



تأثیر ترتیب هشت تمرین ترکیبی مقاومتی و استقامتی بر سطوح گرلین و انرژی مصرفی زنان دارای اضافه وزن

زهرا شانظری^۱، محمد فرامرزی^۲، زهرا همتی فارسانی^۳، محمد سلیمانی^۴

تاریخ چاپ: ۱۴۰۱/۵/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۹/۲۰

چکیده

هدف: هورمون گرلین باعث افزایش اشتها و مصرف غذا می‌گردد و در نتیجه تعادل بین دریافت غذا و انرژی مصرفی را برهم می‌زند و باعث افزایش وزن بدن می‌گردد. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر ترتیب تمرین ترکیبی مقاومتی و استقامتی بر سطوح استراحتی گرلین و انرژی مصرفی زنان دارای اضافه وزن بود.

روش کار: ۳۰ آزمودنی زن دارای اضافه وزن (با دامنه سنی ۱۸ تا ۳۲ سال و شاخص توده بدنی بالاتر از ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع) انتخاب و به شکل تصادفی به سه گروه تمرینات استقامتی- مقاومتی (E+S)، تمرینات مقاومتی-استقامتی (S+E) و کنترل تقسیم و هشت هفته، هفته‌ای سه جلسه تمرینات ترکیبی مقاومتی و استقامتی با ترتیب متفاوت انجام دادند. تمرینات استقامتی شامل رکاب زدن بر روی دوچرخه کارسنج به مدت ۶۰ دقیقه و با شدت ۶۵٪ تا ۸۵٪ ضربان قلب بیشینه و تمرینات مقاومتی شامل ۸ تمرین قدرتی منتخب با شدت ۵۰٪ تا ۸۰٪ یک تکرار بیشینه بود. دو گروه تجربی، تمرینات را با ترتیب تمرین متفاوت (E+S و S+E) اجرا کردند. ۲۴ ساعت قبل و ۴۸ ساعت بعد از دوره تمرین سطوح گرلین به روش الایزا و انرژی مصرفی روزانه آزمودنی‌ها از فرمول هریس بندیکت اندازه‌گیری شد. تغییرات در متغیرهای وابسته ناشی از مداخله تمرینی با آزمون تحلیل واریانس یک راهه (ANOVA) و آزمون تعقیبی LSD و با استفاده از نرم افزار SPSS آنالیز شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد تفاوت معنی داری بین تأثیرات مداخلات مختلف بر شاخص های وزن ($P=0/171$)، شاخص توده بدنی ($P=0/247$)، VO_{2max} ($P=0/389$) و انرژی مصرفی ($P=0/444$) و همچنین شاخص های بیوشیمیایی گلوکز ($P=0/229$)، انسولین ($P=0/154$) و گرلین ($P=0/843$) وجود نداشت.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد بدون توجه به ترتیب اجرا، تمرین ترکیبی بر افزایش انرژی مصرفی زنان دارای اضافه وزن تأثیر دارد در حالی که تأثیر معنی‌داری بر سطوح گرلین ندارد و با توجه به کاهش وزن در هر دو گروه تمرینی، این شیوه تمرینی برای کاهش وزن زنان دارای اضافه وزن توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: گرلین، انرژی مصرفی، تمرین ترکیبی مقاومتی و استقامتی، زنان دارای اضافه وزن

۱. دکتری فیزیولوژی ورزشی، ۲. استاد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه اصفهان، ۳. استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اردکان، یزد، ۴. دکتری فیزیولوژی ورزشی، *نشانی الکترونیک نویسنده مسئول: zhemati@ardakan.ac.ir

مقدمه

است (۵). اشتها نیز از عواملی است که سبب تحریک دریافت غذا می‌شود. سیگنال‌های محیطی مثل لپتین، گرلین، انسولین و نوروپپتیدهای مرکزی در هیپوتالاموس یکپارچه شده، اشتهای فرد را مشخص می‌کنند. فعالیت ورزشی می‌تواند مصرف انرژی را به طور مستقیم افزایش و به طور غیر مستقیم از راه تغییر ترشح هورمون‌های درگیر ممکن است بر دریافت انرژی و هزینه‌ی انرژی فعالیت بدنی نیز اثرگذار باشد (۸). لیگاند مترشحه از درون معده که با اتصال به گیرنده ویژه باعث ترشح هورمون رشد می‌شود، در سال ۱۹۹۹ شناسایی و گرلین نامیده شد. گرلین مصرف غذا را افزایش و اشتها را زیاد می‌کند و غلظت آن قبل از غذا زیاد و بعد از آن کم می‌شود (۹). گرلین در خون به دو شکل متفاوت آسیل‌دار و غیر آسیل‌دار وجود دارد که قسمت اعظم گرلین موجود در خون (۹۰٪-۸۰٪) به شکل غیر آسیل‌دار است اما شکل آسیل‌دار از نظر زیستی فعال بوده و از اهمیت ویژه‌ای در تنظیم و تعادل انرژی برخوردار است (۱۰). مشخص شده است غلظت پلاسمایی گرلین در افراد چاق کاهش می‌یابد (۱۱) و میزان آن در مقایسه با افراد دارای وزن طبیعی کم‌تر است (۱۲). غلظت پلاسمایی گرلین بعد از کاهش وزن به سطح طبیعی افزایش می‌یابد، تغییری که بسیاری

شیوع اضافه وزن و چاقی به سرعت در کشورهای در حال توسعه مانند کشورهای صنعتی در حال افزایش می‌باشد (۱). رژیم غذایی نامناسب و عدم فعالیت بدنی مهمترین عوامل اضافه وزن و چاقی هستند که خود از مهمترین عوامل زمینه ساز بیماری‌های غیر واگیر محسوب می‌شوند (۲). در ایران نیز چاقی یکی از معضلات بهداشتی و عامل خطر برای بروز بسیاری از بیماری‌هاست (۳). محدوده شیوع اضافه وزن و چاقی در بزرگسالان ایرانی به ترتیب ۲۷ تا ۳۸/۵ درصد و ۱۲/۶ تا ۲۵/۹ درصد بوده که بیشترین میزان شیوع مربوط به زنان است (۴). اضافه وزن و چاقی نتیجه‌ی عدم تعادل بین انرژی دریافتی و انرژی مصرفی است (۵). یکی از متغیرهای وضعیت متابولیک بدن، انرژی مصرفی در حال استراحت یا REE^۱ همان متابولیسم پایه است که حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد کل انرژی مصرفی یا TEE^۲ را تشکیل می‌دهد (۶). ۱۰٪ درصد دیگر TEE مربوط به هضم و جذب غذا و باقی آن مربوط به فعالیت‌های بدنی می‌باشد (۷). روش موثر برای مقابله با چاقی، کاهش انرژی دریافتی روزانه و افزایش انرژی مصرفی روزانه از راه فعالیت بدنی بیشتر و یا هر دوی این‌ها با هم

2. Total Energy Expenditure



1. Resting Energy Expenditure

کاهش وزن ناشی از تمرینات ورزشی را تجربه نموده‌اند، افزایش یافت (۱۸). قنبری نیکی و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان دادند ۶ هفته تمرین استقامتی به کاهش گرلین پلاسما و عضله سولئوس رت‌ها منجر می‌شود (۱۹). فتیحی و همکاران (۲۰۱۰) نیز در تحقیق خود پس از یک دوره تمرین استقامتی سه ماهه مشاهده کرد در رت‌های تمرین کرده ناشتا، مقدار گرلین آسپیل‌دار معده کاهش می‌یابد و این کاهش با افزایش گرلین آسپیل‌دار پلاسما همراه است (۲۰). آپولزان و همکاران (۲۰۱۱) نیز با مطالعه روی مردان و زنان مسن تفاوتی بین غلظت گرلین ناشتای افراد تمرین کرده قدرتی و افراد تمرین نکرده مشاهده نمودند (۲۱). همانطور که نتایج تحقیقات فوق نشان داد پاسخ سطوح گرلین به تمرینات ورزشی مختلف یکسان نمی‌باشد و هنوز پرسش‌های زیادی در مورد گرلین و تغییر هورمون‌های دیگر، به دنبال فعالیت‌های ورزشی وجود دارد. و از طرفی ورزش‌های ترکیبی هوازی و مقاومتی نسبت به ورزش هوازی و مقاومتی به تنهایی برای کنترل ترکیب بدن، پروفایل‌های متابولیکی و حالت التهابی در افراد دارای اضافه وزن و چاق موثرتر است (۲۲).

از افراد چاق بعد از کاهش وزن آن را تجربه کرده و به طور بالقوه برگشت مجدد وزن را تحریک می‌نماید (۱۳). درباره تاثیر فعالیت‌های بدنی بر گرلین تام مطالعات مختلفی در انسان (۱۴، ۱۵) و موش‌های صحرایی (۱۶) انجام گرفته است. نتایج تحقیقات پیشین متناقض بوده و افزایش (۱۵)، کاهش (۱۶) یا عدم تغییر (۱۷) گرلین تام در پاسخ به فعالیت‌های بلندمدت و کوتاه‌مدت گزارش شده است. فوستر و همکاران (۲۰۰۵) تاثیر ۱۲ ماه تمرین هوازی بر روی ۱۷۳ آزمودنی زن بی‌تحرک و دارای اضافه وزن را مطالعه و نشان دادند گرلین تام پلاسما همراه با سه کیلوگرم کاهش وزن به مقدار ۱۸ درصد افزایش یافت (۱۵). برعکس در تحقیق دیگری با وجود کاهش وزن آزمودنی‌ها همراه با تمرینات استقامتی، تغییر معنی‌داری در گرلین تام پس از ۳ هفته تمرین مشاهده نشد (۱۷). ایبال و همکاران (۲۰۰۷) آثار پنج هفته تمرینات مقاومتی را در رت‌های با وزن طبیعی ارزیابی و بیان کرد همراه با کاهش وزن به میزان ۶/۴ درصد، مقدار گرلین پلاسما کاهش یافت (۱۶). محققان دلیل احتمالی این نتایج متفاوت را ناشی از اندازه‌گیری گرلین تام (مجموع گرلین آسپیل‌دار و بدون آسپیل) دانسته و پیشنهاد کرده‌اند برای مطالعه دقیق‌تر از گرلین آسپیل‌دار استفاده شود. همچنین، در مطالعات ورزشی دیده شده که مقدار گرلین پلاسمایی در زنانی که

مقاومتی با توجه به مسیرهای خاص سیگنالینگ هایپرتروفی تعریف شده است. هدف رایاماسین در پستانداران^۶ (mTOR) به عنوان یک نقطه کانونی برای هیپرتروفی است (۲۳) که از طریق فسفریله کردن " پروتئین ریبوزومی ۷۰ کیلو دالتونی S6 کیناز^۸ (p70S6K) و عامل شروع کننده ترجمه یوکاریوتی 4E^۹ متصل به پروتئین-۱ (BP) سنتز پروتئین را در عضله اسکلتی افزایش می دهد (۲۴). سوئیچ کننده ی این دو مسیر (تمرین استقامتی و مقاومتی) در صورتی که همزمان اجرا گردند، Akt- AMPK است (۲۴) انجام ورزش مقاومتی بعد از ورزش استقامتی ممکن است به پاسخ های آنابولیکی کمک کند تا در اوایل مرحله ریکاوری بدون مانع عمل کنند و در نتیجه با افزایش هایپرتروفی عضلات منجر به افزایش انرژی مصرفی شود (۲۵) و انجام تمرینات مقاومتی قبل از ورزش استقامتی، منجر به افزایش سازگاری عصبی-عضلانی، قلبی تنفسی (۲۴) و همچنین کاهش وزن و کاهش چربی بدن می شود (۲۶). از طرف دیگر با توجه به رویکرد گسترده استفاده از تمرینات ترکیبی استقامتی و مقاومتی، تاثیر

به طور خلاصه، سازگاری با تمرین استقامتی نیاز به تحریک چندین فاکتور رونویسی (از جمله فاکتور تنفسی هسته ای - ۱ و ۱۲ (NRF - 1، NRF - 2)) دارد که به پروموتورهای خود متصل می شوند و رونویسی از ژن هایی که پروتئین های زنجیره تنفسی میتوکندری را رمزگذاری می کنند را فعال می کنند (۲۳). همه پروموتورهای ژن های رونویسی پروتئین میتوکندری دارای سایت های اتصال NRF نیستند، بنابراین سایر فاکتورهای رونویسی در بیوژنز میتوکندری تعدیل شده با انقباض، شامل گیرنده های مربوط به گیرنده استروژن^۲ (ERRs) و گیرنده های فعال کننده تکثیر پروکسی زومها^۳ (PPAR) هستند که بیان آنزیم های اکسیداتیو اسید چرب میتوکندری را تنظیم می کنند (۲۳). پروتئین کیناز فعال شده با AMP^۴ (AMPK) و پروتئین کیناز فعال شده با میتوزن^۵ p38 (MAPK) دو آبشار سیگنالینگ مهم هستند که عامل کمکی فعال کننده گیرنده ۱ گامای فعال شده با تکثیر کننده پروگزیزومی^۴ (PGC-1α) و در نتیجه بیوژنز میتوکندری را تنظیم می کنند (۲۳). سازگاری با تمرین

6. peroxisome proliferator activated receptor γ coactivator-1 α
 7. mechanistic target of rapamycin
 8. 70 kDa ribosomal protein S6 kinase
 9. eukaryotic initiation factor 4E-binding protein

1. nuclear respiratory factor-1 and -2
 2. oestrogen-receptor-related receptors
 3. peroxisome proliferator-activated receptor coactivators
 4. AMP-activated protein kinase
 5. p38 mitogen-activated protein kinase



حلقه فیدبک منفی شرکت دارد که این حلقه تنظیم کننده وزن بدن است. این فرضیه پیشنهاد می‌کند کاهش وزن بدن دلیلی برای افزایش سطوح گرلین خون است. در حقیقت، این افزایش به عنوان بخشی از سازگاری‌ها نسبت به کمبود انرژی شناخته شده است (۱۵). با توجه به نتایج متناقض بدست آمده در مورد نقش تمرینات مختلف ورزشی بر گرلین و ارتباط گرلین با دیگر هورمون‌های تنظیمی و میزان انرژی مصرفی در افراد دارای اضافه وزن مخصوصا زنان دارای اضافه وزن و با توجه به اینکه پاسخ این هورمون‌ها در تمرینات ترکیبی استقامتی مقاومتی بررسی نشده، به ویژه درباره ترتیب توالی تمرینات ترکیبی هم تحقیقی انجام نشده است، به نظر می‌رسد بررسی تاثیر تمرینات ترکیبی استقامتی مقاومتی و ترتیب اجرای آنها بر تغییرات سطوح گرلین و انرژی مصرفی زنان دارای اضافه وزن نیاز به بررسی بیشتری دارد. بنابراین، سوال اصلی این تحقیق این است که آیا تمرینات ترکیبی استقامتی مقاومتی و ترتیب اجرای آن تاثیری بر پپتید گرلین و انرژی مصرفی زنان دارای اضافه وزن دارد یا خیر؟

روش پژوهش

طرح پژوهش: تحقیق حاضر به روش نیمه تجربی از نوع بررسی‌های کاربردی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با یک گروه کنترل و دو گروه تجربی بود.

این شیوه تمرین بر سطوح گرلین نیز مورد بررسی چندانی قرار نگرفته است. به دلیل آثار ویژه و متفاوت تمرینات قدرتی و استقامتی، به احتمال فراوان ترتیب انجام این تمرینات می‌تواند پاسخ‌های فیزیولوژیکی متفاوتی ایجاد کند. با این حال، نشان داده شده است طراحی ترکیب مناسبی از این دو نوع تمرین می‌تواند به طور بالقوه آثار ناشی از سالمندی بر عضلات را تا حدود زیادی کاهش دهد. با این وجود، اینکه آیا ترشح گرلین تحت تاثیر ترتیب اجرای تمرین‌های مقاومتی و استقامتی تغییر می‌کند به طور دقیق بررسی نشده است. به طور مثال، در یک بررسی بروم و همکارانش (۲۰۰۸) تاثیر ۶۰ دقیقه تمرین هوازی و ۹۰ دقیقه تمرین مقاومتی را بر روی گرسنگی و سطوح گردش هورمون‌های اشتهاهی گرلین آسپیل دار و پپتید YY بررسی کردند. در این مطالعه سرکوب گرسنگی و گرلین آسپیل‌دار در طول تمرین هوازی و تمرین مقاومتی، در حالی که افزایش پپتید YY در طول تمرین هوازی مشاهده شد (۲۲). در مورد رابطه تغییرات وزن و سطوح گرلین نیز تحقیقات متعددی انجام شده است. کارن و همکاران (۲۰۰۴) دریافتند سطوح گرلین پلازما در پاسخ به یک برنامه تمرینی یک‌ساله (که موجب کاهش وزن می‌شود، بدون اینکه کالری دریافتی کاهش یابد) افزایش می‌یابد. محققان فرضیه‌ای را پیشنهاد کردند مبنی بر اینکه گرلین در تنظیم یک

شرکت در ارزیابی‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون از انجام فعالیت‌های بدنی شدید اجتناب کنند و پس از ۱۲ ساعت ناشتایی در آزمایشگاه پاتوبیولوژی جهت خون‌گیری حضور یابند. قابل ذکر است طرح تحقیق در سامانه کارآزمایی بالینی ثبت و کد کارآزمایی بالینی این تحقیق، IRCT: 2017080319995N8 بود.

سپس آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در سه گروه (یک گروه کنترل و دو گروه تجربی) قرار گرفتند. گروه‌ها شامل گروه تجربی یک: شامل افراد دارای اضافه وزن و شرکت‌کننده در تمرین مقاومتی - استقامتی (S+E) ($BMI \geq 25$ ، تعداد ۱۰ نفر)، گروه تجربی دو: شامل افراد دارای اضافه وزن و شرکت‌کننده در تمرین استقامتی - مقاومتی (E+S) ($BMI \geq 25$ ، تعداد ۱۰ نفر)، گروه کنترل: شامل افراد دارای اضافه وزن ($BMI \geq 25$ ، تعداد ۱۰ نفر) بود. دو گروه تجربی، تمرینات مقاومتی + استقامتی یا استقامتی + مقاومتی را با توجه به ترتیب تمرین اجرا کردند. قبل از شروع تمرین و ۲۴ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی قد، وزن، BMI، درصد چربی، محیط دور کمر، لگن و ترکیب بدنی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری و از آنها جهت اندازه‌گیری سطوح استراحتی گرلین نمونه خونی انجام گردید.

آزمودنی‌ها: جامعه آماری این پژوهش زنان دارای اضافه وزن بودند ($BMI \geq 25$). که از طریق نصب اطلاعیه‌هایی در سطح شهر فراخوان شدند و از افراد داوطلب که ملاک‌های ورود به تحقیق را داشتند، دعوت به همکاری گردید. ۳۰ آزمودنی با دامنه سنی ۱۸-۳۲ سال به صورت هدفمند انتخاب و به طور تصادفی در سه گروه قرار گرفتند. پیشینه پزشکی و آمادگی برای شروع فعالیت بدنی توسط پرسشنامه پزشکی و پرسشنامه PARQ همچنین، غذای مصرفی نیز با پرسشنامه سه روزه بسامد خوراک مورد بررسی قرار گرفت. از ملاک‌های ورود به پژوهش این بود که آزمودنی‌ها از نظر جسمانی سالم بودند و ملاک انتخاب آنها عدم شرکت در هیچ برنامه منظم ورزشی حداقل از شش ماه گذشته، عدم سابقه انجام تمرین منظم با وزنه تا زمان انجام این پژوهش، عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی، فشارخون بالا، دیابت ملیتوس و عدم استفاده از داروها، برنامه‌های کاهش وزن و رژیم‌های غذایی خاص بود و همچنین با استفاده از سوالات، وضعیت چرخه قاعدگی آزمودنی‌ها بررسی و همه افراد انتخاب شده دارای چرخه قاعدگی منظم بودند. قبل از شروع پروتکل تمرین، آزمودنی‌ها فرم رضایت نامه شرکت در تحقیق را مطالعه و به صورت داوطلبانه امضا کردند. به آزمودنی‌ها توصیه شد، ۴۸ ساعت قبل از

همچنین، جهت برآورد کل انرژی مصرفی روزانه آزمودنیها از فرمول استاندارد هریس بندیکت با فاکتور فعالیت ۱/۵۵ استفاده شد (۲۵).

$$+ 66 = \text{میزان متابولیسم پایه (کیلوکالری)} \\ (16.8 \times \text{سن} - 5) \times (\text{سانتیمتر}) \text{ قد} + (\text{کیلوگرم}) \text{ وزن} \times 13.7 \\ \times 1.55 = \text{میزان متابولیسم پایه (کیلوکالری)} \text{ انرژی مصرفی روزانه}$$

طی دو جلسه آشنایی مقدارهای یک تکرار بیشینه‌ی نه حرکت مورد استفاده در گروه تجربی با استفاده از فرمول ذیل تعیین شد (۲۵).

$$\text{تعداد تکرارها} \times 0.278 - 0.278 \div \text{مقدار وزنه} = \text{IRM} \text{ یک تکرار بیشینه}$$

تمام تمرینات با استفاده از وزنه‌ها و دستگاه-های معمول بدنسازی مانند دستگاه سیم کش دو طرفه، لت، پرس نیمکت، اسکات هات، پرس پا و دستگاه پروانه انجام شد. همچنین، همه اندازه‌گیری‌ها، به جز قد، پس از هشت هفته و در پایان پروتکل تمرین تکرار شدند.

اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی:

نمونه‌گیری خون، ۲۴ ساعت قبل از اولین جلسه ی تمرین و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه‌ی تمرین از آزمودنی‌های هر گروه به عمل آمد. مقدار پنج سی‌سی نمونه‌های خونی

وزن آزمودنی‌ها با استفاده از وزن سنج دیجیتالی، با حداقل دقت ۰/۱ کیلوگرم (مدل WS 80، ساخت سوئیس) و قد با قد سنج با حداقل دقت ۰/۱ سانتی متر و دارای صفحه بروکا (مدل Machinen، ساخت سوئیس) اندازه‌گیری شد. BMI از طریق تقسیم وزن بدن (کیلوگرم) بر مجذور قد (متر) محاسبه شد. درصد چربی بدن از طریق اندازه‌گیری چربی زیر جلدی در سه نقطه از بدن (سه سر بازویی، شکم و ران) به وسیله کالیپر (حداقل دقت یک میلی‌متر، مارک Harpenden، ساخت انگلیس) و محاسبه چگالی بدن با استفاده از فرمول جکسون و پولاک برآورد شد (۲۳). دور کمر در باریک‌ترین قسمت تنه بین آخرین دنده و تاج خاصره و دور لگن در پهن‌ترین قسمت آن با متر نواری اندازه‌گیری شد و از تقسیم دور کمر به درو لگن، نسبت دور کمر به لگن^۱ (WHR) به دست آمد (۲۴). زنان با WHR کمتر از ۰/۸۰ بین ۰/۸۰ تا ۰/۸۴ و بیشتر از ۰/۸۵ به ترتیب به عنوان دارای وزن نرمال، اضافه وزن و چاق در نظر گرفته می‌شدند (۲۴).

معادله سه نقطه ای جکسون و همکاران برای زنان:

$$100 - \left(\frac{4}{5} - \text{چگالی بدن} / \frac{4}{95} \right) = \text{درصد چربی بدن} \\ + (S \times 0.0009929) - 10.99421 - \text{چگالی بدن} \\ (\text{سن} \times 0.0001392) - (S^2 \times 0.00023) \\ \text{مجموع ضخامت چربی زیر پوستی سه سر بازو، فوق خاصره و ران} = S$$

طول این دو هفته حداکثر قدرت (IRM) آزمودنی‌ها با استفاده از روش ذکر شده در بالا اندازه‌گیری شد. برنامه تمرین شامل پرس سینه، پرس پا، قایقی نشسته، پرس بالای سر، باز شدن زانو، باز شدن بازو، خم شدن زانو، خم شدن بازو و بلند کردن پاشنه و دارز و نشست بود. برنامه تمرین سه روز در هفته (یک روز در میان) و به مدت هشت هفته انجام شد. هر جلسه تمرین شامل گرم کردن عمومی (کشش عضلات) و برنامه اصلی تمرین بود. در طول هشت جلسه اول برنامه تمرینی، افراد حرکات را سه-چهار ست با ۱۵-۱۰ تکرار و ۵۰ تا ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه انجام دادند، در هشت جلسه دوم، برنامه تمرین شامل سه-پنج ست با ۱۲-۱۰ تکرار و ۶۰ تا ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه بود. در هشت جلسه پایانی، سه-پنج ست، تکرار هشت-دوازده و شدت تمرین ۷۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه بود. فاصله‌ی استراحتی بین ست‌ها با توجه به منابع مختلف دو دقیقه در نظر گرفته شد. اصل اضافه بار به گونه‌ای طراحی شد که بعد از هر هشت جلسه، تست یک تکرار بیشینه برای هر فرد در هر ایستگاه انجام می‌شد و مقدار وزنه بر اساس آن تنظیم می‌گردید (۲۶).

برنامه تمرین استقامتی

در لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد خون (EDTA) جمع آوری و سریعاً سانترفیوژ (با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه) گردید و پلاسمای بدست آمده، در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد در آزمایشگاه بیوشیمی دانشگاه علوم پزشکی نگهداری و جهت اندازه‌گیری سطوح گرلین مورد استفاده قرار گرفت. سطح گرلین آسپل‌دار پلاسما به روش الایزای ساندویچی و با استفاده از کیت انسان (Human Ghrelin(GH) ELISA Kit) شرکت EASTBIOPHARM آمریکا با حساسیت یک صدم نانوگرم در میلی‌لیتر و دامنه سنجش پنج صدم تا ۱۰ نانوگرم در میلی‌لیتر اندازه‌گیری شد.

پروتکل تمرینی

برنامه‌های تمرینی استفاده شده در این تحقیق به مدت هشت هفته، سه روز در هفته از تمرینات ساده به مشکل و از شدت کم به شدت بالا با در نظر گرفتن اصل اضافه بار و افزایش شدت تمرین انجام گرفت. هر جلسه تمرین شامل گرم کردن، برنامه‌های اصلی تمرین و سرد کردن بود که تقریباً ۶۰ الی ۷۰ دقیقه به طول می‌انجامید.

برنامه تمرین مقاومتی

قبل از شروع دوره تمرین، آزمودنی‌ها به مدت دو هفته جهت آشنایی با کار بر روی وسایل بدنسازی هفته‌ای دو جلسه به مدت ۳۰ الی ۴۵ دقیقه به سالن ورزشی مراجعه کردند. در

درصد ضربان قلب بیشینه و مدت ۴۰ دقیقه افزایش یافت. آزمودنی‌های این گروه باید زمان تعیین شده را با یک سرعت ثابت رکاب می‌زدند تا شدت تمرین طبق برنامه‌ی مشخص شده در محدوده تعیین شده ضربان قلب بیشینه باشد، که این کار، با تعیین ضربان قلب آزمودنی‌ها قبل از شروع تمرینات، حین اجرا و پس از انجام فعالیت در هر جلسه توسط پژوهشگر با استفاده از ضربان سنج پولار انجام شد (۲۶). حداکثر اکسیژن مصرفی آنها با استفاده از پروتکل ۱۲ دقیقه راه رفتن و دویدن و بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید (۳۲، ۳۳):

$$VO_{2\max} = (D \times 0.268) + 0.113$$

که در این فرمول D مسافت طی شده به متر است (۲۷) و برنامه‌ی تمرینی برای دو گروه طبق جدول یک ارائه شد.

تمرین استقامتی در قالب رکاب‌زدن بر روی دوچرخه کارسنج مدل پروتئوس^۱ - PEC-3320 ساخت کشور چین انجام شد و در طول هشت هفته از زمان تمرین شدت فعالیت افزایش می‌یافت. هر جلسه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، فعالیت اصلی و پنج دقیقه سرد کردن بود. قبل از شروع دوره تمرین، آزمودنی‌ها به مدت دو هفته جهت آشنایی با کار بر روی دوچرخه ثابت هفته‌ای دو جلسه به مدت ۳۰ الی ۴۵ دقیقه به سالن ورزشی مراجعه کردند و نحوه استفاده از آن توضیح داده شد و همچنین اکسیژن مصرفی بیشینه آزمودنی‌ها یک هفته قبل از آزمون اصلی انجام شد. در هشت جلسه اول تمرین، شدت ۶۰-۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه به مدت ۲۵ دقیقه، در هشت جلسه دوم، ۶۵-۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه و مدت ۳۵ دقیقه و در هشت جلسه پایانی، شدت به ۷۵-۸۵

جدول ۱. پروتکل تمرین مقاومتی و استقامتی

تمرین استقامتی			تمرین مقاومتی				
شدت	حجم	جلسه	شدت	تکرار	ست	تعداد جلسه در هفته	جلسه
۶۰-۶۵٪ HRmax	۲۵ دقیقه	۸ جلسه اول (یک-هشت)	۶۰-۵۰٪ IRM	۱۵-۱۰	سه-پنج	سه	۸ جلسه اول (۱-۸)
۶۵-۷۵٪ HRmax	۳۵ دقیقه	۸ جلسه دوم (۹-۱۶)	۷۰-۶۰٪ IRM	۱۲-۱۰	سه-پنج	سه	۸ جلسه دوم (۹-۱۶)
۷۵-۸۵٪ HRmax	۴۰ دقیقه	۸ جلسه سوم (۱۷-۲۴)	۸۰-۷۰٪ IRM	۱۲-۸	سه-پنج	سه	۸ جلسه سوم (۱۷-۲۴)

بودن تفاوت‌های داده‌ها در سطح ($P \leq 0.05$)

محاسبه گردید.

یافته‌ها

جدول ۲ شاخص‌های توصیفی شاخص‌های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی در زنان اضافه وزن را بر حسب مداخله نشان می‌دهد. نتایج نشان دهنده ی عدم تفاوت معنی داری بین گروه های مطالعه در شاخص های سن ($P = 0/472$)، قد ($P = 0/586$)، وزن ($P = 0/171$)، شاخص توده بدنی ($P = 0/247$)، $VO2max$ ($P = 0/389$) و انرژی مصرفی ($P = 0/444$) بود.

روش آماری

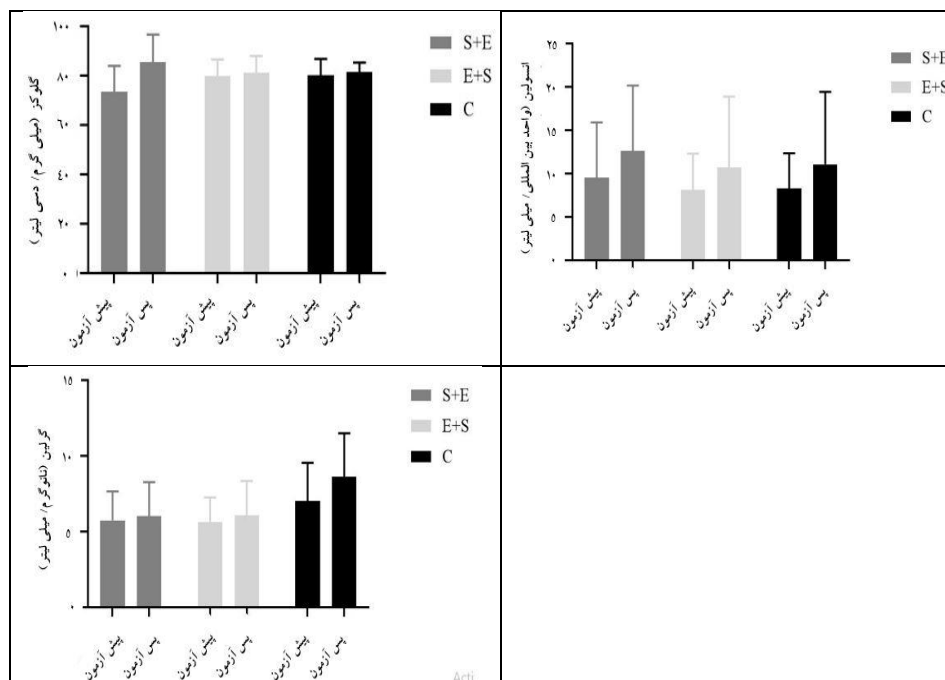
پس از اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌های کسب شده توسط آزمون شاپیروویلک، از میانگین و انحراف استاندارد برای توصیف ویژگی‌های فردی و از آزمون پارامتریک تحلیل واریانس یک راهه ((ANOVA)) به منظور مقایسه میانگین تغییرات قبل و بعد متغیرهای مورد نظر در گروه‌ها و برای مقایسه مداخلات با یکدیگر از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده گردید. تحلیل آماری با نرم-افزار SPSS ورژن ۲۶ انجام شد. معنی‌دار

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد مشخصات بدنی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها

P-value	C	E+S	S+E	زمان	شاخص‌ها
	میانگین \pm انحراف استاندارد	میانگین \pm انحراف استاندارد	میانگین \pm انحراف استاندارد		
0/472	28/60 \pm 2/36	28/00 \pm 2/40	27/40 \pm 2/50		سن (سال)
0/586	161/30 \pm 2/94	160/10 \pm 2/65	160/40 \pm 2/20		قد (سانتیمتر)
0/171	70/62 \pm 4/81	72/40 \pm 4/98	72/29 \pm 5/25	پیش آزمون	وزن (کیلوگرم)
	71/00 \pm 5/10	69/30 \pm 4/38	69/64 \pm 5/25	پس آزمون	
0/247	27/47 \pm 1/90	26/68 \pm 1/54	27/71 \pm 1/91	پیش آزمون	شاخص توده بدنی (کیلوگرم/متر مربع)
	27/76 \pm 1/93	25/51 \pm 1/51	26/64 \pm 1/89	پس آزمون	
0/389	21/40 \pm 2/24	22/30 \pm 2/80	20/40 \pm 2/75	پیش آزمون	$VO2max$ (میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)
	21/10 \pm 2/88	22/50 \pm 2/87	23/80 \pm 2/15	پس آزمون	
0/001	1428/75 \pm 60/39	1395/63 \pm 59/76	1405/13 \pm 57/29	پیش آزمون	انرژی مصرفی (کیلوکالری)
	1404/63 \pm 67/28	1421/13 \pm 53/11	1445/75 \pm 63/22	پس آزمون	

S+E: مقاومتی+استقامتی، E+S: استقامتی+استقامتی، C: کنترل.





شکل ۱. بررسی تغییرات سطوح گلوکز، انسولین و گرلین در گروه‌ها پژوهش. S+E: مقاومتی+استقامتی، E+S: استقامتی+استقامتی، C: کنترل.

تمرین ترکیبی تأثیر معنی‌داری بر نمرات پس‌آزمون گرلین نداشت. که با نتایج فوستر و همکاران (۲۰۰۵)، لیدی و همکاران (۱۳۹۱) و (۲۰۰۴)، شریعت‌زاده و همکاران (۲۰۰۹) مخالف بود (۱۵، ۱۸، ۲۶، ۲۸) و با نتایج حقیقی و همکاران (۱۳۹۰)، یوسفی و همکاران (۲۰۱۹) و احمدی و همکاران (۱۳۹۷) همخوانی داشت (۲۹-۳۱) مطالعات متعددی نشان داده‌اند تمرین با وزنه منجر به افزایش تجزیه گلیکوژن و ایجاد کسر انرژی می‌شود و پس از تمرین شدید، سنتز پروتئین و بازسازی گلیکوژن با تاخیر و به

همچنین، همانطور که در شکل ۱ قابل مشاهده است تفاوت معنی‌داری بین سطوح گلوکز ($P=0/229$)، انسولین ($P=0/854$) و گرلین ($P=0/843$) بین گروه‌های مختلف پژوهش مشاهده نشد.

بحث

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر ترتیب تمرینات ترکیبی استقامتی-قدرتی و قدرتی-استقامتی بر سطوح استراحتی گرلین آسپیل‌دار و انرژی مصرفی در زنان دارای اضافه وزن انجام گردید. نتایج نشان داد نوع مداخله

داد مقدار انرژی مصرفی هنگام ۳۰ دقیقه بر روی تردمیل وقتی که به صورت کیلوکالری در دقیقه و کیلو کالری در دقیقه به ازای هر کیلوگرم توده بدون چربی محاسبه شد، در هر دو حالت در گروه چاق به طور معنی داری بیشتر از گروه لاغر بود (۳۶). طاهر و همکاران (۱۳۹۰) هم در تحقیقی نشان دادند ورزش مقاومتی با شدت متوسط و سنگین بر پاسخ حاد و تاخیری لپتین، انسولین، کورتیزول، تستوسترون سرم و انرژی مصرفی ۲۴ ساعت پس از ورزش مردان سالم تاثیر معنی داری ندارد (۳۷). با توجه به اینکه کل توده بدن از عوامل اصلی تعیین کننده انرژی مصرفی هنگام فعالیت‌های تحمل کننده وزن بدن است (۳۵).

علاوه بر این افزایش در مقدار انرژی مصرفی در این آزمودنی‌ها احتمالا به دلیل تفاوت در هزینه های تنفس و تهویه باشد. پژوهش‌های قبلی نشان داده‌اند که افراد اضافه وزن حجم جاری کمتری داشتند و تعداد تنفس آنها نسبت به افراد لاغر بیشتر بود (۳۵). از طرفی در این پژوهش حداکثر اکسیژن مصرفی در پس آزمون نسبت به پیش آزمون افزایش یافت. با توجه به این مسئله، افزایش در هزینه‌های تنفسی نیز ممکن است از دلایل افزایش مقدار انرژی مصرفی در افراد دارای اضافه وزن در پژوهش حاضر باشد.

همچنین، افزایش معنی‌دار انرژی مصرفی ممکن است به دلیل افزایش انرژی مصرفی

کندی صورت می‌گیرد که عواملی برای افزایش ترشح گرلین و جذب انرژی هستند (۲۸).

احتمالا گرلین گیرنده تعادل انرژی است (۳۲) و بین گرلین، شرایط تغذیه‌ای، و تعادل انرژی رابطه معکوسی وجود دارد به طوری که مقادیر پلاسمایی آن در شرایط تعادل انرژی مثبت کاهش و در شرایط تعادل انرژی منفی افزایش می‌یابد (۳۳، ۳۴). احتمالا عدم ایجاد تعادل انرژی منفی چشمگیر بر اثر این دو نوع تمرین در این مطالعه از دلایل عدم تغییر معنی‌دار گرلین است. همچنین میزان گرلین سرمی تحت تاثیر نوع رژیم غذایی نیز قرار می‌گیرد. میزان این هورمون در رژیم‌های غذایی کم پروتئین و پرچرب کاهش می‌یابد (۳۲). با وجود این، یکی از محدودیت‌های پژوهش حاضر عدم کنترل مستقیم رژیم غذایی آزمودنی‌ها در طول مدت تمرینات بود. از نتایج دیگر مطالعه حاضر، تاثیر معنی‌دار مداخله دریافتی بر نمرات پس آزمون انرژی مصرفی بود. نتایج نشان داد ارایه مداخله مقاومتی-استقامتی و استقامتی-مقاومتی باعث افزایش معنی‌دار انرژی مصرفی نسبت به گروه کنترل شد. نتایج پژوهش‌های بئاتریز و همکارانش (۲۰۰۲) نشان داد مقدار انرژی مصرفی هنگام فعالیت‌های تحمل کننده وزن بدن در کودکان و بزرگسالان چاق نسبت به افراد غیر چاق بیشتر است (۳۵). نتایج پژوهش عزیزی و همکاران (۱۳۸۸) نیز نشان

هورمون‌های کاهنده اشتها مثل لپتین و نروپپتید Y باشد (۴۲)، اما این پاسخ‌های هورمونی هنوز نیاز به مطالعات دقیق‌تری دارد تا بتوان به طور قطعی تغییرات در اشتها پس از ورزش را به تغییرات در هورمون‌های تنظیم‌کننده اشتها در اثر ورزش ربط داد. مطالعاتی که فرم استیله گرلین را اندازه گرفتند مشاهده کردند که غلظت گرلین استیله شده بعد از ورزش‌های استقامتی کاهش می‌یابد و به عنوان عاملی برای کاهش اشتها بعد از ورزش شناخته شدند (۲۲، ۴۳).

پژوهش‌های قبلی اثر تمرینات هوازی و مقاومتی را بر گرلین و انرژی مصرفی سنجیده‌اند و این اولین تحقیقی است که به بررسی تمرینات ترکیبی بر این متغیرها پرداخته است. ورزش بخش مهمی از یک زندگی سالم است. علاوه بر افزایش انرژی مصرفی به طور مستقیم، ورزش همچنین می‌تواند اشتها و مصرف انرژی را تحت تاثیر قرار دهد (۴۴).

پیام کاربردی پژوهش

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که هر دو نوع فعالیت ترکیبی (استقامتی مقاومتی و مقاومتی استقامتی) تاثیر معنی‌دار بر انرژی مصرفی نسبت به گروه کنترل داشتند در حالی که تاثیر معنی‌دار بر گرلین نداشتند و البته ترتیب اجرای فعالیت موجب بروز پاسخ متفاوتی نگردیده است.

ناشی از هزینه انرژی ورزش مقاومتی و هوازی باشد. به نظر می‌رسد انرژی مصرفی بالا پس از فعالیت ورزشی، ناشی از انرژی لازم برای بازسازی گلیکوژن (۳۸)، ترمیم بافت‌های آسیب دیده و عوامل مسبب هایپر تروفی عضله در اثر ورزش باشد (۳۹). به علاوه فعالیت با شدت بالا افزایش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک را سبب می‌شود که افزایش متابولیسم چربی پس از ورزش در پاسخ به تغییرات ایجاد شده در سوبسترای مورد استفاده برای تولید انرژی را به دنبال دارد. بنابراین یکی از مهم‌ترین عوامل مسئول هزینه انرژی بالاتر مشاهده شده برای ساعت-های طولانی پس از ورزش شدید، تحریک چرخه تری آسیل گلیسرول-اسید چرب در بافت چربی است (۴۰)؛ در نتیجه، ورزش مقاومتی سبب افزایش لیپولیز در دوره بازیافت می‌شود که سبب افزایش هزینه انرژی پس از ورزش می‌شود.

نتیجه‌گیری

با توجه به مطالعات انجام شده تا به حال نشان داده شده است ورزش باعث بی‌اشتهایی کوتاه مدت می‌شود و بر خلاف اعتقاد عموم ورزش باعث افزایش دریافت غذا نمی‌شود و اگر دریافت غذا افزایش یابد به اندازه‌ای نیست که انرژی مصرف شده در ورزش را جبران کند (۴۱). کاهش دریافت غذا بعد از ورزش ممکن است به علت کاهش هورمون گرلین و افزایش

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از کلیه آزمودنی‌هایی که در این مطالعه شرکت کردن و در اجرای این پژوهش ما را یاری کردند تشکر و قدردانی می‌نماییم.

پس تمرینات ترکیبی اگر چه روش موثری برای تحریک ترشح گرلین نبود اما منجر به افزایش انرژی مصرفی می‌شود که این نتایج، تمرین ترکیبی را به عنوان یک روش تمرینی مناسب برای کاهش وزن پیشنهاد می‌کند.

منابع

1. Benkeser RM, Biritwum R, Hill AG.(2012). Prevalence of overweight and obesity and perception of healthy and desirable body size in urban, Ghanaian women. *Ghana medical journal*.46(2):66-75.
2. González K, Fuentes J, Márquez JL.(2017). Physical inactivity, sedentary behavior and chronic diseases. *Korean journal of family medicine*. 38(3):111.
3. Ayatollahi SM, Ghoreshizadeh Z.(2010). Prevalence of obesity and overweight among adults in Iran. *Obesity reviews*. 11(5):335-7.
4. Jafari-Adli S, Jouyandeh Z, Qorbani M, Soroush A, Larijani B, Hasani-Ranjbar S.(2014). Prevalence of obesity and overweight in adults and children in Iran; a systematic review. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*.13(1):121.
5. Shaw KA, Gennat HC, O'Rourke P, Del Mar C.(2006). Exercise for overweight or obesity. *Cochrane database of systematic reviews*. 2006(4): 1- 108
6. Malavolti M, Pietrobelli A, Dugoni M, Poli M, Romagnoli E, De Cristofaro P, Battistini NC.(2007). A new device for measuring resting energy expenditure (REE) in healthy subjects. *Nutrition, metabolism and cardiovascular diseases*. 1;17(5):338-43.
7. Ueno N, Asakawa A, Inui A.(2016). Contribution of Leptin to Energy Expenditure and Glucose Metabolism in Fasting. 4(2): 1085
8. McMurray RG, Hackney AC.(2005). Interactions of metabolic hormones, adipose tissue and exercise. *Sports medicine*.35(5):393-412.
9. Cummings DE, Purnell JQ, Frayo RS, Schmidova K, Wisse BE, Weigle DS.(2001) . A preprandial rise in plasma ghrelin levels suggests a role in meal initiation in humans. *Diabetes*.50(8):1714-9.
10. Mori K, Yoshimoto A, Takaya K, Hosoda K, Ariyasu H, Yahata K, Mukoyama M, Sugawara A, Hosoda H, Kojima M, Kangawa K.(2000). Kidney produces a novel acylated peptide, ghrelin. *FEBS letters*.486(3):213-6.
11. Shiiya T, Nakazato M, Mizuta M, Date Y, Mondal MS, Tanaka M, Nozoe SI, Hosoda H, Kangawa K, Matsukura S.(2002). Plasma ghrelin levels in lean and obese humans and the effect of glucose on ghrelin secretion. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*.87(1):240-4.
12. Tschöp M, Weyer C, Tataranni PA, Devanarayan V, Ravussin E, Heiman ML.(2001). Circulating ghrelin levels are decreased in human obesity. *Diabetes*.50(4):707-9.



13. Erdmann J, Tahbaz R, Lippl F, Wagenpfeil S, Schusdziarra V.(2007). Plasma ghrelin levels during exercise—effects of intensity and duration. *Regulatory peptides*.143(1-3):127-35.
14. Shakiba E, Sheikholeslami-Vatani D, Rostamzadeh N, Karim H.(2019). The type of training program affects appetite-regulating hormones and body weight in overweight sedentary men. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*.44(3):282-7.
15. Foster-Schubert KE, McTiernan A, Frayo RS, Schwartz RS, Rajan KB, Yasui Y, Tworoger SS, Cummings DE.(2005). Human plasma ghrelin levels increase during a one-year exercise program. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*.90(2):820-5.
16. Ebal E, Cavalie H, Michaux O, Lac G.(2007). Effect of a moderate exercise on the regulatory hormones of food intake in rats. *Appetite*.49(2):521-4.
17. Morpurgo PS, Resnik M, Agosti F, Cappiello V, Sartorio A, Spada A.(2003). Ghrelin secretion in severely obese subjects before and after a 3-week integrated body mass reduction program. *Journal of endocrinological investigation*.26(8):723-7.
18. Leidy HJ, Gardner JK, Frye BR, Snook ML, Schuchert MK, Richard EL, Williams NI.(2004). Circulating ghrelin is sensitive to changes in body weight during a diet and exercise program in normal-weight young women. *The journal of clinical endocrinology & metabolism*.89(6):2659-64.
19. Ghanbari-Niaki A, Abednazari H, Tayebi SM, Hossaini-Kakhak A, Kraemer RR. (2009). Treadmill training enhances rat agouti-related protein in plasma and reduces ghrelin levels in plasma and soleus muscle. *Metabolism*.58(12):1747-52.
20. Fathi R, Ghanbari-Niaki A, Kraemer RR, Talebi-Garakani E, Saghebjo M.(2010). The effect of exercise intensity on plasma and tissue acyl ghrelin concentrations in fasted rats. *Regulatory peptides*.165(2-3):133-7.
21. Apolzan JW, Leidy HJ, Mattes RD, Campbell WW.(2011). Effects of food form on food intake and postprandial appetite sensations, glucose and endocrine responses, and energy expenditure in resistance trained v. sedentary older adults. *British journal of nutrition*.106(7):1107-16.
22. García-Hermoso A, Ramírez-Vélez R, Ramírez-Campillo R, Peterson MD, Martínez-Vizcaíno V.(2018).Concurrent aerobic plus resistance exercise versus aerobic exercise alone to improve health outcomes in paediatric obesity: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*. 1;52(3):161-6.
23. Coffey VG, Hawley JA.(2017). Concurrent exercise training: do opposites distract?. *The Journal of physiology*. 1;595(9):2883-96.
24. Fyfe JJ, Bishop DJ, Stepto NK.(2014). Interference between concurrent resistance and endurance exercise: molecular bases and the role of individual training variables. *Sports medicine*. 1;44(6):743-62.
25. Murach KA, Bagley JR.(2016). Skeletal muscle hypertrophy with concurrent exercise training: contrary evidence for an interference effect. *Sports Medicine*. 1;46(8):1029-39.

26. Alves AR, Marta CC, Neiva HP, Izquierdo M, Marques MC.(2017). Effects of order and sequence of resistance and endurance training on body fat in elementary school-aged girls. *Biology of sport*. 34(4):379.
27. Broom DR, Batterham RL, King JA, Stensel DJ.(2009). Influence of resistance and aerobic exercise on hunger, circulating levels of acylated ghrelin, and peptide YY in healthy males. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2009;296(1):R29-35.
28. Jackson AS, Pollock ML.(1978). Generalized equations for predicting body density of men. *British journal of nutrition*.40(3):497-504.
29. Agha-Alinejad H, Gharakhanlou R, Farzad B, Bayati M.(2014).Norms of anthropometric, body composition measures and prevalence of overweight and obesity in urban populations of Iran. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*.15(6):18-27.
30. Moradi F, Matin HH, Azarbayjani MA, Peeri M.(2013). relationship between changes of appetite score with circulating levels of leptin and acylated ghrelin following a period of strength training in obese men. *sport physiology (research on sport science)*. 4 (16): 135-149.
31. Saghebjo M, Ghanbari-Niaki A, Rajabi H, Fathi R, Hedayati M.(2011) . Effects of circuit resistance training on plasma ghrelin levels in young women. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*.12(5):529-35.
32. Taghian F, Zolfaghary M, Hedayati M.(2014). Effect of 12 weeks aerobic exercise on Visfatin level and insulin resistance in obese women. *Razi Journal of Medical Sciences*.20(116):35-44.
33. Valizadeh A, Azmoon HR.(2012). The effect of eight weeks of strength, endurance and concurrent training programs on the upper and lower body strength. *Fiziceskoe vospitanie studentov*.4:135-39.
34. Ghanbari-Niaki A.(2006). Ghrelin and glucoregulatory hormone responses to a single circuit resistance exercise in male college students. *Clinical biochemistry*.39(10):966-70.
35. Kraemer RR, Durand RJ, Hollander DB, Tryniecki JL, Hebert EP, Castracane VD.(2004). Ghrelin and other glucoregulatory hormone responses to eccentric and concentric muscle contractions. *Endocrine*.24(1):93-8.
36. Otto B, Tschöp M, Frühauf E, Heldwein W, Fichter M, Otto C, Cuntz U.(2005). Postprandial ghrelin release in anorectic patients before and after weight gain. *Psychoneuroendocrinology*.30(6):577-81.
37. Park HS, Lee KU, Kim YS, Park CY.(2005). Relationships between fasting plasma ghrelin levels and metabolic parameters in children and adolescents. *Metabolism*.54(7):925-9.
38. Kordi M, Anooshe L, Khodadade S, Maghsodi N, Sanglachi B, Hemmatinavar B.(2014). Comparing the Effect of Three Methods of Combined Training on Serum Levels of Ghrelin, Pro and Anti-inflammatory Cytokines in Multiple Sclerosis (MS) Patients. *J Adv Med Biomed Res*. 22 (91) :39-51.

39. Ayub BV, Bar-Or O.(2003). Energy cost of walking in boys who differ in adiposity but are matched for body mass. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.35(4):669-74.
40. Aziz M, Rahmani NF, Mohebi H, Azarbyejani MA.(2009). The effect of exercise on cortisol responses and energy expenditure in obese and lean men. *Journal Sport Biosciences (Harakat)*-(1): 57 -74.
41. Hamedinia M, Haghghi A.(2011). Investigation of effect of one session moderate and heavy resistance exercise on acute and delayed responses of leptin, insulin, cortisol, testosterone and 24-hour energy expenditure in healthy men. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*.13(1):67-73.
42. Elliot DL, Goldberg L, Kuehl KS.(1992). Effect of resistance training on excess post-exercise oxygen consumption. *The Journal of Strength & Conditioning Research*.6(2):77-81.
43. Vierck J, O'Reilly B, Hossner K, Antonio J, Byrne K, Bucci L, Dodson M.(2000). Satellite cell regulation following myotrauma caused by resistance exercise. *Cell biology international*.24(5):263-72.
44. de Mello Meirelles C, Gomes P.(2004) . Acute effects of resistance exercise on energy expenditure: revisiting the impact of the training variables. *Rev Bras Med Esporte*.10(2):131-8.
45. Szentirmai É, Kapás L, Sun Y, Smith RG, Krueger JM.(2007). Spontaneous sleep and homeostatic sleep regulation in ghrelin knockout mice. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*.293(1):R510-7.
46. Taheri S, Lin L, Austin D, Young T, Mignot E.(2004). Short sleep duration is associated with reduced leptin, elevated ghrelin, and increased body mass index. *PLoS medicine*.1(3): e62
47. Schubert MM, Sabapathy S, Leveritt M, Desbrow B.(2014). Acute exercise and hormones related to appetite regulation: a meta-analysis. *Sports medicine*.44(3):387-403.

**Metabolism and Exercise**
A bioannual journal**Vol 11, Number 1, 2021****The order effect of eight week combined strength and endurance training on resting ghrelin levels and energy expenditure in overweight women**Shanazari Z¹, Faramarzi M², Hemati Farsani Z^{3*}, Solemani M⁴

Received: 11/12/2021

Accepted: 22/5/2022

Published: 1/8/2022

Abstract

Aim: The hormone ghrelin increases appetite and food intake as a result, they upset the balance between food intake and energy consumption and causes weight gain. The aim of this study was to investigate the effect of a combination of resistance and endurance training on resting levels of ghrelin and energy expenditure of overweight women.

Method: 30 overweight female (aged 32-18 years, body mass index ≥ 25 kg m) was selected and randomly divided into three groups, endurance – resistance (E+S), resistance –endurance (S+E) and control group. Participants performed eight weeks, three sessions per week combined training. Endurance training included pedaling the pedometer for 60 minutes with an intensity of 65% to 85% of maximum heart rate and resistance training including 8 selected strength exercises with an intensity of 50% to 80% of a maximum repetition. The two experimental groups performed the exercises in different order of exercises (S + E and E + S). 24 h before and 48 h after training program Ghrelin levels and energy expenditure were measured by ELISA kit and Harris-Benedict formula. The statistical analysis was performed using ANOVA test and LSD post hoc test and SPSS statistical software with significance level of ($P < 0.05$).

Results: Strength - endurance and endurance-strength intervention was caused increase on energy expenditure than control group ($p < 0.05$) whereas There was no significant effect on ghrelin ($p > 0.05$). Also, there was no significant difference between strength - endurance and endurance-strength intervention on the ghrelin levels and energy expenditure in overweight women ($p > 0.05$).

Conclusion: Without attention to order of training, combined exercises has significant effect on and energy expenditure while There is no significant effect on ghrelin levels. And due to weight loss in both exercise groups, it seems appropriate training methods for weight loss of overweight women.

Keywords: ghrelin, energy expenditure, combined training, overweight women

1. Ph.D in exercise physiology, 2. Professor, Department of Exercise Physiology, University of Isfahan, 3. Assistant professor of exercise physiology, Department of Sport Sciences, Ardakan University, Ardakan,
4. Ph.D. in exercise physiology,

*Email: zhemati@ardakan.ac.ir

