

اثر شدت فعالیت هوازی بر انرژی دریافتی، اشتها و هورمون‌های تنظیم کننده انرژی در مردان جوان غیر فعال

محسن ابراهیمی^۱، فرهاد رحمانی‌نیا^۲، ارسلان دمیچی^۳، بهمن میرزایی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۵/۲۳

چکیده

تحقیق حاضر با هدف بررسی آثار فعالیت هوازی با شدت کم و زیاد بر انرژی دریافتی، اشتها و هورمون‌های تنظیم کننده انرژی انجام شد. شانزده مرد سالم غیر فعال (سن $1/44 \pm 0.9$ سال، قد $172/55 \pm 6/33$ سانتیمتر، وزن $70/55 \pm 8/90$ کیلوگرم، درصد چربی بدن $17/95 \pm 4/30$) به صورت تصادفی به دو گروه فعالیت با شدت کم (۵۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره به مدت ۴۵ دقیقه) و فعالیت با شدت زیاد (۷۵ درصد حداکثر 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 پنج روز وزن کرده و در برگه روزانه ثبت کردند. اشتهای آزمودنی‌ها هر روز صبح با مقیاس دیداری (VAS) ثبت شد. غلظت هورمون گرلین، لپتین، انسولین و گلوکز در صبح روز ششم در حالت ناشتا پس از شرایط کنترل و فعالیت اندازه گیری شد. تغییر معناداری در انرژی دریافتی مطلق، اشتها، غلظت هورمون گرلین و لپتین در هیچ یک از گروه‌ها مشاهده نشد ($P > 0.05$)؛ اما انرژی دریافتی نسبی به طور معناداری در گروه با شدت کم کاهش یافت ($P = 0.018$). همچنین کاهش معناداری در غلظت انسولین ($P = 0.041$) و گلوکز ($P = 0.022$) در گروه با شدت زیاد مشاهده شد. چنین می‌توان نتیجه گیری کرد که فعالیت هوازی با شدت کم در ایجاد تعادل منفی موثرتر از فعالیت هوازی با شدت زیاد عمل می‌کند. همچنین فعالیت هوازی با شدت زیاد در کاهش غلظت انسولین و گلوکز بهتر از فعالیت هوازی با شدت کم عمل می‌کند.

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

مقدمه

وزن بدن از طریق تعادل بین انرژی دریافتی و انرژی مصرفی تنظیم می‌شود. برای کنترل وزن، بسیاری از محققین و دانشمندان انجام منظم فعالیت‌های ورزشی را به منظور افزایش در انرژی مصرفی و معادل کردن آن با انرژی دریافتی توصیه می‌کنند (۱). از طرف دیگر، 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 سوخت چربی داشته باشد، تحقیقات بسیاری صورت گرفته است، اما اطلاعات کمتری در مورد طرف دیگر ترازوی تعادل انرژی وجود دارد. یکی از دلایلی که در این زمینه تحقیقات کمتری انجام شده این است که اندازه‌گیری دقیق انرژی دریافتی کار دشواری است و به همین دلیل اغلب تحقیقات موجود نیز در مورد اثر حاد فعالیت است.

برخی از مطالعات اخیر نشان می‌دهند فعالیت بدنی علاوه بر افزایش انرژی مصرفی، می‌تواند به طور غیر مستقیم از طریق تعدیل هورمون‌های مرتبط در انرژی دریافتی، در تنظیم طرف دیگر کفه ترازوی تعادل انرژی نیز مداخله کند (۲). بلوندل و کینگ^۱ در سال ۱۹۹۹ با بررسی مطالعات انجام شده قبلی دریافتند که فقط در ۱۹ درصد از تحقیقات انجام شده پس از فعالیت ورزشی انرژی دریافتی افزایش می‌یابد و در ۶۵ درصد از تحقیقات تغییری در انرژی دریافتی پس از فعالیت ورزشی مشاهده نشد و ۱۶ درصد از تحقیقات کاهش اشتها را گزارش کردند (۳). بررسی مطالعات انجام شده در مورد اثر حاد فعالیت نشان می‌دهد شدت‌های مختلف فعالیت آثار متفاوتی بر اشتها، انرژی دریافتی و هورمون‌های تنظیم‌کننده انرژی بجای می‌گذارد. برای مثال، مطالعات زیادی نشان می‌دهد که فعالیت شدید موجب کاهش احساس گرسنگی بدون تغییر در انرژی دریافتی می‌شود (۴،۵،۶). برخی از مطالعات نیز نشان داده اند فعالیت شدید موجب افزایش انرژی دریافتی (۷،۸،۹) و در برخی دیگر موجب کاهش آن می‌شود (۱۰،۱۱). اما فعالیت با شدت کم و متوسط تغییری در اشتها و انرژی دریافتی ایجاد نمی‌کند (۴،۵). تحقیقات نشان دادند سطوح لپتین گردش خون فقط با فعالیت شدید و طولانی مدت کاهش می‌یابد و در غیاب کاهش وزن هیچ تغییر معناداری در سطوح ناشتایی این هورمون مشاهده نمی‌شود (۱۱،۱۲). اگرچه نشان داده شده است فعالیت حاد، اثری بر سطوح پلاسمایی حالت ناشتای گرلین، هم در آزمودنی‌های با وزن طبیعی و هم در آزمودنی‌های دارای اضافه وزن (۱۳)

ندارد ولی نتایج ممکن است به شدت فعالیت بستگی داشته باشد. زیرا فعالیت با شدت کم نسبت به فعالیت شدید موجب تحریک سطوح گرلین تام پلازما بدون وابستگی به مدت فعالیت می‌شود (۱۴).

با وجود این تحقیقات، هنوز مشخص نشده است که چه شدتی از فعالیت می‌تواند در مجموع بیشترین تعادل منفی انرژی را ایجاد کند. نکته مهم‌تر اینجاست که با توجه به اینکه بیشتر اطلاعات موجود در مورد اثر حاد فعالیت است، هنوز مشخص نیست که در صورت ادامه یافتن فعالیت ورزشی چه اتفاقی در انرژی دریافتی، اشتها و هورمون‌های تنظیم کننده انرژی بدن می‌افتد. همچنین، تحقیقاتی که در آن‌ها مقدار انرژی دریافتی تحت کنترل محقق بوده است قابل تعمیم به شرایط عادی نیست. چرا که در حالت عادی نوع و مقدار غذای مصرفی معمولاً به دلخواه افراد تعیین می‌شود. لذا تحقیق حاضر قصد دارد فعالیت ورزشی را در دو شدت و با انرژی مصرفی یکسان اعمال کند تا به بررسی اثر شدت فعالیت هوازی بر انرژی دریافتی دلخواه^۱، اشتها و هورمون‌های تنظیم کننده انرژی بپردازد.

روش پژوهش

آزمودنی‌های تحقیق شامل ۱۶ مرد سالم غیر فعال جوان با وزن طبیعی بود و به صورت داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. منظور از غیر فعال در این تحقیق نداشتن فعالیت ورزشی منظم (بیش از ۱ جلسه در هفته) در ۶ ماه گذشته بود. همچنین آزمودنی‌های تحقیق در ۶ ماه گذشته وزن ثابتی (تغییرات وزنی کمتر از ± 2 کیلوگرم) داشتند. پس از ارائه توضیحات لازم درباره تحقیق و زمان بندی همکاری، فرم رضایت نامه توسط آنها تکمیل شد. در جلسه بعدی اندازه گیری‌های آنتروپومتریکی، تکمیل پرسشنامه سلامت، تکمیل پرسشنامه فعالیت بدنی انجام شد و افراد واجد شرایط، به عنوان آزمودنی در تحقیق بکار گرفته شدند.

پروتکل تحقیق شامل دو هفته متوالی بود که در طول این دو هفته انرژی دریافتی (غذای مصرفی) آزمودنی‌ها به وسیله برگه ثبت، به مدت ۵ روز متوالی در هر هفته مورد بررسی قرار گرفت. در هفته اول از نیمی از آزمودنی‌ها خواسته شد تا زندگی معمولی خود را ادامه دهند و از هر گونه فعالیت ورزشی و کار سنگین خودداری کنند (کنترل). بقیه آزمودنی‌ها به مدت ۵ روز متوالی، فعالیت دویدن روی نوارگردان را بر اساس شدت تعیین شده به صورت روزانه انجام دادند (فعالیت). در هفته دوم، آزمودنی‌هایی که در هفته اول کنترل بودند، فعالیت مذکور را انجام دادند و آزمودنی‌هایی که در هفته اول فعالیت انجام داده بودند در شرایط کنترل قرار

گرفتند. ترتیب هفته‌ها به صورت متعادل و تقاطعی^۱ تعیین شد. مقیاس‌های مربوط به اشتها هر روز صبح در طول هر دو هفته در حالت ناشتا توسط آزمودنی‌ها تکمیل می‌شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا زندگی معمولی خود را در طول تحقیق ادامه دهند. همچنین از آنها خواسته شد تا در طول تحقیق هیچ گونه دارویی که بر نتایج تحقیق اثر گذار باشد مصرف نکنند (۱۵).

آزمودنی‌های تحقیق دانشجویان دانشگاه بودند که همگی از غذاخوری دانشگاه استفاده می‌کردند. لذا با توجه به یکسان بودن برنامه غذایی هفتگی دانشگاه، نوع غذای دریافتی آزمودنی‌ها در دو هفته تا حدود زیادی یکسان بوده است. یک عدد ترازوی دیجیتالی (Doulton Model: EK9150) با دقت یک گرم برای وزن کردن غذای مصرفی به هر آزمودنی داده شد و نحوه اندازه‌گیری برای آن‌ها شرح داده شد. آزمودنی‌ها با استفاده از ظروف یکبار مصرف، اجزای تشکیل دهنده هر وعده غذایی را به طور جداگانه وزن کرده و روی برگه ثبت یادداشت می‌کردند. یک ناظر هر شب برگه‌های آن روز را چک می‌کرد و ایرادهای احتمالی را برطرف می‌کرد. مقدار انرژی دریافتی روزانه آزمودنی‌ها در پایان از طریق نرم افزار N4 (تعدیل شده با برنامه غذایی ایرانیان) محاسبه شد. این نرم افزار ابتدا برای محاسبه داده‌های تحقیق آماده شد. به این صورت که فهرست ترکیبات غذایی دانشگاه از اداره تغذیه دانشگاه اخذ شد. در این فهرست اجزای تشکیل دهنده مواد غذایی و مقدار آن برای هر فرد مشخص شده است. با استفاده از این لیست مقدار انرژی موجود در هر صد گرم از هر غذا محاسبه و وارد نرم افزار گردید. همچنین پس از پایان تحقیق، انواع غذاهای که آزمودنی‌ها خارج از برنامه غذایی دانشگاه مصرف کرده بودند از برگه‌های ثبت آزمودنی‌ها استخراج و در فهرستی جداگانه یادداشت شد. با مراجعه به فروشگاه‌ها مقدار انرژی موجود در آن‌ها از روی جدول ترکیبات موجود بر پاکت آن‌ها برداشته و وارد نرم افزار شد. برای معدود غذاهایی غیر از موارد ذکر شده، اطلاعات لازم (اجزای تشکیل دهنده غذا و سهم تقریبی هر جزء) از آزمودنی‌ها پرسیده شده و مقدار تقریبی انرژی آن محاسبه گردید. پس از وارد کردن داده‌ها، انرژی دریافتی روزانه آزمودنی‌ها با نرم افزار N4 محاسبه و وارد نرم افزار SPSS شد.

از مقیاس (VAS^۲) برای اندازه‌گیری اشتها استفاده شد (۱۶). این مقیاس دارای چهار سؤال در مورد اشتها، شامل گرسنگی^۳، سیری^۴، میل به خوردن^۵ و تصور از خوردن^۱ است. از آزمودنی‌ها

-
1. counterbalance & crossover
 2. Visual Analogue Scales
 3. hunger
 4. fullness
 5. desire to eat

خواسته شد تا هر روز پس از بیدار شدن از خواب و در حالت ناشتا آن را تکمیل نمایند. پس از پایان هر پنج روز، در صبح روز ششم نمونه های خونی در ساعت ۸ صبح پس از ۱۲ ساعت ناشتایی از آزمودنی ها گرفته شد. نمونه های خونی به آزمایشگاه منتقل و پس از شمارش سلولی (CBC) و اندازه گیری قند خون با روش آنزیمی^۲ (با کیت Glucose Oxidase and Peroxidase, Man Co, Iran با حساسیت ۵ mg/dl)، برای اندازه گیری گرلین آسپیل دار، لپتین و انسولین، تا پایان پروتکل در دمای منفی ۲۰ درجه منجمد و نگهداری شد. گرلین و لپتین به روش الیزا^۳ با کیت های ساخت شرکت بیووندور^۴ (BioVendor Co, Czech Republic) با حساسیت بالا (intraassay CV <10.3% برای گرلین و intraassay CV <7.6% برای لپتین) در پلاسما اندازه گیری شد. انسولین نیز به روش^۵ CLIA (با کیت Liason Co, Italy) با حساسیت ۰/۵ - ۰/۱۷ micIU/ml اندازه گیری شد.

شدت فعالیت که به صورت دویدن روی نوارگردان (بدون شیب) معادل ۵۵ و ۷۵ درصد از حداکثر ضربان قلب ذخیره بود (۷) و قبل از شروع پروتکل، از طریق ضربان قلب بیشینه فرد، از روش کاروونن^۶ محاسبه و برآورد شد. مدت فعالیت برای شدت ۷۵ درصد ۳۰ دقیقه و برای شدت ۵۵ درصد ۴۵ دقیقه بود. این مدت قبل از اجرای پروتکل برای یکسان سازی انرژی مصرفی فعالیت برآورد شده بود. در طول فعالیت تعداد ضربان قلب از طریق بِلت مشاهده می شد. در صورت فاصله گرفتن ضربان قلب از محدوده مورد نظر، سرعت نوارگردان متناسب با آن کم یا زیاد می شد تا دوباره به محدوده مورد نظر برگردد. در طول فعالیت ضربان قلب آزمودنی ها هر ۵ دقیقه یک بار ثبت می شد تا در پایان تحقیق میانگین دقیق شدت فعالیت از طریق آن محاسبه شود. همچنین انرژی مصرفی فعالیت با استفاده از معادله دویدن ACSM محاسبه و برآورد گردید (۱۷). به دلیل اینکه شیب نوارگردان صفر و هدف محقق محاسبه میزان انرژی خالص فعالیت بود، قسمت مربوط به شیب و انرژی مصرفی استراحتی از معادله حذف شد. دلیل حذف قسمت انرژی مصرفی استراحت این بود که این مقدار انرژی در هفته کنترل نیز مصرف می شد.

برای مقایسه ویژگی آزمودنی ها در دو گروه از آزمون t مستقل استفاده شد. از آزمون آماری

1. prospective food consumption
2. enzymatic method
3. ELISA
4. Biovendor
5. chemiluminescent immunoassay
6. Karvonen

ANOVA با اندازه گیری مکرر برای بررسی اثر فعالیت ورزشی و اثر تعاملی شدت فعالیت بر متغیرهای تحقیق استفاده شد. با توجه به این که تعداد تکرار اندازه گیری‌ها دو بار بود نیازی به اصلاح برای مقایسه دوتایی‌ها نبود. لذا از آزمون t همبسته برای بررسی تغییرات دو اندازه گیری در هر گروه استفاده شد. اما برای متغیر وزن که سه بار اندازه گیری شد از روش اصلاح بونفرونی استفاده گردید. داده‌ها با نرم افزار spss نسخه ۱۹ آنالیز شد. سطح معناداری در این تحقیق معادل $P \leq 0/05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

مشخصات آزمودنی‌ها و مشخصات فعالیت ورزشی در هر گروه در جدول ۱ مشاهده می‌شود. نکته قابل توجه این که در متغیرهای سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی بین دو گروه شدت کم و شدت زیاد تفاوت معناداری مشاهده نشد که می‌تواند تا حدودی نشان دهنده همگن بودن دو گروه در این متغیرها باشد. همچنین، با توجه به پیش فرض تحقیق، همان طور که انتظار می‌رفت انرژی مصرفی فعالیت بین دو گروه تفاوت معناداری نداشت.

نتایج تحقیق نشان داد فعالیت ورزشی در هیچ یک از گروه‌ها موجب تغییر معناداری در انرژی دریافتی مطلق نشد. همچنین در اثر ورزش بر انرژی دریافتی مطلق، تفاوتی معناداری بین دو شدت از فعالیت مشاهده نشد. اما انرژی دریافتی نسبی (انرژی دریافتی مطلق - انرژی مصرفی فعالیت) با ورزش کاهش معناداری یافت ($P=0/014$). با آزمون t همبسته مشخص شد این کاهش فقط در گروه شدت کم معنادار بود ($P=0/018$).

جدول ۱. مشخصات آزمودنی‌ها و مشخصات فعالیت ورزشی

مشخصات	شدت کم	شدت زیاد
سن (سال)	۲۱/۶۳±۱/۷۶	۲۲/۳۸±۱/۰۶
قد (سانتیمتر)	۱۷۱/۵۰±۵/۴۲	۱۷۵/۷۵±۶/۳۸
وزن (کیلوگرم)	۶۴/۵۱±۵/۳۵	۶۹/۹۵±۹/۹۹
BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۲/۲۲±۱/۶۰	۲۲/۵۵±۲/۰۵
میانگین ضربان قلب هنگام فعالیت (ضربه در دقیقه)	۱۴۰/۸۰±۲/۸۲	۱۶۴/۶۰±۱/۲۴
درصد ضربان قلب بیشینه (درصد)	۵۵/۴۱±۰/۵۸	۷۴/۷۴±۰/۶۱
سرعت نوارگردان (کیلومتر بر ساعت)	۶/۰۳±۰/۶۸	۹/۰۹±۰/۸۴
مدت فعالیت در روز (دقیقه)	۴۵	۳۰
انرژی مصرفی فعالیت ورزشی (کیلوکالری)	۲۹۱/۰۲ ± ۳۲/۴۲	۳۱۶/۴۷±۳۴/۴۱

مقادیر به شکل میانگین ± انحراف استاندارد

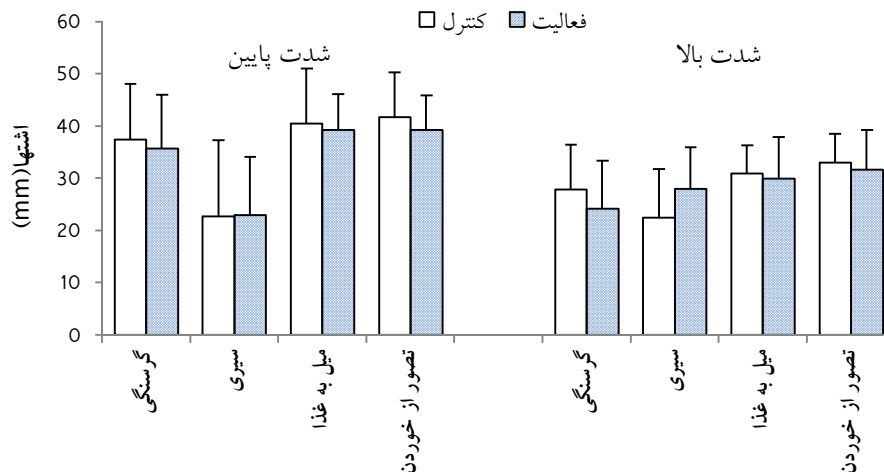
با آزمون آنالیز واریانس با اندازه گیری مکرر مشخص گردید ورزش موجب کاهش معناداری در غلظت گلوکز شده است ($P=0/025$). آزمون t نشان داد این کاهش فقط در گروه شدت زیاد معنادار بود ($P=0/022$). همچنین غلظت انسولین در گروه شدت زیاد به طور معناداری با ورزش کاهش یافت ($P=0/041$). غلظت لپتین و گرلین با ورزش در هیچ یک از گروه‌ها تغییر معناداری نکرد. همچنین، در اثر ورزش بر متغیرهای خونی تحقیق تفاوت معناداری بین دو شدت از فعالیت مشاهده نشد. تفاوت معناداری هم در غلظت متغیرهای خونی تحقیق بین دو گروه (تفاوت درون گروهی) وجود نداشت.

جدول ۲. اثر دو شدت از فعالیت بر سطح انرژی و پارامترهای خونی مرتبط با انرژی

شدت زیاد		شدت کم		
فعالیت	کنترل	فعالیت	کنترل	
$394/23258/42 \pm$	$308/236035/84 \pm$	$255/218830/02 \pm$	$209/221716/74 \pm$	انرژی دریافتی مطلق (کیلوکالری)
$404/204644/95 \pm$	$308/236035/84 \pm$	$264/189630/99 \pm^*$	$209/221716/74 \pm$	انرژی دریافتی نسبی (کیلوکالری)
$9/8932/43 \pm$	$12/8497/50 \pm$	$16/8881/18 \pm$	$11/8556/87 \pm$	گرلین (pg/ml)
$0/088/57 \pm$	$1/114/11 \pm$	$0/167/35 \pm$	$1/129/36 \pm$	لپتین (ng/ml)
$2/564/85 \pm^*$	$3/70/05 \pm$	$3/842/25 \pm$	$4/918/11 \pm$	انسولین (micIU/ml)
$5/8396/12 \pm^*$	$6/8872/12 \pm$	$11/8899/25 \pm$	$7/9002/25 \pm$	گلوکز (mg/dl)

مقادیر به شکل میانگین \pm انحراف استاندارد، *معناداری $P \leq 0/05$ در مقایسه با کنترل همان گروه
انرژی دریافتی نسبی = انرژی دریافتی مطلق - انرژی فعالیت

فعالیت ورزشی موجب تغییر معناداری در گرسنگی، سیری، میل به غذا خوردن و تصور از خوردن نشد. همچنین در اثر ورزش بین دو شدت از فعالیت نیز تفاوت معناداری وجود نداشت.



شکل ۱. اثر فعالیت شدت بالا و شدت پایین بر اشتها

با مقایسه وزن آزمودنی‌ها قبل از انجام پروتکل، پس از هفته کنترل و پس از هفته فعالیت با آزمون آنالیز واریانس با اندازه گیری مکرر مشخص شد در گروه فعالیت با شدت کم وزن بدن تغییر کرده است ($P=0/012$) و با آزمون بونفرونی اصلاح شده مشخص شد این تفاوت از مقایسه وزن قبل از پروتکل با وزن پس از هفته فعالیت معنادار بوده است ($P=0/022$).

جدول ۳. وزن آزمودنی‌ها قبل از شروع پروتکل، پس از هفته کنترل و پی از هفته فعالیت

پس از هفته فعالیت	پس از هفته کنترل	قبل از شروع پروتکل	
$5/6402/51 \pm^*$	$5/6404/92 \pm$	$5/6535/32 \pm$	شدت کم
$9/6982/93 \pm$	$9/6965/66 \pm$	$9/6999/95 \pm$	شدت زیاد

مقادیر به شکل میانگین \pm انحراف استاندارد

* معناداری $P \leq 0/05$ در مقایسه با قبل از شروع پروتکل

بحث و نتیجه گیری

نتایج تحقیق نشان داد فعالیت هوازی با هر دو شدت به مدت ۵ روز متوالی، تغییر معناداری در میانگین انرژی دریافتی مطلق ایجاد نکرد. این نتیجه نشان می‌دهد در مردان، ورزش موجب افزایش انرژی دریافتی نشد. نتیجه تحقیق حاضر در این زمینه موافق با اغلب تحقیقاتی است که بر روی آزمودنی‌های مرد انجام شده است (۵، ۱۸، ۱۹، ۲۰). همچنین، بیشتر تحقیقاتی که نتایجی مخالف با نتیجه تحقیق حاضر گزارش کرده‌اند بر روی زنان انجام شده است

(۷،۲۱،۲۲). بنابراین، نتایج این تحقیق نیز تقویت کننده وجود تفاوت بین زنان و مردان است که اولین بار توسط هاگوبیان^۱ و همکاران مطرح شد (۲۳). هنگامی که میانگین انرژی مصرفی فعالیت ورزشی از مقدار میانگین انرژی دریافتی مطلق کم شد، مقدار انرژی دریافتی نسبی مشخص شد. این بدان معنی است که در هفته ای که در آن فعالیت ورزشی انجام شد مقداری از انرژی دریافتی مطلق صرف فعالیت ورزشی شد درحالی که در هفته کنترل اینگونه نبود. از مقایسه دو سطح انرژی بدست آمده مشخص شد که در گروه شدت کم، در هفته فعالیت، به طور معناداری تعادل منفی انرژی ایجاد شده است. استابز^۲ و همکاران در تحقیقی به بررسی اثر هفت روز متوالی تمرینات ورزشی با شدت کم (انرژی مصرفی MJ۱/۶) و شدت زیاد (انرژی مصرفی MJ۳/۲) بر انرژی دریافتی مطلق و تعادل انرژی در ۶ مرد سالم پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد تمرین ورزشی در هیچ کدام از شدت‌ها موجب تغییر معناداری در انرژی دریافتی مطلق نشد، اما تعادل منفی انرژی به طور معناداری فقط در گروه شدت زیاد ایجاد شد (۱۹). با توجه به این که در این تحقیق مقدار انرژی مصرفی فعالیت با شدت زیاد دو برابر شدت کم بود نمی‌توان مقایسه درستی در مورد تعادل انرژی بین دو تحقیق انجام داد. اما در مورد عدم تغییر معنادار انرژی دریافتی مطلق، نتایج تحقیق ما همسو با این تحقیق است.

نتایج این تحقیق نشان داد ۵ روز فعالیت متوالی موجب تغییر معناداری در غلظت لپتین نمی‌شود و تفاوتی بین دو شدت نیز وجود ندارد. هومارد^۳ و همکاران نشان دادند تمرین کوتاه مدت (۶۰ دقیقه فعالیت با شدت ۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی در طول ۷ روز) در مردان جوان و سالخورده سالم نتوانست تغییر معناداری در غلظت لپتین ایجاد کند (۲۴). همچنین هاگوبیان و همکاران نیز در پروتکل تمرینی ۴ روزه خود تغییر معناداری در غلظت لپتین مردان گزارش نکردند (۲۵). بلک^۴ و همکاران به نتایج مشابهی با ۶ روز تمرین متوالی در آزمودنی‌های چاق و دارای اضافه وزن رسیدند (۲۶). با توجه به این که نشان داد شده است تمرینات کوتاه مدت نمی‌تواند موجب تغییر معناداری در غلظت لپتین شود (۱۱،۱۲). این یافته تحقیق ما همسو با بسیاری از تحقیقات دیگر است. اما هیلتون و لوکس^۵ نشان دادند در مقایسه با گروه کنترل، غلظت ۲۴ ساعته لپتین در زنان پس از چهار روز فعالیت کاهش یافت (۲۷). از آن جایی که غلظت لپتین در طول روز تغییر می‌کند (۲۸) و در تحقیق حاضر فقط غلظت

1 . Hagobian

2 . Stubbs

3 . Houmard

4 . Black

5 . Hilton and Loucks

ناشتایی آن اندازه گیری شده است ممکن است این تناقض ناشی از تغییرات روزانه لپتین باشد. علاوه بر این مقدار انرژی صرف شده به وسیله فعالیت در تحقیق هیلتون و لوکس (۲۷) بسیار بالاتر از تحقیق حاضر بوده است و ممکن است پروتکل ورزشی تحقیق حاضر برای تغییر لپتین تحریک لازم را ایجاد نکرده باشد.

در این تحقیق غلظت گرلین آسپیل دار با هر دو شدت از فعالیت تغییر معناداری نشان نداد. تحقیقات کمی در مورد اثر تمرینات ورزشی کوتاه مدت بر غلظت هورمون گرلین وجود دارد. در تحقیق هاگوبیان و همکاران که فعالیت ورزشی در آن به مدت چهار روز پیاپی ادامه یافت تغییر معناداری در غلظت گرلین آسپیل دار در مردان سنین دانشگاهی مشاهده نشد (۲۵). در نگاه اول به نظر می رسد علت تفاوت در نتایج ممکن است ناشی از تفاوت در درصد چربی آزمودنی باشد، زیرا آزمودنی های تحقیق هاگوبیان و همکاران (۲۵) افراد چاق و دارای اضافه وزن بودند. اما در تحقیق مکلوی و همکاران غلظت گرلین آسپیل دار با پنج روز فعالیت هوازی هم در پسران وزن طبیعی و هم در پسران دارای اضافه وزن افزایش نشان داد (۲۹). تفاوت عمده دیگر در این تحقیقات مقدار انرژی مصرف شده در تحقیق است. به طوری که انرژی مصرفی فعالیت در تحقیق حاضر کمتر از دو تحقیق مذکور است. شاید فعالیت انجام شده در تحقیق حاضر برای تغییر غلظت گرلین آسپیل دار نتوانسته است تحریک کافی را به عمل بیاورد. اما هدایتی و همکاران در زنان جوان وزن طبیعی نشان دادند غلظت گرلین تام با ۴ هفته تمرین مقاومتی در هیچ یک از شدت های بالا و پایین تغییر معناداری نکرد (۳۰). این درحالی است که اردمن و همکاران دریافتند یک جلسه فعالیت شدت پایین موجب افزایش گرلین تام می شود اما با فعالیت شدت بالا تغییری مشاهده نشد (۱۴). نتایج این دو تحقیق در مورد گرلین تام است. تحقیقات کمی در مورد اثر تمرینات ورزشی کوتاه مدت بر غلظت هورمون گرلین آسپیل دار وجود دارد. لذا امکان نتیجه گیری کلی وجود ندارد و هنوز مشخص نیست که گرلین آسپیل دار به تمرینات کوتاه مدت چه پاسخی می دهد.

یکی دیگر از نتایج تحقیق حاضر، اثر معنادار فعالیت با شدت زیاد بر کاهش گلوکز و انسولین خون است. با توجه به این که در فعالیت های هوازی با شدت زیادتر، اتکاء به منابع کربوهیدراتی بیشتر می شود. شاید بتوان این کاهش را این گونه توجیه کرد، چرا که در فعالیت با شدت کم انرژی فعالیت بیشتر از منابع چربی بدن تأمین می گردد. کانگ و همکاران در آزمودنی های چاق نشان دادند ۷ روز فعالیت ورزشی با شدت زیاد در مقایسه با فعالیت شدت کم موجب افزایش حساسیت انسولینی می شود. آن ها پیشنهاد کردند که این نتیجه ممکن است به افزایش بکارگیری گلیکوژن در فعالیت با شدت زیاد ارتباط داشته باشد (۳۱). کاهش انسولین، نتیجه

ای از افزایش تدریجی در توانایی برداشت گلوکز توسط سلول‌های عضلانی است. کینگ و همکاران در تحقیق خود نشان دادند که احتمالاً تغییرات هورمونی در حین و پس از فعالیت شدید موجب تغییراتی در تحمل گلوکز می‌شود (۳۲). همچنین پیشنهاد شده است فعالیت ورزشی برای کاهش قند خون و افزایش عملکرد انسولین باید با شدت ۷۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه انجام شود (۳۳).

به نظر می‌رسد این نکته بی ارتباط با تغییرات انرژی دریافتی در دو فعالیت ورزشی نباشد. زیرا انسولین یک هورمون سرکوب کننده اشتها و انرژی دریافتی محسوب می‌شود، لذا با کاهش غلظت آن باید انتظار افزایش انرژی دریافتی را داشت. در این تحقیق حتی کاهش غیر معنادار انرژی دریافتی که در گروه با شدت کم مشاهده شد، در گروه با شدت زیاد مشاهده نشد و شاید این نشان دهنده اثر بازدارنده کاهش انسولین بر کاهش انرژی دریافتی ناشی از ورزش باشد. بدین معنی که با کاهش انسولین، از کاهش انرژی دریافتی ناشی از ورزش جلوگیری به عمل آمد، حال آن که در گروه شدت کم این گونه نبود.

همچنین اشتهای آزمودنی‌ها در هر دو شدت تغییر معناداری نشان نداد. این نتیجه موافق با نتیجه استابز و همکاران (۲۱)، هاگوبیان و همکاران (۲۵) و چانوین^۱ و همکاران (۳۴) مبنی بر عدم تغییر اشتهاست که هر سه تحقیق از تمرینات کوتاه مدت به ترتیب ۷، ۴، و ۵ روزه استفاده نمودند و بر روی مردان انجام شده است. با توجه به این که برخی از تحقیقات نشان‌دهنده تغییرات حاد اشتها بر اثر فعالیت ورزشی می‌باشند (۵،۶)، شاید بتوان چنین استنباط کرد که اگر ورزش بتواند تأثیری بر اشتهای مردان داشته باشد این تأثیر گذرا و کوتاه مدت است.

در مجموع با توجه به عدم تأثیر معنادار فعالیت بر اشتها و هورمون‌های گرلین و لپتین، عدم تغییر معنادار انرژی دریافتی مطلق دور از انتظار نیست. کاهش ناچیز ولی معنادار انسولین هم به نظر می‌رسد که برای تغییر معنادار انرژی دریافتی مطلق کافی نبوده است. در هر صورت نتایج این تحقیق نشان می‌دهد در شرایط انرژی مصرفی یکسان، اثر بخشی فعالیت با شدت پایین در کاهش وزن بیشتر از فعالیت با شدت بالا است.

هر چند نیاز به تحقیقات بیشتری در این زمینه است تا بتوان به یک الگوی کلی دست یافت، اما با استناد به نتایج این تحقیق شاید بتوان چنین استنباط کرد که فعالیت هوازی با شدت کم در افراد جوان و غیر فعال در ایجاد تعادل منفی موفق‌تر از فعالیت هوازی با شدت زیاد عمل می‌کند. از طرف دیگر، با توجه به کاهش انسولین و گلوکز فقط در فعالیت با شدت زیاد، شاید بتوان چنین استنباط کرد که فعالیت هوازی با شدت زیاد در افراد جوان و سالم غیر فعال در

کاهش غلظت انسولین و گلوکز بهتر از فعالیت هوازی با شدت کم عمل کرده است. لذا این نکته ممکن است برای افرادی که قصد کاهش گلوکز و انسولین با ورزش را دارند بسیار حائز اهمیت باشد.

منابع

1. Tremblay A, Therrien F. (2006). Physical activity and body functionality: implications for obesity prevention and treatment. *Can J Physiol Pharmacol.* 84(2): 149-56.
2. Melzer K, Kayser B, Saris Wim H.M., Pichard C. (2005). Effects of physical activity on food intake. *Clinical Nutrition.*24: 885-95.
3. Blundell JE, King NA. (1999). Physical activity and regulation of food intake: current evidence. *Med Sci Sports Exerc.* 31(11): 573-83.
4. King NA, Lluch A, Stubbs RJ, Blundell JE. (1997). High dose exercise does not increase hunger or energy intake in free living males. *Eur J Clin Nutr.* 51:478-83.
5. King NA, Burley VJ, Blundell JE. (1994). Exercise-induced suppression of appetite: effects on food intake and implications for energy balance. *Eur J Clin Nutr.* 48:715-24.
6. King NA, Blundell JE. (1995). High-fat foods overcome the energy expenditure induced by high-intensity cycling or running. *Eur J Clin Nutr.* 49: 113-4.
7. Pomerleau M, Imbeault P, Parker T, Doucet E. (2004). Effects of exercise intensity on food intake and appetite in women. *Am J Clin Nutr.*80:1230-6.
8. Verger P, Lanteaume MT, Louis-Sylvestre J. (1994). Free food choice after acute exercise in men. *Appetite.*22:159-64.
9. Lavin JH, Read NW, Nwajiaku J, Stafford PR, French S. (1998). The effect of exercise on subsequent feeding behaviour. *Proc Nutr Soc.* 57:19A.
10. Westerterp-Plantenga MS, Verwegen CR, Ijedema MJ, Wijckmans NE, Saris WH. (1997). Acute effects of exercise or sauna on appetite in obese and nonobese men. *PhysiolBehav.* 62:1345-54.
11. Leal-Cerro A, Garcia-Luna PP, Astorga R, et al. (1998). Serum leptin levels in male marathon athletes before and after the marathon run. *J Clin Endocrinol Metab.* 83(7): 2376-9.
12. Olive JL, Miller GD. (2001). Differential effects of maximal- and moderate-intensity runs on plasma leptin in healthy trained subjects. *Nutrition.* 17(5): 365-9.
13. Burns SF, Broom DR, Miyashita M, Mundy C, Stensel DJ. (2007). A single session of treadmill running has no effect on plasma total ghrelin concentrations. *J Sports Sci.* 25: 635-42.
14. Erdmann J, Tahbaz R, Lippl F, Wagenpfeil S, Schusdziarra V. (2007). Plasma ghrelin levels during exercise— effects of intensity and duration. *RegulPept.*

- 143: 127–35.
15. Staten MA. The effect of exercise on food intake in men and women. *American Journal of Clinical Nutrition* 1991; 53: 27-31.
 16. Flint A, Raben A, Blundell JE & Astrup A. (2000). Reproducibility, power and validity of visual analogue scales in assessment of appetite sensations in single test meal studies. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*.24: 38–48.
 17. Glass Stephen, dwyer Gregory Byron. (2007). ACSM's metabolic calculation handbook. Lippincott Williams & Wilkins, - Health & Fitness - 111 pages.
 18. Serife Vatansever- Ozen, Gul Tiryaki- Sonmez, Guler Bugdayciand Guclu Ozen. (2011). The effects of exercise on food intake and hunger: Relationship with acylated ghrelin and leptin. *Journal of Sports Science and Medicine*. 10:283-91.
 19. Stubbs RJ, Sepp A, Hughes DA, Johnstone AM, Horgan G, King N and Blundell JE.(2002). The effect of graded levels of exercise on energy intake and balance in free-living men, consuming their normal diet. *European Journal of Clinical Nutrition*.56: 129–40.
 20. James A. King a, Masashi Miyashita b, Lucy K. Wasse a, David J. Stensel. (2010). Influence of prolonged treadmill running on appetite, energy intake and circulating concentrations of acylated ghrelin. *Appetite*.54:492–8.
 21. Stubbs RJ, Sepp A, Hughes DA, Johnstone AM, King N, Horgan G and Blundell JE. (2002). The effect of graded levels of exercise on energy intake and balance in free-living women. *International Journal of Obesity*.26: 866–9.
 22. Rumbold PLS, Clair Gibson ASt, Allsop S, E. Stevenson, C.J. Dodd-Reynolds. (2011). Energy intake and appetite following netball exercise over 5 days in trained 13–15 year old girls. *Appetite*.56:621–8.
 23. Hagobian TA, Braun B. (2010). Physical Activity and Hormonal Regulation of Appetite: Sex Differences and Weight Control. *Exerc Sport SciRev*.38 (1):25-30.
 24. Houmard, J.A., Cox, J.H., Mac-Lean, P.S. and Barakat, H.A. (2000). Effect of short-term exercise training on leptin and insulin action. *Metabolism*.49: 858- 61.
 25. Hagobian TA, Sharoff CG, Stephens BR, et al. (2009). Effects of exercise on energy-regulating hormones and appetite in men and women. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 296(2): R233-42.
 26. Black SE, Mitchell E, Freedson PS, Chipkin SR, and Braun B. (2005). Improved insulin action following short-term exercise training: role of energy and carbohydrate balance. *J Appl Physiol*. 99: 2285–93.
 27. Hilton LK, Loucks AB. (2000). Low energy availability, not stress, suppresses diurnal rhythm of leptin in healthy young women. *Am J PhysiolEndocrinolMetab*.278: 43–9.
 28. Loucks AB, Thuma JR. (2003). Luteinizing hormone pulsatility is disrupted at a threshold of energy availability in regularly menstruating women. *J Clin Endocrinol Metab*.88: 297–300.

29. Mackelvie KJ, Meneilly GS, Elahi D, et al. (2007). Regulation of appetite in lean and obese adolescents after exercise: role of acylated and desacyl ghrelin. *J Clin Endocrinol Metab.* 92(2): 648-54.
30. Hedayati M, Saghebjo M, Ghanbari-Niaki A. (2012). Effects of Circuit Resistance Training Intensity on the Plasma Ghrelin to Obestatin Ratios in Healthy Young Women. *Int J Endocrinol Metab.* 10(2):475-9.
31. Kang J, Robertson RJ, Hagberg JM, Kelley DE, Goss FL, DaSilva SG, Suminski RR, Utter AC. (1996). Effect of exercise intensity on glucose and insulin metabolism in obese individuals and obese NIDDM patients. *Diabetes Care.* 19(4):341-9.
32. King DS, Baldus PJ, Sharp RI, Kesl LD, Feltmeyer TL, Riddle MS. (1995). Time course for exercise induced alterations in insulin action and glucose tolerance in middle-aged people. *J Appl Physiol.* 78:17-22.
33. David C. Wright, MS, and Pamela D. Swan, PhD, FACSM. (2001). Optimal Exercise Intensity for Individuals with Impaired Glucose Tolerance. *Diabetes Spectrum.* 14 (2):93-7.
34. Chanoine JP, Mackelvie KJ, Barr SI, et al. (2008). GLP-1 and appetite responses to a meal in lean and overweight adolescents following exercise. *Obesity* (Silver Spring). 16(1): 202-4.

ارجاع دهی به روش ونکوور:

ابراهیمی محسن، رحمانی نیا فرهاد، دمیرچی ارسلان، میرزایی بهمن. اثر شدت فعالیت هوازی بر انرژی دریافتی، اشتها و هورمون‌های تنظیم کننده انرژی در مردان جوان غیر فعال. فیزیولوژی ورزشی. ۱۳۹۲؛ ۱۵(۲۰): ۲۸-۱۵