

تاثیر یک دوره تمرین مقاومتی دایره‌ای بر سطح پلاسمایی گرلین آسپیل دار، انسولین و هورمون رشد در پسران ۱۷ تا ۱۹ سال دارای اضافه وزن

حسن توسلی^۱، دکتر اصغر توفیقی^۲، دکتر فرهاد حسین پناه^۳، دکتر مهدی هدایتی^۴

نویسنده‌ی مسول: تهران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، پژوهشکده‌ی علوم غدد درون ریز و متابولیسم، مرکز تحقیقات سلولی مولکولی hedayati@endocrine.ac.ir
دریافت: ۹۲/۴/۱۷ پذیرش: ۹۳/۲/۲۲

چکیده

زمینه و هدف: کنترل اشتها بر چاقی تاثیرگذار است. گرلین آسپیل دار، یک پپتید اشتها آور می‌باشد که در تنظیم هموستاز انرژی و کنترل وزن نقش دارد. این پژوهش با هدف شناسایی اثر یک دوره تمرین مقاومتی دایره‌ای بر میزان گرلین آسپیل دار در پسران دارای اضافه وزن صورت گرفت. **روش بررسی:** تعداد ۲۰ دانش آموز پسر با میانگین سنی $18 \pm 0/92$ سال؛ قد $174/5 \pm 5/07$ سانتی‌متر، وزن $82/57 \pm 5/62$ کیلوگرم؛ نمایه‌ی توده بدنی $27/48 \pm 1/5$ کیلوگرم بر متر مربع، به‌طور تصادفی در دو گروه شاهد و تمرین مقاومتی قرار گرفتند. برنامه تمرین مقاومتی دایره‌ای به مدت ۱۲ هفته، هر هفته ۳ جلسه و با شدت ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه اجرا شد. سطح گرلین آسپیل دار، انسولین و هورمون رشد، به روش الایزا اندازه‌گیری گردید.

یافته‌ها: تحلیل‌های آماری نشان دادند، به دنبال انجام ۱۲ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای، میزان هورمون‌های گرلین آسپیل دار ($P=0/02$) و هورمون رشد ($P=0/04$) افزایش معنی‌داری داشت و سطح انسولین ($P=0/83$) نیز تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. همچنین همبستگی مثبت معنی‌داری بین گرلین آسپیل دار و هورمون رشد ($r=0/58$) مشاهده شد ($P<0/05$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد، تمرین مقاومتی دایره‌ای، ذخایر انرژی بدن را کاهش می‌دهد و با افزایش ترشح گرلین آسپیل دار، منجر به تحریک رفتار دریافت غذا و تعادل انرژی می‌شود.

واژگان کلیدی: گرلین آسپیل دار، انسولین، هورمون رشد، تمرین مقاومتی دایره‌ای، اضافه وزن

مقدمه

را با مشکل مواجه می‌کند (۳)، درحالی‌که فعالیت بدنی می‌تواند بر رفتار تغذیه‌ای تاثیرگذار باشد (۴). مرکز اصلی هموستاز انرژی در انسان هیپوتالاموس است و تنظیم وزن بدن یک فرآیند کنترل شده‌ی بسیار پیچیده و دقیق است (۵). اشتها از موارد تاثیرگذار بر هموستاز انرژی است (۶)

چاقی مهم‌ترین مشکل سلامتی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه می‌باشد (۱). درک سازوکارهایی که به‌وسیله‌ی هورمون‌های مختلف و نروترنسمیترهایی که روی تعادل انرژی تاثیر می‌گذارند، همواره یک موضوع مهم تحقیقاتی بوده است (۲). شیوه‌ی زندگی غیرفعال، تنظیم اشتها

۱- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه

۲- دکترای تخصصی فیزیولوژی ورزشی، استادیار دانشگاه ارومیه

۳- فوق تخصص غدد درون ریز، دانشیار دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، مرکز تحقیقات پیشگیری و درمان چاقی، پژوهشکده علوم غدد درون ریز و متابولیسم

۴- دکترای تخصصی بیوشیمی، دانشیار دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، مرکز تحقیقات سلولی مولکولی، پژوهشکده علوم غدد درون ریز و متابولیسم

انرژی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۷،۲۲). با وجود این برای شکل غیرآسیلی گرلین نیز وظایفی مانند حفظ و ادامه‌ی حیات دستگاه قلبی - عروقی قایلند (۲۲). تمرین‌های ورزشی، تغییرات متابولیکی خاصی را در سلول ایجاد می‌نمایند (۲۷)، به‌همین دلیل پرسش‌های زیادی در مورد گرلین و تغییر هورمون‌های دیگر، به‌ویژه به‌دنبال فعالیت‌های ورزشی وجود دارد. آیا سطح گرلین پلاسما می‌تواند با هورمون رشد مرتبط باشد و اینکه ترشح گرلین تحت تاثیر انسولین قرار می‌گیرد یا خیر؟ برخی تحقیقات، عدم تاثیر مقدار گرلین در حین ورزش یا پس از پایان آن (۲۸)، برخی کاهش (۳۰ و ۲۹) و برخی نیزافزایش (۳۱) آن را گزارش نموده‌اند. در یک بررسی بروم و همکارانش (۲۰۰۸) تاثیر ۶۰ دقیقه تمرین هوازی و ۹۰ دقیقه تمرین مقاومتی را روی گرسنگی و سطوح گردش‌دهنده‌ی هورمون‌های اشتهاهی گرلین آسپیل‌دار و پپتید YY صورت دادند. در این مطالعه سرکوب گرسنگی و گرلین آسپیل‌دار در طول تمرین هوازی و تمرین مقاومتی؛ درحالی‌که افزایش پپتید YY در طول تمرین هوازی مشاهده گردید (۱۷). میرزایی و همکارانش (۲۰۰۹) نیز در پژوهشی بر روی زنان چاق، افزایش گرلین بدون آسپیل و افزایش ۱۵ درصدی گرلین آسپیل‌دار را درآزمودنی‌هایی که کاهش وزن داشتند، نشان دادند (۳۲). باتوجه به گزارش‌های اندک و متناقض و نگرانی‌ها در مورد شیوع چاقی و اضافه وزن، ارایه‌ی راهکارهای مناسب برای کنترل وزن از راه انجام تمرینات ورزشی (مخصوصاً در افراد جوان دارای اضافه وزن)، بسیار حایز اهمیت است. بنابراین پژوهش حاضر سعی برآن دارد تا اثر یک دوره تمرین مقاومتی دایره‌ای را بر روی سطوح گرلین آسپیل‌دار پلاسما، انسولین و هورمون رشد، در پسران دارای اضافه وزن، بررسی نماید.

روش بررسی

روش بررسی نیمه تجربی، از نوع بررسی‌های کاربردی

و معادله‌ی انرژی از تغییر فعالیت جسمانی تاثیر می‌پذیرد (۷و۸). اهمیت فعالیت جسمانی در تنظیم اشتها، تعادل انرژی و در نهایت، وزن بدن به طور کامل پذیرفته شده است (۹). براین اساس، همواره باید تعادلی میان دریافت و هزینه کرد انرژی وجود داشته باشد تا وزن در یک دوره‌ی زمانی به نسبت طولانی، ثابت باقی بماند (۱۰-۱۲). اشتها از مولفه‌هایی است که معادله‌ی انرژی مصرفی را تنظیم می‌کند (۱۳) و دریافت غذا تحت تاثیر فاکتورهای زیادی از جمله سطح فعالیت جسمانی قرارداد (۱۴). دلایلی برای سرکوب اشتها پس از ورزش کوتاه مدت شناخته شده (۱۵)، اما سازوکارهای مسوول برای این تنظیم اشتها و غذای ورودی هنوز تحت بررسی می‌باشد (۱۶). تمرین مقاومتی پارامتر کلیدی تمرینات پیشنهاد شده برای کنترل وزن و سلامتی است که علاوه بر کاهش وزن می‌تواند به‌طور همزمان موجب افزایش قدرت عضلانی نیز گردد؛ بنابراین بررسی ارتباط بین تغییرات سطح این پپتیدها و انجام تمرینات مقاومتی می‌تواند راهکار مناسبی برای کنترل وزن از راه انجام تمرینات ورزشی مناسب ارایه دهد (۱۷و۱۸). گرلین یک پپتید ۲۸ آمینوآسیدی است (۲۲و۱۹) که نخستین بار توسط کوجیما و همکارانش در سال ۱۹۹۹ به جهان پپتیدها معرفی شد. این هورمون غالباً از سلول‌های معدی/شکمی آزاد می‌شود و به عنوان تحریک کننده‌ی اشتها شناخته شده است (۱۴). البته گرلین به مقادیر زیاد در روده‌ی کوچک، بیضه‌ها، هیپوفیز و بافت‌های دیگر نیز مشاهده شده است (۲۲). این هورمون همچنین به عنوان یک لیگاند درون‌زای GHS-R می‌باشد (۲۴ و ۲۳، ۲) که ترشح GH، ACTH، کورتیزول و پرولاکتین را تحریک می‌کند (۲۳). گرلین در خون به دو شکل متفاوت، آسپیل‌دار و بدون آسپیل وجود دارد (۱۹) که قسمت اعظم آن در خون ۸۰ تا ۹۰ درصد بدون آسپیل می‌باشد (۲۵ و ۲۲، ۱۹). شکل آسپیل‌دار آن از نظر زیستی فعال بوده (۲۲)، می‌تواند از سد خونی - مغزی عبور کند (۲۶، ۱۷) و برای تنظیم و تعادل

است که طرح پژوهش شامل پیش آزمون و پس آزمون با یک گروه شاهد و یک گروه تجربی بود. جامعه‌ی آماری پژوهش دانش آموزان پسر مقطع متوسطه شهرستان رزن بودند که مشکل اضافه وزن داشتند ($25 < BMI < 30$). تعداد ۲۰ نفر توسط فراخوان و اطلاع از شرایط پژوهش به صورت داوطلبانه و هدفمند انتخاب شدند و به طور تصادفی در دو گروه قرار گرفتند. شرکت کنندگان در این پژوهش، پرسشنامه‌ای شامل؛ مشخصات فردی، سابقه‌ی بیماری، داروی مصرفی، استعمال سیگار و میزان فعالیت روزانه را تکمیل نمودند. آزمودنی‌ها از نظر جسمانی سالم و حداقل از ۶ ماه گذشته فعالیت ورزشی منظمی نداشته و تا زمان انجام این پژوهش نیز سابقه‌ی انجام تمرین منظم با وزنه را نیز نداشتند. افرادی که در حال درمان با داروهای استروئیدی بوده، مبتلا به بیماری‌های خاص، بیماری عصبی و روانشناختی بودند و یا اینکه از داروها و برنامه‌های کاهش وزن، رژیم‌های غذایی خاص (کم چرب، کم چربی، پر پروتئین) استفاده کرده بودند از پژوهش کنار گذاشته شدند. قبل از شروع پروتکل تمرین از آزمودنی‌ها و اولیای آن‌ها رضایت‌نامه‌ی کتبی گرفته شد، سپس آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در دو گروه شاهد (۱۰=تعداد) و تجربی (۱۰=تعداد) قرار گرفتند. قد آزمودنی‌ها توسط قد سنج که در ارتفاع ۲ متری سطح زمین نصب شده بود با دقت ۰/۵ سانتی‌متر و وزن آن‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۱۰۰ گرم اندازه‌گیری شد و BMI آن‌ها توسط فرمول نسبت وزن به مجذور قد محاسبه گردید. درصد چربی بدن نیز با استفاده از کالیپر (لافايت ساخت آمریکا) و فرمول سه نقطه‌ای جکسون و پولاک توسط اندازه‌گیری چربی زیرپوستی عضله‌ی سه سر بازویی، شکم و ران به دست آمد (جدول ۱). طی دو جلسه آشنایی مقدارهای یک تکرار بیشینه‌ی ۹ حرکت مورد استفاده در گروه تجربی با استفاده از فرمول ذیل تعیین شد.

وزن (کیلوگرم)

$$1RM = \frac{\text{وزن (کیلوگرم)}}{1.0278 - (0.0078 \times \text{تکرار})}$$

در این مطالعه، گروه تجربی به مدت ۱۲ هفته، هر هفته ۳ روز و هر روز یک جلسه با شدت ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه، به تمرین پرداختند. برنامه‌ی تمرین با استفاده از وزنه‌های آزاد و دستگاه به صورت دایره‌ای طراحی شده بود. حرکات مورد استفاده شامل پرس سینه، پرس پا، قایقی نشسته، پرس بالای سر، بازشدن زانو، بازشدن بازو، خم شدن زانو، خم شدن بازو و درازنشست بود. هر جلسه شامل ۳ دایره و در هر دایره، ۹ حرکت عنوان شده به صورت پشت سرهم انجام می‌گرفت. مدت زمان انجام حرکت مدت ۳۰ ثانیه (۸ تا ۱۲ تکرار)، زمان استراحت بین دو حرکت متوالی ۳۰ ثانیه و زمان استراحت بین دو دایره نیز ۱۲۰ ثانیه در نظر گرفته شده بود. مجموع زمان هر جلسه تمرین ۵۰ تا ۵۵ دقیقه (۱۵ تا ۲۰ دقیقه گرم کردن بسیار سبک و بدون کار مقاومتی، ۳۰ دقیقه تمرین با وزنه، ۵ دقیقه سرد کردن) بود. اصل اضافه بار به گونه‌ای طراحی شد که بعد از هر چهار هفته تمرین، تست یک تکرار بیشینه برای هر فرد در هر ایستگاه انجام می‌شد و مقدار وزنه بر اساس آن تنظیم می‌گردید (۳۳). نمونه‌گیری خون، ۲۴ ساعت قبل از اولین جلسه‌ی تمرین و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه‌ی تمرین (۱۷ و ۵) (برای به حداقل رساندن اثرات آخرین جلسه تمرین) از آزمودنی‌های هر دو گروه، به عمل آمد. به دلیل تاثیر نوع ماده غذایی بر سطح پلاسمایی هورمون‌های اثرگذار بر اشتها، تغذیه‌ی آزمودنی‌ها (شام)، قبل از هر مرحله نمونه‌گیری، از نظر نوع، مقدار و زمان مصرف آن، یکسان در نظر گرفته شد. شام قبل از نمونه‌گیری در ساعت ۲۰ مورد استفاده قرار گرفت و پس از آن آزمودنی‌ها تا زمان انجام نمونه‌گیری در حالت ناشتا بودند. برای مشابه بودن زمان نمونه‌گیری به منظور کنترل ریتم شبانه روزی، نمونه‌گیری در ابتدا و انتهای بررسی در ساعت ۷:۳۰ صبح انجام گرفت. به منظور جلوگیری از تخریب مولکول‌های مورد سنجش توسط پروتول از پروتئازنها، نمونه‌گیری در لوله‌های حاوی کوکتل (مخلوط) آنتی پروتئازی (شرکت گولد بیو، آمریکا)

اندازه‌گیری شد. حساسیت این روش ۰/۲ نانوگرم در میلی‌لیتر بود و درصد ضریب تغییرات درون آزمونی نیز ۷/۱ درصد تعیین شد.

روش آماری: پس از اطمینان از نرمال بودن توزیع داده‌های کسب شده توسط آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، از درصد فراوانی، میانگین و انحراف استاندارد برای توصیف ویژگی‌های فردی و از آزمون تی مستقل (Independent-T Test) برای بررسی تغییرات بین گروهی و از آزمون تی وابسته (Paired-Sample T Test) جهت بررسی تغییرات درون گروهی استفاده گردید. معنی‌دار بودن تفاوت‌های داده‌ها در سطح ($P < 0.05$) محاسبه گردید.

یافته‌ها

شرایط پایه گروه تمرین و گروه کنترل از نظر همسان‌سازی متغیرهای پژوهش در داده‌ها نشان می‌دهد که گروه‌های تمرین و کنترل از نظر متغیرهای گرلین آسیل‌دار، انسولین و هورمون رشد در شرایط پایه با هم یکسان بودند و تفاوت معنی‌داری را در دو گروه نشان نمی‌دهد (جدول ۱).

استفاده شد. در هر لوله آزمایش مقدار ۱۰۰ μ l از محلول به‌دست آمده را ریخته و سپس مقدار ۱۰ میلی‌لیتر خون از ورید بازویی افراد در وضعیت نشسته، گرفته شد و در داخل لوله‌ی حاوی محلول ریخته شد، سپس به مدت ۱۰ دقیقه با ۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. سرم تهیه شده به آزمایشگاه مرکز غدد و متابولیسم ایران انتقال داده شد و برای تعیین غلظت گرلین آسیل‌دار، انسولین و هورمون رشد، تا زمان انجام بررسی‌ها در دمای ۸۰- درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری گردید. سطح گرلین آسیل‌دار پلاسما به روش الیزای ساندریجی و با استفاده از کیت انسانی شرکت آلمانی اندازه‌گیری شد. حساسیت این روش ۷/۸۱ پیکوگرم در میلی‌لیتر بود و درصد ضریب تغییرات درون آزمونی ۸/۱ درصد تعیین شد. سطح انسولین پلاسما توسط روش الیزای ساندریجی و با استفاده از کیت انسانی شرکت آلمانی اندازه‌گیری شد. حساسیت این روش ۱/۷۶ میکرو واحد در میلی‌لیتر بود و درصد ضریب تغییرات درون آزمونی ۵/۵ درصد تعیین شد. همچنین سطح هورمون رشد به روش الیزای ساندریجی و با استفاده از کیت انسانی شرکت کانادایی

جدول ۱: شاخص‌های دموگرافی و آنترپومتریک گروه‌های شاهد و تجربی

متغیر	زمان/گروه‌ها	گروه شاهد	گروه تجربی
سن (سال)	پیش آزمون	۱۸±۰/۹۴	۱۸±۰/۹۴
قد (سانتی‌متر)	پیش آزمون	۱۷۳/۵۰±۵/۴۲	۱۷۵/۵۰±۴/۷۷
وزن (کیلوگرم)	پیش آزمون	۸۲/۴۸±۶/۶۱	۸۴/۶۵±۴/۵۲
	پس آزمون	۸۳/۶۳±۶/۴۸	۸۴/۵۷±۴/۵۰
شاخص توده‌ی بدنی	پیش آزمون	۲۷/۴۲±۱/۶۵	۲۷/۲۱±۱/۰۳
(کیلوگرم بر متر مربع)	پس آزمون	۲۷/۷۷±۱/۵۴	۲۷/۱۹±۱/۲۳
درصد چربی بدن	پیش آزمون	۲۳/۷۵±۴/۲۱	۲۲/۸۸±۴/۹۵
	پس آزمون	۲۳/۳۶±۴/۶۰	۲۲/۴۳±۴/۳۰

اعداد برحسب میانگین \pm انحراف استاندارد بیان شده‌اند. t نشانه‌ی تفاوت معنی‌دار ($P < 0.05$) نسبت به پیش آزمون (نتایج آزمون تی وابسته - Paired-Sample T Test) در بررسی تغییرات درون گروهی).

تجربی نسبت به گروه کنترل نشان می‌دهد ($P < 0/05$). میزان انسولین ($p = 0/83$) در هر دو گروه تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. هیچ‌گونه تغییر قابل ملاحظه‌ای در وزن بدن ($P = 0/75$) و BMI ($P = 0/65$) رخ نداد. همچنین همبستگی مثبت معنی‌داری بین گرلین آسیل‌دار و هورمون رشد مشاهده شد ($r = 0/58$ و $P < 0/05$) (جدول ۲).

نتایج آزمون تی وابسته (Paired-Sample T Test) در بررسی تغییرات درون گروهی نشان می‌دهد که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای منجر به افزایش معنی‌داری در سطح پلاسمایی گرلین آسیل‌دار ($P = 0/02$) و هورمون رشد ($P = 0/04$) می‌شود و نتایج آزمون تی مستقل (Independent-Sample T Test) در بررسی تغییرات بین گروهی، افزایش معنی‌داری گرلین آسیل‌دار را در گروه

جدول ۲. غلظت پلاسمایی گرلین آسیل‌دار، انسولین و هورمون رشد، قبل و بعد از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای

متغیر	زمان/گروه‌ها	گروه شاهد	گروه تجربی	SIG
گرلین آسیل‌دار	پیش آزمون	۶/۶۹±۰/۶۳	۶/۵۷±۰/۲۷ (بیکو گرم در میلی‌لیتر)	* †0/02
	پس آزمون	۷/۴۰±۰/۴۰	۷/۷۲±۰/۹۹	
انسولین	پیش آزمون	۱۵/۰۶±۵/۸۰	۱۶/۱۰±۵/۷۲ (میکرو واحد در میلی‌لیتر)	0/83
	پس آزمون	۱۵/۱۶±۳/۶۹	۱۶/۷۶±۳/۶۲	
هورمون رشد	پیش آزمون	۰/۴۳±۰/۲۶	۰/۴۵±۰/۱۹ (نانو گرم در میلی‌لیتر)	†0/04
	پس آزمون	۰/۵۸±۰/۲۸	۰/۶۶±۰/۱۳	

اعداد بر حسب میانگین \pm انحراف استاندارد بیان شده‌اند. t مقدار ($P < 0/05$) از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد (اعداد: نتایج آزمون تی وابسته Paired-Sample T Test) در بررسی تغییرات درون گروهی). * مقدار ($P < 0/05$) از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد (نتایج آزمون تی مستقل Independent-Sample T Test) در بررسی تغییرات بین گروهی)

بحث

چندین پژوهش در مورد انجام تمرینات ورزشی بر سطح گرلین پلاسمایی آزمودنی‌های انسان و سایر موجودات انجام گرفته است که هر کدام نتایج متفاوتی را گزارش کرده‌اند (۲۸-۳۱). لیدی و همکاران (۲۰۰۴) با بررسی اثر ترکیبی تمرین و مداخله رژیم غذایی، رابطه‌ی معکوس معنی‌داری بین سطح گرلین و تغییرات وزن مشاهده نمودند (۳۴). به‌طور متناقض پس از ۱۲ هفته تمرین ورزشی که با کاهش وزن و چربی بدن در کودکان کره‌ای دارای اضافه وزن همراه بود، تغییری در سطح گرلین آسیل‌دار صورت نگرفت (۳۵). به منظور بهبود سلامت و عملکرد، کاهش وزن باید به‌وسیله‌ی کاهش در توده‌ی چربی و حفظ توده‌ی بدون چربی صورت گیرد (۳۶). در تمرینات قدرتی معمولاً تغییرات وزن بدن و

در این پژوهش ما به دنبال آن بودیم تا تاثیر ۱۲ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای را بر روی میزان گرلین آسیل‌دار، انسولین و هورمون رشد، اندازه‌گیری کنیم. نتایج نشان دادند که تمرین مقاومتی دایره‌ای میزان گرلین آسیل‌دار ($P = 0/02$) و هورمون رشد ($P = 0/04$) را به‌طور معنی‌داری افزایش می‌دهد ولی میزان انسولین ($p = 0/83$) در هر دو گروه تفاوت معناداری را نشان نداد ($P < 0/05$). ۱۲ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای، به کاهش معنی‌داری در درصد چربی بدن در افراد کم تحرک دارای اضافه وزن منجر شد ($P < 0/05$). این نتایج در شرایطی به‌دست آمد که هیچ تغییر قابل ملاحظه‌ای در وزن بدن و BMI رخ نداد ($P < 0/05$) (جدول ۱ و ۲). تاکنون

بعد از غذا خوردن نیز، انسولین ترشح شده موجب سرکوب گرلین می‌شود (۴۱). در این پژوهش بین انسولین و گرلین آسیل‌دار پلازما ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد. این تناقض احتمالا به دلیل تفاوت اندازه‌گیری انسولین، نوع آزمودنی، نوع تمرینات مقاومتی، شدت و مدت تمرینات و موارد مشابه باشد. همچنین افزایش حساسیت به انسولین ناشی از فعالیت‌های ورزشی زمانی بیشتر است که توده‌ی عضلانی بیشتری درگیر شوند و تمرین عضلانی برون‌گرا منجر به آسیب عضلانی شده و می‌تواند منجر به کاهش موقتی حساسیت به انسولین شود. لازم به ذکر است، به دلیل تاثیر نوع ماده غذایی بر سطح پلاسمایی هورمون‌های اثرگذار بر اشتها، در این پژوهش، تغذیه‌ی آزمودنی‌ها (شام)، قبل از هر دو مرحله نمونه‌گیری از نظر نوع، مقدار و زمان مصرف آن، یکسان در نظر گرفته شد. به نظر می‌رسد که گرلین آسیل‌دار برای رهاسازی هورمون رشد ضروری باشد (۲۷) که در این پژوهش بین گرلین آسیل‌دار و هورمون رشد ارتباط مثبت معنی‌داری مشاهده شد ($r=0/58$). کوجیما در سال ۲۰۰۵ در پژوهشی نشان داد که گرلین بر هورمون‌های ترشح شده از هیپوفیز موثر است که مهم‌ترین آن‌ها افزایش هورمون رشد در نمونه‌های انسانی و حیوانی است (۴۲). بنابراین به احتمال زیاد رهایش هورمون رشد (به‌عنوان یک هورمون موثر در فرآیندهای سوخت و سازی) نه تنها از راه هیپوتالاموس، بلکه توسط گرلین نیز تنظیم می‌شود. البته یافته‌های ناهم‌سویی نیز وجود دارد که افزایش هورمون رشد طی فعالیت‌های ورزشی را بی‌ارتباط با گرلین عنوان کرده و این عمل را یک پاسخ کلاسیک دانسته‌اند (۳۴). از محدودیت‌های قابل ذکر در این پژوهش رژیم غذایی آزمودنی‌ها در هر دو گروه (شاهد و تمرین) می‌باشد. میزان کالری دریافتی آزمودنی‌ها در طول اجرای دوره به دلیل استفاده از برنامه‌ی غذایی خوابگاه مدرسه شبانه روزی ثابت و تقریبا یکسان بود، اما به‌طور دقیق قادر به کنترل آن نبودیم (هر هفته ۵ روز در خوابگاه اقامت داشتند).

BMI به دلیل همزمان بودن کاهش توده‌ی چربی و افزایش توده‌ی بدون چربی حداقل در کوتاه مدت (کمتر از ۶ ماه) قابل توجه نیست (۳۷). بیشتر بررسی‌ها عنوان کرده‌اند که انجام تمرین‌های طولانی مدت در صورتی سبب افزایش سطح گرلین پلازما می‌شود که کاهش وزن اتفاق افتاده باشد (۳۸) اما در پژوهش حاضر، هیچ تغییر معناداری در وزن بدن رخ نداد اما گرلین آسیل‌دار افزایش معناداری را نشان داد. به نظر می‌رسد در پژوهش‌های قبلی گرلین تام در نظر گرفته شده است، در صورتی که زیر گروه‌های گرلین (آسیل‌دار و غیرآسیل‌دار) ممکن است دچار تغییراتی شده باشد. علاوه بر این طول مدت برنامه‌ی تمرینی (۱۲ هفته) و زمان نمونه‌گیری (۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین) نیز عوامل مهم دیگری هستند که می‌توانند در نتایج تحقیقات تاثیرگذار باشند. تمرین‌های ورزشی طولانی مدت با کاهش گلیکوژن و ATP عضله و کبد همراه است (۳۹) بنابراین تمرین و فعالیت بدنی تعادل و هموستاز انرژی در داخل سلول عضلانی را به هم زده، تقاضای انرژی سلول (شامل ATP و گلیکوژن) را افزایش می‌دهد به طوری که در تمرین‌های با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد Vo_{2max} (به‌ویژه اگر به مدت یک یا چند هفته تکرار شوند)، ذخایر انرژی سلول دچار کاهش و تخلیه می‌شوند. احتمالا تغییر در تعادل انرژی و تخلیه‌ی گلیکوژن و عدم بازسازی کامل ذخیره‌ی مرتبط با ساخت ATP موجب ترشح گرلین و افزایش رفتار دریافت غذا و جبران ذخایر از دست رفته‌ی گلیکوژن می‌شود (۴۰). از آنجا که انتقال گلوکز و اسیدهای چرب به داخل سلول‌های عضلانی بدون حضور انسولین امکان‌پذیر نمی‌باشد، کاهش انسولین و گلوکز پلازما می‌تواند موجب افزایش بیان گرلین و افزایش سطح پلاسمایی گرلین گردد (۲۷). برخی بررسی‌ها نشان داده‌اند که سطح گرلین پلازما می‌تواند به‌وسیله‌ی هورمون‌هایی از جمله انسولین تنظیم شود. مشاهده شده است که کاهش انسولین در حالت ناشتا سبب افزایش ترشح گرلین می‌شود و بلافاصله

نتیجه گیری

دخیل باشند. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی اثر همزمان چندین هورمون اثرگذار بر اشتها (اشتها آور و غیر اشتها آور) به همراه تغییرات آدیپونکتین‌ها و نشانگرهای التهابی، در آزمودنی‌هایی با ترکیب بدنی و جنسیت متفاوت، در پروتکل‌های کوتاه مدت و طولانی مدت ورزشی (متفاوت در شدت و مدت تمرینات) بررسی شود. زیرا هر کدام از متغیرهای یاد شده، حتی به تنهایی می‌تواند در نتایج پژوهش‌ها تاثیرگذار باشد.

تقدیر و تشکر

از تمامی آزمودنی‌های عزیز که وقت خود را در اختیار قرار دادند، کمال تشکر و سپاس را داریم. همچنین از پژوهشکده‌ی علوم غدد درون ریز و متابولیسم ایران به جهت کمک‌های مالی صورت داده در خصوص انجام این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

به طور کلی یافته‌های به دست آمده از این پژوهش حاکی از آن بود که ۱۲ هفته تمرین (مقاومتی دایره‌ای)، با افزایش معنی‌دار گرلین آسیل‌دار و GH همراه است که افزایش گرلین در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل معنادار بود. کاهش توده‌ی چربی مشاهده شد اما در مورد انسولین، تغییرات وزن و BMI تفاوت معناداری دیده نشد. در نهایت می‌توان گفت که تمرین، باعث کاهش سطح ذخایر انرژی بدن می‌شود و در پاسخ به این مساله، ترشح گرلین آسیل‌دار افزایش می‌یابد تا رفتار دریافت غذا تحریک شده، منابع ازدست رفته‌ی انرژی تامین شود تا تعادل انرژی مجدداً برقرار گردد. همچنین به طور کلی، تصور نمی‌شود که تغییرات اشتها فقط تحت تاثیر عوامل شناخته شده و کاملاً قابل کنترل باشد. در این میان، اثر محیط، تغذیه و تنوع غذایی، هزینه کرد انرژی روزانه، عوامل روانی و هورمونی همگی می‌توانند در کنار عامل اقتصادی یا فرهنگی

References

- 1- Horowitz JF, Klein S. Whole body and abdominal lipolytic sensitivity to epinephrine is suppressed in upper body obese woman. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2000; 278: E1144-52.
- 2- 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; 21-34.
- 3- Kisileff HR, Pi-Sunyer FX, Segal K, Meltzer S, Foelsch PA. Acute effects of exercise on food intake in the obese and nonobese women. *Am J Clin Nutr.* 1990; 52: 240-5.
- 4- Brandon SS, Ina S, Brown GA. Self-reported dietary intake following endurance, resistance

and concurrent endurance and resistance training. *J Sports Sci Med.* 2008; 7: 255-9.

- 5- Saghebjo M, Ghanbari-Niaki A, Rajabi H, Fathi R, Hedayati M. Effects of circuit resistance training on plasma ghrelin levels in young women. *Iran J Endocrinol Metab.* 2011; 12: 529-35.

- 6- Cheng MH, Bushnell D, Cannon DT, Kern M. Appetite regulation via exercise prior or subsequent to high fat meal consumption. *Appetite.* 2009; 52: 193-8.

- 7- Martins C, Morgan LM, Bloom SR, Robertson MD. Effects of exercise on gut peptides energy intake and appetite. *J Endocrinol.* 2007; 193: 251-8.

- 8- Prentice A, Jebb S. Energy intake/physical activity interactions in the homeostasis of body weight regulation. *Int Life Sci Inst.* 2004; 10: 98-104.
- 9- Hagobian TA, Sharoff CG, Braun B. Effects of short term exercise and energy surplus on hormones related to regulation of energy balance. *Metabolism.* 2008; 57: 393-8.
- 10- Wynne K, Stanley S, McGowan B, Bloom S. Appetite control. *J Endocrinol.* 2005; 184: 291-318.
- 11- Woods SC, Benoit SC, Clegg DJ, Seeley RJ. Regulation of energy homeostasis by peripheral signals. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2004; 18: 497-515.
- 12- Sainsbury A, Cooney GJ, Herzog H. Hypothalamic regulation of energy homeostasis. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2002; 16: 623-7.
- 13- Chen H, Hansen M, Jones J, Vlahose R, Bozinovski S. Regulation of hypothalamic NPY by diet and smoking. *Peptides.* 2007; 28: 384-89.
- 14- David Stensel. Exercise, appetite and appetite-regulating hormones: implications for food intake and weight control. *Ann Nutr Metab.* 2010; 57: 36-42.
- 15- Russel RR, Willis KS, Ravussin E, Larson-Meyer ED. Effects of endurance running and dietary fat on circulating ghrelin and peptide YY. *J Sports Sci Med.* 2009; 8: 574-83.
- 16- Vatansever-Ozen S, Tiryaki- Sonmez G, Bugdayci G, Ozen G. The effects of exercise on food intake and hunger: Relationship with acylated ghrelin and leptin. *J Sports Sci Med.* 2011; 10: 283-91.
- 17- Broom DR, Batterham RL, King JA, Stensel DJ. Influence of resistance and aerobic exercise on hunger circulating levels of acylated ghrelin and peptide YY in healthy males. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2009; 296: R29-35.
- 18- Jakicic JM, Clark K, Coleman E, et al. American college of sports medicine position stand. appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 33: 2145-56.
- 19- 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.
- 20- Ghanbari-niaki A. Ghrelin and glucoregulatory hormone responses to a single circuit resistance exercise in male college students. *Clinical Biochemistry.* 2006; 39: 966-70.
- 21- Ghanbari-Niaki A, Saghebjo M, Rahbarizadeh F, Hedayati M, Rajab H. A single circuit-resistance exercise has no effect on plasma obestatin levels in female college students. *Peptides.* 2008; 29: 487-490.
- 22- Date Y, Nakazato M, Hashiguchi S, et al. Ghrelin is present in pancreatic alpha-cells of human and rat stimulates insulin secretion. *Diabetes.* 2002; 51: 124-9.
- 23- Purnell JQ, Weigle DS, Breen P, Cummings DE. Ghrelin levels correlate with insulin levels, insulin resistance, and high-density lipoprotein cholesterol but not with gender, menopausal

- status, or cortisol levels in humans. *J Clin Endocrinol Metab.* 2003; 88: 5747-5752.
- 24- Lazarczyk MA, Lazarczyk M, Grzela T. Ghrelin: a recently discovered gut-brain peptide (review). *Int J Mol Med.* 2003; 12:279-87.
- 25- St-Pierre DH, Wang L, Taché Y. Ghrelin: a novel player in the gut-brain regulation of growth hormone and energy balance. *News Physiol Sci.* 2003; 18: 242-6.
- 26- Murphy KG, Bloom SR. Gut hormones and the regulation of energy homeostasis. *Nature.* 2006; 444: 854-9.
- 27- Abaassi Daluee A, Ghanbari Niaki A, Fathi R, Hedayati M. The effect of a single session aerobic exercise on plasma ghrelin, GH, insulin and cortisol in non-athlete university male students. *Iran J Endocrinol Metab.* 2011; 13: 197-201.
- 28- Takano H, Morita T, Iida H, et al. Hemodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *Eur J Appl Physiol.* 2005; 95: 65-73.
- 29- Toshinai K, Kawagoe T, Shimbara T, et al. Acute incremental exercise decreases plasma ghrelin level in healthy men. *Horm Metab Res.* 2007; 39: 849-51.
- 30- Vestergaard ET, Dall R, Lange KHW, Kjaer M, Christiansen JS, Jorgensen JOL. The ghrelin response to exercise before and after growth hormone administration. *J Clin Endocrinol Metab.* 2007; 92: 297-303.
- 31- Sartorio A, Morpurgo P, Cappiello V, et al. Exercise-induced effects on growth hormone levels are associated with ghrelin changes only in presence of prolonged exercise bouts in male athletes. *J Sports Med Phys Fitness.* 2008; 48: 97-101.
- 32- Mirzaei B, Irandoust K, Rahmani-Nia F, Mohebbi H, Hassan-Nia S. Unacylated ghrelin levels increase after aerobic exercise program in obese women. *Braz J Biomot.* 2009; 3: 11-20.
- 33- Saghebjo M, Ghanbari-Niaki A, Rajabi H, Rahbarizadeh F, Hedayati M. The Influence of circuit resistance training intensity on ghrelin to obestatin ratio of plasma in healthy young women. *Iran J Endocrinol Metab.* 2011; 12: 6.
- 34- Leidy HJ, Gardner JK, Frye BR, 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.
- 35- Kim JK, Leet S, Kim TW, et al. Effects of exercise-induced weight loss on acylated and unacylated ghrelin in overweight children. *J Clin Endocrinol.* 2008; 68: 416-22.
- 36- Frimel TN, Sinacore DR, Villareal DT. Exercise attenuates the weight loss-induced reduction in muscle mass in frail obese older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2008; 40: 1213-9.
- 37- Ahmadi-KaniGolzar F, Sheikholeslami-Vatani D, Kashkooli V, Moradi H, Farhangian M. The effects of whey protein isolate supplement and strength training on weight loss body composition, strength and muscle hypertrophy in overweight young men. *Iran J Nutr Sci Food Technol.* 2012; 7: 37-46.

- 38- Kraemer RR, Castracane VD. Exercise and humoral mediators of peripheral energy balance: ghrelin and adiponectin. *Exp Biol Med (Maywood)*. 2007; 232: 184-94.
- 39- Li J, King NC, Sinoway LI. ATP concentrations and muscle tension increase linearly with muscle contraction. *J Appl Physiol*. 2003; 95: 577-83.
- 40- 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. *Iran J Endocrinol Metab*. 2009; 10: 519-26.
- 41- Saad MF, Bernaba B, Hwu CM, et al. Insulin regulates plasma ghrelin concentration. *J Clin Endocrinol Metab*. 2002; 87: 3997-4000.
- 42- Kojima M, Kangawa K. Ghrelin: structure and function. *Physiol Rev*. 2005; 85: 495-522.

The Effect of One Cycle Circuit Resistance Training on Plasma Acylated Ghrelin, Insulin and Growth Hormone in Overweight 17-19- Year Old Males

Tavassoli H¹, Tofighi A¹, Hosseinpanah F², Hedayati M³

¹Faculty of Physical Education, Urmia University, Urmia, I.R. Iran.

²Obesity Research Center, Research Institute for Endocrine Sciences, Research Institute for Endocrine Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, I.R. Iran.

³Cellular and Molecular Research Center, Research Institute for Endocrine Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, I.R. Iran.

Corresponding Author: Hedayati M, Cellular and Molecular Research Center, Research Institute for Endocrine Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, I.R. Iran

E-mail: Hedayati@endocrine.ac.ir

Received: 8 Jul 2013 **Accepted:** 12 May 2014

Background and Objective: Appetite monitoring influences obesity process. Acylated Ghrelin is an orexigenic peptide that plays an important role in weight controlling and energy homeostasis. The purpose of this study was to determine the effect of one cycle circuit resistance training program on plasma acylated ghrelin, insulin and growth hormone in overweight 17-20 year old males.

Materials and Methods: Twenty male students with age 18 ± 0.92 years old, height 174.5 ± 5.07 cm, weight 83.57 ± 5.62 kg and BMI 27.48 ± 1.5 kg/m² (mean \pm SE) were randomly assigned to the experimental and control groups. Subjects performed circuit-resistance training protocol with 60% 1RM for 12 weeks. The levels of plasma Acylated ghrelin, insulin and growth hormone, were measured by ELISA method before and after 12 weeks.

Results: The results revealed no significant differences in body weight, BMI and insulin level ($P=0.83$), whereas acylated ghrelin ($P=0.02$) and growth hormone ($P=0.04$) increased significantly in the plasma. A significant positive correlation ($r=0.58$) was found between plasma acylated ghrelin and GH ($P<0.05$).

Conclusion: It seems that circuit resistance training induces depletion of body energy storage. This issue leads to increase in secretion of acylated ghrelin stimulating food intake behavior and compensating for lost energy sources and eventually restoring the body's energy balance.

Keywords: *Acylated ghrelin, Insulin, GH, Circuit resistance Training, Overweight*