

تأثیر تمرینات هوازی بر احساس سیری و سطح پلاسمایی PYY استراحتی پس از فعالیت وامانده‌ساز

اعظم ملانوروزی^۱، محمدرضا حامدی‌نیا^۲، سید علیرضا حسینی کاخک^۳،
محمود حصار کوشکی^۴، مهدی هدایتی^۵

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱۱/۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۸/۷

چکیده

PYY، پپتید روده‌ای است که در تنظیم دریافت غذا نقش اساسی دارد. با این حال تغییرات PYY و رابطه آن با احساس سیری پس از سازگاری با تمرینات هوازی ناشناخته است. هدف این پژوهش بررسی اثر هشت هفته تمرین هوازی بر احساس سیری و مقدار PYY پلاسمای زمان استراحت و ناشی از ورزش وامانده‌ساز بود. ۲۳ مرد (میانگین سنی 21.12 ± 1.58 سال، میانگین شاخص توده بدنی 21.63 ± 2.17 کیلوگرم بر متر مربع، میانگین وزن 64.86 ± 6.46 کیلوگرم) به‌طور تصادفی در دو گروه تجربی و کنترل قرار گرفتند. آزمودنی‌های گروه تجربی تمرینات هوازی را با شدت ۷۲-۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه انجام دادند. چهار ساعت پیش و پس از هشت هفته تمرینات هوازی، جلسه ورزش وامانده‌ساز انجام گرفت. چهار مرحله خونگیری در حالت غیرناشتا، پیش و پس از ورزش وامانده‌ساز انجام گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که تمرینات هوازی بر مقادیر PYY پلاسمای ($P=0.071$) و احساس سیری زمان استراحت و ناشی از ورزش وامانده‌ساز ($P=0.055$) اثر معناداری نداشت و سبب کاهش معنادار مقادیر لاکتات ناشی از ورزش وامانده‌ساز شد. عدم تغییر وزن بدن و عدم ایجاد تعادل منفی چشمگیر، از دلایل احتمالی عدم تغییر PYY و احساس سیری در اثر تمرینات هوازی است. به‌نظر می‌رسد برای تغییر احساس سیری و PYY حجم و شدت تمرینات باید زیاد باشد و این دو شاخص ثبات زیادی دارند.

کلیدواژه‌های فارسی: PYY، احساس سیری، تمرینات هوازی، ورزش وامانده‌ساز.

۱ و ۴. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت معلم سبزوار (نویسنده مسئول) Email: a.novruzi@yahoo.com

۲. دانشیار دانشگاه تربیت معلم سبزوار Email: mrhamedinia@sttu.ac.ir

۳. استادیار دانشگاه تربیت معلم سبزوار Email: hosseini18@yahoo.com

۵. استادیار دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی شهید بهشتی Email: hedayati@endocrine.ac.ir

مقدمه

حفظ هموستاز انرژی به تنظیم طولانی مدت تعادل انرژی اشاره دارد (۱). در انسان، سیستم فیزیولوژیکی پیچیده‌ای وجود دارد که سبب تعادل بین انرژی دریافتی و مصرفی می‌شود و شامل سیگنال‌های آوران است که به وسیله اعصاب محیطی و مراکز مغزی یکپارچه می‌شود (۲). اشتها از موارد تأثیرگذار بر هموستاز انرژی است و تنظیم آن نقش مهمی در کنترل تعادل انرژی دارد (۳). اشتها به وسیله یک شبکه ویژه، شامل اجزای مرکزی و پیرامونی که برقرارکننده تعادل هموستاتیک بین دریافت و مصرف انرژی است، تنظیم می‌شود (۴). سازوکارهای تنظیم اشتها بسیار پیچیده‌اند (۵). در سطح فیزیولوژیکی، اشتها و دریافت غذا، تحت کنترل مغز و تعداد زیادی از هورمون‌های تولیدشده مجرای معده‌ای - روده‌ای، پانکراس، غدد آدرنال و بافت چربی قرار دارد (۶). شناسایی هورمون‌های تنظیم‌کننده اشتها نیز نشان می‌دهد که علاوه بر سیستم عصبی مرکزی، عوامل ترشح‌شده از بافت‌های محیطی نیز در سازوکارهای تنظیم‌کننده میانجی‌گری می‌کنند (۷). هورمون‌های مجرای معده‌ای - روده‌ای شامل کوله سیستوکینین، پپتید شبه‌گلوکاگن یک و PYY¹ نماینده‌های بالقوه تنظیم‌کننده اشتها می‌باشند (۸).

PYY پپتیدی است که ۳۶ اسیدآمینو دارد و باقی‌مانده تیروزین نامیده می‌شود. Y مخففی برای اسیدآمینو تیروزین است که در پایانه‌های این پپتید وجود دارد (۹). PYY بیش از تمام هورمون‌های سیری دیگر، دریافت غذا را سرکوب می‌کند (۱۰). همچنین، نیمرخ PYY پس از غذا، نقش مهمی در تنظیم سیری کوتاه‌مدت و بلندمدت بازی می‌کند (۱۱). PYY علاوه بر شرکت در سیری پس از غذا، در تنظیم وزن بدن در طولانی مدت نیز نقش مهمی دارد (۱۲). تمرکز خاصی بر بررسی PYY در بحث اشتها وجود دارد، زیرا به نظر می‌رسد این پپتید بر خلاف آدیپوکین‌هایی مانند لپتین و آدیپونکتین تحت کنترل ذخایر چربی نیست (۱۳). در مقابل، این موضوع نیز مشخص شده است که مقادیر PYY پلاسمایی در آزمودنی‌های چاق در مقایسه با آزمودنی‌هایی با وزن طبیعی، به طور معناداری کمتر است و مقادیر PYY ناشتایی با شاخص توده بدن ارتباط منفی دارد (۱۴، ۱۵). این موضوع لزوم تحقیقات بیشتر را در این زمینه روشن می‌کند.

از طرف دیگر، فعالیت بدنی تأثیر بالقوه‌ای بر رفتار غذایی دارد (۱۶). فعالیت بدنی سبب کنترل اشتها می‌شود و می‌تواند به طور غیرمستقیم، اشتها و دریافت غذا را تعدیل کند (۱۷). تحقیقات کمی در مورد تمرینات ورزشی کوتاه‌مدت و بلندمدت روی سطوح گردش خونی

1 . Peptide tyrosine – tyrosine

پپتیدهای سیری شناخته شده در اشتها انجام گرفته است. تأثیر دقیق تمرین ورزشی بر PYY، هنوز به طور کامل مشخص نشده است (۱۸) و یافته‌های محدودی در زمینه تأثیر تمرینات ورزشی بلندمدت بر این هورمون وجود دارد. جونز^۱ و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر هشت ماه تمرین هوازی بلندمدت را در ۱۵ نوجوان چاق روی مقادیر PYY بررسی کردند. تمرینات هوازی شامل ۳۲ هفته بود که سه جلسه در هر هفته به مدت یک ساعت با شدت ۸۵-۶۰ درصد اوج اکسیژن مصرفی اجرا شد. غلظت PYY نام پس از تمرینات ورزشی بلندمدت افزایش معناداری داشت و این افزایش حدود ۲۳ درصد بود (۱۹). مارتینز^۲ و همکاران (۲۰۱۰) تحقیقی روی ۲۲ آزمودنی بی‌تحرک دچار اضافه وزن یا چاق، انجام دادند. تمرین ورزشی دوییدن روی نوارگردان به مدت دوازده هفته، هر هفته پنج جلسه با شدت ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه انجام گرفت و نتایج نشان داد که مقادیر PYY پلاسما در اثر تمرینات ورزشی تغییر معناداری در دو حالت ناشتا و پس از صبحانه نداشت (۲۰).

در برخی تحقیقات، رابطه بین تمرینات ورزشی و احساس سیری بررسی شده است که نتایج ضد و نقیضی را گزارش کرده‌اند. لیدی^۳ و همکاران (۲۰۰۷) به بررسی اثر سه ماه تمرین هوازی پنج روز در هفته با شدت ۸۰-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه در ۱۲ زن غیر چاق پرداختند. احساس سیری پیش و پس از صبحانه در هفته ابتدایی و انتهای دوره تمرینی در حالت استراحت اندازه‌گیری و کاهش معنی‌دار آن در اثر تمرین ورزشی مشاهده شد (۲۱). کینگ^۴ و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیق دوازده هفته‌ای روی اشتها در ۵۸ مرد و زن چاق، تأثیر تمرینات ورزشی را که سبب مصرف حدود ۲۵۰۰ کیلو کالری انرژی در هفته می‌شد، بررسی کردند. نتایج آنها حاکی از افزایش احساس گرسنگی ناشتا و افزایش میانگین احساس گرسنگی در طول روز بود (۲۲). این داده‌ها نشان داد که تأثیر تمرین ورزشی بر تنظیم اشتها، دست‌کم شامل دو فرایند است: یکی افزایش اشتها و به صورت کلی خاصیت اشتهاآوری تمرین ورزشی و دیگری افزایش کارایی احساس سیری.

از طرف دیگر، مواد متابولیک و هورمون‌های دیگری مانند لاکتات و کورتیزول نیز می‌توانند بر احساس سیری و غلظت PYY پلاسما تاثیرگذار باشند. لاکتات مشتق از عضلات تمرین‌کرده پس از ورود به مغز می‌تواند سیگنال‌های ضداشته تولید کند (۲۳). همچنین شواهد نشان می‌دهند که کورتیزول تأثیر مستقیمی بر اشتها دارد (۲۴) و مصرف غذا در انسان

-
- 1 . Jones
 - 2 . Martins
 - 3 . Leidy
 - 4 . King

را تحریک می‌کند (۲۵). به‌نظر می‌رسد افزایش کورتیزول، ترشح نوروپپتید اشتهاآور Y را افزایش و اثر سرکوب‌کنندگی لپتین بر دریافت غذا را کاهش می‌دهد. به‌طور کلی، تأثیر کورتیزول را می‌توان افزایش مقدار دریافت غذا دانست (۲۶). با توجه به اطلاعات موجود و با بررسی ادبیات تحقیق، اطلاعات کامل و روشنی درباره ارتباط احساس سیری، PYY، لاکتات و کورتیزول پلازما با تمرینات هوازی بلندمدت وجود ندارد. بنابراین هدف تحقیق حاضر، بررسی اثر هشت هفته تمرین هوازی بر احساس سیری و سطح پلاسمایی PYY، لاکتات و کورتیزول استراحت و پس از ورزش وامانده‌ساز، در مردان دانشجوی بود.

روش‌شناسی پژوهش

آزمودنی‌ها

۲۳ مرد دانشجوی (میانگین سنی 21.12 ± 19.58 سال، میانگین شاخص توده بدنی 21.63 ± 2.7 کیلوگرم بر مترمربع، میانگین وزن 64.86 ± 6.46 کیلوگرم) از دانشجویان دانشگاه، برای شرکت در طرح داوطلب شدند. همه آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه، سابقه پزشکی و فرم آمادگی برای شروع فعالیت بدنی را تکمیل کردند. آزمودنی‌ها سابقه بیماری، مصرف سیگار، استفاده از دارو و تمرین منظم ورزشی حداقل در یک سال گذشته را نداشتند.

طرح تحقیق

یک هفته قبل از شروع تمرینات ورزشی، با توجه به برنامه زمان‌بندی طرح تحقیق، اندازه‌های آنترپومتریک و فیزیولوژیک شامل وزن، شاخص توده بدنی و حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. سپس آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی در دو گروه کنترل و تمرینات هوازی قرار گرفتند. سه روز قبل از آزمون، آزمودنی‌ها پرسشنامه یادآور ۲۴ ساعته غذایی را تکمیل کردند. در روز آزمون وامانده‌ساز اول که قبل از شروع هشت هفته تمرین هوازی انجام گرفت، تغذیه افراد (صبحانه و ناهار) یکسان بود. پس از هشت هفته تمرین هوازی، ورزش وامانده‌ساز دوم اجرا شد. نمونه‌گیری خون در چهار مرحله قبل و بلافاصله پس از دو مرحله ورزش وامانده‌ساز انجام گرفت و نمونه‌های خون برای تعیین مقادیر PYY، کورتیزول و لاکتات پلازما، تجزیه و تحلیل شدند. همچنین، تغییرات حجم پلازما محاسبه شد (۲۵) تا اثر افزایش کاذب این شاخص‌ها در پی کاهش حجم پلازما حذف شود. میانگین درصد تغییرات حجم پلازما در دو مرحله ورزش، در گروه کنترل به ترتیب ۲/۹۹ و ۰/۹۳ درصد و در گروه تجربی، به ترتیب ۴/۵۷ درصد و ۳/۹۵ کاهش یافت و مقادیر هورمون‌ها با توجه به این تغییرات تصحیح شد. احساس سیری قبل و بعد از هر دو مرحله ورزش وامانده‌ساز و همچنین قبل از شام

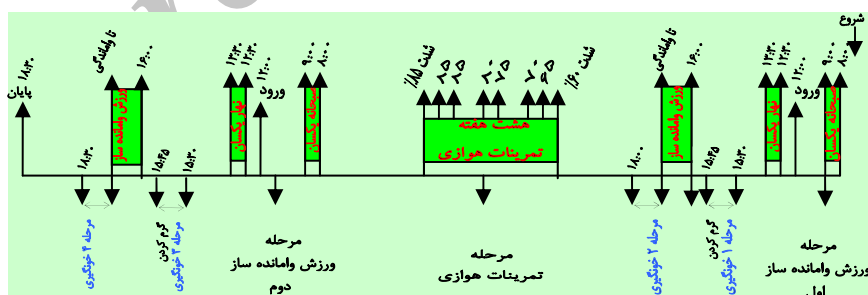
براساس پرسشنامه اشتها (۲۸) اندازه‌گیری شد.

فعالیت ورزشی وامانده‌ساز

فعالیت ورزشی وامانده‌ساز^۱ شامل نوبت‌های سه دقیقه‌ای فعالیت با فاصله یک دقیقه استراحت فعال بود. در نوبت اول، فعالیت با شدت ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه انجام گرفت. برای سنجش ضربان قلب و کنترل شدت تمرین از ضربان‌سنج پولار استفاده شد. سپس در نوبت‌های بعدی، در هر نوبت پنج درصد بر شدت کار اضافه شد تا جایی که به ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه رسید. این شدت تا زمان رسیدن به واماندگی ادامه یافت. طی آزمون از مقیاس بورگ که مقدار درک‌فشار را می‌سنجد، استفاده شد. نشانه‌های واماندگی شامل ضربان قلب بالای ۱۸۰ ضربه در دقیقه، ناتوانی در دویدن و مقدار درک‌فشار بالای ۱۸ در آزمون بورگ بود. ورزش وامانده‌ساز دو مرتبه، یعنی در ابتدا و انتهای پروتکل پژوهش با فاصله ۷۲ ساعت از اولین و آخرین جلسه تمرین هوازی انجام گرفت.

تمرینات ورزشی هوازی

تعداد جلسات تمرین ورزشی در هر هفته سه جلسه، مدت تمرینات ورزشی، هشت هفته و مدت هر جلسه تمرینی حدود ۷۰ دقیقه بود. شدت دویدن در هفته اول ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه بود که هر هفته پنج درصد بر آن افزوده شد تا در هفته ششم به ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه رسید. آن‌گاه به مدت سه هفته، یعنی از هفته ششم تا پایان هفته هشتم همین شدت حفظ شد. تمرینات هوازی به صورت تناوبی اجرا شد، به این صورت که آزمودنی‌ها در نوبت‌های سه دقیقه‌ای با شدت مشخص همان هفته به دویدن می‌پرداختند. بین هر نوبت، به آزمودنی‌ها استراحت داده شد تا ضربان قلب آنها به ۱۲۰ ضربه در دقیقه کاهش یابد. نمودار پروتکل تمرین در شکل ۱ آمده است.



شکل ۱. نمودار پروتکل تحقیق

نمونه‌گیری خونی

نمونه‌های خونی در حالت غیرناشتا (همانند تحقیق مارتینز، ۲۰۱۰) (۲۰) و حدود دوونیم ساعت پس از ناهار، قبل و بلافاصله پس از دو مرحله ورزش وامانده‌ساز جمع‌آوری شد. در هر بار ۱۰ میلی‌لیتر خون از سیاهرگ دست آزمودنی در وضعیت نشسته، در حال استراحت گرفته شد. از آپروتینین و EDTA به ترتیب به عنوان ماده محافظ و جداکننده پلاسما استفاده شد. نمونه‌های خونی ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. غلظت PYY پلاسما با استفاده از روش الایزا، کیت شرکت USCN Life Science ساخت چین با درجه حساسیت ۵/۶ پیکوگرم بر میلی‌لیتر و ضریب تغییرات درون‌گروهی ۶/۲ درصد اندازه‌گیری شد. غلظت لاکتات پلاسما به روش رنگ‌سنجی آنزیماتیک، کیت شرکت Randox ساخت انگلستان با درجه حساسیت ۱/۴۸۸ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر و ضریب تغییرات درون‌گروهی ۲/۲ درصد اندازه‌گیری شد. غلظت کورتیزول پلاسما به روش الایزا، کیت شرکت Diagnostics Biochem ساخت کانادا با درجه حساسیت ۰/۴ میکروگرم بر دسی‌لیتر و ضریب تغییرات درون‌گروهی ۵/۹ درصد اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری احساس سیری

برای اندازه‌گیری سیری از پرسشنامه اشتها با مقیاس اندازه‌گیری آنالوگ دیداری استفاده شد که آزمودنی‌ها آن را در سه نوبت قبل از تمرینات هشت‌هفته‌ای و سه نوبت بعد از تمرینات هشت‌هفته‌ای، شامل قبل از فعالیت ورزشی وامانده‌ساز، بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی وامانده‌ساز و قبل از شام، تکمیل کردند. پرسشنامه شامل این سؤال بود: "چقدر احساس سیری می‌کنید؟" (۲۸).

روش‌های آماری

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، از آزمون آنالیز کوواریانس (ANCOVA) با اندازه‌گیری مکرر در چهار مرحله شامل قبل و بلافاصله پس از ورزش وامانده‌ساز اولیه و همچنین قبل و بلافاصله پس از ورزش وامانده‌ساز دوم در دو گروه کنترل و تجربی و آزمون t مستقل با نمره‌های افزوده استفاده شد. کلیه عملیات آماری، با نرم‌افزار SPSS15 انجام گرفت و سطح معناداری آزمون‌ها $P < 0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌های پژوهش

نتایج این پژوهش نشان داد که هیچیک از شاخص‌های فیزیکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها شامل وزن، شاخص توده بدنی و حداکثر اکسیژن مصرفی در اثر تمرینات هوازی تغییر

معناداری نداشت، ولی در اثر تمرینات هوازی زمان رسیدن به واماندگی و مسافت پیموده شده طی ورزش وامانده‌ساز در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل به‌طور معناداری افزایش یافت ($P=0/001$) (جدول ۱). از طرف دیگر، میانگین کالری دریافتی سه روز قبل از ورزش وامانده‌ساز اول در گروه کنترل $1455/9$ و در گروه تجربی $1556/5$ کیلوکالری بود که تفاوت معناداری نداشت ($P=0/87$). میانگین کالری دریافتی سه روز قبل از ورزش وامانده‌ساز دوم در گروه کنترل $1682/62$ و در گروه تجربی $1604/31$ کیلوکالری اندازه‌گیری شد ($P=0/63$) و نتایج نشان داد که در طول پروتکل پژوهش، تفاوت معناداری در مقدار کالری دریافتی در دو گروه وجود نداشت.

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های آنتروپومتریک و فیزیولوژیکی، زمان و مسافت رسیدن به واماندگی آزمودنی‌ها

P	گروه کنترل (پس از تمرینات هوازی)	گروه تجربی (پس از تمرینات هوازی)	P	گروه کنترل (قبل از تمرینات هوازی)	گروه تجربی (قبل از تمرینات هوازی)	شاخص‌های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی
0/24	$66/98 \pm 6/65$	$62/40 \pm 5/94$	0/34	$66/76 \pm 6/73$	$62/76 \pm 6/32$	وزن (kg)
0/31	$22/69 \pm 3/42$	$21/19 \pm 1/71$	0/61	$22/16 \pm 3/89$	$21/32 \pm 1/85$	شاخص توده بدن (Kg/ m ²)
0/001	$33/02 \pm 6/66$	$44/12 \pm 2/41$	0/016	$34/21 \pm 7/33$	$43/27 \pm 3/28$	حداکثر توان هوازی (ml/kg/min)
0/001	$58/86 \pm 6/44$	$90/25 \pm 13/23$ #	0/107	$52/57 \pm 9/64$	$61/58 \pm 11/87$	زمان رسیدن به واماندگی طی ورزش وامانده‌ساز
0/001	$7720/71 \pm 1264/33$	$15201/25 \pm 2565/29$ #	0/125	$6837/43 \pm 1679/03$	$8487/92 \pm 2365/89$	مسافت طی‌شده (m) طی ورزش وامانده‌ساز

افزایش معنی‌دار نسبت به حالت کنترل $p < 0/05$

میانگین تغییرات PYY، کورتیزول و لاکتات پلاسما در دو گروه تجربی و کنترل در جدول ۲ آمده است. پس از اصلاح غلظت شاخص‌ها نسبت به تغییرات حجم پلاسما، نتایج نشان داد که تمرینات هوازی بر مقادیر PYY پلاسمای زمان استراحت و پس از ورزش وامانده‌ساز اثر معناداری نداشت ($P=0/71$). از سوی دیگر، هشت هفته تمرین هوازی بر احساس سیری زمان استراحت و ناشی از ورزش وامانده‌ساز اثر معنی‌داری نداشت ($P=0/55$) (جدول ۳). تمرینات هوازی سبب افزایش معنادار کورتیزول پلاسمای پس از ورزش وامانده‌ساز و زمان استراحت شد ($P=0/001$) و نیز به کاهش معنادار مقادیر لاکتات ناشی از ورزش وامانده‌ساز در گروه تجربی انجامید ($P=0/03$).

جدول ۲. میانگین تغییرات متغیرهای وابسته

متغیرها	زمان اندازه گیری		قبل از ورزش		بعد از ورزش	
	کنترل	تجربی	وامانده‌ساز ۱	وامانده‌ساز ۲	وامانده‌ساز ۱	وامانده‌ساز ۲
پپتید YY (pg/ml)	۱۳۴/۱۴±۱۵/۹۷	۱۶۳/۴۲±۱۱/۷۰	۱۲۵/۱۰±۹/۶۲	۱۲۵/۵۷±۱۷/۷۶	۱۳۰/۷۱±۱۷/۹۰	۱۴۴/۸۱±۲۲/۵۹
لاکتات (mg/dl)	۲۱/۰۷±۷/۲۱	۲۰/۰۸±۵/۴۴	*۴۴/۱۲±۱۵/۲۷	۲۰/۳۱±۳/۰۲	†۴۱/۳۸±۱۰/۱۶	#†۴۹/۷۰±۵/۸۴
کورتیزول (µg/dl)	۱۷/۲۳±۳/۵۲	۱۵/۹۷±۵/۰۳	۱۷/۲۰±۶/۹۳	۱۷/۱۰±۵/۹۷	۱۵/۸۶±۷/۴۶	#†۲۵/۵۱±۶/۱۴

* تفاوت معنی‌دار نسبت به حالت استراحت قبل از پروتکل هشت هفته $p < 0.05$ ، † تفاوت معنی‌دار نسبت به حالت استراحت بعد از پروتکل هشت هفته $p < 0.05$ ، # تفاوت معنی‌دار نسبت به حالت کنترل $p < 0.05$

جدول ۳. میانگین تغییرات احساس سیری

P (تغییرات درون گروهی)	زمان اندازه گیری		قبل از ورزش		پس از ورزش	
	گروه کنترل	گروه تجربی	قبل از شام اول	قبل از شام دوم	پس از شام اول	پس از شام دوم
۰/۰۰۱	۱۱۸/۶±۱۵/۷۰	۹۲/۹±۳۴/۹	*۷۰/۷۰±۳۰/۰۰	*۴۵±۳۹/۳	†۷۸/۶۰±۲۲/۷	۴۵/۷±۲۱/۳
۰/۰۰۱	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۹۶	۰/۹۷	۰/۸۱	۰/۹۹

* تفاوت معنی‌دار نسبت به حالت استراحت قبل از پروتکل هشت هفته $p < 0.05$ ، † تفاوت معنی‌دار نسبت به حالت استراحت بعد از پروتکل هشت هفته $p < 0.05$

بحث و نتیجه گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هشت هفته تمرین هوازی بر احساس سیری زمان استراحت و ناشی از ورزش وامانده‌ساز اثر معنی‌داری نداشت. وایبرو^۱ (۲۰۰۸) و هاگوبیان^۲ (۲۰۰۹) عدم تغییر در احساس سیری را در اثر تمرینات ورزشی نشان دادند (۳۰، ۲۹) که این نتایج با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. وایبرو و همکاران (۲۰۰۸) در یک پروتکل ۱۶ روزه، تاثیر تمرینات هوازی (روی دوچرخه کارسنج یا نوارگردان) را بر اشتها بررسی کردند. هیچ تاثیر معناداری در احساس گرسنگی، سیری و میل به غذا بعد از تمرینات مشاهده نشد. در این

1. Whybrow
2. Hagobian

تحقیق مانند تحقیق حاضر، وزن بدن آزمودنی‌ها تغییر معناداری نداشت (۲۹). هاگوبیان (۲۰۰۹) نیز تحقیقی روی نه مرد و نه زن دارای اضافه‌وزن یا چاق انجام داد که طی آن چهار جلسه تمرین دویدن روی تردمیل با شدت متوسط انجام گرفت. نتایج نشان داد در مردان و زنان، صرف‌نظر از شرایط انرژی، تغییر معناداری در احساس گرسنگی، سیری یا میل به غذا ایجاد نمی‌شود (۳۰). از طرف دیگر، مارتینز^۱ (۲۰۱۰) و کینگ^۲ (۲۰۰۹) افزایش احساس سیری را متعاقب تمرینات ورزشی مشاهده کردند (۲۰، ۱۸). کینگ و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیق ۱۲ هفته‌ای، در ۵۸ مرد و زن چاق، تاثیر تمرینات ورزشی را بر اشتها بررسی کردند. نتایج تحقیق آنها حاکی از کاهش وزن و افزایش احساس گرسنگی ناشتا و افزایش میانگین احساس گرسنگی در طول روز بود (۲۲). همچنین مارتینز و همکاران (۲۰۱۰) تحقیقی روی ۲۲ آزمودنی بی‌تحرک دارای اضافه‌وزن یا چاق انجام دادند. تمرین ورزشی دویدن به مدت ۱۲ هفته، هر هفته ۵ جلسه با شدت ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه اجرا شد و نتایج نشان داد که احساس گرسنگی ناشتا افزایش معنادار و احساس سیری ناشتا کاهش معناداری یافت (۲۰). در این دو تحقیق (۲۲، ۲۰) از آزمودنی‌های چاق یا دارای اضافه‌وزن استفاده شد و در پایان دوره تمرین نیز وزن بدن به‌طور معناداری کاهش داشت، ولی در تحقیق حاضر، آزمودنی‌ها دارای وزن طبیعی بودند و در اثر تمرینات ورزشی وزن بدنشان کاهش نیافت که می‌توان اختلاف نتایج را با توجه به این مسئله توجیه کرد. به‌علاوه، مارتینز (۲۰۱۰) و کینگ (۲۰۰۹) احساس گرسنگی را در شرایط ناشتا و در صبح اندازه‌گیری کردند، ولی در پژوهش حاضر اندازه‌گیری اشتها قبل و بلافاصله پس از ورزش و امانده‌ساز، بعدازظهر و در شرایط پس از صرف نهار انجام گرفت. همچنین لیدی^۳ و همکاران (۲۰۰۷) کاهش معنی‌دار احساس سیری در اثر سه ماه تمرین ورزشی را گزارش کردند که البته نسبت به گروه کنترل معنادار نبود (۲۱) که این نتایج با نتایج پژوهش حاضر همخوانی ندارد. البته با توجه به اینکه کاهش احساس سیری در این تحقیق (۲۱) نسبت به گروه کنترل معنادار نبوده است، می‌توان از آن چشم‌پوشید. دلیل احتمالی عدم تغییر در احساس سیری در اثر تمرینات هوازی را می‌توان به این موضوع مربوط دانست که عدم ایجاد تعادل منفی چشمگیر انرژی طی پروتکل پژوهش و در نتیجه عدم کاهش وزن چشمگیر، سبب شده پاسخ‌های جبرانی اشتها برای ایجاد تعادل مجدد معادله انرژی ایجاد نشود. در طول پروتکل، اشتها تغییری نکرد، زیرا معادله انرژی از حالت تعادل خارج نشد.

1. Martins
2. King
3. Leidy

به عبارتی آزمودنی‌ها افزایش در هزینه انرژی تمرین ورزشی را با کاهش فعالیت‌های دیگر یا کاهش هزینه‌های دیگر انرژی، جبران کردند و از این رو تعادل منفی انرژی چشمگیر ایجاد نشد. به علاوه، جدا از فرایندهای فیزیولوژیکی، اشتها و سیری براساس محرک‌های خارجی ایجاد شده تحت تأثیر غذا و عوامل محیطی نیز تنظیم می‌شود. نشان داده شده که محرک‌های محیطی، روانی، اجتماعی و فرهنگی تأثیرات قوی بر دریافت غذا می‌گذارند (۳۱) و سازوکارهای تنظیم اشتها بسیار پیچیده‌اند (۵).

از طرفی، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات هوازی بر مقادیر PYY پلاسمای زمان استراحت و ناشی از ورزش و امانده‌ساز اثر معناداری نداشت. نتایج تحقیق مارتینز (۲۰۱۰) روی ۲۲ آزمودنی نشان داد که مقادیر PYY پلاسمای در اثر تمرینات ورزشی در دو حالت ناشتایی و پس از صبحانه تغییر معناداری نداشت (۲۰) که این نتایج با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. جونز^۱ (۲۰۰۹) تأثیر هشت ماه تمرین هوازی بلندمدت را بر غلظت هورمون‌های مرتبط با اشتها بررسی کرد. این محقق مشاهده کرد که به‌طور معناداری درصد چربی بدن کاهش یافت و غلظت PYY تام پس از تمرینات ورزشی بلندمدت افزایش معناداری در حدود ۲۳ درصد یافت (۱۹) که این نتایج با نتایج پژوهش حاضر متفاوت است. با توجه به این موضوع که آزمودنی‌ها در تحقیق جونز (۲۰۰۹) نوجوانان دارای اضافه وزن و چاق بودند و مقادیر PYY پلاسمایی به‌طور معناداری در آزمودنی‌های چاق در مقایسه با آزمودنی‌هایی با وزن طبیعی، کمتر است (۱۵)، می‌توان احتمال داد که افزایش غلظت PYY به کاهش درصد چربی این آزمودنی‌ها مربوط است، در حالی که در تحقیق حاضر از آزمودنی‌هایی با وزن طبیعی استفاده شد و در طول پروتکل تمرینات هوازی نیز تغییر چندانی در وزن بدن آنها ایجاد نشد. دلیل احتمالی عدم تغییر در غلظت PYY پلاسمای در اثر تمرینات هوازی را می‌توان به این موضوع مربوط دانست که عدم تغییر وزن طی پروتکل پژوهش و در نتیجه عدم ایجاد تعادل منفی چشمگیر انرژی سبب شده پاسخ‌های جبرانی در هورمون PYY برای ایجاد تعادل مجدد معادله انرژی ایجاد نشود. این عدم تغییر در غلظت PYY پلاسمای با نتایج تأثیر تمرینات هوازی بر احساس سیری در پژوهش حاضر همخوانی دارد.

همچنین، نتایج پژوهش حاضر نشان داد تمرینات هوازی سبب افزایش معنادار کورتیزول پلاسمای پس از ورزش و امانده‌ساز و زمان استراحت می‌شود. دوکت^۲ (۲۰۰۰) تأثیر ۱۸ هفته برنامه ترکیبی رژیم غذایی به همراه تمرینات ورزشی را پس از کاهش وزن، بر غلظت کورتیزول

1. Jones

2. Doucet

بررسی کرد. پس از تمرین ورزشی، میل به غذا و گرسنگی و غلظت کورتیزول در حالت ناشتا به طور معناداری افزایش یافت. نتیجه این بود که بهترین پیشگویی کننده تغییرات میل به غذا و سیری در طول برنامه، تغییر در کورتیزول ناشتا در مردان بود (۳۲) که این نتایج با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. این محقق (دوکت) دلیل افزایش اشتها را علاوه بر کاهش وزن، افزایش کورتیزول دانسته است (۳۲). ما انتظار داشتیم غلظت کورتیزول پلاسما پس از سازگاری با تمرینات هوازی در حالت استراحت و پس از ورزش وامانده ساز کاهش یابد (۳۳)، در حالی که در این تحقیق افزایش پیدا کرد. دلیل یا دلایل افزایش غلظت کورتیزول به خوبی مشخص نیست. همچنین، افزایش غلظت کورتیزول سبب افزایش اشتها نشد. البته چون عوامل و هورمون‌های زیادی در تنظیم احساس اشتها و سیری موثرند و کورتیزول تنها یکی از این عوامل است، می‌توان این ناهماهنگی را توجیه کرد.

در این تحقیق غلظت لاکتات پلاسما نیز اندازه‌گیری شد. تمرینات هوازی سبب کاهش معنادار مقادیر لاکتات ناشی از ورزش وامانده ساز در گروه تجربی شد. گزارش شده که پس از سازگاری با تمرینات استقامتی غلظت لاکتات کاهش می‌یابد (۳۴-۳۶) که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. سازوکارهای مؤثر در این کاهش در پاسخ به تمرین ورزشی هنوز کاملاً مشخص نشده است (۳۴). البته، مقدار تولید لاکتات در افراد تمرین کرده کاهش می‌یابد (۳۶). به نظر می‌رسد عضلات فعال، عامل اصلی تغییرات در اکسیداسیون لاکتات در طول تمرینات ورزشی باشند (۳۴). البته این انتظار وجود داشت که همراه با کاهش لاکتات ناشی از ورزش وامانده ساز پس از تمرینات هوازی، احساس سیری نیز کاهش یابد. عدم تغییر در احساس سیری نشان می‌دهد که گرسنگی و سیری از تأثیر یکپارچه تعدادی از هورمون‌ها به وجود می‌آید (۳۷). در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که عدم تغییر وزن بدن و عدم ایجاد تعادل منفی چشمگیر، از دلایل احتمالی عدم تغییر PYY و احساس سیری در اثر تمرینات هوازی است. برای تغییر احساس سیری و PYY، حجم و شدت تمرینات باید زیاد باشد و این دو شاخص، ثبات زیادی دارند.

منابع:

1. Jéquier E, Tappy L. (1999) Regulation of body weight in humans. *Physiol Reviews* 79(2): 451-480. PMID: 10221987
2. Stanley S, Wynne K, McGowan B, Bloom S. (2005) Hormonal regulation of food intake. *Physiol Rev* 85(4):1131-58. PMID: 16183909
3. Cheng MH, Bushnell D, Cannon DT, Kern M. (2009) Appetite regulation via

- exercise prior or subsequent to high-fat meal consumption. *Appetite* 52(1):193–198. PMID: 18926865
4. Chen H, Hansen MJ, Jones JE, Vlahose R, Bozinovski S, Anderson GP, et al. (2007) Regulation of hypothalamic NPY by diet and smoking. *Peptides* 28(2): 384-389. PMID: 17207894
 5. Moore MS. (2000) Interaction between physical activity and diet in the regulation of body weight. *Proc Nutr Soc* 59(2): 193-198. PMID: 10946787
 6. Hellström PM, Geliebter A, Näslund E, Schmidt PT, Yahav EK, Hashim SA, et al. (2004) Peripheral and central signals in the control of eating in normal, obese and binge-eating human subjects. *Br J Nutr* 92(1):47-57. PMID: 15384323.
 7. Kojima M and Kanagawa K. (2004) Ghrelin: structure and function. *Physiol Rev* 85(2):495-522. PMID: 15788704
 8. de Graaf C, Blom WA, Smeets PA, Stafleu A & Hendriks HF. (2004) Biomarkers of satiation and satiety. *Am J Clin Nutr* 79(6): 946–961. PMID: 15159223
 9. Tatemoto K, Mutt V. (1980) Isolation of two novel candidate hormones using a chemical method for finding naturally occurring polypeptides. *Nature* 285(5764): 417–418. PMID: 6892950
 10. Druce MR, Small CJ, Bloom SR. (2004) Minireview :gut peptides regulating satiety. *Endocrinology* 2004; 145(6):2660–2665. PMID: 15044353
 11. le Roux CW, Batterham RL, Aylwin SJ, Patterson M, Borg CM, Wynne KJ, et al. (2006) Attenuated peptide YY release in obese subjects is associated with reduced satiety. *Endocrinology* 147(1):3-8. PMID: 16166213
 12. Karra E, Batterham RL. (2010) The role of gut hormones in the regulation of body weight and energy homeostasis. *Mol Cell Endocrinol* 316(2): 120–128. PMID: 19563862
 13. Cummings DE, Overduin J. (2007) Gastrointestinal regulation of food intake. *J Clin Invest* 117(1): 13–23. PMID: 17200702
 14. Batterham RL, Cohen MA, Ellis SM, Le Roux CW, Withers DJ, Frost GS, Ghatei MA, Bloom SR. (2003). Inhibition of food intake in obese subjects by peptide YY₃₋₃₆. *N Engl J Med* 349: 941–8
 15. Batterham RL, Heffron H, Kapoor S, Chivers JE, Chandarana K, Herzog H, et al.(2006). Critical role for peptide YY in protein-mediated satiation and body-weight regulation. *Cell Metab* 4(3):223–233. PMID: 16950139
 16. Martins C, Robertson MD, Morgan ML. (2008) Effects of exercise and restrained eating behaviour on appetite control. *Proc Nutr Soc* 67(1):28- 41. PMID: 18234129

17. Maraki M., Tsoflioua F, Pitsiladis YP, Malkova D, Mutrie N, Higgins S. (2005) Acute effects of a single exercise class on appetite, energy intake and mood. Is there a time of day effect? *Appetite* 45(3): 272–278. PMID: 16157416
18. Broom DR, Batterham RL, King JA, Stensel DJ. (2009) Influence of resistance and aerobic exercise on hunger, circulating levels of acylated ghrelin, and peptide YY in healthy males. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 296(1): 29–35. PMID: 18987287
19. Jones TE, Basilio JL, Brophy PM, McCammon MR, Hickner RC. (2009) Long-term exercise training in overweight adolescents improves plasma peptide YY and resistin. *Obesity (Silver Spring)* 17(6): 1189–1195. PMID: 19247279
20. Martins C, Kulseng B, King NA, Holst JJ, Blundell JE. (2010) The effects of exercise-Induced weight loss on appetite-related peptides and motivation to eat. *J Clin Endocrinol Metab* 95(4): 1609-1616. PMID: 20150577
21. Leidy HJ, Dougherty KA, Frye BR, Duke KM, Williams NI. (2007) Twenty-four-hour ghrelin is elevated after calorie restriction and exercise training in non-obese women.
22. *Obesity (Silver Spring)* 15(2):446–455. PMID: 17299118
23. King NA, Caudwell PP, Hopkins M, Stubbs JR, Naslund E, Blundell JE. (2009) Dual-process action of exercise on appetite control: increase in orexigenic drive but improvement in meal-induced satiety. *Am J Clin Nutr* 90(4):921-927. PMID: 19675105
24. Song Z, Routh VH. (2005) Differential effects of glucose and lactate on glucosensing neurons in the ventromedial hypothalamic nucleus. *Diabetes* 54(1):15–22. PMID: 15616006
25. Tataranni PA, Larson DE, Snitker S, Young JB, Flatt JP, Ravussin E. (1996) Effects of glucocorticoids on energy metabolism and food intake in humans. *Am J Physiol* 271(2 pt 1): 317-325. PMID: 8770026
26. George SA, Khan S, Briggs H, Abelson JL. (2010) CRH-stimulated cortisol release and food intake in healthy, non-obese adults. *Psychoneuroendocrinology* 35(4): 607-612. PMID: 19828258
27. Torres SJ, Nowson CA. (2007) Relationship between stress, eating behavior, and obesity. *Nutrition* 23:887-894.
28. Dill DB and Costill DL. (1974) Calculation of percentage changes in volume of blood plasma and red cells in dehydration. *J Appl Physiol* 37(2) :247 – 248 . PMID: 4850854
29. Flint A, Raben A, Blundell JE & Astrup A. (2000) Reproducibility, power and validity of visual analogue scales in assessment of appetite sensations in single test meal studies. *Int J Obes Relate Metab Disord* 24(1):38–48. PMID: 10702749

30. Whybrow S, Hughes DA, Ritz P, Johnstone AM, Horgan GW, King N, et al. (2008) The effect of an incremental increase in exercise on appetite, eating behaviour and energy balance in lean men and women feeding ad libitum. *Br J Nutr* 100(5): 1109–1115. PMID: 18377694
31. Hagobian TA, Sharoff CG, Stephens BR, Wade GN, Silva JE, Chipkin SR, et al. (2009) Effects of exercise on energy-regulating hormones and appetite in men and women. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 296(2): 233–242. PMID: 19073905
32. Martins C, Robertson MD, Morgan LM. (2008) Effects of exercise and restrained eating behaviour on appetite control. *Proc Nutr Soc* 67(1): 28- 41. PMID: 18234129
33. Doucet E, Imbeault P, St-Pierre S, Almeras N, Mauriege P, Richard D, et al. (2000) Appetite after weight loss by energy restriction and a low-fat diet-exercise follow-up. *Int J Obese Relat Metab Disord* 24(7):906-914. PMID: 10918539
34. Robergs RA, Roberts SO, Hill MG editor. Gaeini AA, Dabidi R oushan V, (2000) translator. *Fundamental principles of exercise physiology: for fitness, performance and health, USA.*
35. Bergman BC, Butterfield GE, Wolfel EE, Lopaschuk GD, Casazza GA, Horning MA, et al. (1999) Muscle net glucose uptake and glucose kinetics after endurance training in men. *Am. J. Physiol.* 277(Endocrinol. Metab 40):81–92. PMID: 10409131
36. Bishop D, Edge J, Thomas C, Mercier J. (2008) Effects of high-intensity training on muscle lactate transporters and postexercise recovery of muscle lactate and hydrogen ions in women. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 295(6): 1991–1998. PMID: 18832090
37. MacRae HS, Dennis SC, Bosch AN, and Noakes TD. (1992) Effects of training on lactate production and removal during progressive exercise in humans. *J Appl Physiol* 72(5): 1649–1656. PMID: 1601768
38. Ballard TP, Melby CL, Camus H, Cianciulli M, Pitts J, Schmidt S, et al. (2009) Effect of resistance exercise, with or without carbohydrate supplementation, on plasma ghrelin concentrations and postexercise hunger and food intake. *Metabolism* 58(8):1191-1199. PMID: 19497597