

اثر تمرین مقاومتی دایره‌ای بر سطح گرلین پلاسمایی زنان جوان

دکتر مرضیه ثاقب‌جو^۱، دکتر عباس قنبری نیاکی^۲، دکتر حمید رجبی^۳، دکتر رزیتا فتحی^۴، دکتر مهدی هدایتی^۴
(۱) دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، (۲) دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه
مازندران، (۳) دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تربیت معلم تهران، (۴) مرکز تحقیقات پیشگیری و
درمان چاقی، پژوهشکده‌ی علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، نشانی
مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول: تهران، اوین، مرکز تحقیقات پیشگیری و درمان چاقی، پژوهشکده‌ی علوم غدد
درون‌ریز و متابولیسم، صندوق پستی: ۴۷۶۳-۱۹۳۹۵، دکتر مهدی هدایتی؛ e-mail: hedayati@endocrine.ac.ir

چکیده

مقدمه: گرلین یک پپتید اشتها آور معده‌ای است که در ایجاد رفتار سیری موثر می‌باشد و نقش مهمی در تعادل انرژی و هموستاز گلوکز ایفا می‌کند. شواهد بسیار زیادی نشان می‌دهد که فعالیت‌های مقاومتی بخش بسیار مهمی از توصیه‌های ورزشی، برای کاهش وزن می‌باشند. هدف این پژوهش بررسی اثر ۴ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای بر سطح استراحتی گرلین تام، گلوکز، انسولین و استروژن پلازما بود. **مواد و روش‌ها:** ۲۷ دانشجوی دختر تربیت بدنی (میانگین سن $22 \pm 1/54$ سال، قد $162/66 \pm 5/05$ سانتی‌متر، نمایه‌ی توده‌ی بدن $20/76 \pm 1/86$ کیلوگرم بر مترمربع و درصد چربی $2/08 \pm 2/95$ ٪) به صورت تصادفی در دو گروه تجربی و یک گروه شاهد قرار گرفتند. برنامه‌ی تمرین با دو شدت ۴۰ و ۸۰٪ یک تکرار بیشینه، ۴ روز در هفته و به مدت ۴ هفته انجام شد. نمونه‌گیری خون ۲۴ ساعت قبل و ۴۸ ساعت بعد از برنامه‌ی تمرین انجام گرفت. **یافته‌ها:** یافته‌های آزمون آنوا نشان داد که بین سطح گرلین تام ($P=0/88$)، گلوکز پلازما ($P=0/1$) و انسولین ($P=0/66$) در گروه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، اما همبستگی منفی معنی‌داری ($P=0/05$)، $R=-0/4$ بین سطح گرلین تام و استروژن پلازما به دست آمد. نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد، عدم تغییر وزن آزمودنی‌ها در مدت برنامه‌ی تمرین و کوتاه مدت بودن برنامه‌ی تمرین‌ها ممکن است دلیل عدم افزایش گرلین در این پژوهش باشد، البته احتمال دارد زیرگروه‌های گرلین تام (گرلین آسپل دار و بدون آسپل) تغییر کرده باشند.

واژگان کلیدی: گرلین تام پلازما، تمرین مقاومتی دایره‌ای، استروژن، زنان جوان

دریافت مقاله: ۸۹/۳/۱۹ - دریافت اصلاحیه: ۸۹/۴/۳۰ - پذیرش مقاله: ۸۹/۵/۱۱

مقدمه

اشتها به شمار می‌آیند. این محور مغزی - روده‌ای دارای قسمت‌های عصبی و هورمونی است که داده‌ها را به مراکز مهم عصبی شامل هیپوتالاموس و ساقه‌ی مغز مخابره می‌کنند.^۱ با کشف گرلین در دستگاه گوارش به‌خصوص از مخاط معده (فوندوس) توسط کوچی‌ما و همکاران (۱۹۹۹) و اثبات اثر اشتها آوری آن، نقش دستگاه گوارش نیز در تعادل انرژی پررنگ، و معده به عنوان یک اندام موثر در تعادل انرژی شناخته شد.^۲ یافته‌ها نشان داده‌اند که گرلین به شرایط انرژی منفی حساس است و نقش قابل توجهی در تعادل کوتاه مدت و بلند مدت انرژی، و همچنین هموستاز

تنظیم وزن بدن یک فرآیند کنترل شده‌ی بسیار پیچیده و دقیق است که پپتیدهای موجود در معده و مغز نقش مهمی در آن برعهده دارند.^۱ مغز در پاسخ به پیام‌های بافت چربی و مسیر معده - روده‌ای، هموستاز انرژی را تنظیم می‌کند و قسمت‌های مختلفی از مغز در رفتار دریافت غذا و هموستاز انرژی دخالت دارند، اما مرکز اصلی هموستاز انرژی در انسان هیپوتالاموس است. راه‌های ارتباطی بین مسیر معده - روده‌ای و سیستم عصبی مرکزی یک بخش مهم در تنظیم

گلوکز ایفا می‌کند.^۴ یافته‌های پژوهشی نشان می‌دهد بیان ژن گرلین در معده هنگام ناشتایی افزایش و هنگام سیری کاهش می‌یابد. در واقع سطح پلاسمایی گرلین در شرایط تعادل انرژی مثبت، کاهش و در شرایط تعادل انرژی منفی، افزایش پیدا می‌کند.^{۵-۷} با توجه به اثر گرلین در کنترل وزن و اشتها، سطح این پپتید مورد تاثیر ورزش قرار گرفته، باعث تغییر اشتها و وزن می‌شود. در پژوهش‌های مختلف یافته‌های متفاوتی درباره‌ی اثر ورزش بر سطح گرلین در پلاسما و بافت‌های مختلف گزارش شده است. برخی بررسی‌ها نشان داده‌اند کاهش وزن ناشی از تمرین و به دنبال آن کاهش نمایه‌ی توده‌ی بدن (BMI) می‌تواند سطح پلاسمایی گرلین را تغییر دهد.^{۸-۹} در واقع، تمرین‌های ورزشی ممکن است موجب تعادل منفی انرژی و به دنبال آن ایجاد تغییر در سطح پلاسمایی و سطح بافتی گرلین شود. در بررسی‌های هورمونی و متابولیکی هنوز پرسش‌های فراوانی در مورد تغییرات سطح گرلین به عنوان یکی از عوامل موثر بر تعادل انرژی، در اثر انجام تمرین‌های ورزشی وجود دارد؛ همچنین تاثیر کاهش وزن ناشی از تمرین‌های ورزشی بر سطح پلاسمایی گرلین نیز نیازمند بررسی‌های بیشتری است. کارن و همکاران (۲۰۰۳) مشاهده نمودند سطح گرلین پلاسما در پاسخ به یک برنامه‌ی تمرینی به مدت یک سال افزایش یافت. این برنامه‌ی تمرینی موجب کاهش وزن شد، بدون این‌که کالری دریافتی کاهش یابد. پژوهشگران این فرضیه را پیشنهاد نمودند که گرلین در تنظیم یک حلقه‌ی بازخورد منفی شرکت دارد و این حلقه تنظیم کننده‌ی وزن بدن است، در واقع کاهش وزن بدن موجب افزایش سطح گرلین خون می‌شود که به عنوان بخشی از سازگاری‌ها نسبت به کمبود انرژی شناخته شده است.^{۱۰} لیدی و همکاران (۲۰۰۴) نیز اثر ترکیبی تمرین و مداخله‌ی رژیم غذایی بر سطح گرلین تام پلاسمایی را در زنان با وزن طبیعی اندازه‌گیری نمودند. برنامه‌ی تمرینی آزمودنی‌ها با شدت ۷۰ تا ۸۰٪ ضربان قلب بیشینه، برای ۵ نوبت در هفته طراحی شده بود. یافته‌ها نشان داد سطح گرلین در گروه کاهش وزن ناشی از تمرین در مقایسه با افرادی که وزن ثابتی داشتند، افزایش معنی‌داری یافت؛ همچنین رابطه‌ی معکوس معنی‌داری بین سطح گرلین و تغییرات وزن مشاهده شد، بنابراین به نظر می‌رسد گرلین حساسیت ویژه‌ای به تغییرات وزن داشته باشد. در نتیجه این

پیشنهاد مطرح می‌شود که کاهش وزن بدن موجب تحریک افزایش جبرانی گرلین می‌گردد.^۸ کریمر و همکاران (۲۰۰۷) در مقاله‌ی مروری خود تاثیر انجام تمرین‌های ورزشی بر گرلین را بررسی نمودند و این یافته به دست آمد که کاهش وزن ناشی از انجام تمرین‌های ورزشی، سطح گرلین خون را افزایش می‌دهد، همچنین سطح گردش خون و افرادی که توسط انجام تمرین‌های ورزشی، کاهش وزن بیشتری دارند، نسبت به گروه کنترل و نیز آن‌هایی که کاهش وزن کمتری دارند، بالاتر است.^۶ قنبری نیاکی و همکاران (۲۰۰۹) اثر ۶ هفته تمرین هوازی را بر سطح گرلین پلاسما و عضله‌ی سولئوس موش‌ها بررسی کردند و نمونه‌های خون ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه‌ی تمرین، و در وضعیت سیری (۴ ساعت محرومیت از غذا) تهیه شد. یافته‌ها نشان داد به دنبال ۶ هفته تمرین استقامتی سطح گرلین در پلاسما و عضله‌ی موش‌ها کاهش یافت؛ همچنین در پایان برنامه‌ی تمرین، بین سطح گلوکز و انسولین در پلاسمای خون و وزن آزمودنی‌های گروه شاهد و تجربی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.^{۱۱} میرزایی و همکاران (۲۰۰۹) نیز سطح گرلین آسپل دار و بدون آسپل زنان چاق را در پاسخ به کاهش وزن ناشی از یک برنامه‌ی تمرین هوازی، بدون محدودیت کالری، اندازه‌گیری نمودند. براساس یافته‌های این پژوهش بعد از ۸ هفته تمرین، گرلین بدون آسپل در گروه تجربی افزایش معنی‌داری یافت، درحالی‌که وزن آزمودنی‌ها بعد از پایان برنامه به صورت غیر معنی‌داری کاهش یافت.^{۱۲} قنبری نیاکی (۲۰۰۶) نیز در پژوهش خود تاثیر یک مرحله فعالیت مقاومتی دایره‌ای با شدت ۶۰٪ یک تکرار بیشینه^{۱۱} (بیشینه‌ی وزنه‌ای که یک عضله یا گروه عضلانی، فقط یک بار می‌تواند بلند کند) را بر سطح گرلین پلاسمای مردان جوان مورد بررسی قرار داد که در آن قبل، بلافاصله بعد و ۲۴ ساعت پس از پایان تمرین از آزمودنی‌ها خون‌گیری به عمل آمد و نشان داد گرلین بلافاصله پس از فعالیت به طور معنی‌داری کاهش یافت، اما ۲۴ ساعت بعد افزایش معنی‌داری داشت، که این امر می‌تواند برانگیزاننده‌ی دریافت غذای غیر عادی باشد.^{۱۳} به طور کلی به نظر می‌رسد با وجود شواهدی مبنی بر این‌که فعالیت‌های مقاومتی بخش بسیار مهمی از تمرین‌های ورزشی برای کاهش وزن می‌باشند، اما اثر این تمرین‌ها بر پپتید گرلین که نقش مهمی در متابولیسم انرژی

بیماریهای قلبی-عروقی، تنفسی، کلیوی و متابولیکی بود؛ همچنین آزمودنی‌ها در حال درمان با داروهای استروئیدی و رژیم‌های غذایی خاص (کم کالری، کم چربی، پر پروتئین) نبودند و نیز با توجه به یافته‌های سایر بررسی‌ها مبنی بر اثر هورمون استروژن بر سطح گرلین، آزمودنی‌ها دوره‌ی قاعدگی منظم و مشابه یکدیگر داشتند^{۱۴} و تا زمان انجام این پژوهش نیز سابقه‌ی انجام تمرین منظم با وزنه را نداشتند.^{۱۵} پس از گزینش ابتدایی، رضایت‌نامه‌ی کتبی از شرکت‌کنندگان گرفته شد، سپس آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در دو گروه تجربی (۲۰=تعداد) و شاهد (۱۰=تعداد) قرار گرفتند. ابتدا قد توسط متری که به دیوار نصب شده بود با دقت ۰/۵ سانتی‌متر و وزن با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ کیلوگرم اندازه‌گیری شد. درصد چربی بدن نیز با استفاده از کالیپر و فرمول سه نقطه‌ای جکسون و پولاک^۱ توسط اندازه‌گیری چربی زیر پوستی عضله‌ی سه سر بازو، شکم و فوق‌خاصره به دست آمد که در جدول ۱ نشان داده شده است. سپس مقادیر یک تکرار بیشینه‌ی ۹ فعالیت انجام گرفته در گروه‌های تجربی تعیین شد.

دارد، بررسی نشده است. بنابراین در این پژوهش اثر یک دوره تمرین مقاومتی دایره‌ای با دو شدت ۴۰ و ۸۰٪ یک تکرار بیشینه بر سطح گرلین پلاسمایی زنان جوان سالم مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به این‌که ناشتایی باعث افزایش سطح گرلین پلاسما می‌شود، این پرسش مطرح می‌گردد که آیا افزایش گرلین در پژوهش‌های یاد شده ناشی از ناشتایی بوده یا به دلیل افزایش هزینه‌ی انرژی ناشی از تمرین ایجاد شده است، برای رفع این ابهام در پژوهش کنونی نمونه‌گیری در وضعیت سیری انجام گرفت تا داده‌های دقیق‌تری را در اختیار قرار دهد.

مواد و روش‌ها

روش بررسی نیمه تجربی، از نوع بررسی‌های بنیادی است که طرح پژوهش شامل پیش‌آزمون و پس‌آزمون با دو گروه تجربی و یک گروه شاهد می‌باشد. جامعه‌ی آماری دانشجویان دختر رشته‌ی تربیت بدنی بودند که ۳۰ نفر از آن‌ها به صورت داوطلبانه و هدفمند به عنوان نمونه انتخاب شدند. (در مدت اجرای پژوهش، ۳ نفر از آزمودنی‌ها به دلیل عدم تمایل به ادامه‌ی همکاری، از پژوهش خارج شدند). ملاک انتخاب آزمودنی‌ها، عدم ابتلا به

جدول ۱- شاخص‌های عمومی گروه‌های تجربی و شاهد

متغیرها	گروه‌ها	کنترل (تعداد=۸)	۴۰٪ یک تکرار بیشینه (تعداد=۹)	۸۰٪ یک تکرار بیشینه (تعداد=۱۰)	زمان
سن (سال)	پیش‌آزمون	۲۰/۷۵±۱/۰۴*	۲۳/۲۲±۰/۹۷	۲۱/۹±۱/۵۲	
قد (سانتی‌متر)	پیش‌آزمون	۱۶۱/۷۵±۳/۴	۱۶۳/۲۲±۶/۱۸	۱۶۲/۹±۴/۵	
وزن (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	۵۲/۶±۳/۲	۵۶/۶±۶/۷	۵۵/۳±۴/۵	
	پس‌آزمون	۵۲/۹±۲/۱	۵۷/۳±۶/۶	۵۵/۱±۵/۶	
نمایه‌ی توده‌ی بدن	پیش‌آزمون	۲۰/۱±۱/۵	۲۱/۲±۲/۳	۲۰/۸±۱/۶	
(کیلوگرم بر متر مربع)	پس‌آزمون	۲۰/۳±۱/۳	۲۱/۵±۲/۲	۲۰/۶±۲/۳	
درصد چربی	پیش‌آزمون	۲۱/۱±۱/۶	۲۱/۲±۲/۴	۲۰/۶±۲/۳	
	پس‌آزمون	۲۱/۳±۱/۳	۲۰/۴±۲	۲۰/۳±۲/۶	

* اعداد بر حسب میانگین ± انحراف استاندارد بیان شده‌اند.

شامل ۹ ایستگاه بود. زمان فعالیت در هر ایستگاه ۳۰ ثانیه، زمان استراحت بین ایستگاه‌ها، ۳۰ ثانیه و زمان استراحت بین دو نوبت، ۱۲۰ ثانیه در نظر گرفته شد. ایستگاه‌ها به

گروه‌های تجربی در مجموع ۴ هفته، هر هفته ۴ روز و هر روز یک جلسه (ساعت ۸ صبح) با دو شدت ۴۰ و ۸۰٪ یک تکرار بیشینه به تمرین پرداختند. برنامه‌ی تمرین توسط پژوهشگر تنظیم شد که هر جلسه شامل ۳ نوبت و هر نوبت

i- Jackson and Pollack

سطح گرلین تام پلازما توسط روش الیزای ساندویچی و با استفاده از کیت انسانی شرکت آمریکاییⁱⁱⁱ اندازه‌گیری شد. حساسیت این روش ۱۵/۶ پیکوگرم در میلی لیتر بود و درصد ضریب تغییرات درون آزمونی ۷/۴٪ تعیین شد. سطح هورمون استروژن پلاسمای نمونه‌ها نیز توسط روش الیزای رقابتی و با استفاده از کیت شرکت کانادایی^{iv} اندازه‌گیری شد. حساسیت این روش ۱۰ پیکوگرم در میلی‌لیتر بود، درصد ضریب تغییرات درون آزمونی ۹/۳٪ تعیین شد. هم‌چنین، سطح انسولین پلازما توسط روش الیزای ساندویچی و با استفاده از کیت (Mercodia AB, Uppsala, Sweden) اندازه‌گیری شد که حساسیت آن ۱ میلی واحد درلیتر بود، درصد ضریب تغییرات درون آزمونی ۴/۲٪ تعیین شد. گلوکز پلازما نیز با استفاده از روش Enzymatic Colorimetry (گلوکز اکسیداز) با استفاده از کیت ساخت شرکت پارس آزمون و دستگاه سلکترا ۲ اندازه‌گیری شد که حساسیت این روش ۱ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بود. درصد ضریب تغییرات درون آزمونی ۱/۲٪ تعیین گردید. در انجام آزمایش‌های پژوهش کنونی از دستگاه خوانش گر الیزا^v استفاده شد.

برای استفاده از آزمون آماری مناسب با توجه به حجم نمونه در سه گروه مورد بررسی، ابتدا به بررسی نرمال بودن توزیع و تجانس واریانس متغیرهای مورد بررسی توسط آزمون کلموگروف-اسمیرنوف پرداخته شد. برای مقایسه‌ی میانگین تغییرات متغیرها در قبل و بعد برنامه‌ی تمرین، از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA) و آزمون تعقیبی LSD استفاده گردید. برای بررسی ارتباط بین متغیرها نیز از آزمون ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. محاسبه‌ی آماری توسط نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۱۵ انجام گرفت و سطح معنی‌داری آزمون‌ها $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

یافته‌های آزمون کلموگروف-اسمیرنوف مربوط به بررسی همگن بودن گروه‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری در متغیرهای اندازه‌گیری شده بین گروه‌ها وجود ندارد و هر

ترتیب شامل پرس سینه، پرس پا، قایقی نشستهⁱ، پرس بالای سر، کشش زانو، کشش بازو، خم شدن زانو، خم شدن بازو و بلند کردن پاشنه بود، که این حرکات‌ها به صورت ایستگاهی طراحی و اجرا شد که^{۱۵} کل زمان هر جلسه‌ی تمرین نیز ۵۵-۵۰ دقیقه در نظر گرفته شد که شامل موارد زیر بود:

- گرم کردن به مدت ۲۰-۱۵ دقیقه بسیار سبک و بدون کار مقاومتی

- برنامه‌ی تمرین با وزنه به مدت ۳۰ دقیقه

- سرد کردن به مدت ۵ دقیقه

آزمودنی‌ها در مرحله‌ی میانی فاز لوتئال (۲۰ تا ۲۳ روز بعد از شروع دوره‌ی عادت ماهانه) که بر اساس تاریخ‌های دوره‌ی ماهانه‌ی ۶ ماه گذشته‌ی آن‌ها به دست آمده بود، به آزمایشگاه مراجعه نمودند. زیرا برخی بررسی‌ها نشان داده‌اند هورمون استروژن بر سطح گرلین تاثیر گذار است.^{۱۴} بنابراین با توجه به این‌که در دوره‌ی عادت ماهانه سطح استروژن در مرحله‌ی میانی فاز لوتئال دارای کمترین نوسان است، برای جلوگیری از تداخل اثر هورمون استروژن و اثر تمرین بر سطح گرلین، این مرحله به عنوان زمان نمونه‌گیری پیش و پس‌آزمون انتخاب شد. نمونه‌گیری خون، ۲۴ ساعت قبل از اولین جلسه‌ی تمرین و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه‌ی تمرین انجام گرفت. آزمودنی‌ها از ساعت ۸ شب قبل از نمونه‌گیری به مدت ۸ ساعت ناشتا بودند، اما ساعت ۴ صبح روز نمونه‌گیری، حدود ۵۰۰ کالری انرژی (توسط مصرف مواد غذایی، بیسکویت، شیر، خرما، سیب زمینی، عسل) دریافت کردند. برای مشابه‌سازی زمان نمونه‌گیری به منظور کنترل ریتم شبانه روزی، نمونه‌گیری در ابتدا و انتهای بررسی در ساعت ۸ صبح انجام گرفت. از ورید بازویی آزمودنی‌ها ۱۰ سی‌سی خون گرفته شد و نمونه‌ها در لوله‌های دارای ماده‌ی ضد انعقاد خون (EDTA)ⁱⁱ جمع‌آوری و به سرعت سانتریفوژ (با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه) شدند و پلاسمای به دست آمده تا زمان آزمایش در فریزر و در دمای ۸۰- درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شد.

iii - USCN LIFE Science & Technology Company, Missouri, USA

iv - Direct ELISA, EiSay way Estradiol, Diagnostics Biochem Canada, Ontario, Canada

v - ELISA reader sunrise model, Tecan, Austria

i - Seated Rowing

ii - Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid

گلوکز پلاسما نیز در هیچ‌یک از گروه‌ها معنی‌دار نبود (مقدار P به ترتیب ۰/۶۶ و ۰/۱۱)؛ همچنین بین سطح گرلین تام و سطح استروژن پلاسما ارتباط منفی معنی‌داری مشاهده شد ($P=0.05$, $R=-0.4$) (جدول ۲).

سه گروه از نظر متغیرهای مورد بررسی به شکل همگن تقسیم شده‌اند. براساس یافته‌های این پژوهش، سطح گرلین پلاسما در گروه‌های تجربی در انتهای پژوهش در مقایسه با سطح قبل از آن افزایش یافت که البته این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود ($P=0.88$)، تغییرات سطح انسولین و

جدول ۲- سطح پلاسمایی متغیرهای پژوهش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

مقدار P بین سه گروه	%۸۰ یک تکرار بیشینه	%۴۰ یک تکرار بیشینه	کنترل	گروه‌ها	
				زمان	متغیرها
۰/۸۸*	۳۹۷±۱۹۵	۴۱۴±۱۵۴	۳۱۱±۱۶۲*	پیش‌آزمون	گرلین تام
	۴۵۱±۱۴۲	۴۴۶±۱۸۶	۳۱۶±۱۷۵	پس‌آزمون	(پیکوگرم بر میلی‌لیتر)
۰/۱۱	۸۲/۱±۵	۸۷/۲±۵/۹	۸۹/۶±۸/۷	پیش‌آزمون	گلوکز
	۸۳/۱±۴/۹	۸۳/۳±۳/۵	۸۴/۵±۴/۲	پس‌آزمون	(میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)
۰/۶۶	۵/۹±۱/۵	۴/۶±۱	۵/۲±۲/۷	پیش‌آزمون	انسولین
	۵/۸±۱/۸	۵/۵±۲/۴	۵/۱±۱/۲	پس‌آزمون	(میلی واحد بر لیتر)
۰/۱۷	۲۲۹±۳۶	۲۱۰±۳۱	۱۹۳±۲۱	پیش‌آزمون	استروژن
	۲۳۰±۳۴	۱۹۷±۲۲	۱۹۹±۲۱	پس‌آزمون	(پیکوگرم بر میلی‌لیتر)

* اعداد بر حسب میانگین ± انحراف استاندارد بیان شده‌اند. † مقدار $P < 0.05$ از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد.

بحث

پلاسما فقط در آزمودنی‌هایی مشاهده شد که در مدت برنامه‌ی تمرین کاهش وزن داشتند و در آزمودنی‌هایی که بیش از ۵٪ کاهش وزن داشتند، تمایل به افزایش گرلین پلاسما بیشتر از آزمودنی‌هایی بود که کمتر از ۵٪ کاهش وزن داشتند.^{۱۶} فوستر- شوپرت و همکاران (۲۰۰۵) نیز گزارش کردند در اثر انجام یک سال فعالیت هوازی با شدت متوسط در زنان چاق یائسه، سطح گرلین تام خون متناسب با میزان کاهش وزن افزایش یافت و در آزمودنی‌هایی که وزن آن‌ها بدون تغییر ماند، سطح گرلین پلاسما نیز ثابت باقی ماند.^{۱۷} بررسی‌های لیدی و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد در آزمودنی‌های با وزن طبیعی که از راه ترکیب فعالیت ورزشی و مداخله‌ی رژیم غذایی بیش از ۳ کیلوگرم کاهش وزن داشتند، افزایش معنی‌داری در سطح گرلین تام پلاسما مشاهده شد و در آزمودنی‌هایی که کاهش وزن نداشتند، سطح گرلین نیز ثابت باقی ماند،^{۱۸} بنابراین به نظر می‌رسد گرلین به تغییرات وزن بدن بسیار حساس است و افزایش گرلین یک رفتار جبرانی در پاسخ به کاهش وزن می‌باشد. به عبارت دیگر افزایش گرلین ممکن است به عنوان یک سازوکار

پژوهش کنونی نشان داد ۴ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای با دو شدت ۴۰ و ۸۰٪ یک تکرار بیشینه تغییرات معنی‌داری در سطح گرلین پلاسما ایجاد نکرد و این نتیجه در شرایطی به دست آمد که وزن آزمودنی‌ها در پایان دوره‌ی تمرین بدون تغییر باقی ماند. تاکنون چندین پژوهش در مورد انجام یک دوره تمرین هوازی بر سطح گرلین پلاسمایی آزمودنی‌های انسان و موش انجام شده است که بیشتر آن‌ها سبب افزایش معنی‌دار سطح گرلین پلاسما شده است،^{۱۸-۱۶} اما تا به حال پژوهشی در مورد تاثیر یک دوره تمرین مقاومتی دایره‌ای بر سطح گرلین پلاسما صورت نگرفته است. یافته‌های بررسی‌ها قبلی نشان داده‌اند مداخله‌های تمرینی طولانی مدت که منجر به کاهش وزن آزمودنی‌ها شد، سطح گرلین پلاسما را به طور معنی‌داری افزایش داد. یافته‌های پژوهش مگر و همکاران^۱ (۲۰۰۸) روی زنان و مردان دارای اضافه وزن نشان داد، افزایش سطح گرلین

جبرانی برای بازگرداندن وزن بدن به یک نقطه‌ی تنظیم شده عمل نماید.^{۱۸} به طور کلی بیشتر بررسی‌ها عنوان کرده‌اند، انجام تمرین‌های طولانی‌مدت در صورتی سبب افزایش سطح گرلین پلازما می‌شود که کاهش وزن اتفاق افتاده باشد،^{۱۹} بنابراین عدم افزایش معنی‌دار سطح گرلین پلازما در این پژوهش را می‌توان با عدم تغییر وزن آزمودنی‌ها در طول برنامه‌ی تمرین، مرتبط دانست. از سوی دیگر مورپورگو و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند ۵٪ کاهش وزن به دنبال ۳ هفته فعالیت ورزشی همراه با محدود کردن رژیم غذایی در آزمودنی‌های چاق برای ایجاد تغییر در سطح گرلین تام پلازما کافی نیست، به عبارت دیگر، مدت برنامه‌ی تمرین نیز می‌تواند در تغییرات سطح گرلین به دنبال تمرین تأثیر گذار باشد؛^{۱۹} بنابراین طول مدت برنامه‌ی تمرین مقاومتی (۴ هفته) در بررسی کنونی عامل دیگری است که می‌تواند در مورد عدم تغییر معنی‌دار گرلین به آن توجه نمود.

از موارد قابل توجه دیگر این است که در بیشتر بررسی‌های عنوان شده، نمونه‌گیری از آزمودنی‌ها در حالت ناشتا انجام شده است و برخی بررسی‌ها گزارش نموده‌اند سطح گرلین پلاسمایی در حالت ناشتا به طور تقریبی دو برابر افزایش می‌یابد،^۵ و ناشتایی یکی از عوامل موثر در ایجاد تعادل منفی انرژی است که می‌تواند منجر به تحریک پپتیدهای اشتها آوری مانند گرلین شود،^{۲۰-۲۲} بنابراین به نظر می‌رسد ناشتایی هنگام نمونه‌گیری، ممکن است سازگاری‌های به دست آمده از تمرین را مورد تأثیر قرار دهد. در این پژوهش برای کنترل اثر ناشتایی که سبب افزایش ترشح گرلین می‌شود؛ آزمودنی‌ها ۴ ساعت قبل از نمونه‌گیری حدود ۵۰۰ کالری انرژی دریافت کردند. از سوی دیگر، این نکته نیز قابل توجه است که در این بررسی سطح گرلین تام پلازما اندازه‌گیری شده، بنابراین با وجود این‌که سطح گرلین تام پلازما با برنامه‌ی تمرین تغییری نکرد، اما این احتمال وجود دارد که سطح گرلین آسیل‌دار یا نسبت گرلین آسیل‌دار به گرلین بدون آسیل تغییر کرده باشد. فتحی و همکاران (۱۳۸۶) نشان دادند، ۱۲ هفته تمرین هوازی روی نوار گردان با شدت متوسط و شدید، به افزایش معنی‌دار سطح گرلین آسیل‌دار پلازما در موش‌های صحرایی منجر شد؛^{۲۳} همچنین پژوهش میرزایی و همکاران (۲۰۰۹) روی زنان چاق نشان داد، با وجودی که وزن آزمودنی‌ها پس از ۸ هفته برنامه‌ی تمرین هوازی به طور معنی‌داری تغییر نکرد، اما سطح گرلین بدون آسیل افزایش معنی‌داری یافت و سطح

گرلین آسیل‌دار نیز فقط در آزمودنی‌هایی که کاهش وزن داشتند، ۱۵٪ افزایش یافت و در سایر آزمودنی‌ها بدون تغییر باقی ماند. بنابراین ممکن است مدت برنامه‌ی تمرین یا میزان کاهش وزن عامل بسیار مهمی در ایجاد تغییر در سطح گرلین آسیل‌دار باشد.^{۱۲} نکته‌ی دیگر این است که در پژوهش کنونی نمونه‌گیری از آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه‌ی تمرین انجام گرفت، اما در بسیاری از بررسی‌های عنوان شده، نمونه‌گیری به دنبال ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه صورت گرفته است، بنابراین به نظر می‌رسد که در این بررسی‌ها، پاسخ‌های آخرین جلسه‌ی تمرین نیز در یافته‌ی پایانی مداخله داشته، اما در بررسی کنونی، بیشتر سازگاری‌های ایجاد شده توسط تمرین مورد سنجش قرار گرفته است. وجود همبستگی منفی بین سطح گرلین و استروژن پلازما در این پژوهش توسط متسوبرا و همکاران (۲۰۰۴) نیز گزارش شده است. این پژوهشگران با بررسی روی موش‌های اوارکتومی شده (عمل جراحی برداشتن تخمدان)^۱ نشان دادند، ۳ روز بعد از برداشتن تخمدان در موش‌های ۴ و ۹ هفته‌ای سطح mRNA گرلین و گرلین پلازما افزایش یافت. در واقع ارتباط معکوسی بین سطح گرلین و استرادیول مشاهده شد؛ همچنین زمانی که به موش‌ها ۱۷-بتا - استرادیول تزریق شد، سطح گرلین کاهش یافت که وجود ارتباط منفی بین گرلین و استروژن را تایید می‌کند. در واقع به نظر می‌رسد استروژن در تنظیم بیان گرلین مشارکت دارد.^{۱۵} از سوی دیگر بررسی‌ها نشان می‌دهد که سطح گرلین پلازما می‌تواند به وسیله‌ی هورمون‌هایی از جمله انسولین و متابولیت‌هایی مانند گلوکز تنظیم شود. در واقع مشاهده شده کاهش انسولین در حالت ناشتا سبب افزایش ترشح گرلین می‌شود و بلافاصله بعد از غذا خوردن نیز، انسولین ترشح شده موجب سرکوب ترشح گرلین می‌شود.^{۲۴} بورگلیو و همکاران (۲۰۰۳) نیز بیان کردند که پیام‌های سیری مانند گلوکز و انسولین موجب کاهش و مهار گرلین می‌شوند، بنابراین کاهش این پیام‌ها در اثر تمرین طولانی و ناشتایی، اثر مهاری آن‌ها را برداشته و زمینه را برای افزایش سطح گرلین فراهم می‌سازند.^{۲۵} در این پژوهش نیز بین انسولین و گرلین پلازما ارتباط معکوس غیر معنی‌داری مشاهده شد ($t = -0.35$ ، $P = 0.07$) که یافته‌ی این پژوهشگران را تایید می‌کند. به طور کلی، یافته‌های این

نمونه‌گیری و کوتاه بودن مدت برنامه‌ی تمرین در بروز نتیجه‌ی یاد شده موثر می‌باشد؛ هرچند ممکن است زیر گروه‌های گرلین تام (گرلین آسیل‌دار و بدون آسیل) تغییر کرده باشد.

پژوهش نشان داد سطح گرلین تام پلاسما به دنبال انجام ۴ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای با دو شدت ۴۰ و ۸۰٪ یک تکرار بیشینه در زنان جوان دارای وزن طبیعی تغییر معنی‌داری نکرد. به نظر می‌رسد عدم تغییر وزن آزمودنی‌ها در پایان برنامه‌ی تمرین، ناشتا نبودن آزمودنی‌ها هنگام

References

- Huda MS, Durham BH, Wong SP, Deepak D, Kerrigan D, McCulloch P, et al. Plasma obestatin levels are lower in obese and post-gastrectomy subjects, but do not change in response to a meal. *Int J Obes* 2008; 32: 129-35.
- Chaudhri OB, Wynne K, Bloom SR. Can gut hormones control appetite and prevent obesity? *Diabetes Care* 2008; 31 Suppl 2: S284-9.
- Kojima M, Hosoda H, Date Y, Nakazato M, Matsuo H, Kangawa K. Ghrelin is a growth hormone releasing acylated peptide from stomach. *Nature* 1999; 402: 656-60.
- Ghanbari-Niaki A, Soltani R, Shemshaki A, Kraemer RR. Effects of acute ethionine injection on Plasma ghrelin and Obestatin levels in trained male rats. *Metabolism* 2010; 59: 982-7.
- Klok MD, Jakobsdottir S, Drent ML. The role of leptin and ghrelin in the regulation of food intake and body weight in humans: a review. *Obes Rev* 2007; 8: 21-34.
- Kraemer RR, Castracane VD. Exercise and humoral mediators of peripheral energy balance: ghrelin and adiponectin (minireview). *Exp Biol Med* (Maywood) 2007; 232: 184-94.
- van der Lely AJ, Tschöp M, Heiman ML, Ghigo E. Biological, physiological, pathophysiological, and pharmacological aspects of ghrelin. *Endocr Rev* 2004; 25: 426-57.
- Leidy HJ, Gardner JK, Frye BR, Snook ML, Schuchert MK, Richard EL, et al. Circulating ghrelin is sensitive to changes in body weight during a diet and exercise program in normal-weight young women. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89: 2659-64.
- Erdmann J, Tahbaz R, Lippel F, Wagenpfeil S, Schusdziarra V. Plasma ghrelin levels during exercise - effects of intensity and duration. *Regul Pept* 2007; 143: 127-35.
- Karen Jenum A, Lorentzen C, Anderssen SA, Birkeland KI, Holme I, Lund-Larsen PG, et al. Promoting physical activity in a multi-ethnic district - methods and baseline results of a pseudo-experimental intervention study. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2003; 10: 387-96.
- Ghanbari-Niaki A, Abednazari H, Tayebi SM, Hossaini-Kakhak A, Kraemer RR. Treadmill training enhances rat agouti-related protein in plasma and reduces ghrelin levels in plasma and soleus muscle. *Metabolism* 2009; 58: 1747-52.
- Mirzaei B, Irandoust K, Rahmani-Nia F, Mohebbi H, Hassan-Nia S. Un acylated ghrelin levels increase after aerobic exercise program in obese women. *Brazilian Journal of Biomotricity* 2009; 3: 11-20.
- Ghanbari-Niaki A. Ghrelin and glucoregulatory hormone responses to a single circuit resistance exercise in male college students. *Clin Biochem* 2006; 39: 966-70.
- Matsubara M, Sakata I, Wada R, Yamazaki M, Inoue K, Sakai T. Estrogen modulates ghrelin expression in the female rat stomach. *Peptides* 2004; 25: 289-97.
- Ghanbari-Niaki A, Saghebjo M, Rahbarizadeh F, Hedayati M, Rajabi H. A single circuit-resistance exercise has no effect on plasma obestatin levels in female college students. *Peptides* 2008; 29: 487-90.
- Mager U, Kolehmainen M, de Mello VD, Schwab U, Laaksonen DE, Rauramaa R, et al. Expression of ghrelin gene in peripheral blood mononuclear cells and plasma ghrelin concentrations in patients with metabolic syndrome. *Eur J Endocrinol* 2008; 158: 499-510.
- Foster-Schubert KE, McTiernan A, Frayo RS, Schwartz RS, Rajan KB, Yasui Y, et al. Human plasma ghrelin levels increase during a one-year exercise program. *J Clin Endocrinol Metab* 2005; 90: 820-5.
- De Souza MJ, Leidy HJ, O'Donnell E, Lasley B, Williams NI. Fasting ghrelin levels in physically active women: relationship with menstrual disturbances and metabolic hormones. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89: 3536-42.
- Morpurgo PS, Resnik M, Agosti F, Cappiello V, Sartorio A, Spada A. Ghrelin secretion in severely obese subjects before and after a 3-week integrated body mass reduction program. *J Endocrinol Invest* 2003; 26: 723-7.
- Tschöp M, Smiley DL, Heiman ML. Ghrelin induces adiposity in rodents. *Nature* 2000; 407: 908-13.
- Shiyya T, Nakazato M, Mizuta M, Date Y, Mondal MS, Tanaka M, et al. Plasma ghrelin levels in lean and obese humans and the effect of glucose on ghrelin secretion. *J Clin Endocrinol Metab* 2002; 87: 240-4.
- Yildiz BO, Suchard MA, Wong ML, McCann SM, Licinio J. Alterations in the dynamics of circulating ghrelin, adiponectin, and leptin in human obesity. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2004; 101: 10434-9.
- Fathi R, Ghanbari-Niaki A, Rahbarizadeh F, Hedayati M, Ghahramanloo E, Farshidi Z. The effect of exercise on plasma acylated ghrelin concentrations and gastrocnemius muscle mRNA expression in male rats. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2009; 10: 519-26. [Farsi]
- Saad MF, Bernaba B, Hwu CM, et al. "Insulin regulates plasma ghrelin concentration". *J Clin Endocrinol Metab* 2002; 87: 3997-4000.
- Broglio F, Benso A, Castiglioni C, Gottero C, Prodham F, Destefanis S, et al. "The endocrine response to ghrelin as a function of gender in humans in young and elderly subjects". *J Clin Endocrinol Metab* 2003; 88: 1537-42.

Original Article

Effects of Circuit Resistance Training on Plasma Ghrelin Levels in Young Women

Saghebjoor M¹, Ghanbari-Niaki A², Rajabi H³, Fathi R², Hedayati M⁴

¹Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Birjand University, ²Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Mazandaran University, ³Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Tarbiat Moallem University of Tehran, ⁴Obesity Research Center, Research Institute for Endocrine Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, I.R. Iran
e-mail: hedayati@endocrine.ac.ir

Received: 09/06/2010 Accepted: 02/08/2010

Abstract

Introduction: Ghrelin, an orexigenic peptide secreted from stomach mucosa, affects feeding behavior and plays an important role in energy balance and glucose homeostasis. Ample evidence indicates that resistance exercise is a key component of exercise recommendations for weight control. The purpose of the current study was to determine the effects of resistance training (4 weeks) on resting levels of plasma ghrelin, glucose, insulin and estrogen. **Materials and Methods:** Twenty-seven female college students, aged 22 ± 1.54 years, height 162.66 ± 5.05 cm, BMI 20.76 ± 1.86 kg/m² and fat percent $20.95 \pm 2.08\%$ (means \pm SE) were randomized into two, the experimental (40% and 80% 1RM) and the control groups. Subjects performed circuit-resistance exercise protocol with 40% and 80% 1RM, 4 d/wk for 4 weeks. Blood samples were collected 24 hours before and 48 hours after the training program. **Results:** One-way ANOVA revealed that although no significant differences were observed in circulating levels of plasma total ghrelin ($P=0.88$), glucose ($P=0.1$) and insulin ($P=0.66$) in the experimental group when compared to the control group, a significant negative correlation ($R=-0.4$, $P=0.05$) was found between plasma estrogen and total ghrelin levels. **Conclusion:** It seems that because of a non significant increase in plasma ghrelin levels in the present study, there was no weight change of subjects during the training program and the short duration of the training program. However, the total ghrelin sub-fractions, acylated and non acylated, may have changed.

Keywords: Plasma Total Ghrelin, Circuit Resistance Training, Estrogen, Young Women