

اثر حاد دویدن متناوب روی نوارگردان بر غلظت پلاسمایی گرلین آسپیل دار و گرسنگی افراد چاق

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۱۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۱/۲۰

چکیده

زمینه و هدف: وزن بدن توسط میزان مصرف غذا و انرژی مصرفی تنظیم می‌شود. هورمون گرلین اشتها را زیاد می‌کند. هدف تحقیق تعیین اثرات یک جلسه دویدن متناوب روی نوارگردان بر گرلین آسپیل دار و اشتهای افراد چاق بود. **روش بررسی:** ۹ دانشجوی مرد بی‌تحرک با سن $20/56 \pm 0/48$ سال، شاخص توده بدن $32/68 \pm 0/84 \text{ kg/m}^2$ و حداکثر اکسیژن مصرفی $34/21 \pm 1/48$ دقیقه/کیلوگرم/میلی‌لیتر، در تحقیق حاضر با طرح تصادفی متعادل شده شامل دو جلسه آزمون (ورزشی و کنترل) شرکت کردند. پروتکل شامل دویدن متناوب روی نوارگردان با شدت ثابت ۶۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی بود. نمونه‌های خون قبل، هنگام و دو ساعت بعد از فعالیت، جمع‌آوری شد. **یافته‌ها:** مقادیر گرلین آسپیل دار و میزان گرسنگی به‌طور معنی‌داری در مرحله دوم کاهش یافت و در انتهای آزمون، نسبت به مقادیر استراحتی به‌طور معنی‌داری کمتر بود (به ترتیب $P=0/006$ و $P=0/002$). کل مقادیر مساحت‌های زیر منحنی مربوط به گرلین آسپیل دار و میزان گرسنگی، به‌طور معنی‌داری در جلسه آزمون ورزشی نسبت به جلسه کنترل کمتر بود (هر دو $P<0/0005$). هورمون رشد هم به‌طور معنی‌داری در مرحله دوم افزایش یافت و در انتهای آزمون ورزشی، نسبت به مقادیر استراحتی بیشتر بود ($P=0/033$). **نتیجه‌گیری:** گرلین آسپیل دار و اشتهای افراد چاق، به‌واسطه دویدن با شدت ۶۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی کاهش می‌یابد و تا دو ساعت بعد از آن، نسبت به مقادیر استراحتی پایین‌تر باقی می‌ماند. به نظر می‌رسد که هورمون رشد در این سرکوب نقش مؤثرتری دارد. این‌که آیا این پروتکل می‌تواند در یک برنامه تمرینی کوتاه‌مدت اثرات مشابهی داشته باشد، نیاز به بررسی بیشتر دارد.

کلمات کلیدی: گرلین آسپیل دار، اشتها، هورمون رشد، دویدن، چاقی.

مجید قلی‌پور،^{۱*} محمدرضا کردی،^۲
محمد تقی‌خانی،^۳ علی‌اصغر روایی،^۲
عباسعلی گائینی،^۲ آرزو تبریزی^۱

۱- گروه تربیت بدنی، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران.

۲- گروه تربیت بدنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۳- گروه بیوشیمی بالینی دانشکده پزشکی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول: تهران، خیابان آزادی، دانشگاه صنعتی شریف، مرکز تربیت بدنی

تلفن: ۰۹۱۲-۱۳۶۱۵۴۴
email: gholipour@sharif.ir

مقدمه

پانکراسی گرلین آسپیل دار را ندارد.^۱ گرلین، گیرنده ویژه هورمون رشد Growth Hormone Secretagogue Receptors (GHS-Rs) واقع در هیپوفیز و نورون‌های محتوی هورمون رها‌کننده هورمون رشد (Growth hormone releasing hormone) واقع در هیپوتالاموس را فعال کرده و ترشح هورمون رشد را تحریک می‌نماید.^۲ غلظت پلاسمایی گرلین افراد چاق در مقایسه با افراد دارای وزن طبیعی کمتر است^۳ و میزان آن بعد از کاهش وزن به سطح طبیعی افزایش می‌یابد، تغییری که بسیاری از افراد چاق بعد از کاهش وزن آن را تجربه کرده و به‌طور بالقوه برگشت مجدد وزن را تحریک می‌نماید.^۴ از طرف دیگر، فعالیت ورزشی یک روش مؤثر برای افزایش انرژی مصرفی می‌باشد^۵ و می‌تواند باعث کاهش کوتاه‌مدت گرسنگی شود.^۶ بیشتر

انسان‌ها به‌طور فزاینده‌ای در حال چاق شدن هستند. وزن بدن به‌واسطه تعادل بین مصرف غذا و انرژی مصرفی تنظیم می‌شود.^۱ لیگاند مترشحه از درون معده^۲ که در سال ۱۹۹۹ شناسایی و گرلین (Ghrelin) نامیده شد، یک هورمون پپتیدی است که جایگاه سه سرین آن توسط یک اسید چرب تعدیل می‌گردد.^۳ گرلین مصرف غذا را افزایش داده و اشتها را زیاد می‌کند^۴ و غلظت آن قبل از غذا زیاد و بعد از آن کم می‌شود.^۵ دو نوع گرلین آسپیل دار (Acylated ghrelin) و بی‌آسپیل (Des-acyl ghrelin) وجود دارد و آسپیل‌دار شدن آن برای عبور از سد خون- مغز و اتصال به گیرنده ویژه جهت ترشح هورمون رشد ضروری است.^۶ گرلین بی‌آسپیل در انسان فعالیت هیپوفیزی و

کشیدن سیگار نداشته و حداقل شش ماه قبل از تحقیق، دارای رژیم غذایی، سابقه بیماری متابولیکی و قلبی - عروقی نبوده و تحت مصرف هیچ داروی خاص و عمل جراحی قرار نگرفته بودند. این اطلاعات توصیفی - پزشکی از طریق انجام آزمون نوار قلبی، اکو قلبی، توسط پزشک متخصص و تکمیل یک پرسشنامه، مشخص گردید. ویژگی‌های آزمودنی‌ها را می‌توان در جدول ۱ ملاحظه نمود.

آزمون مقدماتی: آزمودنی‌ها طی یک جلسه در مرکز سنجش آکادمی المپیک حضور یافتند که ضمن آشنایی کامل با نحوه دوییدن روی نوارگردان، ویژگی‌های آنروپومتریکی شامل دور کمر و باسن، ضخامت چربی زیر پوست با استفاده از کالیپر (Harpenden- CE 1020 انگلستان) در سه ناحیه سینه، شکم، و ران،^{۳۳} قد و وزن (ترازوی دیجیتالی Seca، آلمان) اندازه‌گیری شد. همچنین، شاخص توده بدنی (BMI) از تقسیم کیلوگرم وزن بدن بر مربع قد به متر محاسبه شد. دو هفته بعد از انجام آزمون مقدماتی، حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) آنان توسط دوییدن روی نوارگردان و اندازه‌گیری گازهای تنفسی با یک سیستم خودکار (Cosmed-Quark b2-Italy) مورد ارزیابی قرار گرفت. تجهیزات به یک کامپیوتر متصل و مقادیر ثبت گردید. حجم اکسیژن مصرفی (تنفس به تنفس) و ضربان قلب (مدل، Polar-T37، فنلاند) در سراسر آزمون قابل رؤیت بود و سیستم قبل از هر بار تعیین حداکثر اکسیژن مصرفی، تنظیم مجدد شد. آزمودنی‌ها یک فعالیت ورزشی فزاینده تا رسیدن به خستگی شامل

جدول ۱ - ویژگی‌های ۹ آزمودنی. داده‌ها به صورت میانگین \pm خطای معیار می‌باشد.

ویژگی‌ها	مقادیر
سن (سال)	۲۰/۵۶ \pm ۰/۴۸
قد (سانتی‌متر)	۱۷۴/۶۷ \pm ۰/۹۳
وزن (کیلوگرم)	۹۹/۶۱ \pm ۲/۱۳
شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	۳۲/۶۸ \pm ۰/۸۴
دور کمر (سانتی‌متر)	۱۰۹/۲۹ \pm ۱/۹۹
دور باسن (سانتی‌متر)	۱۱۲/۵۹ \pm ۱/۱۴
نسبت دور کمر به باسن (WHR)	۰/۹۷ \pm ۰/۰۲
وزن چربی بدن (کیلوگرم)	۲۵/۴۴ \pm ۱/۸۰
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	۳۴/۲۱ \pm ۱/۴۸

تحقیقات گزارش کرده‌اند که یک جلسه فعالیت ورزشی هوایی تأثیری روی گرلین تام ندارد.^{۱۷-۱۳} تنها یک تحقیق افزایش گرلین تام را گزارش کرده و این در حالی است که این تحقیق فاقد جلسه آزمون کنترل بود.^{۱۸} در مقابل یک تحقیق هم کاهش آن را تا دو ساعت بعد از اتمام فعالیت ورزشی گزارش نموده است.^{۱۹} بنابر اطلاعات موجود، تنها دو تحقیق گرلین آسپیل دار را هنگام فعالیت ورزشی مورد آزمایش قرار داده‌اند. Broom گزارش کرد که غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسپیل دار و هم‌چنین گرسنگی مردان ورزشکار، هنگام فعالیت ورزشی با شدت (۲۰٪) و (۶۹٪) (۲۱) حداکثر اکسیژن مصرفی، سرکوب شد. همچنین مشخص شده که یک جلسه فعالیت ورزشی با شدت کافی باعث افزایش غلظت پلاسمایی هورمون رشد می‌گردد^{۱۵،۲۲} و هورمون رشد هم می‌تواند به‌صورت بازخوردی، رهایش گرلین را مهار نماید، در حالی که تشریح آن هنگام فعالیت ورزشی تحت تأثیر غلظت پلاسمایی گرلین قرار نمی‌گیرد.^{۱۶،۱۹} درک بهتر چگونگی اثرات یک جلسه فعالیت ورزشی بر غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسپیل دار و در نتیجه اشتها در افراد چاق، می‌تواند به طراحی و ساخت برنامه تمرینی جهت کاهش وزن برای این افراد کمک نماید. با توجه به نبود اطلاعات، تصمیم گرفتیم تا اثر یک جلسه فعالیت ورزشی را روی غلظت‌های گرلین آسپیل دار و بنابراین اشتهای مردان بی‌تحرك چاق را مورد بررسی قرار دهیم. بنابراین، هدف اصلی تحقیق حاضر، تعیین غلظت‌های گرلین آسپیل دار و میزان گرسنگی، هنگام فعالیت ورزشی با شدت ثابت و بعد از آن بود (طی دوره بازیافت)، که بر این اساس، فرضیه تحقیق عبارت بود از این‌که یک جلسه فعالیت ورزشی متناوب با شدت ۶۵٪ باعث سرکوب موقتی گرسنگی در افراد چاق بی‌تحرك می‌گردد که می‌تواند با کاهش غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسپیل دار مرتبط باشد.

روش بررسی

۱۰ نفر دانشجوی داوطلب مرد چاق ۱۸-۲۵ ساله از دانشگاه صنعتی شریف، در پاییز سال ۱۳۸۸ برای شرکت در تحقیق حاضر با طرح تصادفی متعادل شده (Counterbalanced-randomized design) که دارای تأییدیه از کمیته کشوری اخلاق در پژوهش می‌باشد، به‌کار گرفته شدند و قبل از ارایه رضایت‌نامه کتبی، در مورد نوع و هدف آن، آگاهی کامل پیدا نمودند. تمام داوطلبین بی‌تحرك، عادت به

را در چهار مرحله به مدت ۱۰، پنج و دو دقیقه انجام دادند (به ترتیب مراحل اول، دوم، سوم و چهارم). چنانچه ضربان قلب هر آزمودنی کمتر و یا بیشتر از مقادیر تخمین زده شده بود، سرعت نوارگردان به ترتیب بیشتر و یا کمتر می‌گردید. بعد از آن‌که هر حجم کاری با شدت و طول مدت توضیح داده شده به اتمام می‌رسید، سرعت نوارگردان کاهش می‌یافت (سه کیلومتر در ساعت برای سه دقیقه)، تا امکان تهیه نمونه خون مهیا گردد. نمونه‌های خون در ابتدا (پانزده دقیقه قبل از شروع فعالیت ورزشی) به عنوان مقادیر استراحتی در حال نشسته و بعد از هر مرحله کاری (دقایق ۱۰، ۲۳، ۳۱ و ۳۶) هنگام دوره فعالیت ورزشی روی نوارگردان و همچنین ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه بعد از اتمام آن، هنگام دوره بازیافت (Recovery) (به ترتیب بازیافت یک، بازیافت دو، بازیافت سه) در حالت نشسته تهیه شد. در زمان هر نمونه‌گیری خون، از آن‌ها خواسته شد تا اشتهای خود را (چقدر احساس گرسنگی می‌کنند) با علامت زدن روی یک مقیاس دیداری مدرج ۱۰۰ میلی‌متری (Visual analogue scales)، مشخص نمایند.^{۲۶، ۲۷} علاوه بر این نمونه‌های خون، در انتهای هر حجم کاری، ۱ ml خون دیگر جهت اندازه‌گیری غلظت هموگلوبین و تعیین هماتوکریت به منظور تعیین تغییرات حجم‌های پلاسمایی^{۲۵} و همچنین غلظت لاکتات به منظور نشان دادن میزان فشار متابولیکی بر روی عضلات، تهیه گردید. تمام نمونه‌های خون از طریق کاتتر جمع‌آوری شد. در سراسر آزمون‌ها، یک ساعت دیواری در محل آزمایشگاه قرار داشت و در نتیجه آزمودنی‌ها از زمان آگاهی داشتند. درجه حرارت و رطوبت هوا مورد اندازه‌گیری قرار نگرفت. آزمودنی‌ها در سراسر جلسات آزمون ناشتا باقی ماندند. آزمون کنترل به استثناء فعالیت ورزشی (نشستن، مطالعه، کار با کامپیوتر)، تحت شرایط مشابه انجام شد.

خون‌گیری و اندازه‌گیری پارامترهای خونی: غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسیل‌دار و هورمون رشد به روش آزمایش آنزیمی الایزا (Elisa) (به ترتیب Laboratori BioVendor- RD194062400R, BioVendor- Laboratori medicina, a.s. CAN-GH-4070, Diagnostics Biochem Canada Inc) انسولین به روش آزمایش کیمیلومینسنت (Chemiluminescent) (DiaSorin, LIAISON, 13040 Saluggia, Vercelli, Italy) گلوکز و لاکتات توسط روش آنزیمی رنگ سنجی (به ترتیب BioSystems S.A. (Barcelona, SPAIN, Randox Laboratories, Conuty Antrim, UK

دویدن روی نوارگردان با شیب ثابت صفر درجه که با حجم کاری معادل چهار کیلومتر در ساعت آغاز می‌شد را انجام دادند. حجم کار هر دو دقیقه، یک کیلومتر در ساعت افزایش یافت. ملاک اولیه رسیدن به حداکثر اکسیژن مصرفی، ثابت ماندن حجم اکسیژن مصرفی، علی‌رغم افزایش حجم کار بود و یا دو شرط از سه شرط ثانویه حادث می‌گردید. شروط ثانویه عبارت بودند از: ۱- رسیدن به ضربان قلب بیشینه ۲- نسبت بیشتر از ۱/۱ گازهای تنفسی. ۳- میزان تلاش احساس شده به مقدار ۱۹ یا ۲۰ (مقیاس ۱۵ نقطه‌ای بورگ). سرعت‌های نوارگردان (با شیب صفر درجه) و حجم اکسیژن مربوط به همان سرعت، در این آزمون به دست آمد. بر این اساس و با استفاده از معادله رگرسیون، سرعت متناظر با ۶۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی برای هر آزمودنی محاسبه شد. محاسبه مشابهی برای تخمین ضربان قلب هم انجام شد. این پروتکل^{۲۴} به جهت حصول اطمینان از این‌که آزمودنی‌های بی‌تحرك، هنگام دویدن به حالت یک‌نواختی برسند، مورد تعدیل قرار گرفت. به منظور اطمینان از دقت سرعت نوارگردان و ضربان قلب تخمین زده شده، یکی از آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی انتخاب شد و پروتکل فعالیت ورزشی را انجام داد و به دلیل اثرات انجام فعالیت ورزشی، از گروه تجربی حذف گردید.

جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل: به منظور حذف اثرات فعالیت ورزشی در آزمون مقدماتی، جهت شرکت در دو جلسه اصلی آزمون شامل فعالیت ورزشی و کنترل، به آزمودنی‌های دو هفته استراحت داده شد. دو جلسه آزمون اصلی با فاصله هفت روز از یکدیگر انجام شد. بی‌تحركی آزمودنی‌ها در سراسر دوره تحقیق رعایت شد و از آن‌ها خواسته شد که بیست و چهار ساعت قبل از هر جلسه آزمون اصلی، از مصرف کافئین خودداری نمایند. در جلسه آزمون فعالیت ورزشی، آزمودنی‌ها با ۱۲ ساعت ناشتایی، بین ساعات ۰۷:۳۰ تا ۰۷:۴۵ در محل آزمایشگاه حاضر شدند. نوشیدن آب به جز هنگام جلسات آزمون مجاز بود. در ساعت ۸:۰۰ یک عدد کاتتر (Catheter) (NovaFlon, 45mm, Medikit) درون سیاهرگ جلو بازویی قرار داده شد. سپس آزمودنی‌ها تا اولین نمونه‌گیری خون به حالت نشسته، به استراحت پرداختند. در ساعت ۸:۴۵ نمونه خون استراحتی تهیه شد. سپس، در ساعت ۹:۰۰ افراد یک پروتکل دویدن متناوب بر روی نوارگردان (Techno gym, Run 900E) را با سرعت تخمینی جهت رسیدن به اکسیژن مصرفی برابر با ۶۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی

بنفرونی (Post hoc pairwise comparisons- Bonferroni method)، برای هر نقطه زمانی بین آزمون‌های فعالیت ورزشی و کنترل، استفاده گردید. ضریب همبستگی پیرسون به منظور آزمون رابطه بین مقادیر استراحتی و اطلاعات آنتروپومتریکی و همچنین بین متغیرها مورد استفاده قرار گرفت. معنی دار بودن آماری در سطح ۵٪ مورد قبول قرار گرفت. نتایج به صورت میانگین \pm خطای معیار ارایه می‌گردد.

یافته‌ها

طبیعی بودن توزیع داده‌ها: نتایج آزمون کلموگروف-سمیرنوف نشان داد که تمام داده‌های کمی این تحقیق دارای توزیع طبیعی بوده و استفاده از آزمون‌های پارامتریک منتخب، مناسب می‌باشد.

دقت مقادیر تخمینی: نتایج حاصل از آزمون انجام شده نشان داد که اکسیژن مصرفی فرد منتخب هنگام دویدن، با مقدار محاسبه شده، اختلاف ناچیزی داشت. (مقدار تخمینی: $20/16$ ، میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه ارزیابی شده: $20/07 \pm 0/12$ ، $20/10 \pm 0/07$ ، $20/04 \pm 0/03$ ، میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه، به ترتیب در مراحل دویدن).

لاکتات: غلظت پلاسمایی لاکتات، با افزایش حجم کار، نسبت به میزان استراحتی ($1/56 \pm 0/32$ میلی‌مول/لیتر) افزایش یافت و در پایان دویدن روی نوارگردان به حداکثر خود رسید ($3/14 \pm 0/69$ میلی‌مول/لیتر)، که نشان‌دهنده فشار متابولیکی وارد بر عضلات اسکلتی می‌باشد.

تغییرات حجم پلازما: حداکثر کاهش در حجم پلازما نسبت به میزان استراحتی و بین هر دو نقطه زمانی هنگام جلسه آزمون فعالیت ورزشی بیشتر از $3/88$ ٪ نبود. حجم پلازما در آزمون کنترل $2/58$ ٪ افزایش داشت. میزان تغییرات دیگر عوامل اندازه‌گیری شده فراتر از این مقدار تغییر در حجم پلازما بود.

گرلین آسیل‌دار: تفاوت معنی‌داری بین مقادیر استراحتی غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسیل‌دار در جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل وجود نداشت ($P=0/707$). تجزیه تحلیل واریانس دو گروهی مشخص نمود که آزمون ($P<0/0005$)، زمان ($P=0/032$) و اثر متقابل آزمون در زمان ($P<0/0005$)، برای گرلین آسیل‌دار دارای تأثیر بوده است که نشان می‌دهد تغییرات غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسیل‌دار در جلسه آزمون فعالیت ورزشی متفاوت با جلسه آزمون

اندازه‌گیری شدند. به منظور جلوگیری از تجزیه گرلین آسیل‌دار به وسیله پروتاز، نمونه‌های خون، درون لوله‌های جداگانه‌ای محتوی EDTA و P-hydroxymercuribenzoic acid جمع‌آوری گردید. نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با 3500 دور در دقیقه سانتریفیوژ گردیدند و سپس، پلازما به دست آمده درون لوله‌های جداگانه‌ای منتقل شده و به ازای هر میلی‌لیتر از پلازما، $100 \mu\text{l}$ ۱ M HCL به آن اضافه گردید. نمونه‌ها سپس، به مدت پنج دقیقه با 3500 دور در دقیقه سانتریفیوژ گردیدند. آن‌گاه اجزا تفکیک شده درون لوله‌های جداگانه‌ای منتقل شده و برای اندازه‌گیری گرلین آسیل‌دار در آینده، در 20°C نگهداری شدند. نمونه‌های خون دیگری، درون لوله‌هایی محتوی فعال‌کننده انعقادی جمع‌آوری گردید و سپس با 3500 دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردیدند. سپس، سرم به دست آمده، جهت اندازه‌گیری هورمون رشد، گلوکز و انسولین به درون لوله‌های مجزا انتقال داده شده و در 20°C نگهداری شد. غلظت‌های پلاسمایی هموگلوبین و هماتوکریت با استفاده از دستگاه خودکار تجزیه‌کننده خون‌شناسی (Sysmex, KX-21, Japan) تعیین شد. به منظور حذف تغییرات درون آزمون، نمونه‌های خون مربوط به هر آزمودنی هم‌زمان مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. ضریب تغییر (Coefficient variation) مربوط به آزمون‌ها عبارت بودند از: گرلین آسیل‌دار $6/7$ ٪، هورمون رشد $4/4$ ٪، انسولین $2/9$ ٪ و گلوکز $1/2$ ٪. روش‌های آماری: داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویراست ۱۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقادیر مساحت زیر منحنی Area Under the Curve (AUC) مربوط به میزان گرسنگی و غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسیل‌دار، هورمون رشد، گلوکز و انسولین در برابر زمان، با استفاده از قانون دوزنقه محاسبه شد. برای تعیین اختلاف مقادیر اولیه استراحتی و پایانی (درون گروهی و بین گروهی) و همچنین بین مقادیر مساحت زیر منحنی مربوط به گرسنگی، گرلین آسیل‌دار، هورمون رشد، گلوکز و انسولین مربوط به جلسات فعالیت ورزشی و کنترل، از آزمون Paired t-test استفاده شد. تجزیه تحلیل واریانس دو گروهی، اندازه‌گیری‌های مکرر (Repeated-measures, two-factor ANOVA) (دو آزمون در هشت نقطه زمانی)، برای آزمون تغییرات گرسنگی، گرلین آسیل‌دار، هورمون رشد، گلوکز، انسولین و حجم پلازما در طول زمان آزمون، مورد استفاده قرار گرفت و در جای مقتضی، آزمون تعقیبی مقایسه‌های جفتی با استفاده از روش

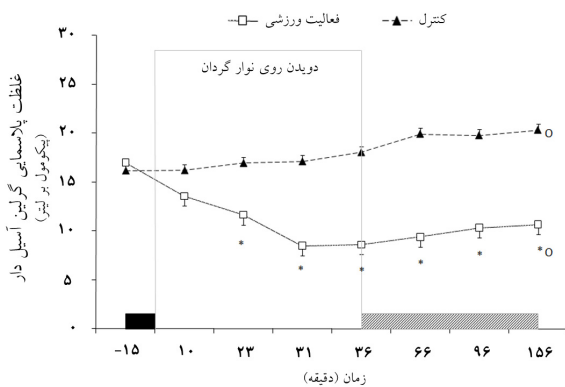
هورمون رشد: بین مقادیر استراحتی غلظت‌های پلاسمایی هورمون رشد مربوط به جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P=0/471$). تجزیه تحلیل واریانس دو گروهی مشخص نمود که اثر آزمون، اثر زمان و اثر متقابل آزمون در زمان (هر سه مورد $P<0/0005$)، برای غلظت پلاسمایی هورمون رشد دارای تأثیر بوده است. میزان هورمون رشد هنگام دویدن افزایش و هنگام بازیافت کاهش یافت، لیکن مقدار آن در پایان جلسه آزمون فعالیت ورزشی نسبت به میزان استراحتی اولیه و همچنین نقطه مشابه در جلسه کنترل، به طور معنی‌داری زیاده بود (به ترتیب $P=0/033$ و $P=0/006$). آزمون تعقیبی، اختلاف بین آزمون‌ها در مراحل دوم ($P=0/035$)، سوم ($P=0/001$)، چهارم ($P=0/005$)، و بازیافت ۱ ($P=0/001$) را نشان داد. اما بعد از تعدیل برای مقایسه‌های چندگانه با استفاده از روش بنفرونی، مراحل دوم ($P=0/012$)، سوم ($P<0/0005$)، چهارم ($P<0/0005$) و بازیافت ۱ ($P<0/0005$) اختلاف معنی‌دار ماند. مقدار مساحت زیر منحنی گرلین آسیل‌دار در جلسه آزمون فعالیت ورزشی ($14/18 \pm 353/51$ نانوگرم/میلی‌لیتر در دقیقه) نسبت به جلسه آزمون کنترل ($27/95 \pm 126/06$ نانوگرم/میلی‌لیتر در دقیقه) به طور معنی‌داری ($P<0/0005$) بیشتر بود (نمودار ۳).

گلوکز و انسولین: بین مقادیر استراحتی غلظت‌های پلاسمایی گلوکز در جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P=0/499$). تجزیه تحلیل واریانس دو گروهی مشخص نمود که اثر زمان و اثر متقابل آزمون در زمان (هر دو $P<0/0005$)، برای گلوکز دارای تأثیر بوده است، اما آزمون بر آن اثری نداشته است. غلظت‌های گلوکز تا مرحله اول دویدن، کاهش و پس از آن افزایش یافت که در پایان مرحله چهارم به حداکثر خود رسید، آن‌گاه در دوره بازیافت ۱ با شیب تندی به سطوح استراحتی کاهش یافت، طوری که میزان آن در پایان جلسه آزمون فعالیت ورزشی تفاوت معنی‌داری نسبت به مقدار استراحتی اولیه و همچنین نقطه مشابه در جلسه کنترل نداشت (به ترتیب $P=0/476$ و $P=0/741$). آزمون تعقیبی اختلاف بین آزمون‌ها را فقط در مرحله چهارم نشان داد ($P=0/014$) که بعد از تعدیل برای مقایسه‌های چندگانه با استفاده از روش بنفرونی، اختلاف در همین نقطه معنی‌دار باقی ماند ($P=0/004$). اختلاف معنی‌داری بین مساحت‌های زیر منحنی برای گلوکز، در جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل مشاهده نشد (نمودار ۴). بین

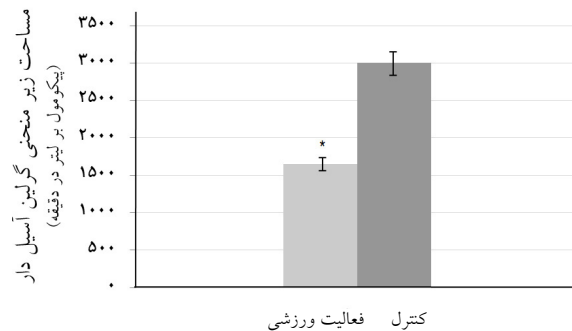
کنترل بوده است. غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسیل‌دار هنگام دویدن کاهش و در دوره بازیافت، تدریجاً افزایش یافت. با وجود این در پایان جلسه آزمون فعالیت ورزشی، نسبت به میزان اولیه استراحتی و همچنین نقطه مشابه در جلسه کنترل، به طور معنی‌داری کمتر بود (به ترتیب $P=0/006$ و $P<0/0005$). آزمون تعقیبی، اختلاف بین آزمون‌ها در مراحل سوم ($P=0/003$)، چهارم ($P=0/011$) و بازیافت ۱ ($P=0/037$) را نشان داد، اما بعد از تعدیل برای مقایسه چندگانه با استفاده از روش بنفرونی، اختلاف فقط در مراحل سوم ($P=0/003$) و چهارم ($P=0/041$)، معنی‌دار باقی ماند. مقادیر مساحت زیر منحنی به منظور ارزیابی اختلاف بین آزمون‌ها مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که مقدار مساحت زیر منحنی گرلین آسیل‌دار در جلسه آزمون فعالیت ورزشی ($1636/86 \pm 85/26$ پیکومول/میلی‌لیتر در دقیقه) نسبت به جلسه آزمون کنترل ($27/95 \pm 126/06$ پیکومول/میلی‌لیتر در دقیقه) به طور معنی‌داری ($P<0/0005$) کمتر بود (نمودار ۱).

گرسنگی: بین میزان استراحتی گرسنگی در جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P=0/190$). تجزیه تحلیل واریانس دو گروهی اثر آزمون، اثر زمان و اثر متقابل آزمون بر زمان (هر سه $P<0/0005$)، برای گرسنگی را نشان داد و بیانگر آن است که در مقایسه با جلسه آزمون کنترل، فعالیت ورزشی سبب واکنش متفاوتی گردیده است. میزان گرسنگی نسبت به مقدار استراحتی، هنگام دویدن کاهش و هنگام بازیافت افزایش یافت، لیکن در پایان جلسه آزمون فعالیت ورزشی، نسبت به میزان استراحتی و همچنین نقطه مشابه در جلسه کنترل، به طور معنی‌داری کمتر بود (به ترتیب $P=0/002$ و $P<0/0005$). آزمون تعقیبی، اختلاف بین آزمون‌ها در مراحل دوم ($P=0/002$)، سوم ($P=0/001$)، چهارم ($P=0/001$)، بازیافت ۱ ($P=0/009$) و بازیافت ۲ ($P=0/003$) را نشان داد. هرچند، بعد از تعدیل برای مقایسه‌های چندگانه با استفاده از روش بنفرونی، اختلاف فقط در مراحل دوم ($P=0/001$)، سوم ($P<0/0005$) و چهارم ($P=0/003$) معنی‌دار باقی ماند. به علاوه، مقدار مساحت زیر منحنی مربوط به میزان گرسنگی در جلسه آزمون فعالیت ورزشی ($503/87 \pm 39/11$ واحد در دقیقه) به طور معنی‌داری ($P<0/0005$) نسبت به جلسه آزمون کنترل ($42/79 \pm 905/56$ واحد در دقیقه) کمتر بود (نمودار ۲).

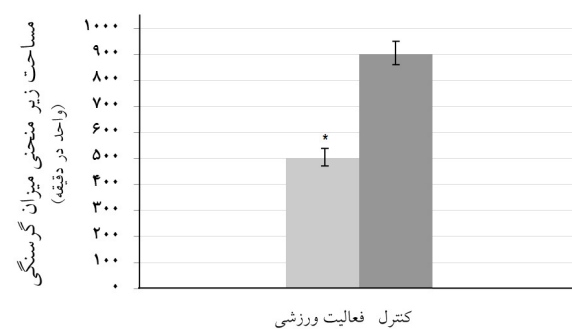
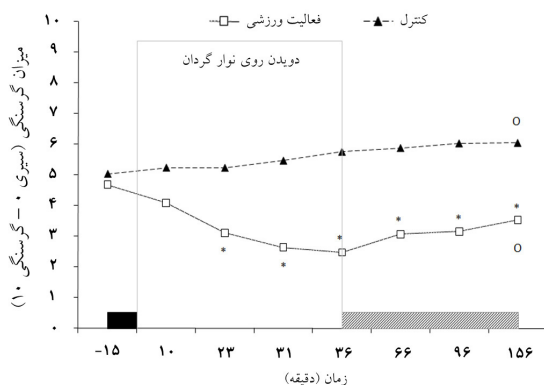
شیب تندی به سطوح استراحتی نزدیک شد و تا پایان دوره بازیافت در همین سطح باقی ماند طوری که تفاوت معنی داری با مقادیر استراحتی اولیه و همچنین نقطه مشابه در جلسه کنترل نداشت (به ترتیب $P=0/054$ و $P=0/608$). آزمون تعقیبی، اختلاف بین آزمون‌ها در مراحل اول، دوم، سوم، و چهارم را نشان داد (همه موارد $P<0/0005$) که بعد از تعدیل برای مقایسه‌های چندگانه با استفاده از روش بنفرونی، اختلاف در همین مراحل معنی دار باقی ماند (همه موارد $P<0/0005$). تفاوت معنی داری بین مساحت‌های زیر منحنی برای انسولین در جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل، مشاهده نشد (نمودار ۴).



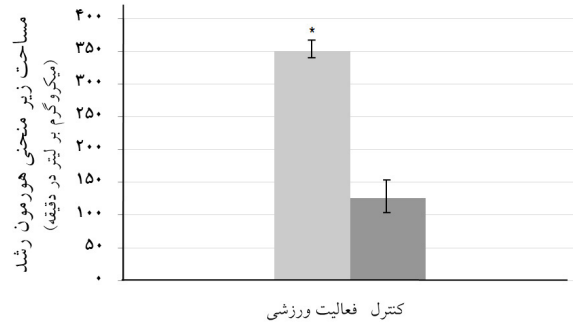
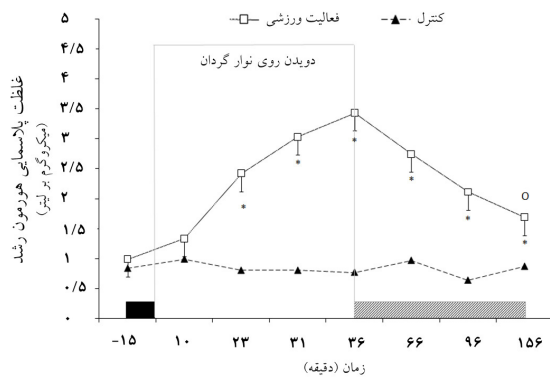
مقادیر استراحتی غلظت‌های استراحتی انسولین در جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل تفاوت معنی داری وجود نداشت ($P=0/569$). تجزیه تحلیل واریانس دو گروهی مشخص نمود که اثر زمان و اثر متقابل آزمون در زمان (هر دو $P<0/0005$)، برای گلوکز دارای تأثیر بوده است، اما آزمون اثری بر آن نداشته است. این بیانگر آن است که غلظت‌های پلاسمایی انسولین هنگام جلسه آزمون فعالیت ورزشی در مقایسه با آزمون کنترل متفاوت بوده و دوییدن اثرات مختلفی بر غلظت آن داشته است. میزان انسولین بعد از شروع فعالیت ورزشی و در اولین مرحله کاهش معنی داری داشت که تا پایان دوییدن روی نوارگردان تقریباً ثابت ماند. سپس با قطع فعالیت ورزشی میزان آن با



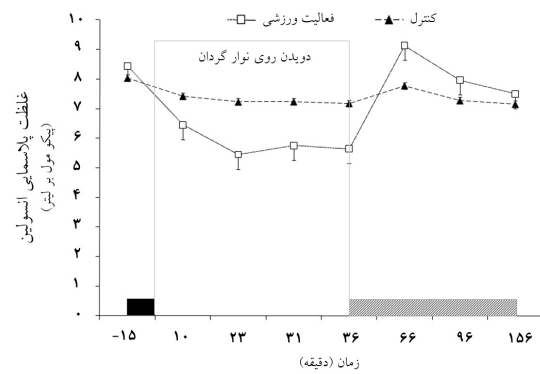
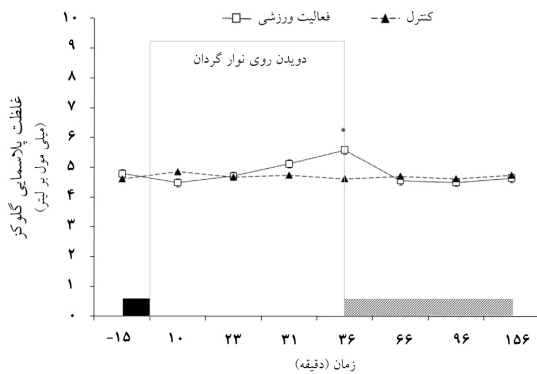
نمودار-۱: (چپ) داده‌ها به صورت میانگین ± خطای معیار برای غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسیدل دار ۹ آزمودنی هنگام جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل. مقادیر استراحتی قبل از شروع فعالیت ورزشی (چهارخانه مشکی)، بعد از هر حجم کار دوییدن و ۳۰، ۶۰، و ۹۰ دقیقه هنگام سه مرحله بازیافت (چهارخانه هاشورخورده). (راست) مقادیر مساحت زیر منحنی برای غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسیدل دار در جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل. اختلاف معنی دار بین آزمون‌ها. اختلاف معنی دار با مقادیر استراحتی. $P<0/041$.



نمودار-۲: (چپ) داده‌ها به صورت میانگین ± خطای معیار برای میزان گرسنگی ۹ آزمودنی هنگام جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل. مقادیر استراحتی قبل از شروع فعالیت ورزشی (چهارخانه مشکی)، بعد از هر حجم کار دوییدن و ۳۰، ۶۰، و ۹۰ دقیقه هنگام سه مرحله بازیافت (چهارخانه هاشورخورده). (راست) مقادیر مساحت زیر منحنی برای میزان گرسنگی در جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل. اختلاف معنی دار بین آزمون‌ها. اختلاف معنی دار با مقادیر استراحتی. $P<0/003$.



نمودار- ۳: (چپ) داده‌ها به صورت میانگین \pm خطای معیار برای غلظت‌های پلاسمایی هورمون رشد ۹ آزمودنی هنگام جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل. مقادیر استراحتی قبل از شروع فعالیت ورزشی (چهارخانه مشکی)، بعد از هر حجم کار دویدن و ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه هنگام سه مرحله بازیافت (چهارخانه هاشورخورد). (راست) مقادیر مساحت زیر منحنی برای غلظت‌های پلاسمایی هورمون رشد در جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل. اختلاف معنی‌دار بین آزمون‌ها. \square اختلاف معنی‌دار با مقادیر استراحتی. $P < 0.012$.



نمودار- ۴: داده‌ها به صورت میانگین \pm خطای معیار برای ۹ آزمودنی. غلظت‌های پلاسمایی گلوکز (چپ) و انسولین (راست) هنگام جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل. مقادیر استراحتی قبل از شروع فعالیت ورزشی (چهارخانه مشکی)، بعد از هر حجم کار دویدن و ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه هنگام سه مرحله بازیافت (چهارخانه هاشورخورد). اختلاف معنی‌دار بین آزمون‌ها. $P < 0.004$.

بحث

بنابر اطلاعات موجود این اولین تحقیقی است که تغییرات گرلین آسپیل دار و در نتیجه اشتهای افراد چاق را هنگام و بعد از فعالیت ورزشی با شدت ثابت را مورد اندازه‌گیری قرار می‌دهد. نتایج نشان داد که گرلین آسپیل دار هنگام فعالیت ورزشی در مرحله دوم دویدن با شدت ۶۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی کاهش یافت و در پایان مرحله چهارم به حداقل خود رسید و یافته جدید این که میزان آن دو ساعت بعد از قطع فعالیت ورزشی، به طور معنی‌داری نسبت به جلسه کنترل و به ویژه مقادیر استراحتی کمتر بود. برای میزان گرسنگی، تغییرات مشابهی هنگام و بعد از فعالیت ورزشی مشاهده شد. هر چند تحقیق

ضریب همبستگی بین گرلین آسپیل دار و دیگر متغیرها: بین مقادیر استراحتی غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسپیل دار با میزان گرسنگی، هورمون رشد، گلوکز، انسولین، وزن بدن، و شاخص توده بدن رابطه معنی‌داری وجود نداشت. در مقایسه نقاط زمانی جلسه آزمون فعالیت ورزشی مشخص شد که رابطه معنی‌داری بین غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسپیل دار و میزان گرسنگی در مراحل سوم، چهارم و بازیافت ۱ ($r = 0.117$, $P = 0.015$) و ۲ ($r = 0.1765$, $P = 0.008$) و ۳ ($r = 0.114$, $P = 0.004$) وجود دارد. غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسپیل دار در هیچ نقطه زمانی جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل، رابطه معنی‌داری با هورمون رشد، گلوکز و انسولین نداشت. بین مساحت‌های زیر منحنی گرلین آسپیل دار و دیگر متغیرها رابطه معنی‌داری وجود نداشت.

حاضر با محدودیت‌های عدم مداخله تغذیه، تعیین میزان گرلین تام، نبود آزمودنی با وزن بدن طبیعی، جهت مقایسه و نتیجه‌گیری بهتر مواجه بود. نتایج بیشتر تحقیقات نشان داده که یک جلسه فعالیت ورزشی اثری روی آن ندارد.^{۱۷-۱۳} هر چند فقط یک مورد افزایش^{۱۸} و یک مورد کاهش آن^{۱۹} گزارش شده است. در تحقیقات فوق گرلین تام مورد اندازه‌گیری قرار گرفته است و این می‌تواند دلیل ناکامی اکثر آن‌ها در نشان دادن تغییرات واقعی گرلین باشد، زیرا گزارش شده است که گرلین تام به طور دقیقی منعکس کننده غلظت‌های گرلین آسپیل‌دار و بی‌آسپیل نمی‌باشد.^{۲۸} تا امروز، تنها دو تحقیق تغییرات گرلین آسپیل‌دار را هنگام و بعد از فعالیت ورزشی مورد اندازه‌گیری قرار داده‌اند. Beam گزارش کرد که غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسپیل‌دار و گرسنگی هنگام فعالیت ورزشی با $0.72(20\%)$ و $0.69(21\%)$ حداکثر اکسیژن مصرفی کاهش یافت. طبق نظر آن‌ها این می‌تواند اشتها را هنگام و بعد از فعالیت ورزشی تنظیم نماید. نتایج تحقیق حاضر، ضمن همسو بودن با نتایج دو تحقیق فوق، نشان داد که فعالیت ورزشی با شدت 0.65% حداکثر اکسیژن مصرفی می‌تواند گرلین آسپیل‌دار را کاهش دهد طوری که تا دو ساعت بعد از آن هم، نسبت به مقادیر استراحتی کمتر باشد. نشان داده شده که از دست دادن آب بدن (Dehydration) باعث بی‌اشتهایی می‌شود^{۲۹} و در ورزش، تنها هنگام فعالیت‌های شدید، طولانی و در محیط‌های گرم یا داغ حادث می‌گردد.^{۳۰} لذا در تحقیق حاضر، به دلیل شدت متوسط فعالیت ورزشی و زمان‌های کوتاه و به‌ویژه فواصل موجود بین دوره‌های دویدن روی نوارگردان، به نظر می‌رسد که میزان کاهش آب بدن آزمودنی‌ها، کافی برای کاهش اشتها آن‌ها نباشد، در جلسات آزمون، هیچ‌یک از آزمودنی‌ها دچار علائم کم‌آبی مثل سردرد، سرگیجه، حالت تهوع و غیره نشدند. در هر صورت کاهش اشتها آزمودنی‌ها، با رابطه مستقیم بین غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسپیل‌دار و میزان اشتها^{۳۱} و نتایج تحقیقات مربوط به افراد ورزشکار و تندرست^{۳۱،۲۱} مطابقت دارد. یافته جدید این که برخلاف دیگر تحقیقات^{۱۲} میزان گرسنگی تا دو ساعت بعد از قطع فعالیت ورزشی می‌تواند نسبت به سطوح استراحتی کمتر باشد. این معلوم شده که هنگام فعالیت ورزشی، توزیع مجدد جریان خون وجود دارد^{۳۲،۳۱} و با توجه به ترشح عمده گرلین از معده، عنوان شده است که این توزیع مجدد خون از گردش خون احشایی به سمت عضلات می‌تواند دلیلی برای

کاهش موقتی گرلین آسپیل‌دار و اشتها باشد، اگرچه ساز و کارهای دیگری هم می‌توانند مسئول این کاهش باشند،^{۱۲} که از آن میان می‌توان به هورمون رشد، گلوکز و انسولین (عوامل سرکوب کننده گرلین) اشاره نمود. از یک طرف اثر مهارکنندگی هورمون رشد بر گرلین نشان داده شده است.^{۱۷،۱۹} از طرف دیگر گزارش شده که در افراد چاق، یک اختلال چشمگیری در تولید هورمون رشد وجود دارد^{۳۳،۳۴} که این خود می‌تواند یک سازگاری بیولوژیکی باشد. همچنین، فعالیت ورزشی با شدت کافی (تقریباً 70% حداکثر اکسیژن مصرفی) باعث افزایش غلظت پلاسمایی هورمون رشد می‌شود.^{۱۵،۲۲} یافته‌های ما با نتایج این تحقیقات مطابقت دارد. در تحقیق حاضر میانگین مقادیر استراحتی هورمون رشد و حتی حداکثر مقدار آن در پایان فعالیت ورزشی، به‌طور قابل توجهی نسبت به آزمودنی‌های تندرست کمتر بود. این نکته می‌تواند چنین تفسیر شود که میزان هورمون رشد، گرلین را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد، بلکه به نظر می‌رسد افزایش مقدار آن نسبت به مقادیر استراحتی (بیش از پنج برابر)، عامل مهمی برای سرکوب گرلین آسپیل‌دار است، چرا که با شروع فعالیت ورزشی، غلظت پلاسمایی هورمون رشد افزایش و گرلین آسپیل‌دار کاهش یافت و هر دو هورمون در مرحله دوم نسبت به جلسه کنترل تفاوت معنی‌داری داشتند. با توجه به اثرات سرکوب‌گر افزایش گلوکز و انسولین روی گرلین تام و آسپیل‌دار،^{۳۵،۳۶} به دلیل آن‌که غلظت‌های پلاسمایی گلوکز بعد از مرحله دوم شروع به افزایش نمود، لذا سرکوب گرلین آسپیل‌دار، تنها بعد از این مرحله و به‌ویژه در پایان فعالیت ورزشی می‌تواند تحت تأثیر آن قرار گرفته باشد لیکن انسولین به دلیل کاهش غلظت آن بعد از شروع فعالیت ورزشی، نمی‌تواند در سرکوب گرلین آسپیل‌دار و در نتیجه اشتها، نقشی داشته باشد. بنابراین فعالیت با شدت 65% حداکثر اکسیژن مصرفی باعث افزایش غلظت پلاسمایی انسولین افراد چاق نمی‌شود. موضوع کاهش غلظت انسولین در این شدت می‌تواند در برنامه‌های تمرینی که برای افراد چاق و به‌ویژه بیماران دیابتی نوع دوم مورد توجه قرار گیرد. اگرچه اثر مثبت و مفید فعالیت ورزشی در تسهیل جابه‌جایی Glucose Transporter 4 (GLUT4) به سطح غشاء سلول و در نتیجه انتقال گلوکز به درون آن، به اثبات رسیده،^{۳۷} لیکن موضوع کاهش انسولین در این شدت، برای فعالیت این دسته از بیماران نیاز به تأمل و بررسی بیشتر دارد. در خاتمه، یافته‌های تحقیق حاضر نشان

طی یک دوره برنامه تمرینی برای کاهش وزن، و به منظور روشن شدن این مطلب که آیا این پروتکل با شدت ثابت ۶۵٪، در تمرینات کوتاه مدت هم نتایج مشابهی دارد، نیاز به تحقیق دارد. *سپاسگزاری:* از تمام دانشجویان داوطلب دانشگاه صنعتی شریف برای صرف وقت و جدیت در کار تشکر و قدردانی می‌نماییم. همچنین از همکاری صمیمانه مسئولین آکادمی ملی المپیک به ویژه دکتر مهرزاد حمیدی، پیمان فخری، مرتضی بهرامی نژاد و کادر مرکز سنجش، به جهت در اختیار گذاردن امکانات و تجهیزات، سپاسگزاری می‌گردد.

References

1. Frayn K. *Metabolic Regulation: A Human Perspective*. 2nd ed. Oxford: Blackwell Science; 2003.
2. Ariyasu H, Takaya K, Tagami T, Ogawa Y, Hosoda K, Akamizu T, et al. Stomach is a major source of circulating ghrelin, and feeding state determines plasma ghrelin-like immunoreactivity levels in humans. *J Clin Endocrinol Metab* 2001;86(10):4753-8.
3. 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(6762):656-60.
4. Wren AM, Seal LJ, Cohen MA, Brynes AE, Frost GS, Murphy KG, et al. Ghrelin enhances appetite and increases food intake in humans. *J Clin Endocrinol Metab* 2001;86(12):5992.
5. Cummings DE, Purnell JQ, Frayo RS, Schmidova K, Wisse BE, Weigle DS. A preprandial rise in plasma ghrelin levels suggests a role in meal initiation in humans. *Diabetes* 2001;50(8):1714-9.
6. Tschöp M, Wawarta R, Riepl RL, Friedrich S, Bidlingmaier M, Landgraf R, et al. Post-prandial decrease of circulating human ghrelin levels. *J Endocrinol Invest* 2001;24(6):RC19-21.
7. Kojima M, Kangawa K. Ghrelin: structure and function. *Physiol Rev* 2005;85(2):495-522.
8. Broglio F, Benso A, Gottero C, Prodram F, Gauna C, Filtri L, et al. Non-acylated ghrelin does not possess the pituitary and pancreatic endocrine activity of acylated ghrelin in humans. *J Endocrinol Invest* 2003;26(3):192-6.
9. Tschöp M, Weyer C, Tataranni PA, Devanarayan V, Ravussin E, Heiman ML. Circulating ghrelin levels are decreased in human obesity. *Diabetes* 2001;50(4):707-9.
10. Soriano-Guillén L, Barrios V, Campos-Barros A, Argente J. Ghrelin levels in obesity and anorexia nervosa: effect of weight reduction or recuperation. *J Pediatr* 2004;144(1):36-42.
11. Jakicic JM, Clark K, Coleman E, Donnelly JE, Foreyt J, Melanson 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(12):2145-56.
12. Blundell JE, King NA. Physical activity and regulation of food intake: current evidence. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31(11 Suppl):S573-83.
13. Schmidt A, Maier C, Schaller G, Nowotny P, Bayerle-Eder M, Buranyi B, et al. Acute exercise has no effect on ghrelin plasma concentrations. *Horm Metab Res* 2004;36(3):174-7.
14. Burns SF, Broom DR, Miyashita M, Mundy C, Stensel DJ. A single session of treadmill running has no effect on plasma total ghrelin concentrations. *J Sports Sci* 2007;25(6):635-42.
15. Kraemer RR, Durand RJ, Acevedo EO, Johnson LG, Kraemer GR, Hebert EP, et al. Rigorous running increases growth hormone and insulin-like growth factor-I without altering ghrelin. *Exp Biol Med (Maywood)* 2004;229(3):240-6.
16. Dall R, Kanaley J, Hansen TK, Møller N, Christiansen JS, Hosoda H, et al. Plasma ghrelin levels during exercise in healthy subjects and in growth hormone-deficient patients. *Eur J Endocrinol* 2002;147(1):65-70.
17. Jürimäe J, Hofmann P, Jürimäe T, Palm R, Mäestu J, Purge P, et al. Plasma ghrelin responses to acute sculling exercises in elite male rowers. *Eur J Appl Physiol* 2007;99(5):467-74. Epub 2006 Dec 22.
18. Christ ER, Zehnder M, Boesch C, Trepp R, Mullis PE, Diem P, et al. The effect of increased lipid intake on hormonal responses during aerobic exercise in endurance-trained men. *Eur J Endocrinol* 2006;154(3):397-403.
19. Vestergaard ET, Dall R, Lange KH, Kjaer M, Christiansen JS, Jørgensen JO. The ghrelin response to exercise before and after growth hormone administration. *J Clin Endocrinol Metab* 2007;92(1):297-303. Epub 2006 Oct 10.
20. Broom DR, Stensel DJ, Bishop NC, Burns SF, Miyashita M. Exercise-induced suppression of acylated ghrelin in humans. *J Appl Physiol* 2007;102(6):2165-71. Epub 2007 Mar 8.
21. 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(1):R29-35. Epub 2008 Nov 5.
22. Gilbert KL, Stokes KA, Hall GM, Thompson D. Growth hormone responses to 3 different exercise bouts in 18- to 25- and 40- to 50-year-old men. *Appl Physiol Nutr Metab* 2008;33(4):706-12.
23. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr* 1978;40(3):497-504.
24. Kraemer RR, Acevedo EO, Synovitz LB, Durand RJ, Johnson LG, Petrella E, et al. Glucoregulatory endocrine responses to intermittent exercise of different intensities: plasma changes in a pancreatic beta-cell peptide, amylin. *Metabolism* 2002;51(5):657-63.
25. Dill DB, Costill DL. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. *J Appl Physiol* 1974;37(2):247-8.
26. Flint A, Raben A, Blundell JE, Astrup A. Reproducibility, power and validity of visual analogue scales in assessment of appetite sensations in single test meal studies. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24(1):38-48.
27. Stock S, Lechner P, Wong AC, Ghatei MA, Kieffer TJ, Bloom SR, et al. Ghrelin, peptide YY, glucose-dependent insulinotropic polypeptide, and hunger responses to a mixed meal in anorexic, obese, and control female adolescents. *J Clin Endocrinol Metab* 2005;90(4):2161-8. Epub 2005 Jan 18.
28. Mackelvie KJ, Meneilly GS, Elahi D, Wong AC, Barr SI, Chanoine JP. Regulation of appetite in lean and obese adolescents after

- exercise: role of acylated and desacyl ghrelin. *J Clin Endocrinol Metab* 2007;92(2):648-54. Epub 2006 Nov 21.
29. Anita B. The Complete Guide to Sports Nutrition. London: A and C Black Publishers; 2006. p. 81-3.
30. Maughan RJ. Fundamentals of sports nutrition: applications to sports drinks. In: Maughan RJ, Murray R, editors. Sports Drinks: Basic Science and Practical Aspects. Boca Raton, Florida: CRC Press; 2001. p. 1-28.
31. Asanoi H, Wada O, Miyagi K, Ishizaka S, Kameyama T, Seto H, et al. New redistribution index of nutritive blood flow to skeletal muscle during dynamic exercise. *Circulation* 1992;85(4):1457-63.
32. Rowell LB. Human cardiovascular adjustments to exercise and thermal stress. *Physiol Rev* 1974;54(1):75-159.
33. Iranmanesh A, Lizarralde G, Veldhuis JD. Age and relative adiposity are specific negative determinants of the frequency and amplitude of growth hormone (GH) secretory bursts and the half-life of endogenous GH in healthy men. *J Clin Endocrinol Metab* 1991;73(5):1081-8.
34. Scacchi M, Pincelli AI, Cavagnini F. Growth hormone in obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999;23(3):260-71.
35. Murdolo G, Lucidi P, Di Loreto C, Parlanti N, De Cicco A, Fatone C, et al. Insulin is required for prandial ghrelin suppression in humans. *Diabetes* 2003;52(12):2923-7.
36. Kim SW, Kim KW, Shin CS, Park do J, Park KS, Cho BY, et al. Acylated ghrelin secretion is acutely suppressed by oral glucose load or insulin-induced hypoglycemia independently of basal growth hormone secretion in humans. *Horm Res* 2007;67(5):211-9. Epub 2006 Nov 16.
37. Kennedy JW, Hirshman MF, Gervino EV, Ocel JV, Forse RA, Hoenig SJ, et al. Acute exercise induces GLUT4 translocation in skeletal muscle of normal human subjects and subjects with type 2 diabetes. *Diabetes* 1999;48(5):1192-7.

The acute effects of intermittent treadmill running on hunger and plasma acylated ghrelin concentration in individuals with obesity

Received: February 06, 2011 Accepted: April 09, 2011

Abstract

Majid Gholipour PhD.^{1*}
Mohamadreza Kordi PhD.²
Mohamad Taghikhani PhD.³
Aliasghar Ravasi PhD.²
Abasali Gaeini PhD.²
Arezo Tabrizi MSc.¹

1- Department of Physical Education, Sharif University of Technology, Tehran, Iran.

2- Faculty of Physical Education and Sport Science, University of Tehran, Tehran, Iran.

3- Faculty of Medicine Science, Clinical Biochemistry Department, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

Background: Body weight is regulated by both food intake and energy expenditure. Ghrelin, a hormone produced by the stomach and pancreas, enhances appetite. This study was undertaken to determine the effects of intermittent treadmill running on acylated ghrelin and appetite in individuals with obesity.

Methods: Nine inactive male students, with a mean age of 20.56 ± 0.48 yrs, a body mass index of 32.68 ± 0.84 kg/m² and a maximum oxygen uptake of 34.21 ± 1.48 ml/kg/min, participated in the study in two trials (control and exercise) in a counterbalanced, randomized design. The protocol included intermittent running with a constant intensity at 65% of VO₂ max on a treadmill. Blood samples were collected before, during, and 2h after cessation of the exercise.

Results: Acylated ghrelin concentrations and hunger ratings decreased significantly in the second phase and remained lower than baseline ($P=0.006$ and $P=0.002$, respectively) at the end of the exercise. The total area under the curve values and hunger ratings (all $P<0.0005$) were significantly lower in the exercise trial compared with the control state. Similarly, growth hormone rose significantly at the second phase and remained higher than baseline ($P=0.033$) at the end of the exercise trial.

Conclusion: These findings indicate that acylated ghrelin and appetite are reduced by running at 65% of VO₂ max and remain lower than baseline even two hours afterwards in individuals with obesity. Growth hormone seems to be more responsible for this suppression. Further studies are required to investigate whether this protocol could elicit the same effects in short-term training programs.

Keywords: Acylated ghrelin, appetite, growth hormone, obesity, running.

*Corresponding author: Department of Physical Education, Sharif University of Technology, Tehran, Iran.
Tel: +98-912-1361544
email: gholipour@sharif.ir