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

مجید قلی‌پور،[1*] محمدرضا کردی،[2] محمد تقی‌خانی،[3] علی‌اصغر رواسی،[2] عباسعلی گائینی،[2] آرزو تبریزی[1]

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

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 آسیل‌دار و اشتهای افراد چاق بود. ***روش‌بررسی:*** ۹ دانشجوی مرد بی‌تحرک با سن ۰/۴۸±۲۰/۵۶ سال، شاخص توده بدن kg/m^2 ۰/۸۴±۳۲/۶۸ و حداکثر اکسیژن مصرفی ۱/۴۸±۳۴/۲۱ 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 آسیل‌دار 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=۰/۰۰۶ و P=۰/۰۰۲). کل مقادیر مساحت‌های زیر منحنی مربوط به گرلین آسیل‌دار و میزان گرسنگی، به‌طور معنی‌داری در جلسه آزمون ورزشی نسبت به جلسه کنترل کمتر بود (هر دو P<۰/۰۰۰۵). هورمون رشد هم به‌طور معنی‌داری در مرحله دوم افزایش یافت و در انتهای آزمون ورزشی، نسبت به مقادیر استراحتی بیشتر بود (P=۰/۰۳۳). ***نتیجه‌گیری:*** گرلین آسیل‌دار 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 آسیل‌دار، اشتها، هورمون رشد، دویدن، چاقی.

مقدمه

انسان‌ها به‌طور فزاینده‌ای در حال چاق شدن هستند. وزن بدن به‌واسطه تعادل بین مصرف غذا و انرژی مصرفی تنظیم می‌شود.[1] لیگاند مترشحه از درون معده[2] 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.[3] گرلین مصرف غذا را افزایش داده و اشتها را زیاد می‌کند[4] و غلظت آن قبل از غذا زیاد و بعد از آن کم می‌شود.[5و6] دو نوع گرلین آسیل‌دار (Acylated ghrelin) و بی‌آسیل (Des-acyl ghrelin) وجود دارد و آسیل‌دار شدن آن برای عبور از سد خون- مغز و اتصال به گیرنده ویژه جهت ترشح هورمون رشد ضروری است.[7] گرلین بی‌آسیل در انسان فعالیت هیپوفیزی و پانکراسی گرلین آسیل‌دار را ندارد.[8] گرلین، گیرنده ویژه هورمون رشد Growth Hormone Secretagogue Receptors (GHS-Rs) واقع در هیپوفیز و نورون‌های محتوی هورمون رها کننده هورمون رشد (Growth hormone releasing hormone) واقع در هیپوتالاموس را فعال کرده و ترشح هورمون رشد را تحریک می‌نماید.[2] غلظت پلاسمایی گرلین افراد چاق در مقایسه با افراد دارای وزن طبیعی کمتر است[9] 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.[10] از طرف دیگر، فعالیت ورزشی یک روش مؤثر برای افزایش انرژی مصرفی می‌باشد[11] و می‌تواند باعث کاهش کوتاه‌مدت گرسنگی شود.[12] بیشتر

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2026-06-22]

تحقیقات گزارش کرده‌اند کـه یـک جلـسه فعالیـت ورزشـی هـوازی تأثیری روی گرلین تام ندارد.[۱۳-۱۷] تنها یک تحقیق افزایش گرلین تـام را گزارش کرده و این در حالی اسـت کـه ایـن تحقیـق فاقـد جلـسه آزمون کنترل بود.[۱۸] در مقابـل یـک تحقیـق هـم کـاهش آن را تـا دو ساعت بعد از اتمام فعالیـت ورزشـی گـزارش نمـوده اسـت.[۱۹] بنـابر اطلاعات موجود، تنها دو تحقیق گـرلین آسـیل‌دار را هنگـام فعالیـت ورزشـی مـورد آزمـایش قـرار داده‌انـد. Broom گـزارش کـرد کـه غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسـیل‌دار و هـم‌چنـین گرسـنگی مـردان ورزشکار، هنگـام فعالیـت ورزشـی بـا شـدت ۷۲٪(۲۰) و ۶۹٪(۲۱) حداکثر اکسیژن مصرفی، سرکوب شد. همچنین مشخص شده که یک جلسه فعالیت ورزشی با شدت کافی باعث افزایش غلظت پلاسـمایی هورمون رشد می‌گردد[۲۲و۱۵] و هورمون رشد هم می‌توانـد بـه‌صـورت بازخوردی، رهایش گرلین را مهار نماید، در حالی که ترشح آن هنگام فعالیـت ورزشـی تحـت تـأثیر غلظـت پلاسـمایی گـرلین قـرار نمی‌گیرد.[۱۹و۱۶] درک بهتر چگونگی اثرات یک جلسه فعالیت ورزشـی بر غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسـیل‌دار و در نتیجـه اشـتها در افـراد چاق، می‌تواند به طراحی و ساخت برنامه تمرینی جهت کـاهش وزن برای این افراد کمک نماید. با توجه به نبود اطلاعات، تصمیم گـرفتیم تا اثر یک جلسه فعالیت ورزشی را روی غلظت‌های گرلین آسیل‌دار و بنابراین اشتهای مردان بی‌تحرک چـاق را مـورد بررسـی قـرار دهـیم. بنابراین، هدف اصلی تحقیق حاضر، تعیین غلظت‌های گرلین آسیل‌دار و میزان گرسنگی، هنگام فعالیت ورزشی با شدت ثابـت و بعـد از آن بود (طی دوره بازیافت)، که بر این اساس، فرضیه تحقیق عبارت بـود از این‌که یک جلسه فعالیت ورزشـی متنـاوب بـا شـدت ۶۵٪ باعـث سرکوب موقتی گرسنگی در افراد چاق بی‌تحرک می‌گردد که می‌تواند با کاهش غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسیل‌دار مرتبط باشد.

روش بررسی

۱۰ نفر دانشجوی داوطلـب مـرد چـاق ۲۵-۱۸ سـاله از دانـشگاه صنعتی شریف، در پاییز سال ۱۳۸۸ برای شرکت در تحقیق حاضر بـا طرح تصادفی متعادل شـده (Counterbalanced-randomized design) که دارای تأییدیه از کمیته کشوری اخلاق در پژوهش می باشد، به‌کار گرفته شدند و قبل از ارایه رضایت‌نامه کتبی، در مـورد نـوع و هـدف آن، آگاهی کامل پیدا نمودند. تمـام داوطلبـین بـی‌تحـرک، عـادت بـه کشیدن سیگار نداشته و حداقل شش ماه قبل از تحقیـق، دارای رژیـم غذایی، سـابقه بیمـاری متـابولیکی و قلبـی- عروقـی نبـوده و تحـت مصرف هیچ داروی خاص و عمل جراحی قـرار نگرفتـه بودنـد. ایـن اطلاعات توصیفی- پزشکی از طریق انجـام آزمـون نـوار قلبـی، اکـو قلبی، توسط پزشک متخـصص و تکمیـل یـک پرسـشنامه، مـشخص گردید. ویژگی‌های آزمودنی‌ها را می‌توان در جدول ۱ ملاحظه نمود.

آزمون مقدماتی: آزمودنی‌ها طـی یـک جلـسه در مرکـز سـنجش آکادمی المپیک حضور یافتند که ضمن آشنایی کامل با نحـوه دویـدن روی نوارگردان، ویژگی‌های آنتروپومتریکی شامل دور کمـر و باسـن، ضخامت چربی زیـر پوسـت بـا اسـتفاده از کـالیپر (Harpenden- CE -1020 انگلـستان) در سـه ناحیـه سـینه، شـکم، و ران،[۲۳] قـد و وزن (ترازوی دیجیتالی Seca، آلمان) اندازه‌گیری شـد. همچنـین، شـاخص توده بدنی (BMI) از تقسیم کیلوگرم وزن بـدن بـر مربـع قـد بـه متـر محاسبه شد. دو هفته بعد از انجام آزمون مقـدماتی، حـداکثر اکـسیژن مصرفی (VO_2max) آنان توسط دویدن روی نوارگردان و اندازه‌گیـری گازهای تنفسی بـا یـک سیـستم خودکـار (Cosmed-Quark b2-Italy) مورد ارزیابی قرار گرفت. تجهیزات به یک کامپیوتر متـصل و مقـادیر ثبت گردید. حجم اکسیژن مصرفی (تنفس به تـنفس) و ضـربان قلـب (مدل، Polar-T37، فنلاند) در سراسر آزمون قابل رؤیت بود و سیستم قبل از هر بار تعیـین حـداکثر اکـسیژن مـصرفی، تنظـیم مجـدد شـد. آزمودنی‌ها یک فعالیت ورزشی فزاینده تا رسیـدن به خستگـی شامـل

جدول- ۱: ویژگی‌های ۹ آزمودنی. داده‌ها به صـورت میـانگین± خطـای معیـار می‌باشد.

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

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2026-06-22]

دویدن روی نوار گردان 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 مشابه ای برای تخمین ضربان قلب هم انجام شد. این پروتکل[۲۴] به جهت حصول اطمینان از این‌که آزمودنی‌های بی‌تحرک، 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. بی‌تحرکی 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 کافیین 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 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.[۲۶و۲۷] علاوه بر این نمونه‌های خون، در انتهای هر حجم کاری، ۱ml 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 RD194062400R, BioVender- Laboratorni medicina, a.s ،CAN-GH-4070, Diagnostics Biochem Canada Inc) انسولین به روش آزمایش کمیلومینسنت (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

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2026-06-22]

اندازه‌گیری شدند. به منظور جلوگیری از تجزیه گرلین آسیل‌دار به‌وسیله پروتئاز، نمونه‌های خون، درون لوله‌های جداگانه‌ای محتوی EDTA و P-hydroxymercuribenzoic acid جمع‌آوری گردید. نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردیدند و سپس، پلاسما به‌دست آمده درون لوله‌های جداگانه‌ای منتقل شده و به ازای هر میلی‌لیتر از پلاسما، ۱۰۰µl 1 M HCL به آن اضافه گردید. نمونه‌ها سپس، به مدت پنج دقیقه با ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردیدند. آن‌گاه اجزا تفکیک شده درون لوله‌های جداگانه‌ای منتقل شده و برای اندازه‌گیری گرلین آسیل‌دار در آینده، در C° ۲۰- نگهداری شدند. نمونه‌های خون دیگری، درون لوله‌هایی محتوی فعال‌کننده انعقادی جمع‌آوری گردید و سپس با ۳۵۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ گردیدند. سپس، سرم به دست آمده، جهت اندازه‌گیری هورمون رشد، گلوکز و انسولین به درون لوله‌های مجزا انتقال داده شده و در C° ۲۰- نگهداری شد. غلظت‌های پلاسمایی هموگلوبین و هماتوکریت با استفاده از دستگاه خودکار تجزیه کننده خون‌شناسی (Sysmex, KX-21, Japan) تعیین شد. به منظور حذف تغییرات درون آزمونی، نمونه‌های خون مربوط به هر آزمودنی هم‌زمان مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. ضریب تغییر (Coefficient variation) مربوط به آزمون‌ها عبارت بودند از: گرلین آسیل‌دار ۶/۷٪، هورمون رشد ۴/۴٪، انسولین ۲/۹٪ و گلوکز ۱/۲٪. 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 ذوزنقه 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 پلاسما در طول زمان آزمون، مورد استفاده قرار گرفت و در جای مقتضی، آزمون تعقیبی مقایسه‌های جفتی با استفاده از روش بنفرونی (Post hoc pairwaise 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. معنی‌دار بودن آماری در سطح ۵٪ مورد قبول قرار گرفت. نتایج به صورت میانگین± 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: ۲۰/۱۶، میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه ارزیابی شده: ۲۰/۰۷±۰/۱۲، ۲۰/۱۰±۰/۰۷، ۲۰/۰۴±۰/۰۳، ۱۹/۹۸±۰/۰۲ میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه، به ترتیب در مراحل دویدن).

لاکتات: غلظت پلاسمایی لاکتات، با افزایش حجم کار، نسبت به میزان استراحتی (۱/۵۶±۰/۳۲ میلی‌مول/لیتر) افزایش یافت و در پایان دویدن روی نوارگردان به حداکثر خود رسید (۳/۱۴±۰/۶۹ میلی‌مول/لیتر)، که نشان‌دهنده فشار متابولیکی وارد بر عضلات اسکلتی می‌باشد.

تغییرات حجم پلاسما: حداکثر کاهش در حجم پلاسما نسبت به میزان استراحتی و بین هر دو نقطه زمانی هنگام جلسه آزمون فعالیت ورزشی بیشتر از ۳/۸۸٪ نبود. حجم پلاسما در آزمون کنترل ۲/۵۸٪ افزایش داشت. میزان تغییرات دیگر عوامل اندازه‌گیری شده فراتر از این مقدار تغییر در حجم پلاسما بود.

گرلین آسیل‌دار: تفاوت معنی‌داری بین مقادیر استراحتی غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسیل‌دار در جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل وجود نداشت (P=۰/۷۰۷). تجزیه تحلیل واریانس دو گروهی مشخص نمود که آزمون (P<۰/۰۰۰۵)، زمان (P=۰/۰۳۲) و اثر متقابل آزمون در زمان (P<۰/۰۰۰۵)، برای گرلین آسیل‌دار دارای تأثیر بوده است که نشان می‌دهد تغییرات غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسیل‌دار در جلسه آزمون فعالیت ورزشی متفاوت با جلسه آزمون

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2026-06-22]

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، به‌طور معنی‌داری کمتر بود (به ترتیب P=۰/۰۰۶ و P<۰/۰۰۰۵). آزمون تعقیبی، اختلاف بین آزمون‌ها در مراحل سوم (P=۰/۰۰۳)، چهارم (P=۰/۰۱۱) و بازیافت ۱ (P=۰/۰۳۷) را نشان داد، اما بعد از تعدیل برای مقایسه چندگانه با استفاده از روش بنفرونی، اختلاف فقط در مراحل سوم (P=۰/۰۰۳) و چهارم (P=۰/۰۴۱)، 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 (۸۵/۲۶±۱۶۳۶/۸۶ پیکومول/میلی‌لیتر در دقیقه) نسبت به جلسه آزمون کنترل (۱۸۴/۲۷±۲۹۶۹/۶۷ پیکومول/میلی‌لیتر در دقیقه) به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۰۰۵) کمتر بود (نمودار ۱).

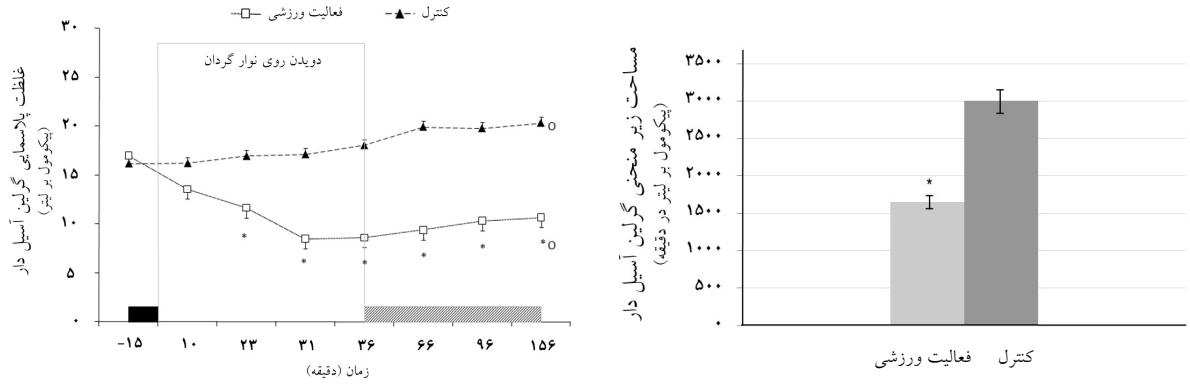
گرسنگی: بین میزان استراحتی گرسنگی در جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P=۰/۱۹۰). تجزیه تحلیل واریانس دو گروهی اثر آزمون، اثر زمان و اثر متقابل آزمون بر زمان (هر سه P<۰/۰۰۰۵)، برای گرسنگی را نشان داد و بیانگر آن است که در مقایسه با جلسه آزمون کنترل، فعالیت ورزشی سبب واکنش متفاوتی 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، به‌طور معنی‌داری کمتر بود (به ترتیب P=۰/۰۰۲ و P<۰/۰۰۰۵). آزمون تعقیبی، اختلاف بین آزمون‌ها در مراحل دوم (P=۰/۰۰۲)، سوم (P=۰/۰۰۱)، چهارم (P=۰/۰۰۱)، بازیافت ۱ (P=۰/۰۰۹) و بازیافت ۲ (P=۰/۰۰۳) را نشان داد. هرچند، بعد از تعدیل برای مقایسه‌های چندگانه با استفاده از روش بنفرونی، اختلاف فقط در مراحل دوم (P=۰/۰۰۱)، سوم (P<۰/۰۰۰۵) و چهارم (P=۰/۰۰۳) معنی‌دار باقی ماند. به علاوه، مقدار مساحت زیر منحنی مربوط به میزان گرسنگی در جلسه آزمون فعالیت ورزشی (۳۹/۱۱±۵۰۳/۸۷ واحد در دقیقه) به طور معنی‌داری (P<۰/۰۰۰۵) نسبت به جلسه آزمون کنترل (۴۲/۷۹±۹۰۵/۵۶ واحد در دقیقه) کمتر بود (نمودار ۲).

هورمون رشد: بین مقادیر استراحتی غلظت‌های پلاسمایی هورمون رشد مربوط به جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (P=۰/۴۷۱). تجزیه تحلیل واریانس دو گروهی مشخص نمود که اثر آزمون، اثر زمان و اثر متقابل آزمون در زمان (هر سه مورد P<۰/۰۰۰۵)، 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 زیادتر بود (به ترتیب P=۰/۰۳۳ و P=۰/۰۰۶). آزمون تعقیبی، اختلاف بین آزمون‌ها در مراحل دوم (P=۰/۰۳۵)، سوم (P=۰/۰۰۱)، چهارم (P<۰/۰۰۰۵)، و بازیافت ۱ (P=۰/۰۰۱) را نشان داد. اما بعد از تعدیل برای مقایسه‌های چندگانه با استفاده از روش بنفرونی، مراحل دوم (P=۰/۰۱۲)، سوم (P<۰/۰۰۰۵)، چهارم (P<۰/۰۰۰۵) و بازیافت ۱ (P<۰/۰۰۰۵) اختلاف معنی‌دار ماند. مقدار مساحت زیر منحنی گرلین آسیل‌دار در جلسه آزمون فعالیت ورزشی (۱۴/۱۸±۳۵۳/۵۱ نانوگرم/میلی‌لیتر در دقیقه) نسبت به جلسه آزمون کنترل (۲۷/۹۵±۱۲۶/۰۶ نانوگرم/میلی‌لیتر در دقیقه) به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۰۰۵) بیشتر بود (نمودار ۳).

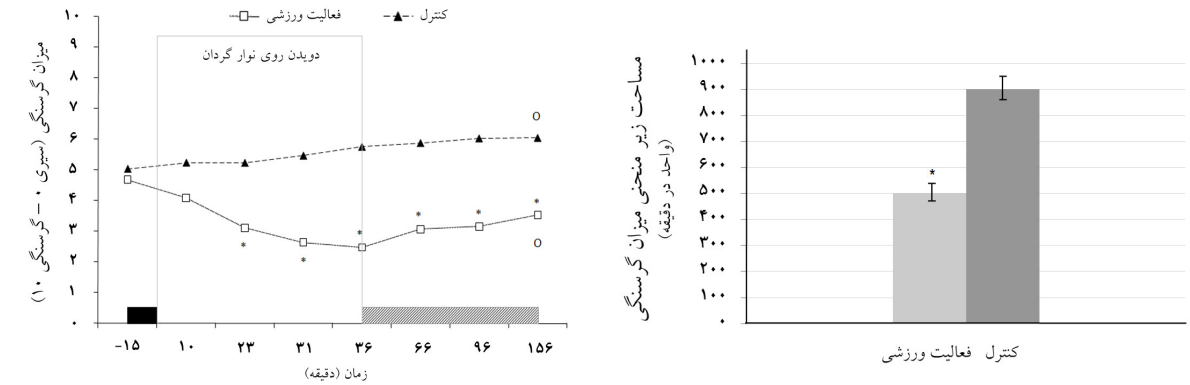
گلوکز و انسولین: بین مقادیر استراحتی غلظت‌های پلاسمایی گلوکز در جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P=۰/۴۹۹). تجزیه تحلیل واریانس دو گروهی مشخص نمود که اثر زمان و اثر متقابل آزمون در زمان (هر دو P<۰/۰۰۰۵)، برای گلوکز دارای تأثیر بوده است، اما آزمون بر آن اثری نداشته است. غلظت‌های 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=۰/۴۷۶ و P=۰/۷۴۱). آزمون تعقیبی اختلاف بین آزمون‌ها را فقط در مرحله چهارم نشان داد (P=۰/۰۱۴) که بعد از تعدیل برای مقایسه‌های چندگانه با استفاده از روش بنفرونی، اختلاف در همین نقطه معنی‌دار باقی ماند (P=۰/۰۰۴). اختلاف معنی‌داری بین مساحت‌های زیر منحنی برای گلوکز، در جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل مشاهده نشد (نمودار ۴). بین

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2026-06-22]

مقادیر استراحتی غلظت‌های استراحتی انسولین در جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (P=۰/۵۶۹). تجزیه تحلیل واریانس دو گروهی مشخص نمود که اثر زمان و اثر متقابل آزمون در زمان (هر دو P<۰/۰۰۰۵)، 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 دویدن اثرات مختلفی بر غلظت آن داشته است. میزان انسولین بعد از شروع فعالیت ورزشی و در اولین مرحله کاهش معنی‌داری داشت که تا پایان دویدن روی نوارگردان تقریباً ثابت ماند. سپس با قطع فعالیت ورزشی میزان آن با شیب تندی به سطوح استراحتی نزدیک شد و تا پایان دوره بازیافت در همین سطح باقی ماند طوری که تفاوت معنی‌داری با مقادیر استراحتی اولیه و همچنین نقطه مشابه در جلسه کنترل نداشت (به ترتیب P=۰/۰۵۴ و P=۰/۶۰۸). آزمون تعقیبی، اختلاف بین آزمون‌ها در مراحل اول، دوم، سوم، و چهارم را نشان داد (همه موارد P<۰/۰۰۰۵) که بعد از تعدیل برای مقایسه‌های چندگانه با استفاده از روش بنفرونی، اختلاف در همین مراحل معنی‌دار باقی ماند (همه موارد P<۰/۰۰۰۵). تفاوت معنی‌داری بین مساحت‌های زیر منحنی برای انسولین در جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل، مشاهده نشد (نمودار ۴).

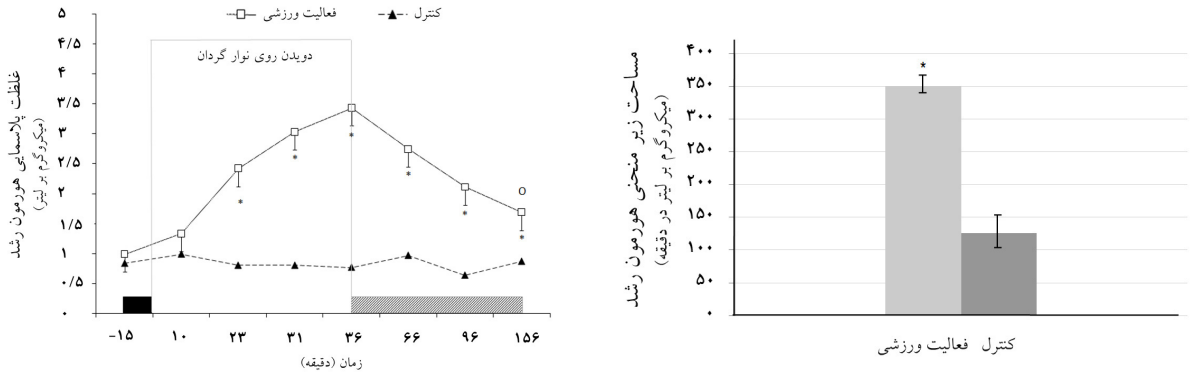


نمودار- ۱: (چپ) داده‌ها به صورت میانگین± خطای معیار برای غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسیل‌دار ۹ آزمودنی هنگام جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل. مقادیر استراحتی قبل از شروع فعالیت ورزشی (چهارخانه مشکی)، بعد از هر حجم کار دویدن و ۳۰، ۶۰، و ۹۰ دقیقه هنگام سه مرحله بازیافت (چهارخانه هاشورخورده). (راست) مقادیر مساحت زیر منحنی برای غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسیل‌دار در جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل. *اختلاف معنی‌دار بین آزمون‌ها. □اختلاف معنی‌دار با مقادیر استراحتی. P<۰/۰۴۱.

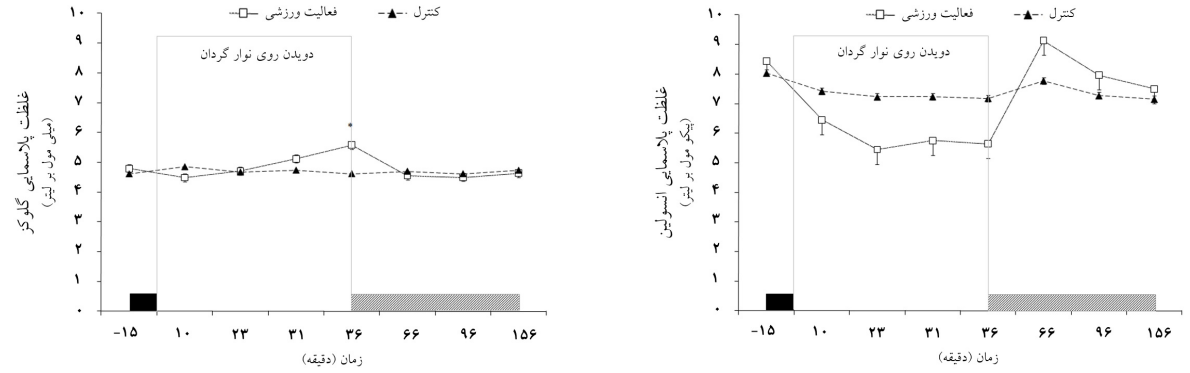


نمودار- ۲: (چپ) داده‌ها به صورت میانگین± خطای معیار برای میزان گرسنگی ۹ آزمودنی هنگام جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل. مقادیر استراحتی قبل از شروع فعالیت ورزشی (چهارخانه مشکی)، بعد از هر حجم کار دویدن و ۳۰، ۶۰ و ۹۰ دقیقه هنگام سه مرحله بازیافت (چهارخانه هاشورخورده). (راست) مقادیر مساحت زیر منحنی برای میزان گرسنگی در جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل. *اختلاف معنی‌دار بین آزمون‌ها. □اختلاف معنی‌دار با مقادیر استراحتی. P<۰/۰۰۳.

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2026-06-22]



نمودار- ۳: (چپ) داده‌ها به صورت میانگین± 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، ٦۰ و ۹۰ دقیقه هنگام سه مرحله بازیافت (چهارخانه هاشورخورده). (راست) مقادیر مساحت زیر منحنی برای غلظت‌های پلاسمایی هورمون رشد در جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل. *اختلاف معنی‌دار بین آزمون‌ها. □اختلاف معنی‌دار با مقادیر استراحتی. P<۰/۰۱۲.



نمودار- ٤: داده‌ها به صورت میانگین± 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، ٦۰ و ۹۰ دقیقه هنگام سه مرحله بازیافت (چهارخانه هاشورخورده). *اختلاف معنی‌دار بین آزمون‌ها. P<۰/۰۰٤.

ضریب همبستگی بین گرلین آسیل‌دار و دیگر متغیرها: بین مقادیر استراحتی غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسیل‌دار 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 آسیل‌دار و میزان گرسنگی در مراحل سوم، چهارم و بازیافت ۱ (P=۰/۰۱۵ ،r=۰/۷۱۷ ،P=۰/۰۰۸ ،r=۰/۷۶۵ و P=۰/۰۰۴ ،r=۰/۸۱۴) وجود دارد. غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسیل‌دار در هیچ نقطه زمانی جلسات آزمون فعالیت ورزشی و کنترل، رابطه معنی‌داری با هورمون رشد، گلوکز و انسولین نداشت. بین مساحت‌های زیر منحنی گرلین آسیل‌دار و دیگر متغیرها رابطه معنی‌داری وجود نداشت.

بحث

بنابر اطلاعات موجود این اولین تحقیقی است که تغییرات گرلین آسیل‌دار 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 آسیل‌دار 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 این‌که میزان آن دو ساعت بعد از قطع فعالیت ورزشی، به طور معنی‌داری نسبت به جلسه کنترل و به‌ویژه مقادیر استراحتی کمتر بود. برای میزان گرسنگی، تغییرات مشابهی هنگام و بعد از فعالیت ورزشی مشاهده شد. هر چند تحقیق

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2026-06-22]

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 آسیل‌دار و بی‌آسیل نمی‌باشد.[۲۸] تا امروز، تنها دو تحقیق تغییرات گرلین آسیل‌دار را هنگام و بعد از فعالیت ورزشی مورد اندازه‌گیری قرار داده‌اند. Beam گزارش کرد که غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسیل‌دار و گرسنگی هنگام فعالیت ورزشی با ۷۲٪(۲۰) و ۶۹٪(۲۱) 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 ۶۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی می‌تواند گرلین آسیل‌دار 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 اشتهای آن‌ها نباشد، در جلسات آزمون، هیچ‌یک از آزمودنی‌ها دچار علایم کم آبی مثل سردرد، سرگیجه، حالت تهوع و غیره نشدند. در هر صورت کاهش اشتهای آزمودنی‌ها، با رابطه مستقیم بین غلظت‌های پلاسمایی گرلین آسیل‌دار و میزان اشتها،[۴] و نتایج تحقیقات مربوط به افراد ورزشکار و تندرست[۲۱و۲۰] 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[۳۲و۳۱] 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 آسیل‌دار 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.[۱۹و۱۷] از طرف دیگر گزارش شده که در افراد چاق، یک اختلال چشمگیری در تولید هورمون رشد وجود دارد[۳۴و۳۳] که این خود می‌تواند یک سازگاری بیولوژیکی باشد. هم‌چنین، فعالیت ورزشی با شدت کافی (تقریباً ۷۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی) باعث افزایش غلظت پلاسمایی هورمون رشد می‌شود.[۲۲و۱۵] 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 آسیل‌دار است، چرا که با شروع فعالیت ورزشی، غلظت پلاسمایی هورمون رشد افزایش و گرلین آسیل‌دار 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 آسیل‌دار،[۳۶و۳۵] به دلیل آن‌که غلظت‌های پلاسمایی گلوکز بعد از مرحله دوم شروع به افزایش نمود، لذا سرکوب گرلین آسیل‌دار، 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 آسیل‌دار و در نتیجه اشتها، نقشی داشته باشد. بنابراین فعالیت با شدت ۶۵٪ 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 گیرید. 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

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2026-06-22]

می‌دهد که غلظت پلاسمایی گرلین آسیل‌دار و در نتیجه اشتهای افراد چاق می‌تواند در پاسخ به دو دوره ۱۰ دقیقه‌ای دویدن روی نوارگردان با شدت ثابت ۶۵٪ کاهش یابد و چنانچه این پروتکل به‌طور کامل انجام شود، حتی تا دو ساعت بعد از قطع فعالیت ورزشی، نسبت به میزان اولیه استراحتی کمتر خواهد بود. در میان سه عامل هورمون رشد، گلوکز، و انسولین، هورمون رشد دارای نقش مؤثرتر و قوی‌تری در سرکوب گرلین آسیل‌دار هنگام فعالیت ورزشی بود. با توجه به تغییرات هورمونی و کاهش وزن بدن افراد چاق در 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 کوتاه‌مدت 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 به‌ویژه 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, Prodam F, Gauna C, Filtri L, et al. Non-acylated ghrelin does not possess the pituitaric 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, Jorgensen 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, Leichner 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

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2026-06-22]

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.

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2026-06-22]

Tehran University Medical Journal; Vol. 69, No. 2, May 2011: 125-135

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

Majid Gholipour PhD.[1*]
Mohamadreza Kordi PhD.[2]
Mohamad Taghikhani PhD.[3]
Aliasghar Ravasi PhD.[2]
Abasali Gaeini PhD.[2]
Arezoo 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.

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

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

Abstract

***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/m^2 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.

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2026-06-22]