و تعادل انرژی در ۶ زن سالم پرداختند. یافته‌های آن‌ها نشان داد تمرین ورزشی در هیچ کدام از شدت‌ها موجب تغییر معنی‌داری در انرژی دریافتی مطلق نشد؛ هم‌چنین، در هیچ‌کدام از شدت‌ها تعادل منفی انرژی ایجاد نگردید.[۲۷] هرچند در پژوهش حاضر مقدار انرژی مصرفی فعالیت با شدت زیاد دو برابر شدت کم‌بود، اما در مورد عدم تغییر معنی‌دار انرژی دریافتی مطلق و نسبی، یافته‌های بررسی حاضر همسو با این پژوهش است. اما در بررسی دیگر همین پژوهش‌گران[۲۹] که در آن برنامه‌ی فعالیت به مدت ۱۴ روز ادامه یافت، نشان داده شد انرژی دریافتی مطلق در زنان در هر دو شدت زیاد و کم تغییر نکرد، اما تعادل منفی انرژی در هر دو شدت مشاهده شد. این یافته‌ها

Archive of SID

www.SID.ir

نشان می‌دهد که با ادامه یافتن برنامه‌ی ورزشی احتمال ایجاد تعادل منفی انرژی وجود دارد. پومرلیا و و همکاران[۱۴] در پژوهشی روی زنان به نسبت فعال نشان دادند یک جلسه فعالیت شدت زیاد نسبت به فعالیت شدت کم موجب افزایش انرژی دریافتی می‌شود، اما تعادل منفی انرژی با هر دو شدت مشاهده شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد ممکن است اثر یک وهله‌ای فعالیت بر انرژی دریافتی متفاوت باشد.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد ۵ روز فعالیت متوالی موجب تغییر معنی‌داری در غلظت لپتین نمی‌شود، و تفاوتی بین دو شدت نیز وجود ندارد. هومارد و همکاران نشان دادند تمرین کوتاه مدت (۶۰ دقیقه فعالیت با شدت ۷۵٪ بیشینه اکسیژن مصرفی در طول ۷ روز) در مردان جوان و سالخورده‌ی سالم تغییر معنی‌داری در غلظت لپتین ایجاد نکرد.[۳۵] هم‌چنین، هاگوبیان و همکاران نیز در برنامه‌ی تمرینی ۴ روزه‌ی خود تغییر معنی‌داری در غلظت لپتین مردان و زنان دارای اضافه وزن گزارش نکردند.[۳۰] بلک و همکاران به یافته‌های مشابهی با ۶ روز تمرین متوالی در آزمودنی‌های چاق و دارای اضافه وزن رسیدند.[۳۶] با توجه به این که نشان داده شده تمرین‌های کوتاه مدت با صرف انرژی کم و متوسط نمی‌تواند موجب تغییر معنی‌داری در غلظت لپتین شود،[۲۲-۱۹] این یافته‌ی پژوهش حاضر همسو با بسیاری از بررسی‌های دیگر است. اما هیلتون و لوکس نشان دادند در مقایسه با گروه کنترل، غلظت ۲۴ ساعته‌ی لپتین در زنان پس از ۴ روز فعالیت کاهش یافت.[۳۷] از آنجا که غلظت لپتین در طول روز تغییر می‌نماید[۳۸] و در پژوهش حاضر فقط غلظت ناشتایی آن اندازه‌گیری شده، ممکن است این تناقض ناشی از تغییرات روزانه‌ی لپتین باشد. علاوه بر این، مقدار انرژی صرف شده به وسیله‌ی فعالیت در پژوهش هیلتون و لوکس[۳۷] بسیار بالاتر از بررسی حاضر بوده و ممکن است برنامه‌ی تمرینی پژوهش حاضر برای تغییر لپتین تحریک لازم را ایجاد نکرده باشد.

در بررسی حاضر غلظت گرلین آسیل‌دار با هر دو شدت از فعالیت تغییر معنی‌داری نشان نداد. در پژوهش هاگوبیان و همکاران که فعالیت ورزشی در آن به مدت ۴ روز پیاپی ادامه یافت، تغییر معنی‌داری در غلظت گرلین آسیل‌دار در مردان چاق مشاهده نشد، اما در زنان چاق افزایش یافت.[۳۰] در نگاه اول به نظر می‌رسد علت تفاوت در یافته‌ها ممکن است ناشی از تفاوت در درصد چربی آزمودنی باشد، زیرا آزمودنی‌های پژوهش هاگوبیان و همکاران[۳۰] افراد چاق و دارای اضافه وزن بودند. اما در بررسی مکلوی و همکاران غلظت گرلین آسیل دار با ۵ روز فعالیت هوازی هم در پسران وزن طبیعی و هم در پسران دارای اضافه وزن افزایش نشان داد.[۳۹] تفاوت عمده‌ی دیگر در این بررسی‌ها مقدار انرژی مصرف شده در پژوهش است، به طوری‌که انرژی مصرفی فعالیت در بررسی حاضر کمتر از دو بررسی یاد شده بود. شاید فعالیت انجام شده در پژوهش حاضر برای تغییر غلظت گرلین آسیل‌دار نتوانسته تحریک کافی را به عمل بیاورد. اما هدایتی و همکاران با پژوهش روی زنان جوان وزن طبیعی نشان دادند که غلظت گرلین تام با ۴ هفته تمرین مقاومتی در هیچ‌یک از شدت‌های بالا و پایین تغییر معنی‌داری نکرد.[۴۰] این در حالی است که اردمن و همکاران دریافتند یک جلسه فعالیت شدت پایین موجب افزایش گرلین تام می‌شود، اما با فعالیت شدت بالا تغییری مشاهده نشد.[۲۴] یافته‌های این دو بررسی در مورد گرلین تام است. پژوهش‌های کمی در مورد اثر تمرین‌های ورزشی کوتاه‌مدت بر غلظت هورمون گرلین آسیل‌دار وجود دارد، و بنابراین امکان یک نتیجه‌گیری کلی وجود ندارد و هنوز مشخص نیست که گرلین آسیل‌دار به تمرین‌های کوتاه‌مدت چه پاسخی می‌دهد.

یکی دیگر از یافته‌های بررسی حاضر، کاهش انسولین در گروه شدت کم بود. هومارد و همکاران[۳۵] نشان دادند که ۷ روز فعالیت موجب تغییر معنی‌داری در غلظت انسولین نشد، اما حساسیت انسولینی در مردان جوان و سالخورده بهبود یافت. این یافته‌ها همسو با یافته‌های پیشین در این زمینه بود.[۴۱،۴۲] اما در بررسی هاگوبیان و همکاران[۳۰] غلظت انسولین هم در مردان چاق و هم در زنان چاق کاهش نشان داد. انسولین یک هورمون سرکوب کننده‌ی اشتها است[۴۳] و با کاهش آن باید انتظار افزایش انرژی دریافتی را داشت. اما در بررسی حاضر تغییر معنی‌داری در انرژی دریافتی و یا اشتهای گروه شدت کم مشاهده نشد. از سوی دیگر، اشتها در گروه شدت زیاد افزایش معنی‌داری نشان داد. هرچند یافته‌های دو شدت از فعالیت در این متغیرها متفاوت است، اما به نظر می‌رسد هر دو تغییر در راستای افزایش انرژی دریافتی است و احتمال دارد جبران نسبی انرژی دریافتی در این بررسی ناشی از این تغییرات باشد. استابز و همکاران[۲۷] در پژوهشی روی زنان نشان دادند که ۷ روز فعالیت موجب افزایش احساس گرسنگی در هر دو شدت از فعالیت می‌شود. اما در بررسی هاگوبیان و همکاران[۳۰] تغییری در اشتهای زنان چاق با ۴ روز فعالیت ایجاد نشد. هم‌چنین، در این

Archive of SID

www.SID.ir

بررسی ارتباطی بین انسولین و متغیرهای اشتها در زنان چاق مشاهده نشد. به علت کمبود پژوهش‌ها، هنوز ارتباط بین تغییرات هورمونی، اشتها و انرژی دریافتی در واکنش به فعالیت به طور دقیق مشخص نشده، اما در کل با توجه به عدم تاثیر معنی‌دار فعالیت بر هورمون‌های گرلین و لپتین در بررسی حاضر، عدم تغییر معنی‌دار انرژی دریافتی مطلق دور از انتظار نیست. کاهش ناچیز ولی معنی‌دار اشتها و انسولین هم به نظر می‌رسد که برای تغییر معنی‌دار انرژی دریافتی مطلق کافی نبوده است.

در هر صورت، یافته‌های پژوهش کنونی نشان داد در شرایط انرژی مصرفی یکسان، تفاوتی بین فعالیت با شدت کم و فعالیت با شدت زیاد در انرژی دریافتی وجود ندارد. هم‌چنین، با توجه به عدم توانایی دو شدت از فعالیت در ایجاد تعادل منفی انرژی، به نظر می‌رسد فعالیت ورزشی با این میزان از انرژی مصرفی، به تنهایی برای کاهش وزن در زنان کافی نباشد. هر چند نیاز به بررسی‌های بیشتری در این زمینه است تا بتوان به یک الگوی کلی دست یافت، اما با استناد به یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان به زنان توصیه نمود برای اطمینان یافتن از کاهش وزن به وسیله‌ی فعالیت ورزشی، مقدار رژیم غذایی خود را نیز کنترل نمایند.

References

1. Shaw K, Gennat H, O'Rourke P, Del Mar C. Exercise for overweight or obesity. Cochrane Database Syst Rev 2006; 18: CD003817.
2. McMurray RG, Hackney AC. Interactions of metabolic hormones, adipose tissue and exercise. Sports Med 2005; 35: 393-412.
3. Deighton K, Zahra JC, Stense DJ. Appetite, energy intake and resting metabolic responses to 60 min treadmill running performed in a fasted versus a postprandial state. Appetite 2012; 58: 946-54.
4. Balaguera-Cortes L, Wallman KE, Fairchild TJ, Guelfi KJ. Energy intake and appetite-related hormones following acute aerobic and resistance exercise. Appl Physiol Nutr Metab 2011; 36: 958-66.
5. Evero N, Hackett LC, Clark RD, Phelan S, Hagobian TA. Aerobic exercise reduces neuronal responses in food reward brain regions. J Appl Physiol 2012; 112: 1612-9.
6. Thompson DA, Wolfe LA, Eikelboom R. Acute effects of exercise intensity on appetite in young men. Med Sci Sports Exerc1988; 20: 222-7.
7. Imbeault P, Saint-Pierre S, Almeras N, Tremblay A. Acute effects of exercise on energy intake and feeding behaviour. Br J Nutr 1997; 77: 511-21.
8. King NA, Snell L, Smith RD, Blundell JE. Effects of short-term exercise on appetite responses in unrestrained females. Eur J Clin Nutr 1996; 50: 663–7.
9. King NA, Tremblay A, Blundell JE. Effects of exercise on appetite control: implications for energy balance. Med Sci Sports Exerc 1997; 29: 1076-89.
10. Lluch A, King NA, Blundell JE. Exercise in dietary restrained women: no effect on energy intake but change in hedonic ratings. Eur J Clin Nutr 1998; 52: 300–7.
11. King NA, Lluch A, Stubbs RJ, Blundell JE. High dose exercise does not increase hunger or energy intake in free living males. Eur J Clin Nutr 1997; 51: 478–83.
12. King NA, Burley VJ, Blundell JE. Exercise-induced suppression of appetite: effects on food intake and implications for energy balance. Eur J Clin Nutr 1994; 48: 715–24.
13. King NA, Blundell JE. High-fat foods overcome the energy expenditure induced by high-intensity cycling or running. Eur J Clin Nutr1995; 49: 113-4.
14. Pomerleau M, Imbeault P, Parker T, Doucet E. Effects of exercise intensity on food intake and appetite in women. Am J Clin Nutr 2004; 80: 1230-6.
15. Verger P, Lanteaume MT, Louis-Sylvestre J. Human intake and choice of foods at intervals after exercise. Appetite 1992; 18: 93-9.
16. Verger P, Lanteaume MT, Louis-Sylvestre J. Free food choice after acute exercise in men. Appetite 1994; 22: 159-64.
17. Westerterp-Plantenga MS, Verwegen CR, Ijedema MJ, Wijckmans NE, Saris WH. Acute effects of exercise or sauna on appetite in obese and nonobese men. Physiol Behav 1997; 62: 1345-54.
18. Kissileff HR, Pi-Sunyer FX, Segal K, Meltzer S, FoelschPA. Acute effects of exercise on food intake in obese and nonobese women. Am J Clin Nutr 1990; 52: 240-5.
19. Duclos M, Corcuff JB, Ruffie A, Roger P, Manier G. Rapid leptin decrease in immediate post-exercise recovery. Clin Endocrinol (Oxf) 1999; 50: 337-42.
20. Landt M, Lawson GM, Helgeson JM, Davila-Romana VG, Ladensona JH, Jaffea AS, et al. Prolonged exercise decreases serum leptin concentrations. Metabolism 1997; 46: 1109-12.
21. Leal-Cerro A, Garcia-Luna PP, Astorga R, Parejo J, Peino R, Dieguez C, et al. Serum leptin levels in male marathon athletes before and after the marathon run. J Clin Endocrinol Metab 1998; 83: 2376-9.
22. Olive JL, Miller GD. Differential effects of maximal- and moderate-intensity runs on plasma leptin in healthy trained subjects. Nutrition 2001; 17: 365-9.
23. Burns SF, Broom DR, Miyashita M, Mundy C, Stensel DJ. A single session of treadmill running has no effect on plasma total ghrelin concentrations. J Sports Sci 2007; 25: 635-42.
24. Erdmann J, Tahbaz R, Lippl F, Wagenpfeil S, Schusdziarra V. Plasma ghrelin levels during exercise— effects of intensity and duration. Regul Pept 2007; 143: 127-35.
25. Wright DC, Swan PD. Optimal Exercise Intensity for Individuals With Impaired Glucose Tolerance. Diabetes Spectrum 2001; 14: 93-7.
26. Thivel D, Isacco L, Montaurier C, Boirie Y, Duche P, Morio B. The 24-h energy intake of obese adolescents is spontaneously reduced after intensive exercise: a randomized controlled trial in calorimetric chambers. PLoS One 2012; 7: e29840.

Archive of SID

www.SID.ir

27. Stubbs RJ, Sepp A, Hughes DA, Johnstone AM, King N, Horgan G, et al. The effect of graded levels of exercise on energy intake and balance in free-living women. Int J Obes Relat Metab Disord 2002; 26: 866–9.
28. Stubbs RJ, Sepp A, Hughes DA, Johnstone AM, Horgan GW, King NA, et al. The effect of graded levels of exercise on energy intake and balance in free-living men, consuming their normal diet. Eur J Clin Nutr 2002; 56: 129-40.
29. Whybrow S, Hughes DA, Patrick R, Alexandra MJ, Graham WH, King N, et al. The effect of an incremental increase in exercise on appetite, eating behavior and energy balance in lean men and women feeding ad libitum. Bri J Nutr 2008; 100: 1109-15.
30. Hagobian TA, Sharoff CG, Stephens BR, Wade GN, Silva JE, Chipkin SR, et al. Effects of exercise on energy-regulating hormones and appetite in men and women. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol 2009; 296: R233-42.
31. Staten MA. The effect of exercise on food intake in men and women. Am J Clin Nutr 1991; 53: 27-31.
32. Flint A, Raben A, Blundell JE, Astrup A. Reproducibility, power and validity of visual analogue scales in assessment of appetite sensations in single test meal studies. Int J Obes Relat Metab Disord 2000; 24: 38-48.
33. Glass Stephen, dwyer Gregory Byron. ACSM's metabolic calculation handbook. Lippincott Williams and Wilkins, - Health and Fitness 2007; p 111.
34. Bozinovski NC, Bellissimo N, Thomas SG, Pencharz PB, Goode RC, Anderson GH. The effect of duration of exercise at the ventilation threshold on subjective appetite and short-term food intake in 9 to 14 year old boys and girls. Int J Behav Nutr PA 2009; 6: 66.
35. Houmard JA, Cox JH, Mac-Lean PS, Barakat HA. Effect of short-term exercise training on leptin and insulin action. Metabolism 2000; 49: 858-61.
36. Black SE, Mitchell E, Freedson PS, Chipkin SR, Braun B. Improved insulin action following short-term exercise training: role of energy and carbohydrate balance. J Appl Physiol 2005; 99: 2285-93.
37. Hilton LK, Loucks AB. Low energy availability, not exercise, suppresses the diurnal rhythm of leptin in healthy young women. Am J Physiol Endocrinol Metab 2000; 278: E43-9.
38. Loucks AB, Thuma JR. Luteinizing hormone pulsatility is disrupted at a threshold of energy availability in regularly menstruating women. J Clin Endocrinol Metab 2003; 88: 297-311.
39. Mackelvie KJ, Meneilly GS, Elahi D, Wong ACK, Barr SI, Chanoine JP. Regulation of appetite in lean and obese adolescents after exercise: role of acylated and desacyl ghrelin. J Clin Endocrinol Metab 2007; 92: 648-54.
40. Hedayati M, Saghebjoo M, Ghanbari-Niaki A. Effects of circuit resistance training intensity on the plasma ghrelin to obestatin ratios in healthy young women. Int J Endocrinol Metab 2012; 10: 475-9.
41. Kang J, Goss FL, Robertson RJ, Hagberg JM, Kelley DE, Goss FL, et al. Effect of exercise intensity on glucose and insulin metabolism in obese individuals and obese NIDDM patients. Diabetes Care 1996; 19: 341-49.
42. Rogers MA, Yamamoto C, King DS, Hagberg JM, Ehsani AA, Holloszy JO. Improvements in glucose tolerance after 1 week of exercise in patients with mild NIDDM. Diabetes Care 1988; 11: 613-18.
43. Hagobian TA, Braun B. Physical Activity and Hormonal Regulation of Appetite: Sex Differences and Weight Control. Exerc Sport Sci Rev 2010; 38: 25-30.

Archive of SID

www.SID.ir

Original Article

Effects of Aerobic Exercise Intensity on Energy Intake, Appetite and Energy-Regulating Hormones in Sedentary Young Women

Ebrahimi M, Rahmani-Nia F, Damirchi A, Mirzaie B

Department of Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht. I.R. Iran

e-mail: P11ebrahimi@gmail.com

Received: 12/06/2012 **Accepted**: 27/08/2012

Abstract

Introduction: The purpose of this study was to investigate the effects of low and high intensity aerobic exercises on energy intake, appetite and energy-regulating hormones. Materials and Methods: Sixteen sedentary women (age 22.50±1.46 yr, height 160±4.30 cm, weight 57.83±4.25 kg, fat percent 28.26±1.79) were randomly divided into two groups, of low (55% MHRR for 45 min/day) and high (75% MHRR for 30 min/day) intensity. All subjects participated in two experimental durations, two days apart; five days control with no exercise, and five days exercise. Subjects dietary intakes were recorded using a food diary and self-weighed intakes during each of the five days. The visual analogue scale (VAS) was completed at each morning in a fasted state. Levels of acylated ghrelin, insulin, leptin, and glucose were measured in the morning on the 6th day in fasting status after control and exercise conditions. Results: No significant changes were found in absolute and relative energy intakes, level of acylated ghrelin and leptin between the two durations (p>0.05). However, insulin concentration reduced significantly after the exercise duration in the low-intensity exercise group (p=0.007). Also, the desire to eat (p=0.02) and prospective food consumption (p=0.03) increased significantly during exercise days in the high-intensity exercise group. Exercise-induced energy deficits were compensated by 23% and 14% in low and high-intensity exercise groups respectively. Conclusion: Five consecutive days exercise with low and high intensities do not create a negative energy balance and it is recommended that women need to increase energy expenditure and decrease energy intake concurrently for weight control.

Keywords: Energy Intake, Appetite, Energy-regulating hormone, Aerobic exercise

Archive of SID

www.SID.ir