مجله‌ی غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی شهید بهشتی
دوره‌ی هجدهم، شماره‌ی ۲، صفحه‌های ۱۱۱ ـ ۱۰۵ (خرداد ـ تیر ۱۳۹۵)

مقاله‌ی پژوهشی

اثر فعالیت ورزشی تناوبی در شرایط هایپوکسی بر پاسخ PYY_{3-36} و اشتها در افراد دارای اضافه وزن

فاطمه فروغی نسب، دکتر فریبرز هوانلو، دکتر سجاد احمدی زاد

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی دانشگاه شهید بهشتی، **نشانی مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول:** تهران، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده تربیت بدنی گروه فیزیولوژی ورزشی، فاطمه فروغی نسب؛ e-mail: f.forooghi@yahoo.com

چکیده

مقدمه: با توجه به اینکه چاقی و اضافه وزن در سال‌های اخیر رشد فزاینده‌ای داشته است، این پژوهش با هدف بررسی اثر فعالیت ورزشی تناوبی در شرایط هایپوکسی بر پاسخ هورمون ضد اشتهای PYY3-36 و میزان اشتها در افراد دارای اضافه وزن انجام شد. مواد و روش‌ها: بدین منظور، ۸ نفر از دانشجویان داوطلب مرد غیر ورزشکار دانشگاه شهید بهشتی تهران با میانگین سنی ۲/۱۱±۲۲/۱۴ سال، قد ۷/۶۹±۱۷۵/۲۸ سانتی‌متر، وزن ۵/۹۵±۸۷/۰۳ کیلوگرم و نمایه‌ی توده‌ی بدن ۱/۵±۲۸/۴ کیلوگرم بر مترمربع بررسی شدند. آزمودنی‌ها در دو جلسه با یک هفته فاصله به صورت توازن متقابل در دو شرایط هایپوکسی و نورموکسی فعالیت کردند. پروتکل تمرین به صورت متناوب در ۵ مرحله‌ی فعالیت روی دوچرخه‌ی کار سنج با شدت ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه به مدت ۴ دقیقه و مراحل استراحتی با شدت ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه به مدت ۲ دقیقه اجرا شد. در جریان اجرای تحقیق، شرایط محیطی و نیز شرایط تمرینی درهر دو جلسه یکسان سازی شد و فقط آزمودنی‌ها در جلسه هایپوکسی فعالیت خود را در شرایط کاهش فشار سهمی اکسیژن به میزان ۱۵ درصد انجام دادند. نمونه‌های خونی، ۱۵ دقیقه قبل از فعالیت و همین‌طور پس از فعالیت در زمان‌های ۱۰،۲۰،۴۰،۶۰،۸۰ دقیقه گرفته شدند. با استفاده از تکنیک الایزا غلظت پلاسمایی PYY_{3-36} اندازه‌گیری شد. یافته‌ها: نوع محیط تفاوتی بر میزان پاسخ PYY_{3-36} نداشت (P=۰/۱)؛ اما فعالیت باعث افزایش آن،به خصوص در شرایط نورموکسی شد. هم‌چنین محیط نتوانست تفاوت معنی‌داری را در میزان اشتها ایجاد کند (P=۰/۸۷۲)، هرچند در هر دو جلسه بعد از فعالیت تمایل به کاهش اشتها وجود داشت. نتیجه‌گیری: فعالیت باعث افزایش سطوح گردشی PYY_{3-36} و کاهش میزان اشتها می‌شود، ولی بین دو محیط هایپوکسی و نورموکسی تفاوتی وجود ندارد.

واژگان کلیدی: فعالیت تناوبی، هایپوکسی، نورموکسی، هورمون PYY_{3-36}، میزان اشتها، اضافه وزن

دریافت مقاله: ۹۴/۹/۲۲ـ دریافت اصلاحیه: ۹۵/۲/۸ ـ پذیرش مقاله: ۹۵/۲/۲۸

مقدمه

امروزه، اضافه وزن و چاقی حاصل از بی‌تحرکی، یکی از مهم‌ترین مشکلات مرتبط با سلامتی در جهان هستند،[۱] به گونه‌ای که پنجمین دلیل مرگ و میر در سراسر جهان معرفی شده‌اند.[۲،۳] علی‌رغم این که در آغاز سال ۲۰۰۰ در بسیاری از کشورها، کاهش شیوع اضافه وزن و چاقی مهم‌ترین هدف حوزه سلامت بود،[۴] اما سرعت افزایش چاقی و بیماری‌های مرتبط با آن بسیار نگران‌کننده است. اضافه وزن و چاقی نقش مهمی در ایجاد بیماری‌های قلبی ـ عروقی، فشار خون، دیابت نوع ۲، بیماری‌های عضلانی و برخی سرطان‌ها (مانند سرطان سینه) دارند.[۵،۶] از این رو، نیاز به یافتن راه‌کارهای موثر و کارآمد برای غلبه بر این مشکل، بیش از پیش احساس می‌شود.

فعالیت‌های ورزشی، رژیم غذایی کم کالری، دارودرمانی، عمل جراحی و تغییر سبک زندگی روش‌های مورد استفاده برای درمان چاقی هستند؛[۷] که در میان آن‌ها رژیم غذایی و فعالیت ورزشی متغیرهای کلیدی و مهمی هستند که توازن

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-26]

انرژی را در جهت کاهش وزن بر هم می‌زنند. با وجود روش‌های گوناگون، رسیدن به درمانی مؤثر برای کاهش وزن همچنان دست نیافتنی باقی مانده است.[۸] فعالیت‌های ورزشی یکی از مهم‌ترین و در عین حال کم هزینه‌ترین و ایمن‌ترین روش‌های مورد استفاده برای ایجاد تعادل منفی انرژی و متعاقب آن کاهش وزن هستند. فعالیت ورزشی منظم و طولانی مدت، با افزایش انرژی مصرفی باعث کاهش وزن می‌شود.[۹] ارتباط بین ورزش و گرسنگی باعث شده است تا محققان به مطالعه‌ی نقش هورمون‌های روده به عنوان واسطه تغییرات گرسنگی ناشی از ورزش بپردازند.[۱۰]

از سوی دیگر، هیپوتالاموس، به ویژه هسته‌های کمانی موجود در آن، مرکز اصلی گرسنگی و سیری در مغز است. سیگنال‌های محیطی ناشی از تغییرات هورمون‌های وابسته به گرسنگی و سیری با ارسال اطلاعات به هیپوتالاموس، موجب شروع و یا خاتمه دریافت غذا شده و به تعادل هموستاز انرژی کمک می‌کنند. در پانزده سال اخیر، تحقیقات زیادی به بررسی سازوکارهای موثر در ایجاد حالت‌های گرسنگی و سیری (اشتها) پرداخته‌اند و هورمون‌های درون ریز زیادی از جمله گرلین، لپتین، PYY[i] و انسولین را شناسایی کرده‌اند کرده‌اند که در کنترل اشتها، میزان غذای دریافتی و وزن بدن نقش مهمی را ایفاء می‌کنند.[۹] جورجیما[ii] اظهار می‌کند که در این میان، PYY بیشترین توجه را در بین پپتیدهای سرکوب‌کننده اشتها به خود معطوف کرده است.[۱۱] PYY، به عنوان هورمون سرکوبگر اشتها (ضدگرسنگی) شناخته شده است و موجب کاهش غذای دریافتی و احساس سیری می‌شود. این هورمون متعلق به خانواده NPY[iii] و PP[iv] است. است. PYY پپتید ۳۶ اسید آمینه‌ای است که از سلول‌های L ایلئوم و کولون در پاسخ به دریافت مواد غذایی ترشح می‌شود. این هورمون با پیوند به گیرنده‌های Y2هیپوتالاموس نقش خود را ایفا می‌کند. PYY به دو صورت PYY_{1-36} و PYY_{3-36} در خون وجود دارد. هر دو شکل این هورمون در خون وجود دارند، اما شکل PYY_{3-36} نقش مهم‌تری در سرکوب اشتها و گرسنگی دارد؛ از این رو تزریق بلندمدت آن به کاهش غذای دریافتی، توده چربی و وزن بدن منجر می‌شود. در حقیقت، می‌توان گفت سیگنال‌های ارسالی از طریق این هورمون با دیگر هورمون‌ها در هیپوتالاموس یکپارچه می‌شود و بر مقدار غذای دریافتی، انرژی مصرفی و تعادل کلی انرژی اثر می‌گذارند.[۹،۱۰،۱۲،۱۳،۱۴]

پاسخ هورمون‌های روده برای ورزش کمتر شناخته شده‌اند. مطالعات متعددی، افزایش هورمون سیری پلی‌پپتید پانکراس (PP) را بعد از ورزش‌های هوازی گزارش کرده‌اند. اما هنوز در خصوص PYY پژوهش‌ها بسیار محدود است.[۱۵،۱۶] در بیشتر تحقیقات، PYY تام را سنجیده‌اند.[۱۰،۱۲،۱۷] مطالعات کوتاه مدت تک جلسه‌ای، افزایش مقادیر پلاسمایی PYY را پس از یک جلسه فعالیت بدنی گزارش کرده‌اند.[۱۰،۱۷،۱۸] از آنجا که فرم PYY_{3-36} این هورمون بیشتر بر اشتها تأثیرگذار است، برخی از مطالعات براین هورمون تمرکز کرده‌اند.[۱۲،۱۷،۱۹]

از سوی دیگر بیان شده است که هایپوکسی نقش مهمی در پاتوژنز غدد درون‌ریز و اختلال در سوخت و ساز بدن در چاقی و سندروم متابولیک دارد.[۲۰]

در همین راستا، اخیراً قرار گرفتن در معرض ارتفاع به همراه فعالیت ورزشی و یا فقط اقامت در آن شرایط، یکی از روش‌های پیشنهادی برای کاهش وزن است. اگرچه سازوکار دقیق این روش هنوز مشخص نیست، اما یافتن دلیل کاهش وزن در ارتفاع بالا ممکن است ابزاری جدید برای درمان چاقی را فراهم کند.[۲۱-۲۵] نتایج برخی از تحقیقات انجام گرفته در شرایط هایپوکسی، کاهش وزن را نشان داده‌اند. در همین راستا، لیپل[v] و همکارانش آزمودنی‌های چاق را به صورت منفعل و به مدت یک هفته در معرض ارتفاع ۲۶۵۰ متری قرار دادند و کاهش معنی‌داری را در کالری دریافتی و وزن بدن و نیز افزایش در لپتین پایه مشاهده کردند.[۲۲] ورکمن[vi] و همکارانش نیز به این نتیجه رسیدند که قرار گرفتن کوتاه مدت و غیرفعال در شرایط هایپوکسی باعث افزایش متابولیک و سوخت و ساز در مردان دارای اضافه وزن می‌شود.[۲۳] مشاهده شده که مدت زمان قرارگیری در معرض ارتفاع به میزان چند روز و یا بیشتر با کاهش وزن همراه است.[۱۵]

علی‌رغم این مسئله، هنوز نقش هورمون‌های اشتها در تنظیم بی‌اشتهایی در ارتفاع بالا به خوبی مشخص نشده است. در مطالعه‌ای تأثیر ارتفاع را برمیزان هورمون PYY بررسی کردند. یکی از محدودیت‌های این تحقیق که می‌توان به آن اشاره کرد، عدم سنجش میزان PYY_{3-36} است. تاکنون پژوهشی مبنی بر سنجش این هورمون در ارتفاع و تاثیر آن

i - Peptide tyrosine-tyrosine
ii -Jürimäe
iii - Neuropeptide Y
iv - Pancreatic polypeptide

v- Lippl
vi - Workman

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-26]

بر میزان اشتها و گرسنگی افراد انجام نشده است. بر این اساس، مطالعه‌ی حاضر در نظر داشت تا با مقایسه‌ی شرایط هایپوکسی و نورموکسی به همراه فعالیت ورزشی تناوبی و تاثیر آن بر PYY_{3-36} و میزان اشتهای افراد دارای اضافه وزن به این پرسش پاسخ دهد که آیا انجام فعالیت ورزشی تناوبی در شرایط هایپوکسی می‌تواند بر پاسخ PYY_{3-36} و میزان اشتها در افراد دارای اضافه وزن مؤثر باشد؟

مواد و روش‌ها

روش تحقیق از نوع نیمه تجربی با اندازه‌گیری مکرر بود که در آن یک گروه آزمودنی با فاصله‌ی زمانی یک هفته، پروتکل فعالیت تناوبی را در دو شرایط هایپوکسی و نورموکسی اجرا کرد. ۸ مرد با دامنه‌ی سنی ۳۰-۲۰ سال و نمایه‌ی توده‌ی بدنی ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع و بدون سابقه‌ی فعالیت بدنی منظم بررسی شدند. آزمودنی‌ها از طریق اطلاعیه و به صورت داوطلبانه در این پژوهش که شامل دو جلسه‌ی فعالیت ورزشی تناوبی در دو شرایط هایپوکسی نورموکسی بود، شرکت کردند. از تمامی آزمودنی‌ها درخواست شد تا پرسش‌نامه‌ی سلامت و سابقه‌ی پزشکی و هم‌چنین فرم رضایت‌نامه‌ی شرکت در آزمون را قبل از شروع تحقیق تکمیل و امضاء کنند. هم‌چنین این طرح تحقیقی دارای کد اخلاق به شماره ۱۰۰۵ از کمیته اخلاق و پژوهش علمی دانشگاه شهید بهشتی تهران است.

هم‌چنین، جهت آشناسازی آزمودنی‌ها با فرایند آزمون و نحوه‌ی اندازه‌گیری‌ها به آزمایشگاه دعوت شدند. آزمودنی‌ها فاقد سابقه‌ی هر گونه مصرف دخانیات و استروئیدهای آنابولیک بودند. از آزمودنی‌ها تقاضا شد حداقل ۴۸ ساعت قبل از شروع جلسات، آزمون فعالیت ورزشی نداشته باشند و پس از ۱۰ ساعت ناشتایی به محل آزمایشگاه مراجعه کنند. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱- مشخصات فردی آزمودنی‌ها در هر گروه

گروه / شاخص	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	سن (سال)	نمایه‌ی توده‌ی بدن (کیلوگرم/متر مربع)
تعداد آزمودنی‌ها (۸ نفر)	۱۷۵/۲۸±۷/۶۹*	۸۷/۰۳±۵/۹۵	۲۲/۱۴±۲/۱۱	۲۸/۴۰±۱/۵

* میانگین±انحراف معیار

پروتکل تمرین

آزمودنی‌ها در سه جلسه‌ی مجزا به آزمایشگاه دعوت شدند. جلسه‌ی اول با هدف اندازه‌گیری ویژگی‌های آنتروپومتریکی (قد، وزن، درصد چربی)، آشنایی با دستگاه‌ها و نحوه‌ی اجرای پروتکل فعالیت ورزشی برگزار شد. در جلسه‌ی دوم، آزمودنی‌ها ساعت ۸ صبح به طور ناشتا به آزمایشگاه مراجعه و پس از حضور در آزمایشگاه ابتدا در چادر به مدت ۱۵ دقیقه در حالت نشسته استراحت کردند و سپس برای تعیین سطوح پلاسمایی استراحتی هورمون PYY_{3-36}، اولین نمونه‌ی خونی از آن‌ها گرفته شد. فعالیت در در چادر هایپوکسی، در ارتفاع شبیه سازی شده پس از یک برنامه پایلوت انجام شد. فعالیت ورزشی شامل گرم کردن به صورت ۵ دقیقه رکاب زدن سبک برروی دوچرخه کارسنج با ۵۰ درصد حداکثر ضربان قلب، و فعالیت در ۵ مرحله با شدت ۸۵ درصد و وهله‌های استراحتی ۵۰ درصد حداکثر ضربان قلب به صورت تناوبی به مدت ۳۰ دقیقه اجرا شد. آزمودنی‌ها پس از سرد کردن، در چادر استراحت کردند تا نمونه‌گیری‌های خونی پس از آزمون انجام شود. جلسه‌ی سوم نیز با همین روش، اما در شرایط نورموکسی انجام شد. لازم به ذکر است که بین جلسات فعالیت ورزشی در شرایط‌های مذکور حداقل یک هفته فاصله داشت و ترتیب اجرای فعالیت‌ها توسط آزمودنی‌ها به صورت توازن متقابل[i] بود، به گونه‌ای که افراد به صورت تصادفی در هر هفته در یکی از شرایط هایپوکسی و یا نورموکسی فعالیت کردند. در زمان اجرای تمام مراحل و جلسات آزمایشی، درجه حرارت آزمایشگاه در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد ثابت نگه داشته شد. قبل و پس از اتمام هر پروتکل در دقایق ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ دوره ریکاوری، هر بار به میزان ۸ میلی‌لیتر خون از ورید بازویی آزمودنی‌ها جمع‌آوری شد؛ و در هربار نمونه‌گیری خون، از آن‌ها خواسته شد تا اشتهای خود (چقدر احساس گرسنگی

i - Counterbalance

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-26]

می‌کنند) را با علامت زدن روی مقیاسی دیداری مدرج ۱۰۰ میلی‌متری مشخص کنند.[۸] غلظت‌های پلاسمایی PYY_{3-36} به روش آزمایش آنزیمی الایزای رقابتی با کیت فونیکس مدل EK-059-02 ساخت کشور امریکا با درجه حساسیت ۰/۱۵ نانوگرم بر میلی‌لیتر و در دامنه‌ی ۰-۱۰۰ نانوگرم بر میلی‌لیتر اندازه‌گیری شد. به منظور جلوگیری از تجزیه PYY_{3-36}، نمونه‌های خون درون لوله‌های جداگانه محتوی EDTA جمع‌آوری شدند. نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و سپس پلاسمای به دست آمده به لوله‌های جداگانه‌ای منتقل شد و در دمای ۷۰- درجه‌ی سانتی‌گراد در فریزر نگه‌داری شد.

یافته‌ها

تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از آزمون آنوای مکرر (ANOVA)۲×۶ نشان داد در دو شرایط هایپوکسی و نورموکسی، سطوح پلاسمایی PYY_{3-36} در پاسخ به فعالیت تناوبی تفاوت معنی‌داری نداشت. ($P=۰/۱۰۲$، $F_{5,30}=۲/۶۴۴$). (جدول ۲) اما نتایج قبل و پس از ۲۰ دقیقه فعالیت، نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار میزان PYY_{3-36}، به خصوص در شرایط نورموکسی نسبت به هایپوکسی شد. ($P=۰/۰۱۹$، $F_{1,6}=۱۰/۰۴۱$) نتایج نشان داد، فعالیت در دو شرایط هایپوکسی و نورموکسی تفاوتی بر میزان اشتها نداشت. ($F_{5,30}=۰/۳۶۰$، $P=۰/۸۷۲$)، (جدول ۳)، اما بدون در نظر گرفتن محیط، در طی زمان کاهش معنی‌داری در طی زمان‌های قبل و بعد از ده دقیقه ($P=۰/۰۱$) و بین زمان‌های ۴۰ و ۶۰ دقیقه پس از فعالیت مشاهده شد ($P=۰/۰۲۲$)

جدول ۲- نتایج PYY3-36 در دو گروه هایپوکسی و نورموکسی قبل فعالیت و در طی ریکاوری پس از فعالیت

	قبل	بعد از ۱۰ دقیقه	بعد از ۲۰ دقیقه	بعد از ۴۰ دقیقه	بعد از ۶۰ دقیقه	بعد از ۸۰ دقیقه
هایپوکسی	۲/۱±۰/۴*	۱/۷±۰/۲	۲/۲۱±۰/۶	۱/۶±۰/۴	۱/۷±۰/۴	۱/۶±۰/۴
نورموکسی	۲/۴±۱/۴	۳/۴±۳/۱	۵/۳±۳/۵	۴/۱±۳/۲	۴/۴±۳/۵	۳/۳±۲/۵

* میانگین±انحراف معیار

جدول ۳- نمره‌ی اشتها بین دو گروه هایپوکسی و نورموکسی قبل فعالیت و طی ریکاوری پس از فعالیت

	قبل	بعد از ۱۰دقیقه	بعد از ۲۰ دقیقه	بعد از ۴۰ دقیقه	بعد از ۶۰ دقیقه	بعد از ۸۰ دقی‌قه
هایپوکسی	۵/۲±۱/۷*	۴/۷±۱/۲	۵/۱±۱/۴	۵/۱±۱/۰	۴/۱±۱/۲	۴/۱±۰/۸
نورموکسی	۵/۲±۱/۱	۴/۲±۱/۱	۴/۵±۱/۷	۴/۷±۱/۹	۴/۴±۱/۲	۳/۸±۱/۶

* میانگین±انحراف معیار

بحث

هدف از تحقیق حاضر، بررسی اثر فعالیت ورزشی تناوبی در شرایط هایپوکسی بر پاسخ PYY_{3-36} و اشتها در افراد دارای اضافه وزن بود. نتایج نشان دادند که فعالیت تناوبی در شرایط هایپوکسی و نورموکسی اثری بر میزان PYY_{3-36} در افراد دارای اضافه وزن ندارد. هم‌چنین با مقایسه داده‌های قبل و پس از ۲۰ دقیقه فعالیت مشخص شد که تفاوت معنی‌داری بین داده‌های PYY_{3-36} در شرایط نورموکسی وجود دارد، یعنی فعالیت در شرایط نورموکسی باعث افزایش معنی‌دار داده‌ها شد، اما در شرایط هایپوکسی افزایش معنی‌داری مشاهده نشد.

مطالعات در مورد PYY بسیار محدود است، تنها دو تحقیق اثر فعالیت را در شرایط هایپوکسی مورد بررسی قرار دادند. بیشتر تحقیقات انجام شده، PYY تام را سنجیده‌اند و نه PYY_{3-36} را که فرم فعال و اثرگذارتر این هورمون است. اگرچه، این دو فرم همبستگی بسیار بالایی دارند[۱۳،۲۶] و تغییرات در پپتید تام منعکس‌کننده تغییرات در PYY_{3-36} است.[۱۶] نتایج این تحقیق همسو با نتایج ویس[i] و

i-Wasse

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-26]

همکارانش است که تمایل به افزایش PYY در نورموکسی را نسبت به اقامت ۷ روزه در شرایط هایپوکسی نشان داد. پاسخ برای سرکوب PYY در ارتفاع ناشناخته است و ممکن است به تغییرات دیگر هورمون‌ها و پپتیدهای اشتها چون GLP-1 و CCK مربوط باشد که ما در این بررسی آن‌ها را اندازه‌گیری نکردیم.[۱۵] ویس عنوان می‌کند ورزش حاد در شرایط نورموکسی باعث افزایش CCK می‌شود، اگرچه این پاسخ در هایپوکسی اتفاق نیفتاده است و غلظت آن در هایپوکسی در مقایسه با گروه شاهد سرکوب شد؛ پس این احتمال وجود دارد که افزایش نیافتن سطح PYY در طول هایپوکسی در تحقیق ویس با کاهش مشاهده شده CCK در هایپوکسی در طول ورزش مرتبط باشد.[۱۵] یکی دیگر از دلایلی که نتوانست در بررسی ما اختلاف معنی‌داری در میزان هورمون مذکور در دو شرایط هایپوکسی و نورموکسی ایجاد کند، احتمالاً به دلیل قرار داشتن افراد در ارتفاع ۱۷۰۰ متری از سطح دریا در جریان فعالیت در شرایط نورموکسی است که این خود می‌تواند باعث ایجاد درصدی از هایپوکسی شود.[۲۷] هم‌چنین از دیگر دلایل محتمل که نتوانست در تحقیق حاضر باعث افزایش معنی‌دار در PYY شود، شدت تمرین است. شدت تمرین از عوامل مهم برای افزایش PYY است. تحقیقات نشان داده‌اند که ورزش بالای ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی به صورت حاد اشتها را سرکوب می‌کند.[۲۸] در تحقیق بایلی،[i] آزمودنی‌ها فعال و سالم با شدت ۹۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی فعالیت کردند که باعث افزایش PYY شد. اما در تحقیق حاضر به علت اینکه افراد داری اضافه وزن و غیرفعال بودند، قابلیت افزایش شدت و یا ارتفاع وجود نداشت. هم‌چنین در همین راستا، یودا[ii] و همکارانش اثر شدت تمرین بر PYY_{3-36} را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد یک جلسه فعالیت هوازی با شدت بالا (۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی) به میزان بیشتری نسبت به شدت متوسط (۵۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی) باعث افزایش PYY_{3-36} می‌شود.[۱۲] یودا نشان داد که روند ترشح می‌تواند با توجه به شدت و نوع محرک تغییر کند. این امکان وجود دارد که جنبش‌پذیری PYY در خون با توجه به نوع و شدت ورزش متفاوت باشد.[۱۲] دلیل پاسخ PYY به ورزش روشن نیست، اما بین هورمون‌های روده تعامل وجود دارد و هم‌چنین عوامل مکانیکی نیز ممکن است در این میان سهم داشته باشند.[۱۶] هم‌چنین سازوکار افزایش PYY مشخص نیست، اما به نظر می‌رسد که تغییرات آن مربوط به سیستم عصبی باشد که با افزایش شدت تمرین افزایش می‌یابد.[۲۹] همسو با نتایج تحقیقات قبلی،[۱۰،۱۸،۲۶،۲۹،۳۰،۳۱] در این تحقیق نیز غلظت سطوح پلاسمایی PYY_{3-36} در طی ورزش افزایش و پس از ریکاوری کاهش داشت، ولی در انتها، همچنان بالاتر از سطح پایه باقی ماند. افزایش PYY و GLP-1 بعد از فعالیت ورزشی و مصرف غذا، بسته به ماهیت و اندازه وعده غذایی، شدت و مدت محرک ورزشی متفاوت است و ترشح این هورمون‌های شناخته شده تحت عوامل عصبی و هورمونی و سیستم مواد غذایی مجرای گوارشی است. هم‌چنین نتایج حاصل از تحقیقات می‌تواند به علت ویژگی‌های آزمودنی‌ها (جنس، ترکیب بدنی، درصد چربی، سابقه‌ی فعالیت و مواد غذایی داده شده) و هم‌چنین کنترل عوامل ورزشی (شدت، مدت، نوع و زمان ریکاوری بین دوره‌ها) متفاوت باشد.[۱۲]

همسو با یافته‌های این تحقیق، در تحقیقات قبلی[۱۲،۲۹،۳۰،۳۲،۳۳] تغییر معنی‌داری در میزان اشتها دیده نشد که البته تمایل به کاهش در میزان اشتها در هر دو گروه، صرف‌نظر از شرایط محیطی، مشاهده شد. این امکان وجود دارد که عدم تغییر معنی‌دار PYY_{3-36}، مسئول فقدان تغییر مشخص در میزان اشتها باشد. تحقیقات گذشته بیان‌گر این هستند که ارتباط منفی بین میزان اشتها و سطوح در گردش این هورمون وجود دارد.[۱۲] از دیگر دلایل مطرح شده می‌توان به شدت تمرین اشاره کرد. در همین راستا در تحقیقی که اخیراً توسط بایلی و همکارانش انجام شد، افزایش PYY در گروه فعالیت با شدت بالا، نسبت به گروه فعالیت با شدت متوسط، هم‌چنین کاهش معنی‌داری در میزان اشتهای افراد دیده شد. علاوه بر آن تغییرات دیده شده، در گروه هایپوکسی نسبت به گروه نورموکسی بیشتر بود. بایلی عنوان می‌کند جنبش پذیری PYY در خون می‌تواند با نوع و شدت ورزش متفاوت باشد و هنوز درک روشنی از سازوکار پاسخ PYY وجود ندارد، اما احتمالاً تعامل با دیگر هورمون‌ها و متابولیسم گلوکز می‌تواند در این میان مهم باشد.[۱۶]

پاسخ اشتها به ورزش یا هایپوکسی همیشه با تغییرات در هورمون‌های اشتها همراه نیست.[۱۵،۱۶،۲۸،۳۴] تحقیق ویس و همکارانش، سرکوب اشتها را در طی هایپوکسی نسبت به

i - Bailey
ii - Ueda

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-26]

نورموکسی مشاهده کردند. در تحقیقات دیگری، به دنبال ورزش با شدت بالا و بدون تغییر در هورمون‌های اشتها، میزان اشتها سرکوب شد، در حالی که برخلاف آن در تحقیق دیتون[i] و همکارانش و مارتینز[ii] و همکارانش هورمون‌های اشتها بدون تغییر در میزان درک اشتها تحت تأثیر قرار گرفته بودند.[۲۸،۳۵] این یافته‌ها بر ماهیت پیچیده تنظیم اشتها تاکید می‌کند که طیف وسیعی از فاکتورهای غدد داخلی و روانی را در این بین شامل می‌شود[۳۳] و در کل می توان گفت پاسخ مشاهده شده ممکن است به ماهیت فعالیت ورزشی که در معرض آن قرار گرفته (شدت، مدت و نوع) و یا محیط (هایپوکسی یا نورموکسی) بستگی داشته باشد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که فعالیت ورزشی در شرایط هایپوکسی و نورمـــوکسی باعث افـــزایش در PYY3-36 می‌شود که این میزان در شرایط نورموکسی بیشتر بود و هم‌چنین میزان اشتها تمایل به کاهش را در شرایط هایپوکسی و نورموکسی نشان داد، اما تغییر معنی‌داری نداشت. این یافته‌ها ماهیت پیچیده‌ی تنظیم اشتها را نشان می‌دهند و تعامل بین هورمون‌های مختلف و شرایط روانی در سرکوب اشتها سهم بسیار مهمی بر عهده دارند.

i-Deighton
ii- Martins

References

1. Lakka T, Bouchard C. Physical Activity, Obesity and Cardiovascular Diseases. Handbook of Experimental Pharmacology 2005; 170: 137-63.
2. Quintero P, Milagro FI, Campión J, Martínez JA. Impact of oxygen availability on body weight management. Medical Hypotheses 2010; 74: 901-7.
3. Fact sheet: obesity and overweight [database on the Internet] (2009). Available from: URL: //http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/print.htm
4. Kim J, Leet S, Kim T, Kim H, Jeon T, Yoon Y. Effects of exercise induced weight loss on acylated and unacylated ghrelin in overweight children. Clin Endocrinol 2008; 68: 416–22.
5. Bhandari U, Kumar V, Khanna N, Panda BP. The effect of high-fat diet-induced obesity on cardiovascular toxicity in wistar albino rats. Hum Exp Toxicolvol 2011; 30: 1313-21.
6. Cooper JA, Watras AC, Paton CM, Wegner FH, Adams AK, Schoeller DA. Impact of exercise and dietary fatty acid composition from a high-fat diet on markers of hunger and satiety. Appetite 2011; 56: 171-8.
7. Sarwer DB, Von Sydow GA, Vetter ML, Wadden TA. Behavior therapy for obesity: where are we now? Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes 2009; 16: 347–52.
8. Gholipour M, Kordi MR, Taghikhani M, Ravasi AA, Gaeini AA, Tabrizi A. The acute effects of intermittent treadmill running on hunger and plasma acylated ghrelin concentration in individuals with obesity. Tehran Univ Med J 2011, 69: 125-35.
9. Shariatzadeh M, Gaeini AA, Kordi MA, Suri R, Hedayati M, Haghshenas RA. The effect of 12 weeks of endurance training on plasma levels of acylated ghrelin, PYY3-36, food intake and body weight of obese male rats. life Sciences Sports 2012; 14: 55-69.
10. Broom DR, Batterham RL, King JA, Stensel DJ. Influence of resistance and aerobic exercise on hunger, circulating levels of acylated ghrelin, and peptide YY in healthy males. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol 2009; 296: R29-35.
11. Jaak Jürimäe, Toiv Jürimäe. Ghrelin Responses to Acute Exercise and Training. Endocrinology of Physical Activity and Sport Contemporary Endocrinology 2013; 207-19.
12. Ueda SY, Yoshikawa T, Katsura Y, Usui T, Fujimoto S. Comparable effects of moderate intensity exercise on changes in anorectic gut hormone levels and energy intake to high intensity exercise. J Endocrinol 2009; 203: 357-64.
13. Karra E, Chandarana K, Batterham RL. The role of peptide YY in appetite regulation and obesity. J Physiol 2009; 587: 19-25.
14. Ueno H, Yamaguchi H, Mizuta M, Nakazato M. "The role of PYY in feeding regulation". Regul Pept 2008; 145: 12-6.
15. Wasse LK, Sunderland C, King JA, Batterham RL, Stensel DJ. Influence of rest and exercise at a simulated altitude of 4,000 m on appetite, energy intake, and plasma concentrations of acylated ghrelin and peptide YY. J Appl Physiol (1985) 2012; 112: 552-9.
16. Bailey DP, Smith LR, Chrismas BC, Taylor L, Stensel DJ, Deighton K, et al. Appetite and gut hormone responses to moderate-intensity continuous exercise versus high-intensity interval exercise, in normoxic and hypoxic conditions. Appetite 2015; 89: 237-45.
17. Cheng MH, Bushnell D, Cannon DT, Kern M. Appetite regulation via exercise prior or subsequent to high-fat meal consumption. Appetite 2009; 52: 193-8.
18. Martins C, Morgan LM, Bloom SR, Robertson MD. Effects of exercise on gut peptides, energy intake and appetite. J Endocrinol 2007; 193: 251-8.
19. Batterham RL, Cohen MA, Ellis SM, Le Roux CW, Withers DJ, Frost GS, et al. Inhibition of Food Intake in Obese Subjects by Peptide YY3–36. N Engl J Med 2003; 349: 941-8.
20. Schmoller A, Voss M, Gehring H, Rudolf S, Schweiger U, Schultes B, et al. "Short Hypoxia Does not Affect Plasma Leptin in HealthyMen under Euglycemic Clamp Conditions" Hindawi Publishing Corporation International Journal of Endocrinology Volume 2009; Article ID 270698, 6 pages.
21. Urdampilleta A, Gonzalez-Muniesa P, Portillo MP, Martinez JA. Usefulness of combining intermittent hypoxia and physical exercise in the treatment of obesity. J Physiol Biochem 2012; 68: 289-304.
22. Lippl FJ, Neubauer S, Schipfer S, Lichter N, Tufman A, Otto Ba, et al. Hypobaric Hypoxia Causes Body Weight Reduction in Obese Subjects. Obesity 2010; 18: 675–81.
23. Ch. Workman, F. A Basset. Post-metabolic response to passive normobaric hypoxic exposure in sedendary overweight males: a pilot study. Nutrition and Metabolism 2012; 9: 103.

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-26]

24. Wiesner S, Haufe S, Engeli S, Mutschler H, Haas U, Luft FC, et al. Influences of Normobaric Hypoxia Training on Physical Fitness and Metabolic Risk Markers in Overweight to Obese Subjects. Obesity (Silver Spring) 2010; 18: 116-20.
25. Netzer NC, Chytra R, Küpper T. Low intense physical exercise in normobaric hypoxia leads to more weight loss in obese people than low intense physical exercise in normobaric sham hypoxia. Sleep Breath 2008; 12: 129-34.
26. Kawano H, Mineta M, Asaka M, Miyashita M, Numao S, Gando Y, et al. "Effects of different modes of exercise on appetite and appetite-regulating hormones". Appetite 2013; 66: 26-33.
27. Bruno R M, Ghiadoni L, Pratali L. Vascular adaptation to extreme conditions: The role of hypoxia. Received 9 October 2015; received in revised form 3 February 2016; accepted 4 February 2016. http://www.arteryresearch.com/article/S1872-9312(16)00004-1/abstract
28. Deighton K, Karra E, Batterham RL, Stensel DJ. Appetite, energy intake, and PYY3-36 responses to energy-matched continuous exercise and submaximal high-intensity exercise. Appl Physiol Nutr Metab 2013; 38: 947-52.
29. Larson-Meyer DE, Palm S, Bansal A, Austin KJ, Hart AM, Alexander BM. Influence of running and walking on hormonal regulators of appetite in women. J Obes 2012; 2012: 730409.
30. Hagobian TA1, Yamashiro M, Hinkel-Lipsker J, Streder K, Evero N, Hackney T. Effects of acute exercise on appetite hormones and ad libitum energy intake in men and women. Appl Physiol Nutr Metab 2013; 38: 66-72.
31. Ueda SY, Miyamoto T, Nakahara H, Shishido T, Usui T, Katsura Y, et al. Effects of exercise training on gut hormone levels after a single bout of exercise in middle-aged Japanese women. SpringerPlus 2010; 2: 83.
32. King JA, Wasse LK, Ewens J, Crystallis K, Emmanuel J, Batterham RL, et al. Differential Acylated Ghrelin, Peptide YY3–36, Appetite, and Food Intake Responses to Equivalent Energy Deficits Created by Exercise and Food Restriction. J Clin Endocrinol Metab April 2011; 96: 1114–21.
33. Kanaley JA, Heden TD, Liu Y, Whaley-Connell AT, Chockalingam A, Dellsperger KC, et al. Short term aerobic exercise training increases postprandial pancreatic polypeptide but not peptide YY concentrations in obese individuals. Int J Obes (Lond) 2014; 38: 266–71.
34. Sim AY, Wallman KE, Fairchild TJ, Guelfi KJ. High-intensity intermittent exercise attenuates ad-libitum energy intake. International Journal of Obesity 2014; 38: 417–22.
35. Martins C, Kulseng B, King NA, Holst JJ, Blundell JE. The Effects of Exercise-Induced Weight Loss on Appetite-Related Peptides and Motivation to Eat. J Clin Endocrinol Metab 2014; 95: 1609–16.
36. Kalson NS, Hext F, Davies AJ, Chan CW, Wright AD, Imray CH, et al. Do changes in gastro-intestinal blood flow explain high-altitude anorexia? European Journal of Clinical Investigation 2010; 40: 735–41.

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-26]

Original Article

The Effect of Interval Exercise in Hypoxia on Responses of PYY_{3-36} and Appetitein Overweight Individuals

Forooghinasab F, Hovanloo F, Ahmadizad S

Faculty of Physical Education Department of Exercise Physiology,Shahid Beheshti University,Tehran, I.R. Iran

e-mail: f.forooghi@yahoo.com

Received: 13/12/2015 **Accepted**: 17/05/2016

Abstract

Introduction: Since obesity and overweight have dramatically increased in recent years, the purpose of this study was to compare the effects of hypoxia on responses of PYY3-36 and the appetite to interval exercise among overweight individuals. Materials and Methods: Eight healthy male subjects (age, 22.14±2.11 yrs; height,175.28±7.69 cm; weight, 87.03±5.95 kg; BMI, 28.4±1.5 kg/m2) voluntarily participated in the study and performed an exercise protocols (cycling) in noromxic and hypoxic conditions on two separate sessions (Counterbalance) with a one week interval. Interval exercise included 5 repetitions of 4-min activity at 85%of HRmax, followed by 2-min active restat 50% of HRmax. The environmental and training conditions were kept constant in two sessions, with the exception that the interval exercise was performed with 15% reduction in oxygen partial pressure in a hypoxic trial. Blood samples were taken before and after exercise (10, 20, 40, 60 and 80 minutes) and were analyzed for measuring the PYY3-36 using the ELISA technique. Results: Environmental conditions did not induce significant effect on PYY3-36 responses to interval exercise (P=0.1), though, exercise increased the PYY3-36, especially in normoxic conditions. In addition, although there was a reduction in the appetite following the two trials, environmental conditions had no significant effect on appetite (p=0.872). Conclusion: Interval exercises increase circulating levels of PYY3-36 and reduce appetite, irrespective of the environmental conditions (normoxia or hypoxia) in which the exercise is performed.

Keywords: Interval exercise, Hypoxia, Normoxia, HormonePYY3-36,Appetite, Overweight

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2026-11-26]