

تأثیر شش هفته تمرین تناوبی با شدت بالا بر مقادیر پلاسمایی گرلین آسیل دار و شاخص توده بدنی مردان چاق

حسین زارعی نژاد^۱، هادی قائدی^۲، مهران قهرمانی^{۳*}

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد لامرد، دانشگاه آزاد اسلامی، لامرد، ایران

۲- استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد لامرد، دانشگاه آزاد اسلامی، لامرد، ایران

۳- استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد گیلان غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، گیلان غرب، ایران

* نشانی نویسنده مسئول: گیلان غرب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گیلان غرب، گروه تربیت بدنی

Email: m.ghahramani@iauksh.ac.ir

پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۲۳

بازنگری: ۱۴۰۲/۳/۱

دریافت: ۱۴۰۲/۱/۱۵

چکیده

مقدمه و هدف: گرلین یک هورمون پپتیدی می‌باشد که از ۲۸ اسیدآمینو تشکیل شده است و از سلول‌های اپسیلون بخش درون ریز لوزالمعده ترشح می‌شود و محرک احساس گرسنگی بوده و غلظت این هورمون پیش از خوردن غذا افزایش و پس از آن، کاهش می‌یابد. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر شش هفته تمرین تناوبی با شدت بالا بر مقادیر پلاسمایی هورمون گرلین آسیل دار و شاخص توده بدنی مردان چاق است.

مواد و روش‌ها: به این منظور ۲۰ مرد چاق ۱۸ تا ۲۲ سال با BMI بین ۲۹/۹ تا ۳۴/۹ کیلوگرم بر متر مربع در دو گروه ۱۰ نفره تجربی (شش هفته تمرین تناوبی با شدت بالا، سه جلسه در هفته که شامل تناوب‌های چهار دقیقه‌ای دویدن با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره با دو دقیقه ریکاوری فعال در هفته می‌شد. تمرینات تناوبی با شدت بالا در هفته اول سه ست بود و به طور فزاینده تا هفته چهارم هر هفته یک ست به آن اضافه می‌شد) و گروه ۱۰ نفره کنترل (بدون مداخله تمرینی) در طرح پیش و پس‌آزمون مورد مطالعه قرار گرفتند. پیش و پس از شش هفته تمرین قد و وزن آزمودنی‌های هر دو گروه برای سنجش شاخص توده بدنی اندازه‌گیری و نمونه خونی آنها جمع‌آوری و به آزمایشگاه برای سنجش مقادیر پلاسمایی هورمون گرلین آسیل دار منتقل شد. داده‌ها به روش آماری t-test و تحلیل کوواریانس در سطح معناداری $P \leq 0/05$ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج آزمون تحلیل کوواریانس افزایش معنادار مقادیر گرلین آسیل دار و همچنین کاهش معنادار شاخص توده بدنی در مرحله پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل را نشان داد ($P < 0/05$).

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج حاکی از این است که شش هفته تمرین تناوبی با شدت بالا باعث افزایش گرلین آسیل دار و کاهش شاخص توده بدنی شده و در کاهش وزن افراد چاق موثر باشد.

واژه‌های کلیدی: تمرین، اشتها، چاقی

مقدمه

شیوع چاقی در چند دهه گذشته افزایش یافته و با بیماری‌های دیگری مثل بیماری‌های قلبی-عروقی و دیابت نوع دو مرتبط می‌باشد. از آنجایی که وزن بدن تحت تأثیر مقدار غذای دریافتی و انرژی مصرفی قرار دارد و انرژی دریافتی به طور مستقیم با اشتها در ارتباط است لذا یافتن راهکاری که باعث کنترل اشتهای افراد شود می‌تواند در نهایت به کنترل وزن آنها

نیز کمک کند. اشتها به طور مستقیم و غیرمستقیم توسط هورمون‌های متعدد کنترل‌کننده اشتها از جمله گرلین^۱ و توسط مراکز تنظیم‌کننده اشتها در هیپوتالاموس در پاسخ به محرک‌های مختلف عصبی و هورمونی و همچنین محرک‌های فیزیکی همچون شدت فعالیت بدنی و ورزش تنظیم می‌شود (۱). گرلین یک پپتید با ۲۸ اسید آمینو است که در کنترل اشتها

1. Ghrelin

و وزن بدن مؤثر می باشد. از طرف دیگر گرلین آسیده، شکل فعال آن می باشد که نقشی اساسی در تعادل انرژی بدن بازی می کند. سازوکارهای اثرگذار بر مقادیر گرلین پلاسمای می توان شامل گرسنگی طولانی مدت، هورمون ها (مانند هورمون رشد، کورتیزول، انسولین و ...) و متابولیست ها (مانند؛ گلوکز پلاسمای، مواد غذایی انرژی زا (قند، چربی، پروتئین و برنامه غذایی ترکیبی) و سطح انرژی سلولی (تنظیم متابولیسم انرژی) دانست (۲). یافته های مطالعات پیشین نشان داده اند که گرلین به عنوان یک شاخص تعادل انرژی کوتاه مدت تلقی می شود و ممکن است به عنوان یک آغازگر سیگنال های غذایی در نظر گرفته شود. به طوری که گرلین پس از ترشح از معده و روده از طریق گردش خون بر مرکز سیری و گرسنگی در هیپوتالاموس اثرگذاشته، دریافت غذا و افزایش توده بدن را تحریک می کند. در واقع این موارد با تنظیم تعادل انرژی مرکزی بدن در ارتباط است (۲). از جمله اثرات گرلین می توان به افزایش اشتها، رفتار دریافت غذا و پرخوری اشاره کرد (۲). بررسی ها نشان می دهد که گرلین پلاسمایی می تواند به وسیله برخی از هورمون ها از جمله انسولین، پپتید شبه گلوکاگن (GLP) و گلوکاگن و متابولیست ها مثل گلوکز و برخی از اسیدهای آمینه و دستگاه عصبی خودکار تنظیم شود. از طرفی دیگر بررسی ها نشان می دهد که تمرینات ورزشی و فعالیت بدنی با شدت متوسط و بالا و همراه با ناشتایی به تحلیل انرژی سلولی و بافتی و غلبه تعادل انرژی به سمت منفی منجر می شود (۲). با این وجود به نظر می رسد که پاسخ گرلین به تمرینات مختلف بدنی (حاد و مزمن) با روش های مختلف تمرینی متفاوت باشد (۲). از طرفی، نتایج برخی مطالعات علمی نشان داد که مقادیر پلاسمایی گرلین در برخی شرایط تغذیه ای و تعادل انرژی تغییر می کند (۲). تغییراتی که در انرژی سلولی مثل کبد و عضلات اسکلتی در حین تمرینات مختلف ورزشی و فعالیت بدنی روی می دهد، به طور مثال مقادیر پلاسمایی گرلین در چاقی مزمن، پس از تزریق انسولین، بعد از دریافت غذا، پس از مصرف مواد قندی (گلوکز و فروکتوز) تقلیل یافته یا به تأخیر می افتد. بنابراین انتظار می رود مقادیر پلاسمایی گرلین در شرایط تعادل مثبت انرژی، کاهش و در شرایط تعادل منفی انرژی، افزایش و تحت تأثیر افزایش یا کاهش در شاخص توده بدن (BMI)^۱ نیز تغییر کند (۲). در پژوهش ایزدی و

همکاران (۲۰۱۱) تأثیر فعالیت ورزشی طولانی مدت بر میزان گرلین سرم در مردان چاق بررسی شد. یافته های این پژوهش نشان داد که برنامه تمرین ورزشی می تواند با کاهش معنی دار وزن و سطوح چربی بدن در افراد چاق، کاهش گرلین سرم را به دنبال داشته باشد (۳). در پژوهشی گریزی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی اثر مصرف مکمل فولات برگرلین و لپتین سرم موش های صحرایی نر و بیستار در طی ۱۰ هفته تمرین تناوبی خیلی شدید پرداختند. در این پژوهش ۲۷ سر موش صحرایی نر و بیستار پس از یک هفته آشناسازی به صورت تصادفی به چهار گروه کنترل، دریافت مکمل فولات، تمرین تناوبی با شدت بالا و تمرین اینتروال پرشدت همراه با دریافت مکمل فولات تقسیم شدند. پروتکل تمرین HIIT با سرعت ۳۰ متر در دقیقه به مدت ۱ دقیقه با ۱۰ تکرار و ۲ دقیقه استراحت فعال در هفته اول شروع شد و در هفته دهم به سرعت ۷۵ الی ۸۰ متر در دقیقه به مدت ۱ دقیقه با ۷ تکرار و ۳ دقیقه استراحت فعال رسید. نتایج نشان داد که مکمل فولات همراه با تمرین HIIT در مقایسه با گروه تمرین HIIT، گرلین سرم را به طور معناداری افزایش داد. همچنین لپتین سرم در گروه های فولات، HIIT و HIIT همراه با مکمل در مقایسه با گروه کنترل کاهش معنی دار یافت ولی در گروه HIIT همراه با مکمل نسبت به گروه HIIT تفاوت معنی داری نداشت (۴). در پژوهشی دیگر کشتکار و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی تأثیر هشت هفته تمرین متوسط و شدید بر مقادیر پلاسمایی نوروپپتید Y و هورمون گرلین در رت های چاق پرداختند. نتایج حاکی از تغییر معنادار نوروپپتید Y و همچنین گرلین در دو گروه تمرین به نسبت گروه کنترل بود. گرلین در گروه تجربی تمرین شدید به طور معناداری بالاتر از گروه تمرین متوسط و گروه کنترل بود (۵). همچنین فتحی و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی تأثیر تمرین استقامتی شدید بر بیان ژن گرلین آسیدل دار عضله و تغییر سطح پلاسمایی آن در موش های صحرایی نر پرداختند. نتایج حاکی از افزایش مقادیر پلاسمایی و افزایش بیان ژن گرلین در گروه تمرین استقامتی شدید به نسبت گروه کنترل بود (۶). کامیاب نیا و همکاران (۱۳۹۳) نیز به بررسی تأثیر تمرینات تداومی و تناوبی بر هورمون گرلین زنان چاق غیرورزشکار پرداخته و بیان کردند هر دو تمرین تداومی و تناوبی بر گرلین و همچنین شاخص توده بدنی آزمودنی ها تأثیر معناداری دارد (۷). آزالی و همکاران در پژوهشی (۲۰۱۹) اثر تمرین هوازی قبل و بعد از

1. Body Mass Index

وعده غذایی بر گرلین آسپیل‌دار ناشتایی، انرژی دریافتی روزانه و هزینه انرژی یک جلسه فعالیت مردان دارای اضافه وزن را بررسی کردند (۸). صارمی و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی اثر تمرین هوازی بر سطوح سرمی گرلین، لپتین و کیفیت خواب مردان چاق با اضافه وزن را بررسی کردند. برنامه تمرین هوازی برای ۶۰-۵۰ دقیقه در روز، سه روز در هفته و برای ۱۲ هفته اجرا شد. نتایج نشان داد که تمرین هوازی برای کوتاه مدت موجب بهبود شاخص‌های چاقی و کیفیت خواب در افراد چاق و اضافه وزن می‌شود و این بهبودی با تغییرات در سطوح سرمی گرلین و لپتین همراه نبود (۹). حصار کوشکی و ملانوروزی (۲۰۱۷) در تحقیقی به بررسی تاثیر تمرین ورزشی با شدت متوسط بر میزان اشتها و مقادیر گرلین آسپیل‌دار و لپتین در زنان چاق تمرین نکرده پرداختند. آزمودنی‌ها برنامه تمرینات دویدن را سه جلسه در هفته به مدت شش هفته و با شدت ۷۶-۶۴ درصد حداکثر ضربان قلب انجام دادند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که برای تغییر اشتها و هورمون‌های مرتبط، مدت تمرین ورزشی باید بیشتر باشد تا تعادل منفی ایجاد شود (۱۰). جعفری همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی تأثیر تمرین تناوبی هوازی بر سطوح پلاسمایی گرلین آسپیل‌دار در مردان جوان سالم را بررسی کردند. گروه تمرینی به مدت ۱۲ هفته تمرین تناوبی هوازی را انجام دادند. این تمرین شامل دویدن روی نوارگردان با دوره‌های چهار دقیقه فعالیت با شدت ۸۵ تا ۹۵ درصد ضربان قلب بیشینه و سه دقیقه استراحت فعال با شدت ۶۵ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه بود. سطوح پلاسمایی گرلین آسپیل‌دار در مراحل قبل از تمرین، هشت و ۱۲ هفته بعد از تمرین به روش الیزا سنجیده شدند. یافته‌ها نشان داد که در هفته دوازدهم در مقایسه با هفته هشتم، سطوح گرلین آسپیل‌دار در گروه تمرین کاهش معنادار ($P=0/008$) داشت؛ با وجود این، سطوح گرلین آسپیل‌دار بعد از هشت و ۱۲ هفته تمرین، در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل بدون تغییر مانده بود (۱۱). در خارج از کشور پژوهش‌ها غالباً در ارتباط با تاثیر تمرینات با شدت متوسط و کم بوده و پژوهشی که تاثیر تمرینات تناوبی خیلی شدید را بر مقادیر پلاسمایی و یا بیان ژن گرلین در مردان چاق بررسی کرده باشد یافت نشد. بروم و همکاران (۲۰۰۷) نیز به بررسی اثر یک جلسه آزمون ۹ ساعته (شامل یک ساعت دویدن با ۷۲ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه، دو ساعت استراحت، در ادامه خوردن یک وعده غذا و

دوباره ۶ ساعت استراحت بود) بر مقادیر گرلین آسپیل‌دار پرداختند. نتایج این پژوهش حاکی از عدم تغییر معنادار حجم پلاسمایی گرلین بود (۱۲). زولادز و همکاران (۲۰۰۵) پس از تمرین در دو شدت متوسط ۹۰ و ۱۵۰ وات روی دو چرخه کارسنج، روی نمونه انسانی، مشاهده کردند که مقادیر گرلین پلاسمایی به طور غیر معنی داری افزایش داشته است (۱۳). اشمیت و همکاران (۲۰۰۴) در پژوهشی از ۸ مرد سالم با دامنه سنی ۲۰ تا ۳۹ سال استفاده کردند، آنها از آزمودنی‌ها خواستند که روی تردمیل با شدت‌های ۵۰ و ۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی، به مدت ۳ دقیقه و با شدت ۹۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینه به مدت یک دقیقه (۳۰ ثانیه فعالیت، ۳۰ ثانیه استراحت) در سه روز مختلف به فعالیت بپردازند. یافته‌ها نشان داد که غلظت هورمون رشد متعاقب یک جلسه تمرین به طور معنی‌داری افزایش ولی غلظت پلاسمایی گرلین در هیچ یک از شدت‌های تمرینی تغییر معنی‌داری نشان نداد (۱۴). در پژوهشی به منظور بررسی تأثیر ۹ ماه تمرینات ورزشی بر گرلین و لپتین و اسیدهای چرب مشاهده شد میزان گرلین بعد از نه ماه تمرین با شدت ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی و هفته‌ای ۲ جلسه در بین زنان میان سال دارای اضافه وزن افزایش و میزان لپتین و اسیدهای چرب آزاد کاهش یافته است. محققین بیان کردند که ترشح بیشتر گرلین به علت حفظ هومئوستاز انرژی می‌توان بدن می‌باشد و حتی در شرایط محدودیت انرژی دریافتی با افزایش ترشح گرلین باعث افزایش مقادیر گلوکز خون و مانع از ترشح انسولین از پانکراس می‌شود که این مکانیسمی در جهت فراهم کردن سریع انرژی مورد نیاز کار سلول‌ها می‌باشد (۱۵). در پژوهشی دیگر ماتیسوس و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی تأثیر تمرینات ترکیبی بر گرلین تام و فاکتور آلفای نکروز توموری در مردان چاق میان سال پرداختند. در این تحقیق ۲۲ مرد با شاخص توده بدنی بالای ۳۰ به مدت ۲۴ هفته، ۳ جلسه در هفته و جلسه‌ای ۶۰ دقیقه به انجام تمرینات ترکیبی که شامل تمرینات هوازی و قدرتی با ۵۰ تا ۵۸ درصد VO_{2peak} بود پرداختند. نتایج این تحقیق تفاوت معناداری را در مقادیر گرلین نشان نداد. محققین علت عدم تغییرات قابل مشاهده گرلین را ناشی از کمبود کاهش وزن بیان کرده و کاهش وزن بیشتر را یک عامل مهم در افزایش گرلین عنوان کردند (۱۶). بویر و همکاران (۲۰۱۷) به مقایسه دو شدت فعالیت ورزشی (فعالیت با شدت

1. Homeostasis

بالا و متوسط) بر هورمون‌های گرسنگی در زنان یائسه غیر چاق پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد گرلین فقط بعد از فعالیت با شدت بالا کاهش یافت. این محققین بیان کرد تمرین هوازی با شدت بالا می‌تواند کاهش گرلین را به همراه داشته باشد در حالی که شدت پایین فعالیت تأثیری بر مقادیر گرلین نخواهد داشت (۱۷).

اثر یک سال تمرین منظم هوازی با شدت متوسط به مدت ۴۵ دقیقه در هر جلسه و برای ۵ روز در هفته بر پاسخ گرلین پلاسمایی زنان یائسه توسط فوستر-شوبرت و همکاران (۲۰۰۴) انجام شد. در این پژوهش ۱۷۳ فرد غیرفعال که دچار اضافه وزن بودند، به مدت یک سال در یک برنامه تمرینی تناوبی هوازی شرکت کردند و گروه کنترل پژوهش صرفاً تمرین کششی انجام می‌دادند. پس از اجرای برنامه تمرین، گرلین در افرادی که بیش از ۳ کیلوگرم توده بدن کم کردند، ۱۸ درصد افزایش نشان دادند. لازم به ذکر است که هیچ تغییری در رفتار دریافت غذا و میزان کالری دریافتی آزمودنی‌ها ایجاد نشد. آن‌ها نشان دادند که کاهش وزن ناشی از تمرینات منظم و هوازی نه تنها با افزایش پیشرونده‌ای در مقادیر گرلین پلاسمایی در مقایسه با سطح پایه همراه بوده است، بلکه افزایش گرلین از نظر آماری نیز معنادار بوده است. از طرفی در گروهی که فقط حرکات کششی انجام می‌دادند، تغییرات معنی‌داری مشاهده نشد. هم‌چنین بین تغییرات در مقادیر آمادگی جسمانی و افزایش اکسیژن مصرفی و مقادیر گرلین پلاسمایی رابطه معناداری وجود نداشت (۱۸). وسترگارد و همکاران (۲۰۰۷) اثر یک آزمون فزاینده رکاب‌زنی روی چرخ کارسنج را تا واماندگی بر مقادیر گرلین پلاسمایی در افراد سالم و بیماران با نقص در ترشح هورمون رشد مورد مطالعه قرار دادند. در این پژوهش افراد به مدت ۴۵ دقیقه با شدت آستانه لاکتات (۲/۵ میلی‌مول بر لیتر) معادل ۶۵ درصد اکسیژن مصرفی اوج خود تمرین کردند، غلظت هورمون رشد در پایان ۴۵ دقیقه به اوج خود رسید، اما مقادیر گرلین پلاسمایی در بیماران با نقص هورمون رشد در مقایسه با گروه سالم به طور معناداری پائین‌تر بود. علی‌رغم این که کاهش سطح گرلین پلاسمایی در بیماران با نقص هورمون رشد به تزریق ممتد این هورمون نسبت داده شده است. بر این اساس، اظهار داشته‌اند که تغییرات مربوط به هورمون رشد مستقل از تغییرات در مقادیر گرلین پلاسمایی رخ می‌دهد (۱۹). اویرقی و همکاران

(۲۰۲۱) در پژوهشی پاسخ گرلین به ورزش حاد و مزمن را بررسی کردند. آن‌ها نشان دادند که ورزش ممکن است بر تولید گرلین تأثیر بگذارد. در حالی که مکانیسم‌های دقیق نامشخص است، اثرات آن احتمالاً به دلیل توزیع مجدد جریان خون و کاهش وزن برای ورزش حاد و مزمن است. انتظار می‌رود این تغییرات از نظر متابولیکی مفید باشند. تحقیقات بیشتری برای درک بهتر رابطه بین گرلین و ورزش مورد نیاز است (۲۰). آلگول و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی تأثیرات حاد و مزمن تمرین بر روی گرلین را بررسی کردند. آن‌ها نشان دادند ورزش مزمن ممکن است باعث افزایش سطح گرلین در مقایسه با ورزش حاد مرتبط با تغییر وزن بدن شود. علاوه بر این، شدت ورزش ممکن است نتایج مختلفی را در مورد رابطه بین ورزش و سطوح گرلین گردش خون نشان دهد (۲۱). ماتوس و همکاران (۲۰۲۱) در تحقیقی به بررسی اثرات حاد تمرین تناوبی با شدت بالا^۱ (HIIE) و مداوم^۲ (MICE) بر سطوح گرلین در مردان چاق پرداختند. آن‌ها نشان دادند که یک جلسه تمرین تناوبی با شدت بالا با حجم کم و ورزش مداوم با شدت متوسط باعث کاهش گذرا در سطوح گرلین می‌شود، اما نه در دریافت انرژی پس از ورزش در مردان چاق. به طور خلاصه، یک جلسه HIIE و MICE باعث کاهش سطح گرلین بدون تغییر در مصرف انرژی پس از ورزش در مردان چاق می‌شود (۲۳). کیم و همکاران (۲۰۲۲) در یک مطالعه اثرات رژیم غذایی ۱۲ هفته‌ای در مقابل رژیم غذایی به همراه برنامه تمرین هوازی و مقاومتی را بر غلظت گرلین آسیده^۳ (AG)، گرلین دساسیل^۴ (DAG) و گرلین O-آسیل ترانسفراز^۵ (GOAT) در دختران چاق بررسی کردند. این مطالعه افزایش غلظت DAG و تغییرات غیرقابل توجهی را در غلظت AG و GOAT پس از یک برنامه ورزشی هوازی و مقاومتی ۱۲ هفته‌ای در دختران چاق نشان داد. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که یک برنامه تمرینی هوازی و مقاومتی بر هورمون‌های تنظیم‌کننده اشتها، عمدتاً از طریق تغییر در غلظت DAG تأثیر می‌گذارد (۲۴). در کل نتایج پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که یک وهله تمرین تناوبی خیلی شدید غلظت سوبستراهای انرژی‌کی و فعالیت آنزیم‌های مرتبط با متابولیسم بی‌هوازی را افزایش می‌دهد.

1. High intensity interval training
2. Continuous intensity interval training
3. Acetylated ghrelin concentration
4. Ghrelin Desassile
5. Ghrelin O-acyltransferase

همچنین برنامه‌های تمرینی بلندمدت هوازی و مقاومتی بر سطوح گرلین تاثیرگذار است. مطالعه‌ای که به‌طور همزمان به بررسی تاثیر شش هفته تمرین تناوبی خیلی شدید بر مقادیر پلاسمایی گرلین و شاخص توده‌بدنی پرداخته باشد یافت نشد. بر این اساس پژوهشگر در تلاش است به این سوال پاسخ دهد آیا شش هفته تمرین تناوبی خیلی شدید بر غلظت پلاسمایی گرلین آسیل‌دار و شاخص توده بدنی مردان چاق اثر دارد؟

روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی بود، نمونه آماری این پژوهش شامل ۲۰ دانشجوی مرد ۱۸ تا ۲۲ سال با BMI بین ۲۹/۹ تا ۳۴/۹ کیلو گرم بر متر مربع بدون داشتن سابقه‌ی بیماری‌های قلبی - عروقی و ربوی و بدون سابقه ورزشی بوده و در گروه تجربی (۱۰ نفر) و گروه کنترل (۱۰ نفر) به‌طور تصادفی قرار گرفتند و در طرح پژوهشی پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه کنترل شرکت کردند. در ابتدا تمام آزمودنی‌ها پرسشنامه ارزیابی پزشکی را تکمیل نموده و به‌منظور ملاحظات اخلاقی تمام مراحل پژوهش به اطلاع آزمودنی‌ها رسانده شد و سپس رضایت‌نامه کتبی برای حضور در برنامه دریافت گردید.

آزمودنی‌ها یک هفته پیش از آغاز تمرینات با نحوه اجرا و چگونگی انجام برنامه‌ی تمرینی آشنا و ضمن تشریح اهداف و برنامه و زمان‌بندی پژوهش، ویژگی‌های پیکری شامل قد، وزن، شاخص توده بدنی (BMI)، آنها اندازه‌گیری شد.

ضربان قلب ذخیره آزمودنی‌ها (با استفاده از فرمول زیر سنجیده شد و سرعت دوییدن به‌صورت انفرادی محاسبه گردید: ضربان قلب ذخیره = ((ضربان قلب بیشینه - ضربان قلب استراحت) × درصد شدت تمرین موردنظر)

سرعت دوییدن = ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره

قد و وزن آزمودنی‌ها در ساعت ۸ صبح اندازه‌گیری شد و شاخص توده‌بدنی آنها محاسبه گردید. قد آزمودنی‌ها به صورت ایستاده و بدون کفش توسط متر نواری سه‌بار اندازه‌گیری و میانگین آنها ثبت گردید.

وزن آزمودنی‌ها نیز با حداقل پوشش و بدون کفش توسط ترازوی دیجیتالی سه بار اندازه‌گیری و میانگین آنها ثبت گردید. سپس شاخص توده بدنی هر یک از آزمودنی‌ها در مرحله پیش‌آزمون محاسبه و یادداشت شد.

نمونه خونی پیش‌آزمون قبل از دوره تمرین در ساعت ۹ صبح از سیاهرگ بازویی از آرنج آزمودنی‌های گروه کنترل و تجربی گرفته و برای سنجش مقادیر پلاسمایی هورمون گرلین آسیل‌دار به روش الایزا به آزمایشگاه تشخیص طبی منتقل شد. کیت استفاده شده در این پژوهش با مارک Biooneer و ساخت کشور کره جنوبی بود. به آزمودنی‌ها تاکید شده بود از ساعت ۲۱ قبل از نمونه‌گیری از خوردن موادغذایی اجتناب کنند و در هنگام نمونه‌گیری ناشتا باشند. لازم به ذکر است با استناد به اطلاعات دریافتی از آزمایشگاه ضریب تغییرات درون آزمونی در آزمون الایزا کمتر از ۸/۵ درصد و حساسیت اندازه‌گیری گرلین آسیل‌دار ۷۸ پیکوگرم در میلی‌لیتر بود.

پروتکل تمرینی گروه تجربی: آزمودنی‌های گروه تجربی به مدت شش هفته در برنامه تمرینی شرکت کردند. برنامه آنها شامل هفته‌ای سه جلسه تمرین تناوبی خیلی شدید (چهار دقیقه دوییدن روی تردمیل با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره با دو دقیقه ریکاوری فعال) بود. تمرینات طوری طراحی شده بود که تعداد ست‌های اجرای تمرین تا هفته چهارم هر هفته به‌طور فزاینده‌ای افزایش می‌یافت (هفته اول با سه ست شروع شد) (جدول ۱). آزمودنی‌ها قبل از شروع مرحله اصلی تمرین به مدت هشت دقیقه با دوییدن آرام و تمرینات کششی گرم می‌کردند. تمام جلسات تمرینی در ساعت بین ۸ تا ۱۱ صبح انجام شد. لازم به ذکر است آزمودنی‌های گروه کنترل در این شش هفته هیچ تمرینی انجام ندادند.

خونگیری ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین از سیاهرگ بازویی آرنج مجددا صورت گرفت و برای سنجش مقادیر پلاسمایی هورمون گرلین آسیل‌دار به آزمایشگاه تشخیص طبی منتقل شد. همچنین شاخص توده‌بدنی آزمودنی‌های هر دو گروه کنترل و تجربی نیز در مرحله پس‌آزمون مجددا سنجیده شد.

روش‌های آماری

داده‌های آماری جمع‌آوری شده به کمک نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۸ تجزیه و تحلیل شدند. برای تعیین توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف و برای بررسی همگنی واریانس‌ها در نمونه‌های متفاوت از آزمون لون استفاده شد و در صورت طبیعی بودن توزیع داده‌ها، برای تجزیه و تحلیل در پیش و پس‌آزمون از t وابسته و برای آزمون فرضیه‌ها از آزمون آماری کوواریانس در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

جدول ۱. الگوی برنامه تمرینی

هفته	تعداد و هله
اول	۳ ست ۴ دقیقه با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره با ۲ دقیقه ریکاوری فعال بین ست ها
دوم	۴ ست ۴ دقیقه با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره با ۲ دقیقه ریکاوری فعال بین ست ها
سوم	۵ ست ۴ دقیقه با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره با ۲ دقیقه ریکاوری فعال بین ست ها
چهارم	۶ ست ۴ دقیقه با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره با ۲ دقیقه ریکاوری فعال بین ست ها
پنجم	۶ ست ۴ دقیقه با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره با ۲ دقیقه ریکاوری فعال بین ست ها
ششم	۶ ست ۴ دقیقه با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره با ۲ دقیقه ریکاوری فعال بین ست ها

یافته‌ها

پیش‌آزمون است ($P=0/0001$). همچنین شاخص توده بدنی گروه تجربی در پس‌آزمون به طور معناداری کمتر از پیش‌آزمون است ($P=0/0001$). نتایج آزمون تحلیل کواریانس نیز افزایش معنادار مقادیر گرلین آسید دار ($P=0/38$) و همچنین کاهش معنادار شاخص توده بدنی ($P=0/90$) در مرحله پس‌آزمون را نسبت به پیش‌آزمون گروه تجربی و گروه کنترل نشان داد.

میانگین مقادیر هورمون گرلین آسید دار و شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها در هر دو گروه در مراحل پیش و پس‌آزمون و نتایج همچنین آزمون t و تحلیل کواریانس در جداول ۲ و ۳ آورده شده است.

نتایج آماری نشان داد مقادیر پلاسمایی هورمون گرلین آسید دار گروه تجربی در پس‌آزمون به طور معناداری بیشتر از

جدول ۲. میانگین هورمون گرلین (پیکو گرم در میلی لیتر) در گروه تجربی و کنترل در پیش و پس‌آزمون

گروه/مرحله	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	گروه	t وابسته	(df)	P-value	تحلیل کواریانس	درجه آزادی	F	P
تجربی (HIIT)	پیش‌آزمون	۱۰	۴/۵۷	۰/۴۳	پیش‌آزمون / پس‌آزمون	۱۵/۵۷	۰/۰	میزان خطای میانگین	۱۸	۰/۸۱	۰/۳۸
پس‌آزمون	۱۰	۶/۵۷	۰/۳۶								
کنترل	پیش‌آزمون	۱۰	۴/۷۵	۰/۶۹							
پس‌آزمون	۱۰	۴/۷۲	۰/۴۹								

جدول ۳. میانگین شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع) در گروه تجربی و کنترل در پیش و پس‌آزمون

گروه/مرحله	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	گروه	t وابسته	(df)	P-value	تحلیل کواریانس	درجه آزادی	F	P
تجربی (HIIT)	پیش‌آزمون	۱۰	۳۱/۵۱	۱/۱۹	پیش‌آزمون / پس‌آزمون	-۷/۸۹	۰/۰	میزان خطای میانگین	۱۸	۰/۰۱	۰/۹۱
پس‌آزمون	۱۰	۲۹/۸۶	۱/۳۴								
کنترل	پیش‌آزمون	۱۰	۳۰/۵۶	۱							
پس‌آزمون	۱۰	۳۰/۵۳	۱/۱۹								

نتایج آزمون تحلیل کواریانس نشان داد میزان مایوستاتین در گروه تمرین همراه با کاهش جریان خون نسبت به گروه تمرین بدون کاهش جریان خون، کاهش معنی داری دارد ($P=0/001$) همچنین میزان IL-6 در گروه تمرین همراه با کاهش جریان خون، نسبت به گروه تمرین بدون کاهش جریان خون افزایش معنی داری داشت ($P=0/001$) (جدول ۳).

بحث

گرلین یک هورمون پپتیدی است که عمدتاً توسط معده تولید می‌شود. طیف وسیعی از عملکردها از جمله تحریک ترشح هورمون رشد و تنظیم اشتها، مصرف غذا و متابولیسم گلوکز و لیپید را انجام می‌دهد. از آنجایی که ورزش بر تمام این جنبه‌ها تأثیر می‌گذارد، علاقه خاصی به رابطه بین گرلین و ورزش ایجاد می‌شود (۲۱).

نتایج این پژوهش حاکی از تأثیر شش هفته تمرین تناوبی با شدت بالا بر افزایش گرلین آسیل‌دار و کاهش توده بدنی مردان چاق بود که با نتایج حاصل از پژوهشی گریزی و همکاران (۲۰۱۷) که به بررسی تأثیر ده هفته تمرین تناوبی خیلی شدید (پروتکل تمرین HIIT با سرعت ۳۰ متر در دقیقه به مدت ۱ دقیقه با ۱۰ تکرار و ۲ دقیقه استراحت فعال در هفته اول شروع شد و در هفته دهم به سرعت ۷۵ الی ۸۰ متر در دقیقه به مدت ۱ دقیقه با ۷ تکرار و ۳ دقیقه استراحت فعال رسید) و بیان کردند تمرین HIIT، گرلین سرم را به‌طور معناداری افزایش داد (۴) همخوانی نداشت. نتایج این پژوهش با نتایج حاصل از پژوهش کشتکار و همکاران (۲۰۱۴) که به بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات متوسط و شدید (شامل ۳ جلسه دویدن در هفته بر روی نوار گردان با سرعت ۵ متر در دقیقه در هفته اول به مدت ۱۵ دقیقه تا ۲۰ متر در دقیقه در هفته آخر به مدت ۷۵ دقیقه و شیب از صفر در هفته اول و دوم به ۱۵ درجه در هفته هفتم و هشتم رسید) بر مقادیر پلاسمایی نوروپپتید Y و هورمون گرلین در رت‌های چاق پرداخته بودند و نشان دادند که گرلین در گروه تجربی تمرین شدید به‌طور معناداری بالاتر از گروه کنترل بود (۵)، همخوانی داشت. نتایج پژوهش حاضر؛ پژوهش فتیحی و همکاران (۲۰۰۹) را نیز که به بررسی تأثیر تمرین استقامتی شدید (۵ روز دویدن در هفته به مدت ۶۰ دقیقه بر روی نوارگردان طی ۱۲ هفته با شدت ۳۴ متر در دقیقه (معادل ۸۵ درصد VO_{2max}) بر بیان ژن گرلین (آسیل‌دار) عضله و تغییر سطح پلاسمایی آن در موش‌های

صحرائی نر پرداختند و افزایش مقادیر پلاسمایی و افزایش بیان ژن گرلین در گروه تمرین استقامتی شدید به نسبت گروه کنترل را گزارش کردند (۶)، تایید کرد.

همچنین نتایج پژوهش حاضر با پژوهش کامیاب نیا و همکاران (۲۰۱۴) که به بررسی تأثیر تمرینات تداومی و تناوبی بر هورمون گرلین زنان چاق غیر ورزشکار پرداختند همخوانی داشت (۷). به علاوه با پژوهش آزاللی و همکاران (۲۰۱۹) که اثر تمرین هوازی قبل و بعد از وعده غذایی بر گرلین آسیل‌دار ناشتایی، انرژی دریافتی روزانه و هزینه انرژی یک جلسه فعالیت مردان دارای اضافه وزن را بررسی کردند (۸) و پژوهش صارمی و همکاران (۲۰۱۲) که به بررسی اثر تمرین هوازی بر سطوح سرمی گرلین، لپتین و کیفیت خواب مردان چاق با اضافه وزن پرداختند (۹) و پژوهش حصار کوشکی و ملانوروزی (۲۰۱۷) که به بررسی تأثیر تمرین ورزشی با شدت متوسط بر میزان اشتها و مقادیر گرلین آسیل‌دار و لپتین در زنان چاق تمرین نکرده پرداختند (۱۰) همخوانی داشت. در مقابل نتایج این پژوهش با نتایج حاصل از پژوهش اشمیت و همکاران (شدت ۹۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه به مدت یک دقیقه در سه روز مختلف) که بیان کردند غلظت پلاسمایی گرلین تغییر معنی داری در طی دوره تمرین نشان نداد (۱۴) نیز متناقض بود. البته با توجه به تفاوت در پروتکل تمرینی این پژوهش‌ها با پژوهش حاضر تناقض در نتایج قابل توجه است. گرلین، یک پپتید آسیله مشتق شده از معده، در سال ۱۹۹۹ به عنوان واسطه ترشح هورمون رشد کشف شد. از آن زمان، گرلین تأثیرات قابل توجهی بر بسیاری از عملکردهای فیزیولوژیکی سیستم های بدن دارد. گرلین، پتانسیل تحریک اشتها را دارد که بر تنظیم متابولیسم انرژی تأثیر می‌گذارد. مشخص است که ورزش تأثیر قابل توجهی بر هموستاز انرژی دارد و در نتیجه بسیاری از تحقیقات بر روی تعامل بین محرک ورزش و پاسخ گرلین متمرکز شده‌اند. کشف گرلین دانش ما را در مورد تنظیم مصرف غذا، هموستاز انرژی و مکانیسم عملکرد متابولیک افزایش داده است. مطالعات بیشتر باید بین تأثیر ورزش (نوع، مدت و شدت) بر سطوح گرلین در گردش خون متمرکز شود. سطوح گرلین ناشی از ورزش احتمالاً رویکردهای دارویی جدیدی را برای بسیاری از بیماری‌های متابولیک مبتنی بر عدم تعادل در هموستاز انرژی بدن ایجاد می‌کند (۲۱). به نظر می‌رسد تمرین تناوبی خیلی شدید غلظت

شواهد حاکی از آن است که ترشح گرلین آسپیل‌دار در طی یک جلسه تمرین ورزشی سرکوب می‌شود ولی پس از آن و در پاسخ به تعادل منفی انرژی و برای جبران آن تحت تاثیر عواملی از قبیل کاهش غلظت گلوکز و اسیدهای چرب و همچنین کاهش وزن و ذخایر چربی بدن و همین‌طور افزایش هورمون‌هایی از قبیل هورمون رشد افزایش می‌یابد که این افزایش می‌تواند گواهی بر کاهش وزن و کاهش شاخص توده بدنی مطابق با آنچه در پژوهش حاضر دیده شد نیز باشد. البته شواهد نشان می‌دهد نقش کاهش کربوهیدرات نسبت به پروتئین یا چربی در افزایش ترشح گرلین بیشتر است. به نظر می‌رسد کاهش گلوکز ناشی از جلسات تمرین و کاهش ذخایر چربی بدن در اثر سازگاری با شش هفته تمرین تناوبی خیلی شدید می‌تواند باعث افزایش ترشح گرلین شده باشد (۲۲). به نظر می‌رسد در طی سازگاری با شش هفته تمرین تناوبی خیلی شدید کلسیم آزاد درون سلولی به کالمودولین متصل شده (CaM) و این اتصال، پروتئین کیناز متصل به AMP را فعال کرده و باعث فسفوریلاسیون و فعال شدن TSC1/TSC2 شده است. نورون‌های بیان‌کننده گیرنده هورمون رشد (ghs-r) در هسته‌های کمانی شکل هیپوتالاموس فعال شده که نوروپپتید Y و پروتئین وابسته به آگوتی را ترشح کرده و باعث تولید گرلین در دستگاه معده‌ای - روده‌ای شده تا در نهایت پاسخ‌گوی تغییرات متابولیکی باشد.

نتیجه‌گیری

تمرین تناوبی خیلی شدید به عنوان یک استرس که تعادل انرژی بدن را بر هم می‌زند می‌تواند موجب سازگاری شده و علاوه بر تاثیر بر وزن و توده بدن، پاسخ گرلین را تحت تاثیر قرار دهد. البته سازوکارهای دیگری در این زمینه ممکن است موثر باشد، که نیازمند به پژوهش‌های بیشتری است.

سویستراهای انرژی و فعالیت آنزیم‌های مرتبط با متابولیسم بی‌هوازی را افزایش داده، نیاز سلول عضلانی و مسیرهای متابولیکی را تغییر داده، به‌گونه‌ای که هم‌زمان دستگاه‌های تولید انرژی هوازی و بی‌هوازی را درگیر بازسازی ATP کرده و با ایجاد تعادل منفی انرژی باعث کاهش وزن و در نهایت کاهش توده بدنی در آزمودنی‌ها در پژوهش حاضر شده است (۲). علاوه بر تاثیر سازگاری با شش هفته تمرین تناوبی خیلی شدید بر عوامل آنروپومتریکی در این پژوهش، این پروتکل تمرینی باعث افزایش معنادار مقادیر پلاسمایی گرلین در پس‌آزمون گروه تجربی نیز شد. مقادیر گرلین پلازما و معده توسط هورمون‌های متعددی مانند هورمون رشد، انسولین، سوماتوستاتین، گلوکاگن و کورتیزول تنظیم می‌شود (۱۵). شواهد حاکی از افزایش ترشح هورمون رشد در اثر سازگاری با تمرین می‌باشد. عمل اصلی هورمون رشد در هنگام فعالیت بدن عبارت از افزایش غلظت اسیدهای چرب آزاد خون و مهار برداشت گلوکز از سوی بافت‌های محیطی است؛ تا مقادیر گلوکز خون ثابت بماند. نام گرلین از اثر تحریکی اش بر ترشح هورمون رشد مشتق می‌شود (۲۲). از طرف دیگر هورمون رشد می‌تواند در تنظیم ترشح گرلین از طریق مهار فیدبک معده‌ای - هیپوفیزی دخالت کند. گرچه در پژوهش حاضر تغییرات هورمون رشد در طی پروتکل تمرین مورد بررسی قرار نگرفته است اما با توجه به پیشینه پژوهشی و بررسی مطالعات مرتبط، افزایش در میزان هورمون گرلین بر اثر افزایش هورمون رشد دور از ذهن نمی‌باشد. گرلین یک هورمون پپتیدی حساس به تغییرات تعادل انرژی می‌باشد؛ به عبارت دیگر، گرلین یک شاخص کوتاه مدت تعادل انرژی محسوب می‌شود؛ به طوری که، تنظیم افزایشی بیان گرلین تحت موقعیت تعادل انرژی منفی و تنظیم کاهشی آن به هنگام تعادل انرژی مثبت، نشان‌دهنده مکانیزم فیدبک منفی برای حفظ هومئوستاز انرژی می‌باشد.

منابع

1. Eckstein P. The role of ghrelin and leptin in obesity: is exogenous administration of these hormones a possible drug therapy? *The Science Journal of the Lander College of Arts and Sciences*. 2011; 4(2). Retrieved from <https://touro scholar.touro.edu/sjlcas/vol4/iss2/7>.
2. Ahmadi SM, Fathi M, RashidLamir A, Aminian F. Effects of 8 weeks aerobic training on plasma ghrelin level and ghrelin lymphocyte gene expression in elderly men. *Salmand: Iranian Journal of Ageing*. 2019; 13 (4):494-505 URL: <http://salmandj.uswr.ac.ir/article-1-1336-fa.html>. [In Persian].
3. Eizadi M, Baghery G, Masroor H, Behboodi L, Dooaly H. The effect of long-term exercise on the secretion of serum ghrelin in obese men. *Journal of Birjand University of Medical Sciences*. 2011; 18(4):285-292. URL: <http://journal.bums.ac.ir/article-1-853-fa.html>. [In Persian].
4. Gorzi A, Taherkhani L, Rahmani A. Effect of folate supplementation during 10 weeks of HIIT on serum levels of ghrelin and leptin in male Wistar rats. *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences*. 2017; 22 (5):13-21. URL: <http://sjku.muk.ac.ir/article-1-3542-fa.html>. [In Persian].

5. Keshtkar B, Daryanoosh F, Nabizadeh F, Tanideh N, Salesi M. The effect of training program with moderate and high intensity exercise on neuropeptide Y hormone and ghrelin in fat asprague- dawley rats. *Journal of Advances in Medical and Biomedical Research*. 2014;22(94):96-110. URL:<http://zums.ac.ir/journal/article-1-2779-en.html>. [In Persian].
6. Fathi R, Ghanbari-Niaki A, Rahbarzadeh F, Hedavati M, Ghahramanloo E, Farshidi Z. The effect of exercise on plasma acylated ghrelin concentration and gastrocnemius muscle mRNA expression in male rats. *Iranian journal of endocrinology and metabolism*. 2009;10(5):519-526. URL:<http://ijem.sbm.ac.ir/article/1-627-fa.html>. [In Persian].
7. Kamyabinya M, Sohaili SH, Yadegari-hematabadi E. The effect of continuous and periodic training on gherelin hormone in non-athlete obese women. *Sport Sciences Quarterly*. 2014; 13-p 11-26.20. 1001. 20087624; 6.13.1.0. [In Persian].
8. Azali Alamdari K, yavari Y, Hosseinzadeh R, Rahbar Ghazi A. Effect of aerobic training before and after a meal on serum acylated ghrelin level, daily energy intake and single exercise energy expenditure in overweight men. *Metabolism and Exercise a biannual Journal*. 2019; 9(1), 15-25. doi: 10.22124/jme.2020.4353. [In Persian].
9. Saremi A, Shavandi N, Bayat N. The Effect of aerobic training on ghrelin and leptin serum levels and sleep quality in obese and overweight men. *Journal of Arak University Medical Sciences*. 2012; 15 (1):52-60 URL: <http://jams.arakmu.ac.ir/article-1-934-fa.html>. [In Persian].
10. Hesar Koshki M, Mollanovruzi A. Effects of moderate intensity exercise training on appetite, acylated ghrelin and leptin levels in obese and untrained women. *Journal of Sports and Biomotor Sciences*. 2017; 9(18): 23-32. [In Persian].
11. Jafary A, Talebi Garakani E, Saghebjo M, Fathi R. Effect of aerobic interval training on acylated ghrelin, peptide tyrosine tyrosine and glucagon-like peptide-1 in healthy young men. *Sport Physiology*. 2019; 11(41): 105-122. doi: 10.22089/spj.2017.4373.1583. [In Persian].
12. Broom DR, Stensel DJ, Bishop NC, Burns SF, Miyashita M. Exercise-induced suppression of acylated ghrelin in humans. *Journal of Applied Physiology*. 2007; Jun; 102(6):2165-71. doi: 10.1152/japplphysiol.00759.
13. Zoladz JA, Konturek SJ, Duda K, Majerczak J, Sliwowski Z, Grandys M, Bielanski W. Effect of moderate incremental exercise, performed in fed and fasted state on cardio-respiratory variables and leptin and ghrelin concentrations in young healthy men. *Journal of Physiology and Pharmacology*. 2005 ;56(1):63-85. PMID: 15795476.
14. Schmidt A, Maier C, Schaller G, Nowotny P, Bayerle-Eder M, Buranyi B, Luger A, Wolzt M. Acute exercise has no effect on ghrelin plasma concentrations. *Hormone and Metabolic Research*. 2004 ;36(3):174-7. doi: 10.1055/s-2004-814342. PMID: 15057671.
15. Murawska-Ciałowicz E, Wierzbicka-Damska I, Bakońska-Pacoń E, Kałwa M, Dziegiel P. Impact of nine month health training and a single exercise on changes in ghrelin, leptin and free fatty acids levels in women's blood. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*. 2015; 9 (1): 5–15.
16. Mateus K, Brunelli DT, Gáspari AF, Bonganha V, Bonfante IL, Chacon-Mikahil M & et al. Effects of combined training on total ghrelin and tumor necrosis factor- α in obese middle-aged men. *Motriz: Revista de Educação Física*. 2018. 24(2). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1980-6574201800020006>.
17. Bowyer K. The Role of exercise dose on ghrelin concentration in postmenopausal women. 2017;(Master's thesis). Retrieved from <https://scholarcommons.sc.edu/etd/4256>.
18. Foster-Schubert KE, McTiernan A, Frayo RS, Schwartz RS, Rajan KB, Yasui Y, Tworoger SS, Cummings DE. Human plasma ghrelin levels increase during a one-year exercise program. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2005;90(2):820-5. doi: 10.1210/jc.2004-2081. Epub 2004; Dec 7. PMID: 15585547.
19. Vestergaard ET, Dall R, Lange KH, Kjaer M, Christiansen JS, Jorgensen JO. The ghrelin response to exercise before and after growth hormone administration. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*. 2007; 92(1):297-303.
20. Ouerghi N, Feki M, Bragazzi NL, Knechtle B, Hill L, Nikolaidis PT & et al. Ghrelin response to acute and chronic exercise: insights and implications from a systematic review of the literature. *Sports Med*. 2021;51(11):2389-2410. doi: 10.1007/s40279-021-01518-6. Epub 2021; 10. PMID: 34374968; PMCID: PMC8514378.
21. Algul S, Ilcin S, Ozcelik O. Effects of Exercise on Ghrelin. *Progr Nutr [Internet]*. 2021. 7 [cited 2023 Sep. 10];23(3):e2021114. Available from: [https://www.mattioli1885journals.com/index.php/Progress in Nutrition /article/view/10742](https://www.mattioli1885journals.com/index.php/Progress%20in%20Nutrition/article/view/10742).
22. Rock CL, Flatt SW, Barkai HS, Pakiz B, Heath DD. A walnut-containing meal had similar effects on early satiety, CCK, and PYY, but attenuated the postprandial GLP-1 and insulin response compared to a nut-free control meal. *Appetite*. 2017 ;117:51-57. doi: 10.1016/j.appet.2017.06.008. Epub 2017 ; 10. PMID: 28610906; PMCID: PMC5822690.
23. Matos VAF, De Souza DC, Browne RAV, Dos Santos VOA, Medeiros ÍF, Do Nascimento PRP & et al. A single session of low-volume high-intensity interval and moderate-intensity continuous exercise elicits a transient reduction in ghrelin levels, but not in post-exercise energy intake in obese men. *Arch Endocrinol Metab*. 2021;65(1):98-104. doi: 10.20945/2359-3997000000308. Epub 2020 ; 9. PMID: 33166437.
24. Kim HJ, Tak YJ, Lee SY, Seo JP. Effects of a 12-week diet versus diet plus aerobic and resistance exercise program on acylated and desacylated ghrelin, and ghrelin O-Acyltransferase in adolescent girls with obesity. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 ; 28;19(3):1480. doi: 10.3390/ijerph19031480. PMID: 35162507; PMCID: PMC8835200.

The effect of 6 weeks of high intensity interval training on plasma levels of acetylated ghrelin and BMI in obese men

Hossein Zareeinejad¹, Hadi Ghaedi², Mehran Ghahramani^{3*}

1. MSc Candidate, Department of Exercise Physiology, Lamerd Branch, Islamic Azad University, Lamerd, Iran
2. Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Lamerd Branch, Islamic Azad University, Lamerd, Iran
3. Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Gilan-E-Gharb Branch, Islamic Azad University, Gilan-E-Gharb, Iran

Received: 2023/04/04

Revised: 2023/05/22

Accepted: 2023/09/14

Abstract

*Correspondence:

Email:

m.ghahramani@iauksh.ac.ir

Introduction and Purpose: Ghrelin is a peptide that consists of 28 amino acids and is produced by epsilon cells in the pancreas and stimulates the feeling of hunger, and this substance increases before eating food and decreases after it. The aim of study is to evaluate the effect of 6 weeks of high intensity interval training (HIIT) on plasma levels of acyl ghrelin hormone of obese men.

Materials and Methods: For this purpose, 20 obese men aged 18 to 22 years old with a BMI between 29.9 and 34.9 kg/m² in two experimental groups of 10 each (six weeks of high-intensity interval training, three sessions per week that include four-minute intervals. It was exercise with an intensity of 90% of the reserve heart rate with two minutes of recovery per week. Interval training with high intensity three sets in the first week and one set was added every week until the fourth week) and control was 10 people (without training intervention) and were studied in the pre- and post-test design. Before and after six weeks of training, the height and weight of the subjects of both groups were measured to measure the body mass index and their blood samples were collected and taken to the laboratory to measure the plasma levels of the *acetylated ghrelin* hormone. The data were analyzed using t-test and covariance analysis at a significance level of $P \leq 0.05$.

Results: The results of the analysis of covariance showed a significant increase in ghrelin levels and a significant decrease in body mass index in the post-test stage compared to the pre-test in the experimental group and the control group ($P < 0.05$).

Discussion and Conclusion: The results indicate that six weeks of high-intensity interval training with an increase in *acetylated ghrelin* can reduce appetite and, as a result, reduce body mass index and be effective in reducing the weight of obese people.

Key Words: Training, Appetite, Obese.