

---

## اثر شدت تمرین بر اشتها و سطوح گرلین فعال پلازما در زنان فعال و کم‌تحرک

---

سیما مکاری ساعی\*<sup>۱</sup>، فتاح مرادی<sup>۲</sup>، اعظم حیدرزاده<sup>۳</sup>، محمد قادری<sup>۴</sup>

ص.ص: ۷۶-۵۵

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۶

تاریخ تصویب: ۹۵/۴/۱۹

### چکیده

شکل فعال گرلین در تنظیم اشتها نقش بازی می‌کند. هدف از مطالعه حاضر بررسی و مقایسه اثر شدت تمرین بر اشتها و سطوح گرلین فعال پلازما در زنان فعال و کم‌تحرک بود. سی و شش آزمودنی (۱۸ زن فعال و ۱۸ زن کم‌تحرک) به طور تصادفی به چهار گروه فعال-تمرین، فعال-کنترل، کم‌تحرک-تمرین و کم‌تحرک-کنترل تقسیم شدند. آزمون آستراندرایمینگ (فعالیت بدنی زیربیشینه) و پروتکل نوارگردان بالک [فعالیت بدنی بیشینه] در ساعت ۸ صبح (پس از ۱۲ ساعت ناشتا) اجرا شد و بلافاصله پیش و پس از هر جلسه فعالیت بدنی، نمونه‌های خون را جهت تعیین غلظت گرلین فعال پلازما و معیار آنالوگ بصری برای ارزیابی اشتها گرفتند. داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس دو طرفه و همچنین اندازه‌گیری‌های مکرر، تجزیه و تحلیل شد. سطح معنی‌داری  $p < 0.05$  را در نظر گرفتند. در هر دو گروه فعال-تمرین و کم‌تحرک-تمرین، فعالیت بیشینه غلظت گرلین فعال پلازما (به ترتیب:  $p=0.013$ ،  $p=0.009$ ) و امتیاز اشتها (به ترتیب:  $p=0.012$ ،  $p=0.015$ ) را کاهش داد اما فعالیت زیربیشینه تاثیر معنی‌داری بر گرلین فعال و امتیاز اشتها نداشت ( $p > 0.05$ ). همچنین، تفاوت معنی‌داری بین میانگین تغییرات غلظت گرلین فعال پلازما و اشتها متعاقب فعالیت بیشینه در زنان فعال و کم‌تحرک مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ). به نظر می‌رسد که شدت تمرین از جمله عوامل موثر بر چگونگی پاسخ گرلین فعال و اشتها به یک جلسه فعالیت بدنی در زنان است، به گونه ای که تمرین بیشینه سطوح گرلین فعال و اشتها را پایین می‌آورد؛ اما تمرین زیربیشینه تاثیری بر آنها ندارد. تغییرات گرلین فعال و اشتها متعاقب تمرین (زیربیشینه یا بیشینه) به طور موازی صورت می‌گیرد و میزان این تغییرات در زنان فعال و کم‌تحرک مشابه است.

### واژه های کلیدی: تمرین، زنان، گرلین، اشتها

این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد انجام شد و محل اجرای آن ارومیه است

---

۱. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران

\*نویسنده مسئول: sima\_sae2000@yahoo.com

۲. استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد سقز، دانشگاه آزاد اسلامی، سقز، ایران

۳. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد ماکو، دانشگاه آزاد اسلامی، ماکو، ایران

۴. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران

---

اشتها یک مفهوم ذهنی است که برای توضیح کنترل دریافت غذا به کار می‌رود و می‌تواند به صورت طیفی از متغیرهای مرتبط با مصرف غذا (که رفتار خوردن طبیعی را پیش‌بینی می‌کنند)، تعریف شود [۳، ۱۱]. در سطح فیزیولوژیک، اشتها و دریافت غذا تحت کنترل مغز (تنظیم مرکزی) و شماری از هورمون‌ها (تنظیم محیطی) است. ناحیه هیپوتالاموس مغز به طور مداوم سیگنال‌های عصبی، سوخت و ساختی درون‌ریزی از محیط را دریافت و پردازش می‌کند و نه فقط تنظیم انرژی دریافتی، بلکه تنظیم انرژی مصرفی را نیز بر عهده دارد [۱۵]. در شرایط وزن طبیعی، گرلین<sup>۵</sup> در پاسخ به کاهش خوردن غذا و افزایش مصرف انرژی از مسیر معده‌ای-روده‌ای ترشح می‌شود. متعاقباً گرلین رهاشده، با اثر روی مناطق خاصی از مغز (از جمله هسته آرک در هیپوتالاموس) افزایش خوردن غذا و کاهش مصرف انرژی را تحریک کرده و سرانجام ذخایر نسبی انرژی را افزایش می‌دهد [۳۷].

گرلین تنها هورمون اشتهاآور موجود در خون است [۶] که برای فعال بودن مستلزم اسیلاسیون<sup>۶</sup> است. در واقع، فقط شکل فعال گرلین یعنی گرلین آسیل‌دار<sup>۷</sup> در تنظیم اشتها دخالت دارد [۱۹]. سطوح گرلین فعال آزمودنی‌های چاق نسبت به لاغر، پایین‌تری است. غلظت گرلین فعال رابطه معکوس با وزن کل، درصد چربی بدن، نمایه توده بدن، انسولین و شاخص مقاومت انسولینی و رابطه مستقیم با سطوح هورمون رشد و عملکرد قلبی-تنفسی دارد، اما با فشار خون سیستولیک و دیاستولیک، گلوکز ناشتا و نیمرخ لیپیدی مرتبط نیست [۲۰].

یافته‌های مطالعات صورت گرفته در زمینه اثر یک جلسه فعالیت بدنی بر اشتها ضد و نقیض است. براساس نتایج شماری از مطالعات، یک جلسه فعالیت بدنی، گرسنگی یا

### 1. Ghrelin

۲. یعنی ان-اُکتانویلاسیون (استریفیه شدن بخش n-octanoyl) به سرین پپتید گرلین که جهت عبور آن از سد خونی - مغزی و اتصال به گیرنده GHS-R الزامی است. فقط حدود ۲۰-۱۰ درصد گرلین به صورت آسیل‌دار (فعال) است [۲۲-۱۶].

### 3. Acylated Ghrelin

انرژی دریافتی را افزایش نمی‌دهد [۱۰، ۲۸]. با این وجود، برخی پژوهشگران، افزایش در حس‌های اشتها در پاسخ به یک جلسه فعالیت بدنی را نشان داده‌اند [۱۴]. مطالعات صورت گرفته در زمینه اثر یک جلسه فعالیت بدنی بر سطوح در گردش گرلین تام نیز نتایج موافقی به دست نمی‌دهند [۴-۳۲]. کرامر و همکاران<sup>۸</sup> نشان دادند که یک جلسه دوی تناوبی شدید فزاینده (از ۶۰ تا ۱۰۰ درصد  $VO_2max$ ) در مردان تمرین کرده تغییری در سطوح گرلین ایجاد نمی‌کند [۱۲]. در مقابل، وسترگارد و همکاران<sup>۹</sup> دریافتند که سطوح گرلین تام به طور معنی‌داری پس از یک جلسه فعالیت بدنی (یک آزمون آمادگی چند مرحله‌ای ویژه ارزیابی اکسیژن مصرفی بیشینه) هم در ورزشکاران مرد نخبه و هم در افراد سالم کاهش می‌یابد [۳۲]. در مورد گرلین فعال نیز یافته‌ها اندک و ضد و نقیض است [۲۹-۳۳] یونیک و همکاران<sup>۱۰</sup> بیان کردند که پیاده‌روی با شدت متوسط، غلظت گرلین فعال پلاسما را در زنان بیش‌وزن یا چاق تغییر نداد [۲۹]، در حالی که ساوسنگ و همکاران<sup>۱۱</sup> با مطالعه روی کودکان و نوجوانان دریافتند که یک آزمون تمرین روی دوچرخه، منجر به افزایش گرلین فعال شد [۲۵]. حتی سطوح گرلین فعال پس از ۶۰ دقیقه دوی با شدت ۷۰ درصد  $VO_2max$  در مردان سالم با کاهش نشان همراه بود [۳۳].

با عنایت به اثر اشتهازایی گرلین و نقش آن در آغاز وعده‌های غذایی و با توجه به اینکه گزارش شده که انرژی دریافتی پس از فعالیت بدنی وابسته به شدت است [۱۹]، بنابراین امکان دارد شدت تمرین بر شیوه پاسخ گرلین فعال به یک جلسه فعالیت بدنی نیز موثر واقع شود. به دلیل ناهمگونی یافته‌های پژوهش‌های پیشین از لحاظ نوع، شدت و مدت فعالیت‌هایی که اثر آنها را بر سطوح گرلین سرم اندازه گرفته‌اند [۴-۳۳]، نمی‌توان به نتیجه مشخصی در مورد اثر یک جلسه فعالیت بدنی بر سطوح گرلین پلاسما دست یافت.

1. Kraemer et al
2. Vestergaard et al
3. Unick et al
4. Sauseng et al

شاید یکی دیگر از دلایل ناهمگونی یافته‌های پژوهشگران اخیر، بکارگرفتن آزمودنی‌ها با سطح آمادگی و تمرین متفاوت باشد [۴-۲۵]. به علاوه، بیشتر مطالعات پیشین روی مردان صورت گرفته است، در حالی که یافته‌هایی در مورد دوگانگی جنسیتی ترشح گرلین منتشر شده است [۲] و بنابراین بررسی تاثیر یک جلسه تمرین با شدت‌های متفاوت بر غلظت گرلین فعال در زنان می‌تواند اطلاعات بیشتری در زمینه تاثیر تمرین بر زنان به ما بدهد. همچنین، ۸۰ تا ۹۰ درصد گرلین به صورت اسیله‌نشده است که برای تنظیم اشتها مهم نیست [۲۱، ۱۶]، در حالی که بیشتر پژوهش‌های پیشین، گرلین تام را تحت مطالعه قرار داده‌اند و کمتر به بررسی گرلین فعال پرداخته‌اند. همچنین، به نظر می‌رسد که عدم توافق بین پژوهشگران مختلف در مورد اثر یک جلسه فعالیت بدنی بر اشتها [۲۸-۱۴] احتمالاً به اختلال‌های روش‌شناسی از جمله؛ شدت فعالیت بدنی [۲۸]، جنسیت [۷] و سطح آمادگی بدنی آزمودنی‌ها ربط داشته باشد. در پژوهش حاضر، پژوهشگران برآنند تا با مطالعه اثر شدت تمرین بر اشتها و سطوح گرلین فعال پلازما در زنان فعال و کم‌تحرک، چگونگی اثر شدت تمرین و سطح آمادگی بدنی بر پاسخ اشتها و گرلین فعال طی یک جلسه فعالیت بدنی زنان را مورد بررسی و مقایسه قرار دهند.

## روش شناسی پژوهش

### آزمودنی‌ها

مطالعه حاضر از نوع نیمه‌تجربی بود و پژوهشگر با عنایت به شدت و حجم پروتکل‌های تمرینی این پژوهش، جامعه زنان سالم ترجیحاً جوان (۲۰ تا ۳۰ ساله) شهرستان ارومیه را که به بیماری مبتلا نبودند و از جانب پزشک سلامت آنان تایید شده بود، به عنوان جامعه پژوهشی برگزیدند. جهت مشارکت داوطلبانه آزمودنی‌ها در این پژوهش، در بین موسسات آموزش عالی و دانشگاه‌ها، مراکز آموزشی و فرهنگی بزرگسالان و انجمن‌ها و هیات‌های ورزشی شهرستان ارومیه (سال ۱۳۹۰) اطلاع رسانی شد. ۴۴ نفر برای شرکت

در پژوهش ابراز آمادگی کردند. پس از گرفتن رضایتنامه کتبی از داوطلبان، به منظور تأیید سلامت آنها، تحت معاینه پزشکی قرار گرفتند. داوطلبانی که سابقه ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت، بیماری‌های تیروئیدی، بیماری‌های زنان همچون؛ سندروم تخمدان پلی‌سیستیک<sup>۲</sup> و هرگونه وضعیت بیمارگونه شناخته شده دیگر و نیز سابقه اعتیاد به هرگونه ماده مخدر، سیگار، مصرف الکل و کافئین داشته و یا در حال مصرف هرگونه دارو (با یا بدون تجویز پزشک) یا تحت هر نوع رژیم غذایی یا درمانی بودند، از چرخه پژوهش خارج شدند [۳۰، ۲۷]. بر اساس گزارش آزمودنی‌ها، دارای چرخه‌های قاعدگی طبیعی بوده و طی دست کم سه ماه گذشته هیچ گونه داروی خوراکی ضد بارداری یا داروهای دیگر مصرف نکرده بودند [۳۶]. کل داوطلبان جامعه‌ی آماری بر اساس میزان فعالیت پیشین به دو بخش تقسیم شدند:

الف) فعال: شامل داوطلبانی که حداقل در ۶ ماه پیش از آغاز پژوهش، سابقه فعالیت جسمانی منظم (به طور متوسط هفته‌ای ۳ تا ۵ جلسه یا به طور متوسط روزانه ۱ ساعت) به صورت عادی یا در قالب عضویت در یک تیم ورزشی داشتند (۲۱ نفر) [۲۰، ۲۴].

ب) کم‌تحرک: در ۶ ماه پیش از آغاز پژوهش فعالیت جسمانی منظمی نداشتند (۲۳ نفر). سپس به طور تصادفی از میان داوطلبان دسته فعال ۱۸ نفر و از میان داوطلبان دسته کم‌تحرک، نیز ۱۸ نفر انتخاب شدند. به طور تصادفی، داوطلبان فعال به دو گروه فعال-تمرین (۹ نفر) و فعال-کنترل (۹ نفر) و داوطلبان کم‌تحرک نیز به دو گروه کم‌تحرک-تمرین (۹ نفر) و کم‌تحرک-کنترل (۹ نفر) تخصیص داده شدند ( $n = 36$ ).

روش اجرا

ابتدا، طی یک جلسه توجیهی در محل اجرای فعالیت بدنی (باشگاه آمادگی جسمانی)، اهداف، طرح و روش‌شناسی پژوهش، پروتکل تمرینی و ارزیابی‌های آزمایشگاهی (مثلاً

نمونه‌گیری خون) و زمان‌بندی پژوهش به طور مفصل برای داوطلبان تشریح شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد که در روزهای ۱ تا ۵ چرخه‌ی قاعدگی، پس از ناشتایی شبانه و حدود ساعت ۸ صبح جهت ارزیابی‌ها حضور یابند [۳۶]. ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها همچون؛ سن، قد، وزن، نمایه توده بدن، درصد چربی بدن، فشار خون استراحت و ضربان قلب استراحت در باشگاه آمادگی جسمانی به ثبت رسید و کار روی دستگاه نوارگردان و دوچرخه کارسنج به آنان آموزش داده شد. از داوطلبان خواسته شد که در طول دوره پژوهش، از لحاظ خودداری در مصرف دارو، سیگار، کافئین و فعالیت بدنی (مازاد بر فعالیت‌های زندگی روزمره) و نیز رعایت کردن خواب کافی و مصرف رژیم غذایی ایزوکالریک (۵۵٪ کربوهیدرات، ۱۵٪ پروتئین، ۳۰٪ چربی)، نکات توصیه شده را برای حصول نتایج دقیق‌تر رعایت کنند [۲۴]. همچنین، در زمان اجرای پروتکل‌های تمرینی آزمودنی‌ها از خوردن هر گونه ماده مغذی اجتناب کردند [۱]. نمونه خون استراحت آزمودنی‌ها از ورید آرنجی و برای ثبت داده‌های پیش‌آزمون گرفته شد. پس از نمونه‌گیری پیش‌آزمون، آزمودنی‌های گروه‌های فعال-تمرین و کم‌تحرك-تمرین فعالیت زیربیشینه را به اجرا در آوردند. پس از اجرای فعالیت زیربیشینه یک هفته به آزمودنی‌ها استراحت داده شد. فعالیت‌هایی همچون نشستن، مطالعه کردن، کار با کامپیوتر یا تماشای تلویزیون به عنوان استراحت محسوب شدند [۳۴]. پس از پایان دوره استراحت، آزمودنی‌های گروه-های فعال-تمرین و کم‌تحرك-تمرین فعالیت بیشینه را به اجرا در آوردند. بلافاصله در انتهای هر وهله فعالیت، نمونه خون آزمودنی‌ها را جهت ثبت داده‌های پس‌آزمون گرفتند و جهت اندازه‌گیری سطوح گرلین فعال پلاسمای آزمودنی‌ها به آزمایشگاه منتقل کردند. در ضمن نمونه خون آزمودنی‌های گروه‌های کنترل نیز همزمان با آزمودنی‌های گروه تمرین گرفته شد. همچنین، بلافاصله پیش و پس از هر وهله فعالیت بدنی میزان اشتهای آزمودنی‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت.

## ابزار و روش‌های اندازه‌گیری

وزن آزمودنی‌ها با استفاده از وزن‌سنج دیجیتالی، با حداقل دقت ۰/۱ کیلوگرم و با قابلیت کالیبره شدن (مدل دلیو اس ۸۰، ساخت سوئیس) و قد با بکارگیری قدسنج با حداقل دقت ۰/۱ سانتیمتر و دارای صفحه بروکا (مدل ای جی ماشین،<sup>۱۴</sup> ساخت سوئیس) اندازه‌گیری شد. نمایه توده بدنی از طریق تقسیم وزن بدن (kg) بر مجذور قد (m<sup>2</sup>) بدست آمد. چگالی بدن با اندازه‌گیری چربی زیر جلدی در سه نقطه از بدن (سه‌سر، فوق خاصره و شکم) بوسیله کالیپر (حداقل دقت ۱ میلیمتر، مارک هارپندن،<sup>۱۵</sup> ساخت کشور انگلیس) و محاسبه چگالی بدن با کمک از فرمول جکسون و پولاک برآورد شد [۲۳]:

$$\text{چگالی بدن} = 0.000979 (X_2) - 0.0000025 (X_1)^2 + 0.0009245 (X_1) - 0.089733 = \text{چگالی بدن}$$

$$X_1 = \text{مجموع چین‌های پوستی سه‌سر، فوق خاصره و شکمی}$$

$$X_2 = \text{سن (سال)}$$

سپس درصد چربی بدن با به کارگیری فرمول Siri محاسبه شد [۲۳]:

$$450 - (\text{چگالی بدن} / 495) = \text{درصد چربی بدن}$$

ضربان قلب را با استفاده از فشارسنج مچی دیجیتالی (مارک فرش لایف،<sup>۱۶</sup> مدل ام اس - ۹۰۶، ساخت شرکت مارس مدیکال<sup>۹</sup> تاپوان) و فشار خون را با فشارسنج اندازه‌گیری

1. Ws 80
2. Machinen AG
3. Harpenden
4. Jackson & Pollock
5. Fresh life
6. Ms-906
7. Mars medical
8. Sphygmomanometer

کردند. آزمون زیربیشینه آستراند-رایمینگ<sup>۱</sup> (فعالیت زیربیشینه) روی چرخ کارسنج (دوچرخه ثابت مدل 7750، ساخت تایوان) و آزمون نوارگردان بالک<sup>۲</sup> (فعالیت بیشینه) روی نوارگردان (الدورادو<sup>۳</sup> باشگاهی مدل ۵۹۰۵، ساخت تایوان) و تحت نظارت پژوهشگر و همچنین کارشناس پرستاری (جهت کنترل وضعیت‌های اضطراری) به مرحله اجرا درآمد. فیزیولوژیست‌های ورزشی آزمون‌های زیربیشینه و بیشینه برآوردکننده VO<sub>2</sub>max را به منظور و جهت ارزیابی آمادگی قلبی-تنفسی آزمودنی‌ها مورد استفاده قرار دادند. به لحاظ دقیق و ثابت بودن شیوه اجرای آنها، این آزمون‌ها از روایی و اعتبار بالایی برخوردارند [۱۳، ۲۳]. این کاربرد آزمون‌ها بسیار گسترده است؛ به گونه‌ای که هم برای مردان و هم برای زنان و همچنین هر دو دسته افراد فعال و کم‌تحرک استفاده می‌شوند [۱۳، ۲۳]. آزمون زیربیشینه آستراند-رایمینگ در واقع شکل اصلاح شده پروتکل YMCA<sup>۴</sup> توسط سایکونولفی (آزمون دوچرخه کارسنج سایکونولفی<sup>۵</sup>) است. به هنگام اجرای این پروتکل برای زنان، آزمون با فشار کار اولیه معادل ۲۴/۵ وات آغاز می‌شود و هر دو دقیقه، فشار کار تا ۲۴/۵ وات افزایش می‌یابد و تا وقتی که ضربان قلب آزمودنی‌ها به بیش از ۷۰٪ ضربان قلب بیشینه برآوردی (سن-۲۲۰) نرسد، آزمون به همین ترتیب ادامه پیدا خواهد کرد. پس از رسیدن به ۷۰٪ ضربان قلب بیشینه، رکاب زدن کمتر از دو دقیقه ادامه می‌یابد تا ضربان قلب ثابت و پایدار شود. سپس، با قرار دادن میزان کاری که آزمودنی انجام می‌دهد (بر حسب وات) و ضربان قلب ثابت و پایدار در نمودگرام آستراند و رایمینگ، اکسیژن بیشینه فرد تعیین می‌شود و در معادله زیر قرار می‌گیرد تا اکسیژن مصرفی بیشینه فرد برآورد شود [۲۳]:

$$\text{اکسیژن مصرفی (دقیقه/لیتر)} = ۰/۳۰۲ (X_1) - ۰/۰۱۹ (X_2) + ۱/۵۹۳$$

1. Astrang & Ryhming
2. Balke
3. Eldorado
4. YMCA (Young Men's Christian Association) Protocol
5. Siconolfi Cycle Ergometer Test



X<sub>1</sub>: اکسیژن مصرفی بیشینه برآورد شده با استفاده از نومیوگرام آستراند و رایمینگ (لیتر در دقیقه)

X<sub>2</sub>: سن (سال)

در پروتکل نوارگردان بالک برای زنان، آزمودنی با سرعت ۳ مایل در ساعت و در شیب صفر درصد به مدت ۳ دقیقه دویدن را آغاز می‌کند. سپس به ازای هر ۳ دقیقه، شیب نوارگردان ۲/۵ درصد افزایش می‌یابد. این پروتکل تا آنجا ادامه می‌یابد که فرد دیگر قادر به ادامه فعالیت نباشد. زمان طی شده از آزمون به دقیقه (تا دو رقم اعشار) اندازه‌گیری و ثبت شده و در معادله زیر قرار داده می‌شود تا اکسیژن مصرفی بیشینه فرد برآورد شود [۱۳]:

$$۵/۲۲ + (۱/۳۸ \times \text{زمان}) = \text{دقیقه/کیلوگرم/امیلی لیتر) حداکثر اکسیژن مصرفی}$$

رژیم غذایی ایزوکالریک مشتمل بر مصرف ۱۵٪ پروتئین، ۳۰٪ چربی و ۵۵٪ کربوهیدرات بود که با توجه به میزان متابولیسم و سوخت و ساخت پایه برآورد شده و مقدار فعالیت آزمودنی هدایت می‌شد. برای این منظور از فرمول استاندارد هریس بندیکت<sup>۲۶</sup> فاکتور فعالیت ۱/۵۵ برای زنان فعال و ۱/۲ برای زنان کم‌تحرک و بر اساس وزن، قد و سن به منظور برآورد انرژی مصرفی روزانه استفاده شد [۲۴].

$$\text{میران (سال) سن} \times (۴/۷) - (\text{سانتیمتر) قد} \times (۱/۸) + (\text{کیلوگرم) وزن} \times (۹/۶) + ۶۵۵ = \text{میران (کیلوکالری)}$$

متابولیسم پایه

$$(۱/۲ \text{ یا } ۱/۵۵) \times \text{میران (کیلوکالری) متابولیسم پایه} = \text{کل انرژی مصرفی روزانه (کیلوکالری)}$$

همچنین، معیار آنالوگ بصری<sup>۲۷</sup> برای اندازه‌گیری میزان گرسنگی مورد استفاده قرار گرفت. امتیازهای ممکن در این معیار از ۰ تا ۱۰/۰ سانتیمتر بود و نقاط روی معیار بر

1. Harris Benedict  
2. Visual Analogue Scale

حسب سانتیمتر و میلیمتر اندازه‌گیری شد [۳۵]. آزمودنی‌ها پیش از مطالعه با معیار آنالوگ بصری آشنا شده بودند. از آزمودنی‌ها خواستند یک علامت عمودی روی خط بگذارند که بیشترین همخوانی را با چگونگی حس آنها در آن لحظه داشته باشد. هر امتیاز از طریق اندازه‌گیری فاصله علامت از انتهای سمت چپ خط تعیین شد.

نمونه‌های پلاسما را تا زمان اندازه‌گیری پارامترهای خونی در دمای ۸۰- سانتیگراد نگهداری کردند. غلظت گرلین فعال پلاسما به روش الیزا (کیت Ghrelin Acylated Human ELISA، ضریب تغییرات درون ارزیابی ۰/۷، ضریب تغییرات بین ارزیابی ۰/۸/۲، حداقل حد آشکار سازی ۰/۳ pg/ml، ساخت شرکت بیو وندور<sup>۸</sup> آلمان، میزان همبستگی با روش RIA ۰/۹۶) [۱۶] اندازه‌گیری شد.

## تجزیه و تحلیل آماری

کل تجزیه و تحلیل‌های آماری با بسته نرم‌افزاری برای علوم اجتماعی نسخه ۱۴ صورت گرفت. به منظور بررسی نرمال بودن توزیع جامعه از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف<sup>۳۰</sup> استفاده شد. از آمار توصیفی (انحراف معیار  $\pm$  میانگین) برای توصیف داده‌ها، از آزمون تحلیل واریانس دو طرفه با اندازه‌گیری‌های مکرر برای تعیین آثار درون‌گروهی، از تصحیح بنفرونی برای مقایسه‌های دوجه‌دوی پیش‌آزمون، پس‌آزمون زیربیشینه و پس‌آزمون بیشینه و نیز از آزمون t مستقل برای مقایسه تغییرات متغیر وابسته بین گروه‌های فعال و کم‌تحرک استفاده شد. سطح معنی‌داری را ۰/۰۵ در نظر گرفتند.

---

1. Bio Vendor  
2. SPSS-16  
3. Kolmogorov-Smirnov

## یافته های پژوهش

### گرلین فعال

ویژگی های عمومی آزمودنی ها در جدول ۱ گزارش شده است.

جدول ۱ ویژگی های عمومی آزمودنی های فعال و کم‌تحرک (انحراف معیار  $\pm$  میانگین)

پارامتر	فعال		کم‌تحرک	
	تمرین (n = ۹)	کنترل (n = ۹)	تمرین (n = ۹)	کنترل (n = ۹)
سن (yr)	24/9 $\pm$ 3/6	24/0 $\pm$ 4/3	25/4 $\pm$ 4/2	26/2 $\pm$ 4/0
قد (m)	167/8 $\pm$ 14/1	165/6 $\pm$ 12/1	162/6 $\pm$ 11/4	161/3 $\pm$ 12/8
وزن (kg)	63/2 $\pm$ 7/5	61/1 $\pm$ 8/9	71/2 $\pm$ 6/5*	70/1 $\pm$ 8/4
چربی بدن (درصد)	23/5 $\pm$ 4/4	22/4 $\pm$ 3/5	28/5 $\pm$ 2/5*	27/5 $\pm$ 3/3
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>۱</sup>	22/5 $\pm$ 3/2	21/9 $\pm$ 3/5	27/1 $\pm$ 2/1*	28/9 $\pm$ 3/5
VO <sub>2</sub> max (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> ) <sup>۲</sup>	34/8 $\pm$ 3/3	35/0 $\pm$ 3/5	27/2 $\pm$ 3/1*	26/9 $\pm$ 2/9
کل انرژی مصرفی روزانه (kcal/d) <sup>۲</sup>	2323/1 $\pm$ 2337/3	2301/6 $\pm$ 2322/4	1853/8 $\pm$ 198/7*	1812/9 $\pm$ 180/5

<sup>۱</sup> کیلوگرم بر متر مربع، <sup>۲</sup> میلی‌لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در هر دقیقه، <sup>۳</sup> کیلوکالری در روز، BMI نمایه توده بدن، <sup>۴</sup> نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین گروه فعال-تمرین و کم‌تحرک-تمرین در سطح

$$p < 0.05$$

همچنین، غلظت گرلین فعال پلاسماي آزمودنی‌ها در حالت استراحت و پس از فعالیت-های زیربیشینه و بیشینه در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. غلظت گرلین فعال پلاسما (pg/ml) در حالت استراحت و پس از فعالیت‌های بدنی زیربیشینه و بیشینه (انحراف معیار ± میانگین)

پس از آزمون بیشینه	پس از آزمون زیربیشینه	پیش از آزمون		
۱۲۰/۶۷ ± ۳۳/۵ ##	۱۶۸/۴۴ ± ۴۱/۳	۱۶۹/۹۲ ± ۳۸/۴	تمرین	فعال
۱۶۵/۵۴ ± ۳۲/۲	۱۷۲/۶۱ ± ۳۹/۲	۱۶۶/۳۷ ± ۳۱/۳	کنترل	
۱۱۲/۵۶ ± ۲۹/۸ ##	۱۴۷/۳۲ ± ۴۳/۲	۱۵۴/۲۱ ± ۳۳/۵	تمرین	کم‌تحرک
۱۴۹/۳۵ ± ۴۴/۳	۱۵۲/۸۹ ± ۳۶/۳	۱۴۴/۹۰ ± ۳۵/۹	کنترل	

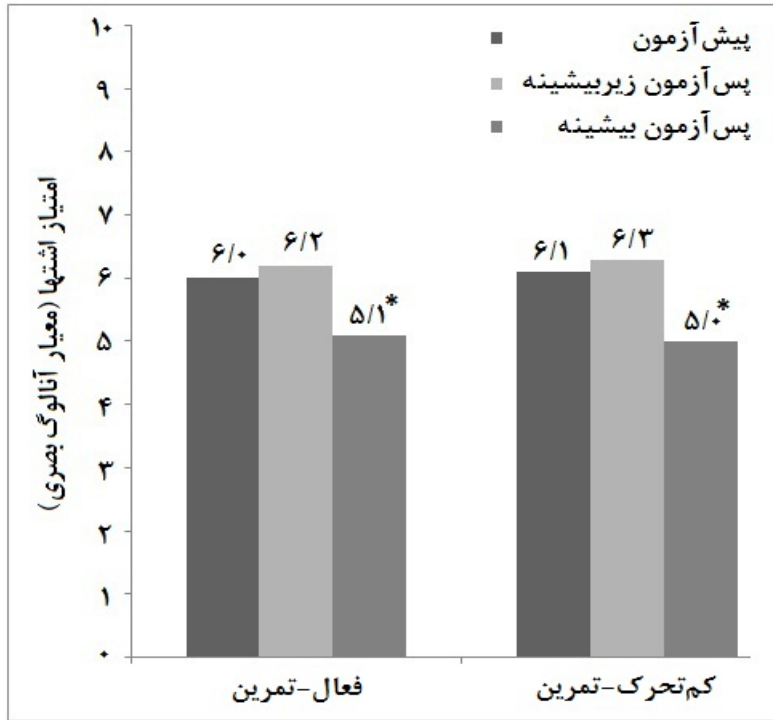
\* نشانه تفاوت معنی‌دار بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون بیشینه در سطح  $p < 0.05$ ، # نشانه تفاوت معنی‌دار بین پس‌آزمون زیربیشینه و پس‌آزمون بیشینه در سطح  $p < 0.05$  (آزمون تحلیل واریانس دو طرفه با اندازه‌گیری‌های مکرر و تصحیح بنفرونی برای مقایسه‌های چندگانه)

اثر درون‌آزمودنی در هر دو گروه فعال-تمرین و کم‌تحرک-تمرین معنی‌دار بود (به ترتیب:  $F = 0.042$ ،  $F = 0.011$ ). تجزیه و تحلیل یافته‌ها نشان داد فعالیت زیربیشینه تاثیری بر سطوح گرلین فعال افراد فعال و کم‌تحرک ندارد (به ترتیب:  $p = 0.144$ ،  $p = 0.116$ ) ولی فعالیت بیشینه موجب کاهش معنی‌دار سطوح گرلین فعال افراد فعال و افراد کم‌تحرک می‌شود (به ترتیب:  $p = 0.013$ ،  $p = 0.009$ )، به طوری که بعد از اجرای بیشینه نسبت به اجرای زیربیشینه، میانگین گرلین فعال پلاسمایی کمتر است (به ترتیب:  $p = 0.011$ ،  $p = 0.016$ ). در ضمن، اثر درون‌آزمودنی در هیچ کدام از گروه‌های فعال-کنترل و کم‌تحرک-کنترل معنی‌دار نبود (به ترتیب:  $F = 0.219$ ،  $F = 0.486$ ).

آزمون  $t$  مستقل نشان داد که بین میانگین تغییرات غلظت گرلین فعال پلازما متعاقب فعالیت زیربیشینه در زنان فعال و کم‌تحرک تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ( $p=0/114$ ). در مورد فعالیت بیشینه نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ( $p=0/137$ ).

#### اشتها

امتیازهای اشتهای (ارزش‌های معیار آنالوگ بصری) گروه‌های فعال-تمرین و کم‌تحرک-تمرین در نمودار ۱ نمایش داده شده است. در مورد اشتها نیز اثر درون‌آزمودنی در هر دو گروه فعال-تمرین و کم‌تحرک-تمرین معنی‌دار بود (به ترتیب:  $F = 0/026$ ,  $F = 0/044$ ). تجزیه و تحلیل یافته‌ها نشان داد فعالیت زیربیشینه تاثیری بر میزان اشتهای افراد فعال و کم‌تحرک ندارد (به ترتیب:  $p=0/117$ ,  $p=0/149$ ) ولی فعالیت بیشینه موجب کاهش معنی‌دار میزان اشتهای افراد فعال و افراد کم‌تحرک می‌شود (به ترتیب:  $p=0/012$ ,  $p=0/015$ ), به طوری که پس از اجرای بیشینه نسبت به اجرای زیربیشینه، میانگین امتیاز اشتها کمتر است (به ترتیب:  $p=0/006$ ,  $p=0/008$ ). در ضمن، اثر درون‌آزمودنی در هیچ کدام از گروه‌های فعال-کنترل و کم‌تحرک-کنترل معنی‌دار نبود (به ترتیب:  $F = 0/219$ ,  $F = 0/486$ ).



نمودار ۱. معیار آنالوگ بصری برای اشتها

\* نشانه تفاوت معنی دار بین پیش آزمون و پس آزمون بیشینه در هر دو گروه در سطح  $p < 0.05$

همچنین، آزمون t مستقل نشان داد بین میانگین تغییرات میزان اشتها متعاقب فعالیت زیربیشینه در زنان فعال و کم تحرک تفاوت معنی داری وجود ندارد ( $p=0.145$ ). در مورد فعالیت بیشینه نیز تفاوت معنی داری مشاهده نشد ( $p=0.178$ ).

## بحث و نتیجه گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که یک جلسه فعالیت زیربیشینه تاثیری بر غلظت گرلین فعال پلازما چه در زنان فعال و چه در زنان کم تحرک ندارد؛ اما فعالیت بیشینه در هر دو گروه، غلظت گرلین فعال پلازما را کاهش می‌دهد. همچنین، همسو با تغییرات

گرلین فعال، اشتهای زنان فعال یا کم‌تحرک متعاقب یک جلسه فعالیت زیربیشینه تغییری نمی‌کند، اما فعالیت بیشینه در هر دو گروه اثر کاهشی روی آن دارد. همچنین، میزان تغییرات گرلین فعال و اشتها متعاقب فعالیت بدنی (چه بیشینه و چه زیربیشینه) در گروه‌های فعال و کم‌تحرک مشابه بود.

عمده پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهند که یک جلسه فعالیت بدنی تأثیری بر سطوح در گردش گرلین تام ندارد [۲۶، ۲۷، ۲۱، ۱۲]، در حالی که یافته‌های پژوهش‌های صورت گرفته در مورد گرلین فعال ضد و نقیض است، به طوری که برخی از آنان کاهش [۱۸، ۲۶، ۳۰، ۳۳]، برخی افزایش [۲۵] و برخی عدم تغییر [۸، ۲۹] را گزارش کرده‌اند. علاوه بر نوع گرلین اندازه‌گیری شده، ناهمگونی یافته‌های پژوهش‌های موجود در زمینه پاسخ سطوح گرلین فعال پلازما به یک جلسه فعالیت بدنی را می‌توان به تفاوت‌های مشهود در روش‌شناسی پژوهشی آنها نسبت داد که تفاوت در شدت، مدت و نوع فعالیت بدنی [۸، ۱۸، ۲۹]، سطح آمادگی آزمودنی‌ها [۸، ۲۶]، دامنه سنی [۳۳، ۲۵] و زمان نمونه‌گیری خون پس از اجرای فعالیت بدنی [۱۲، ۲۱] را می‌توان از جمله برجسته‌ترین تفاوت‌های مورد نظر ذکر کرد. اگرچه گزارش شده است که سطوح در گردش گرلین فعال با درصد چربی و نمایه توده بدن رابطه معکوس و با عملکرد قلبی-تنفسی رابطه مستقیم دارد [۲۰] و در مطالعه حاضر نیز درصد چربی و نمایه توده بدن گروه فعال-تمرین کمتر و سطح آمادگی قلبی-تنفسی آنها بالاتر از گروه کم‌تحرک-تمرین بود، اما تفاوتی بین مقادیر پس‌آزمون گرلین فعال پلازما و میزان اشتهای این گروه‌ها متعاقب فعالیت بیشینه (یا زیربیشینه) مشاهده نشد. همچنین، با توجه به برخی یافته‌های منتشرشده در زمینه تغییرات روزانه سطوح در گردش گرلین و ارتباط زمان صرف وعده غذایی با آن [۲۲]، به هنگام مقایسه نتایج پژوهش‌های پیشین، بایستی این موارد را نیز در نظر داشت.

شدت تمرین بر پاسخ غلظت گرلین فعال پلاسما به یک جلسه فعالیت بدنی تاثیرگذار است، به طوری که فعالیت بدنی زیربیشینه بر غلظت گرلین فعال تاثیری نداشت؛ در حالی که فعالیت بدنی بیشینه منجر به کاهش سطوح گرلین فعال شد. بررسی مطالعات پیشین که در هر کدام از آنها یک فعالیت با شدت خاصی به اجرا در آمده است [۸، ۱۸، ۲۹] به تفسیر یافته‌های پژوهش کمک خواهد کرد. در پژوهش‌هایی که تاثیر فعالیت بدنی زیربیشینه بر سطوح گرلین تام مطالعه شده، تغییری گزارش نشده است [۲۷، ۲۱، ۱۲]، در حالی که پژوهشگرانی که تاثیر فعالیت بدنی بیشینه را بررسی کرده‌اند، به کاهش سطوح گرلین تام نیز اشاره داشته‌اند [۳۲]. با این وجود، اشمیت و همکاران<sup>۳۱</sup> نشان دادند که یک جلسه دوی با شدت‌های متفاوت (۵۰، ۷۰ و ۹۰ درصد  $VO_2max$ ) تغییری در سطوح گرلین تام مردان جوان سالم ایجاد نمی‌کند [۲۶]. در مورد گرلین فعال، بیشتر پژوهشگران پیشین به بررسی تاثیر فعالیت بدنی طولانی مدت و با شدت ۷۰ درصد  $VO_2max$  و بالاتر بر سطوح گرلین فعال را بررسی پرداخته‌اند [۱۸، ۳۰، ۳۳]. واتانسون-اوزن و همکاران<sup>۳۲</sup> نیز نشان دادند که ۱۲۰ دقیقه تمرین هوازی (۱۰۵ دقیقه با شدت ۵۰ درصد  $VO_2max$  و ۱۵ دقیقه با شدت ۷۰ درصد  $VO_2max$ ) باعث کاهش سطوح گرلین فعال بازیکنان فوتبال مرد نخبه شد [۳۰]. مارزولو و همکاران<sup>۳۳</sup> نیز بیان کردند که یک فعالیت با شدت بالا در افراد چاق و لاغر، کاهش غلظت گرلین فعال را به همراه دارد [۱۸]. شمار مطالعاتی که اثر فعالیت بدنی با شدت کمتر را بررسی کرده‌اند، اندک است. یونیک و همکاران متوجه شدند که ۴۰ دقیقه پیاده‌روی با شدت متوسط تغییری در سطوح گرلین فعال زنان بیش‌وزن و چاق ایجاد نمی‌کند [۲۹]. کینگ و همکاران نیز نشان دادند که ۶۰ دقیقه پیاده‌روی سریع منجر به تغییر سطوح گرلین فعال مردان جوان فعال نمی‌شود [۸]. صرف‌نظر از اختلاف در نوع فعالیت بدنی و مدت زمان آن و همچنین جنسیت و سطح آمادگی آزمودنی‌ها، از یافته‌های پژوهش‌های مذکور که

1. Schmidt et al
2. Vatansever-Ozen et al
3. Marzullo et al



تقریباً تمام آنها (به جز مطالعه یونیک و همکاران) روی مردان صورت گرفته است، می‌توان چنین گفت که شدت تمرین می‌تواند یک عامل بالقوه در تغییر یا عدم تغییر سطوح گرلین فعال متعاقب یک جلسه فعالیت بدنی در مردان باشد، که این استنتاج با یافته‌های ما (یعنی تفاوت پاسخ غلظت گرلین فعال زنان به فعالیت بدنی زیربیشینه و بیشینه) هم‌سو است.

بین تاثیر فعالیت بیشینه بر غلظت گرلین فعال پلاسما در زنان فعال و کم‌تحرک تفاوتی وجود ندارد. وسترگارد و همکاران متوجه شدند که یک آزمون ورزشی بیشینه، هم در ورزشکاران نخبه و هم در مردان و زنان سالم، منجر به کاهش غلظت گرلین تام سرم شد [۳۲]. با این وجود، در مورد گرلین فعال مطالعه‌ای یافت نشد که تاثیر فعالیت بدنی را در آزمودنی‌های فعال و کم‌تحرک تحت مقایسه قرار داده باشد. به هر حال مطالعه یافته‌های پژوهش‌های پیشین که روی مردان صورت گرفته، نشان می‌دهد که یک جلسه فعالیت بدنی با شدت بالا، چه در مردان فعال یا ورزشکار [۳۰] و چه در مردان سالم غیر فعال یا غیر ورزشکار [۱۸، ۲۶، ۲۱] می‌تواند منجر به کاهش غلظت گرلین فعال شود [۸-۲۶، ۳۰، ۲۷، ۲۱] که از این جهت با پژوهش حاضر همسوست.

بیشتر پژوهش‌ها نشان داده‌اند یک جلسه فعالیت بدنی گرسنگی یا انرژی دریافتی را افزایش نمی‌دهد [۲۸]، حتی هنگامی که شدت فعالیت بدنی شدید باشد [۱۰]. بنابراین فعالیت بدنی می‌تواند موازنه انرژی منفی کوتاه‌مدتی را اعمال کند [۷]. در واقع، همراستا با یافته‌های پژوهش حاضر پژوهشگران دریافته‌اند که فعالیت بدنی شدید به طور حاد، گرسنگی را مهار می‌کند و این پدیده‌ای است که به عنوان بی‌اشتهایی ناشی از تمرین توضیح داده شده است [۹، ۱۰]، اگرچه این پدیده عمر کوتاهی داشته و احتمالاً اثر مشخصی بر انرژی دریافتی ندارد [۹، ۲۰]. با این وجود، در مقابل با یافته‌های پژوهش حاضر و پدیده مذکور، برخی مطالعات افزایش در حس‌های اشتها [۱۴] و افزایش در انرژی دریافتی متعاقب آن [۳۱] را نشان داده‌اند. به نظر می‌رسد یکی از دلایل اصلی این

عدم همخوانی، تفاوت در شدت فعالیت بدنی باشد [۲۸]. در مطالعه حاضر، فعالیت بدنی زیربیشینه تاثیری بر امتیاز اشتهای زنان فعال یا کم‌تحرک نداشت، اما فعالیت بیشینه در هر دو گروه اثر کاهشی بر اشتها داشت که این نشان‌دهنده اثر شدت تمرین بر پاسخ اشتها به یک جلسه فعالیت بدنی است. با عنایت به اثر اشتهاآوری گرلین فعال، تغییر حاصله در اشتها را می‌توان با کاهش سطوح گرلین فعال پلازما متعاقب فعالیت بدنی شدید مرتبط دانست. کاهش سطوح گرلین فعال و اشتها متعاقب تمرین بیشینه ممکن است ناشی از افزایش فعالیت دستگاه عصبی سمپاتیک و توزیع مجدد خون از گردش خون طحالی به سمت عضلات اسکلتی فعال باشد [۳۰].

در مطالعه حاضر نمونه پلازما و معیار آنالوگ بصری اشتها بلافاصله پیش و پس از جلسه‌های فعالیت بدنی ثبت شده و شناسایی تغییرات کمی و زمانی احتمالی در پاسخ‌های مشاهده شده مستلزم اجرای پژوهش‌های بیشتر است. همچنین کل داده‌ها در فاصله زمانی ۸ تا ۹ صبح و پس از دوازده ساعت ناشتا گردآوری شد و حال اینکه هم چرخه شبانه‌روزی [۳۱] و هم وضعیت تغذیه‌ای [۵] می‌تواند بر شیوه پاسخ اشتها و گرلین فعال به یک جلسه فعالیت بدنی اثرگذار باشد.

## نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد که شدت تمرین از جمله عوامل موثر در چگونگی پاسخ گرلین فعال و اشتها به یک جلسه فعالیت بدنی در زنان است، به گونه‌ای که تمرین بیشینه سطوح گرلین فعال و اشتها را پایین می‌آورد، اما تمرین زیربیشینه تاثیری بر آنها ندارد. تغییرات گرلین فعال و اشتها متعاقب تمرین (زیربیشینه یا بیشینه) به طور موازی صورت می‌گیرد و میزان این تغییرات در زنان فعال و کم‌تحرک مشابه است.

## تشکر و قدردانی

مقاله حاضر گزارشی از یک طرح پژوهشی مصوب (کد طرح: ۵۱۶۶۲۸۱۱۰۵۰۱۶) است بدین وسیله از دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد به خاطر کمکهای مالی و فنی در راستای اجرای این پروژه تشکر و قدردانی می‌شود، همچنین از تمام همکاران و داوطلبان عزیزی که پژوهشگران را در اجرای این طرح یاری رساندند، صمیمانه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

## منابع

1. Ahmadizad S, Khodamoradi A, Ebrahim K, Hedayati M. (2010). Effects of Resistance Exercise Intensity on Adipokines and Insulin Resistance Index. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*:12(7): 427-34 (abstract: 457).
2. [Barkan AL](#), [Dimaraki EV](#), [Jessup SK](#), [Symons KV](#), [Ermolenko M](#), [Jaffe CA](#). (2003). Ghrelin secretion in humans is sexually dimorphic, suppressed by somatostatin, and not affected by the ambient growth hormone levels. *J Clin Endocrinol Metab*: 88: 2180-4.
3. Blundell JE. The biology of appetite. *Clin Appl Nutr*. 1991; 1: 21-31.
4. [Dall R](#), [Kanaley J](#), [Hansen TK](#), [Møller N](#), [Christiansen JS](#), [Hosoda H](#), et al. (2002). Plasma ghrelin levels during exercise in healthy subjects and in growth hormone-deficient patients. *European Journal of Endocrinology*: 147: 65-70.
5. Durrant ML, Royston JP & Wloch RT. (1982). Effects of exercise on energy intake and eating patterns in lean and obese humans. *Physiol Behav*: 29: 449-454.
6. Foster-schubert KE, McTiernan A, Frayo RS, Schwartz RS, Rajan KB, Yasui Y, et al. (2005). Human plasma ghrelin levels increase during a one-year exercise program. *J Clin Endocrinol Metab*: 90: 820-825.
7. Imbeault P, Saint-Pierre S, Almeras N & Tremblay A. (1997). Acute effects of exercise on energy intake and feeding behaviour. *Br J Nutr*: 77: 511-521.
8. King JA, Miyashita M, Wasse LK and Stensel DJ. (2010). Influence of prolonged treadmill running on appetite, energy intake and circulating concentrations of acylated ghrelin. *Appetite*: 54(3): 492-498.
9. 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: 715-724.
10. 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: 478-483.
11. King NA, Tremblay A & Blundell JE. (1997). Effects of exercise on appetite control: implications for energy balance. *Med Sci Sports Exerc*: 29: 1076-1089.
12. Kraemer RR, Durand RJ, Acevedo EO, Johnson LG, Kraemer GR, Hebert EP, et al. (2004). Rigorous Running Increases Growth Hormone and Insulin-Like Growth Factor-I Without Altering Ghrelin. *Experimental Biology and Medicine*: 229: 240-246.
13. Mackenzie B. 101 Performance evaluation tests. London: Electric Word plc; 2005: 5-6.

14. Maraki M, Tsofliou F, Pitsiladis YP, Malkova D, Mutrie N & Higgins S. (2005). Acute effects of a single exercise class on appetite, energy intake and mood. Is there a time of day effect? *Appetite*: 45: 272–278.
15. Martins C, Kulseng B, King NA, Holst JJ & Blundell JE. (2010). The effects of exercise-induced weight loss on appetite-related peptides and motivation to eat. *J Clin Endocrinol Metab*: 95: 1609-16.
16. Martins C, Morgan LM, Bloom SR and Robertson MD. Effects of exercise on gut peptides, energy intake and appetite. *Journal of Endocrinology*. 2007; 193: 251–258.
17. Martins C, Robertson MD and Morgan LM. (2008). Effects of exercise and restrained eating behaviour on appetite control. *Proceedings of the Nutrition Society*: 67: 28–41.
18. Marzullo P, Salvadori A, Brunani A, Verti B, Walker GE, Fanari P, et al. (2008). Acylated ghrelin decreases during acute exercise in the lean and obese state. *Clinical Endocrinology*: 69: 970-971.
19. Marzullo P, Verti B, Savia G, Walker GE, Guzzaloni G, Tagliaferri M, et al. (2004). The relationship between active ghrelin levels and human obesity involves alterations in resting energy expenditure. *J Clin Endocrinol Metab*: 89: 936-939.
20. Matinhomae H, Moradi F, Azarbayjani MA, Peeri M. (2011). Growth Hormone, Insulin Resistance Index, Lipid Profile, and Cardiorespiratory Function in Obese and Lean Inactive Young Men: Correlations with Plasma Acylated Ghrelin Levels. *Knowledge & Health*: 6(2):18-25.
21. Najafian J, Toghianifar N, Mohammadifard N, Nouri F. (2011). Association between sleep duration and metabolic syndrome in a population-based study: Isfahan Healthy Heart Program. *JRMS*: 16(6): 801-806.
22. Nicholas A, Tritos and Efi G. Kokkotou. (2006). The physiology and potential clinical applications of ghrelin, a novel peptide hormone. *Mayo Clin Proc*: 81(5): 653-60.
23. Powers SK, Howley ET. *Exercise physiology*: (2004). Theory and application to fitness and performance. 5th ed. New York: McGraw-Hill: 366-369.
24. [Rahmani-nia](#) F, [Rahnama](#) N, [Hojjati](#) Z, [Soltani](#) B. (2008). Acute effects of aerobic and resistance exercises on serum leptin and risk factors for coronary heart disease in obese females. [Sport Sci Health](#): 2(3): 118-124.
25. Sauseng W, Nagel B, Gamillscheg A, Aigner R, Borkenstein M, Zotter H. (2011). Acylated ghrelin increases after controlled short-time exercise in school-aged children. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*: 21(6): e100–e105.

26. Schmidt A, Maier C, Schaller G, Nowotny P, Bayerle-Eder M, Buranyi B, Luger A, Wolzt M. (2004). Acute exercise has no effect on ghrelin plasma concentrations. *Horm Metab Res*: 36:174-177.
27. St-Pierre DH, Rabasa-Lhoret R, Lavoie M, Karelis AD, Strychar I, Doucet E and Coderre L. (2009). Fiber intake predicts ghrelin levels in overweight and obese postmenopausal women. *European Journal of Endocrinology*: 161: 65-72.
28. Thompson DA, Wolfe LA & Eikelboom R. (1988). Acute effects of exercise intensity on appetite in young men. *Med Sci Sports Exerc*: 20: 222-227.
29. Unick JL, Otto AD, Goodpaster BH, Helsel DL, Pellegrini CA and Jakicic JM. (2010). Acute effect of walking on energy intake in overweight/obese women. *Appetite*: 55: 413-419.
30. Vatansever- Ozen S, Tiryaki- Sonmez G, Bugdayci G and Ozen G. (2011). The effects of exercise on food intake and hunger: Relationship with acylated ghrelin and leptin. *Journal of Sports Science and Medicine*: 10: 283-291.
31. Verger P, Lanteaume MT & Louis-Sylvestre J. (1992). Human intake and choice of foods at intervals after exercise. *Appetite*: 18: 93-99.
32. Vestergaard ET, Dall R, Lange KHW, Kjaer M, Christiansen JS, and Jorgensen JOL. (2007). The ghrelin response to exercise before and after growth hormone administration. *J Clin Endocrinol Metab*: 92: 297-303.
33. Wasse LK, Sunderland CD, King JA, Batterham RL, Stensel DJ. (2011). The influence of rest and exercise at a simulated altitude of 4000 m on appetite, energy intake and plasma concentrations of acylated ghrelin and peptide YY. *J Appl Physiol*: (Epub ahead of print).
34. Weltman A, Pritzlaff CJ, Wideman L, Considine RV, Fryburg DA, Gutgesell ME, et al.(2000). Intensity of acute exercise does not affect serum leptin concentrations in young men. *Med Sci Sports Exerc*: 32(9):1556-61.
35. Wren AM, Seal LJ, Cohen MA, Brynes AE, Frost GS, Murphy KG, Dhillon WS, Ghatei MA, Bloom SR. (2001). Ghrelin enhances appetite and increases food intake in humans. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*: 86(12): 992-5.
36. [Wunder DM](#), [Yared M](#), [Bersinger NA](#), [Widmer D](#), [Kretschmer R](#), [Birkhäuser MH](#). (2006). Serum leptin and C-reactive protein levels in the physiological spontaneous menstrual cycle in reproductive age women. *Eur J Endocrinol*: 155(1):137-42.
37. Zigman JM and Elmquist JK. (2003). Minireview: from anorexia to obesity—the yin and yang of body weight control. *Endocrinology*: 144: 3749-55.

