



## اثر تمرینات تناوبی شدید بر سطوح آپلین بافت چربی زیرپوستی و احشایی، انسولین و گلوکز پلاسمایی در موش‌های صحرایی نر

صادق امانی<sup>۱</sup>، محمد پوررنجبر<sup>۲</sup>، رضا نصیری فر<sup>۳</sup>، مهسا بهرامپور<sup>۳</sup>، علی سلمانی<sup>۳\*</sup>

۱- دانشگاه خوارزمی- دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی- گروه فیزیولوژی ورزشی- استادیار.

۲- دانشگاه علوم پزشکی کرمان- مرکز فیزیولوژی علوم و اعصاب- گروه تربیت بدنی- استادیار.

۳- دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان- دانشکده ادبیات و علوم انسانی- گروه فیزیولوژی ورزشی- کارشناسی ارشد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱/۲۷، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۲۴

### چکیده

**مقدمه:** در سال‌های اخیر، شیوع چاقی همه‌گیر شده است و فعالیت ورزشی قوی‌ترین محرک برای کاهش آن است. امروزه بافت چربی به‌عنوان یک آدیپوکاین شناخته شده است که تعداد زیادی سایتوکاین و هورمون ترشح می‌کند. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثرات ۵ هفته تمرینات تناوبی شدید (HIIT: High intensity interval training) بر سطوح آپلین در بافت چربی زیرپوستی و احشایی و میزان انسولین و گلوکز خون در موش‌های نر و بیستار است.

**مواد و روش‌ها:** ۲۰ سر موش به‌طور تصادفی به دو گروه تمرین (HIIT) و گروه کنترل تقسیم شدند. کل برنامه تمرینی به مدت پنج هفته و با پنج جلسه در هفته انجام شد. آزمودنی‌ها در هفته اول با سرعت ۳۷ m/min در ۶ وهله دو دقیقه‌ای فعالیت کردند و در بین هر وهله نیز به مدت یک دقیقه به آنها استراحت داده شد. در هفته دوم تعداد وهله‌ها به ۷ مرحله رسید و سرعت به ۴۰ m/min افزایش یافت. در هفته سوم، پروتکل تمرینی با سرعتی برابر با ۴۳ m/min و در ۹ وهله انجام شد. در هفته چهارم سرعت به ۴۹ m/min و تعداد وهله‌ها به ۱۰ و در پنجمین هفته تعداد وهله‌ها به ۱۲ و سرعت به ۵۲ m/min رسید. ۷۲ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی، نمونه‌برداری بافت چربی احشایی و زیرپوستی و خونگیری انجام و متغیرهای موردنظر اندازه‌گیری شد. برای تحلیل داده‌ها نیز از آزمون تی مستقل استفاده شد. سطح معناداری، ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

**نتایج:** نتایج، تغییرات معنی‌داری را در سطوح آپلین چربی احشایی و چربی زیر پوستی و انسولین پلاسمای گروه تمرین نسبت به گروه کنترل نشان داد ( $P < 0/05$ ) اما این تغییرات در گلوکز پلاسمای معنی‌دار نبود ( $P \geq 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تمرینات HIIT می‌تواند باعث کاهش سطوح آپلین در بافت چربی احشایی و زیر پوستی شود که این عامل می‌تواند از بروز بیماری‌های مرتبط با چاقی جلوگیری کند. همچنین کاهش آپلین می‌تواند کاهش مقاومت به انسولین و افزایش حساسیت انسولینی را به همراه داشته باشد.

**واژه‌های کلیدی:** HIIT، آپلین، چربی احشایی، چربی زیرپوستی.

\*نویسنده مسئول: دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه فیزیولوژی ورزشی، تلفن: ۰۹۱۲۸۱۹۴۵۲۳، شماره: ۰۲۱-۸۹۸۷۵۷۱۰

Email: salmani57ali@gmail.com

**ارجاع:** امانی صادق، پوررنجبر محمد، نصیری فر رضا، بهرامپور مهسا، سلمانی علی. اثر تمرینات تناوبی شدید بر سطوح آپلین بافت چربی زیرپوستی و احشایی، انسولین و گلوکز پلاسمایی در موش‌های صحرایی نر. مجله دانش و تندرستی ۱۳۹۶؛ ۱۲(۳): ۱-۷.

## مقدمه

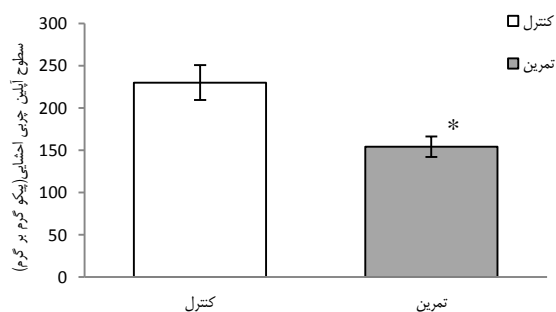
تنظیم‌کننده‌های اصلی تولید آپلین در سلول‌های چربی انسولین است. یک رابطه نزدیک بین آپلین و انسولین در بدن و شرایط آزمایشگاهی گزارش شده است (۷). در عضله نعلی جداشده، آپلین حمل و نقل گلوکز را تحریک می‌کند و این تأثیر آپلین بر تأثیر انسولین اضافه می‌شود (۸) بیان آپلین در سلول‌های چربی در مدل‌های مختلف موش چاق هایپرانسولینمیا افزایش می‌یابد. در طول روزه داری و بعد از خوردن غذا در موش، الگوی بیان آپلین در سلول‌های چربی به موازات سطح پلاسمایی انسولین بود. در سلول‌های چربی 3T3F442A کشت شده همچنین سلول‌های بافت چربی جدا شده، نتایج درمان با انسولین افزایش بیان و ترشح آپلین را نشان می‌دهد (۷). نقش آپلین به‌عنوان یک آدیپوکاین جدید و ارتباط آن با حساسیت انسولین و چاقی به‌علاوه عملکرد سایر مسیرهای پیام‌رسانی اتوکراین و پاراکراین وابسته به اثبات رسیده است. همچنین مشاهده شده است که تغذیه موش‌های صحرایی با رژیم غذایی پر چرب موجب افزایش بیان mRNA آپلین در بافت چربی زیرپوستی می‌شود در حالی که بیان mRNA در بافت چربی پشت مغبنی (Retroperitoneal adipose tissue) در همین پژوهش و بعد از ۵۶ روز تغذیه با رژیم پرچرب تغییری نشان نداد (۹). در مطالعه‌ای اثر ۱۲ هفته تمرینات استقامتی را بر سطوح پلاسمایی آپلین در زنان ۴۵-۶۰ دارای دیابت نوع ۲ بررسی شد. نتایج پژوهش حاکی از افزایش معنادار آپلین پلاسمایی در گروه تمرین بود و سطوح گلوکز در گروه تمرین در مقایسه با پیش‌آزمون به‌صورت معناداری کاهش پیدا کرده بود (۱۰). با توجه به این که آپلین یک آدیپوکاین بسیار جدید است، پژوهش‌های اندکی بر روی این آدیپوکاین در پاسخ به تمرینات ورزشی (۱۳-۹) انجام شده که یافته‌ها تغییرات ضد و نقیضی در سطوح آپلین به همراه داشته است. از آنجاکه در پاسخ به تمرینات تناوبی شدید مطالعه‌ای صورت نگرفته و تقریباً می‌توان گفت تاکنون هیچ پژوهشی اثر تمرینات ورزشی را بر سطوح این آدیپوکاین در بافت چربی بررسی نکرده است. افزایش سطوح آپلین سبب بهبود میزان انسولین و گلوکز خواهد شد. لذا هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر تمرینات تناوبی شدید بر سطوح آپلین در بافت چربی زیرپوستی و احشایی در موش‌های نر نژاد ویستار می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

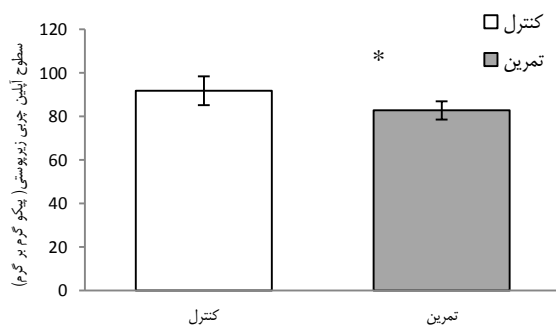
جامعه آماری تحقیق حاضر را کلیه موش‌های مرکز فیزیولوژی تشکیل می‌دادند که از بین آنها ۲۰ سر موش ۸ هفته‌ای با وزن  $10 \pm 190$  گرم (در ابتدا) خریداری شدند. پس از دو هفته آشناسازی و سازگاری حیوانات با محیط جدید به‌طور تصادفی به دو گروه تمرین تناوبی شدید (HIIT) و گروه کنترل تقسیم شدند. کلیه اصول اخلاقی کار با حیوانات توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی و خدمات درمانی مورد بررسی و تأیید قرار گرفت.

چاقی و اضافه وزن یک اختلال فیزیکی چندین عاملی (Multifactor physical disorders) است (۱ و ۲). خطرات سلامتی که با این اختلالات همراه هستند به‌صورت قابل ملاحظه‌ای با گسترش و شیوع بیماری‌های قلبی، پر فشار خونی، دیابت نوع ۲، بیماری‌های تنفسی، برخی از انواع سرطان، برخی از ناهنجاری‌ها و استئوآرتریت مرتبط است (۱ و ۳). در واقع چاقی نشان‌دهنده افزایش توده چربی بدن به‌دلیل افزایش در اندازه و تعداد آدیپوسیت‌ها است. بافت چربی امروزه به‌عنوان یک ارگان اندوکراین فعال شناخته شده است که طیف وسیعی از آدیپوسایتوکاین‌هایی که در تنظیم سیستمیک و موضعی فرآیندهای التهابی و متابولیک به‌صورت اتوکراین و پاراکراین (Autocrine and paracrine) درگیر هستند را، ترشح می‌کند (۴). در بین آدیپوکاین‌های گوناگون که از بافت چربی ترشح می‌شود آپلین یک آدیپوکاین جدید است که در ابتدا به وسیله ما و همکاران شناسایی شد (۵). آپلین یک پپتید دارای ۳۶ اسیدآمینو است که با چندین عمل بیولوژیک در سیستم عصبی مرکزی و محیطی همراه است (۶). آدیپوسیت‌های انسان و موش هر دو توانایی بیان و ترشح آپلین را دارند. انسولین می‌تواند بیان آپلین را در آدیپوسیت‌ها افزایش دهد. بیان آپلین در بافت چربی و غلظت‌های در گردش آپلین در انسان‌ها و حیوانات چاق و دارای مقاومت انسولین افزایش می‌یابد. آپلین به سرعت در جریان خون پاکسازی شده و دارای نیمه عمر بسیار کوتاهی در انسان‌هاست (کمتر از ۵ دقیقه). به علاوه آپلین و گیرنده آن (Apelin receptor) یعنی (APJ) در سلول‌های جداشده پانکراس بیان می‌شوند. همچنین پژوهش‌های زیادی نشان داده‌اند که آپلین در هموستاز گلوکز نقش دارد (۵). از آن جا که گیرنده‌های آپلین در آدیپوسیت‌ها بیان می‌شوند تعجبی ندارد که آپلین اثرات چندوجهی (Multifaceted) بر روی بافت چربی اعمال می‌کند. آپلین برداشت گلوکز را در آدیپوسیت‌ها به‌وسیله افزایش حساسیت انسولین، افزایش داده و سبب کاهش گلوکز خون می‌شود. ترشح سایر آدیپوکاین‌ها را تنظیم می‌کند، از لیپولیز آدیپوسیت‌ها جلوگیری می‌کند و آنژیوژنز را در بافت چربی افزایش می‌دهد و در نتیجه احتمالاً موجب افزایش بافت چربی می‌شود (۱). حساسیت انسولین در موش‌هایی که آپلین در آنها سرکوب شده بود، کاهش پیدا کرده بود، ولی این وضعیت با تزریق آپلین مجدداً بازسازی می‌شود. مشخص شده است که توانایی آپلین در بهبود برداشت محیطی گلوکز از طریق پیام‌رسانی پروتئین کیناز وابسته به AMP (AMPK) اتفاق می‌افتد (۵). آپلین در عملکردهای فیزیولوژیکی گوناگون از قبیل: انقباض عضله قلب، رگ‌گشایی (Vasodilatation) کنترل تغذیه و هموستاز متابولیک نقش مهمی را ایفا می‌کند. سطوح پلاسمایی آپلین در چاقی افزایش پیدا می‌کند. از آنجاکه که گیرنده‌های آپلین در آدیپوسیت‌ها بیان می‌شوند (۳). یکی از

آزمون کلموگروف-اسمیرنوف و همگنی واریانس‌ها توسط آزمون لون بررسی شد ( $P \geq 0.05$ ). آزمون T مستقل نشان داد که تغییرات سطوح آپلین در چربی احشایی، در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌دار نشان داد ( $P \leq 0.001$ ) (شکل ۱). همچنین تغییرات سطوح آپلین در چربی زیرپوستی در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل نیز کاهش معنی‌داری نشان داد ( $P = 0.002$ ) (شکل ۲).

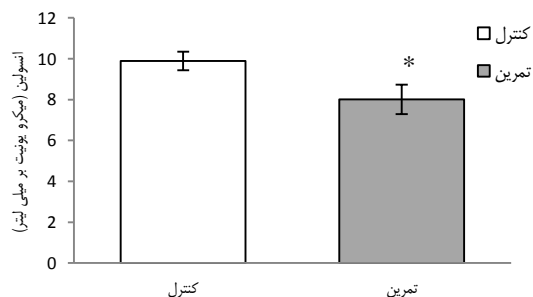


شکل ۱- تغییرات سطوح آپلین چربی احشایی (پیکوگرم بر گرم) در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل  
\* تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه کنترل ( $P \leq 0.001$ ).



شکل ۲- تغییرات سطوح آپلین چربی زیرپوستی (پیکوگرم بر گرم) در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل  
\* تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه کنترل ( $P = 0.002$ ).

همچنین نتایج آزمون T مستقل برای انسولین کاهش معنی‌داری در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل نشان داد ( $P \leq 0.001$ ) اما برای سطوح گلوکز در گروه تجربی نسبت به گروه تمرین کاهش نشان داد اما این کاهش معنی‌دار نبود ( $P = 0.752$ ).



شکل ۳- تغییرات سطوح انسولین پلازما در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل  
\* تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه کنترل

کل برنامه تمرینی به مدت پنج هفته و با ۵ جلسه در هفته انجام شد. قبل از اجرای پروتکل، آزمون رسیدن به واماندگی برای محاسبه حداکثر سرعت موش‌ها انجام شد. که با سرعت ۱۵ متر بر دقیقه شروع و هر دو دقیقه، یک‌بار سرعتی معادل با سه متر بر دقیقه به آن افزوده شد. برای اجرای پروتکل در هفته اول با سرعت ۳۷m/min در ۶ وهله دو دقیقه‌ای انجام شد در بین هر وهله به مدت یک دقیقه استراحت داده شد. هفته دوم تعداد وهله‌ها به ۷ مرحله رسید و سرعت به ۴۰ m/min افزایش یافت. در هفته سوم پروتکل تمرینی با سرعتی برابر با ۴۳ m/min و در ۹ مرحله انجام شد و در هفته چهارم سرعت به ۴۹m/min با ۱۰ وهله افزایش یافت و در پنجمین هفته تعداد وهله‌ها ۱۲ مرحله با سرعتی برابر با ۵۲ m/min اجرا شد. به‌طور کلی در هر هفته تقریباً ۱۰ درصد به سرعت اضافه شد. قبل از انجام پروتکل تمرینی تناوبی شدید، موش‌ها به مدت یک هفته دوره آشنایی را گذراندند که سرعت ترمیل از ۱۵m/min به ۳۰m/min ختم و به مدت ۲۵-۲۰ دقیقه در هر جلسه انجام می‌شد.

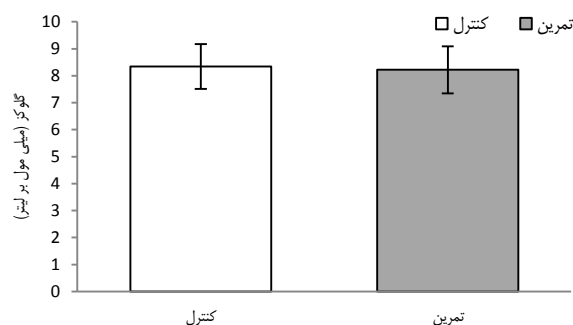
به‌منظور بررسی اثرات مزمن تمرین، ۷۲ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی، نمونه‌برداری بافت چربی احشایی (از ناحیه شکم) و زیرپوستی (از زیر پوست ناحیه سینه) و خونگیری (از چشم) انجام شد. خون در لوله‌های آزمایش حاوی EDTA ریخته شد. سپس نمونه‌های خونی با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ و پلازما جدا شد. تمامی نمونه‌ها در یخچال ۷۰- برای تجزیه و تحلیل‌های موردنظر نگه‌داری شد. برای سنجش غلظت پروتئین آپلین نمونه‌های بافت چربی هموژنایز شد (۱۴) و پس از سانتریفیوژ با سرعت ۹۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، مایع رویی (Supernatant) جدا شده و برای سنجش پروتئین استفاده شد. غلظت آپلین در بافت چربی احشایی و زیرپوستی توسط کیت‌های شرکت antibody online با شماره کیت ABIN433382 ساخت کشور آمریکا به روش الیزا اندازه‌گیری شد. همچنین غلظت گلوکز پلازما با استفاده از روش رنگ‌سنجی آنزیمی براساس واکنش گلوکز اکسیداز با کیت شرکت پارس آزمون و غلظت پلاسمایی انسولین نیز با استفاده از کیت الیزای مخصوص از شرکت Mercodia شماره کیت 10-1281-01 ساخت کشور سوئد اندازه‌گیری شد.

برای بررسی توزیع طبیعی بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. از آزمون T مستقل نیز برای بررسی تفاوت بین دو گروه استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS انجام گرفت.

## نتایج

تعداد کل آزمودنی‌ها در تحقیق حاضر ۲۰ عدد موش که در دو گروه تجربی و کنترل تقسیم‌بندی شده بودند. توزیع طبیعی داده‌ها توسط

کنترل آپلین باشد (۱۸). دریک و همکاران در مطالعه خود تأثیر آپلین بر جذب گلوکز در موش‌های مقاوم به انسولین سالم و چاق را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که آپلین می‌تواند عاملی اصلی در مدیریت و کنترل مقاومت به انسولین باشد. باتوجه به نتایج حاصل از تحقیق این محققین، تزریق داخل وریدی آپلین در موش‌ها موجب کاهش قند خون و افزایش استفاده از گلوکز در عضلات اسکلتی می‌شود. در شرایط آزمایشگاهی از طریق روش‌های دارویی و ژنتیکی در داخل بدن، نشان داده شد که دخالت اندوتلیال NO (Nitric oxide) سنتاز، AMP پروتئین کیناز فعال، در آپلین موجب جذب گلوکز در عضله نعلی می‌شود (۱۹). مشخص شده است که عوامل دیگری به جز عوامل مذکور می‌تواند روی ترشح آدیپوکاین‌ها، تأثیرگذار باشد که از جمله می‌توان به فعالیت ورزشی اشاره کرد. فعالیت ورزشی نیز بسته به شدت و مدت آن، به شکل‌های مختلف می‌تواند تأثیرگذار باشد (۲۰). با این حال مطالعات چندانی در ارتباط با تأثیر فعالیت ورزشی بر آپلین انجام نشده است. زانگ و همکاران در مطالعه‌ای اثر تمرینات شنا را بر بیان آپلین و APJ بافت قلب و عروقی در موش‌های صحرایی مبتلا به فشار خون بالا مورد بررسی قرار دادند. موش‌های صحرایی مبتلا به فشار خون بالا، تحت تمرین شنا به مدت ۹ هفته، ۶ جلسه در هفته و ۶۰ دقیقه در هر جلسه قرار گرفتند. از آن جا که آپلین ممکن است یک نقش نظارتی مهم در اختلال عملکرد قلب انسان ایفا می‌کند. تمرین شنا در موش‌های کم تحرک، فشار خون سیستمیک کاهش و بیان mRNA و APJ در بافت‌های قلبی و عروقی در پلاسما، قلب و آئورت افزایش یافت (۱۱). سعیدی و همکاران در مطالعه خود به تأثیر ۸ هفته تمرینات هوازی با شدت متوسط بر سطوح آپلین و مقاومت انسولینی در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ پرداختند. در این مطالعه، برنامه تمرینی ۸ هفته‌ای دویدن و پیاده روی با شدت ۶۰-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه برای ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۳۰ تا ۶۰ دقیقه انجام دادند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که وزن بدن آزمودنی‌ها، سطوح آپلین پلاسمایی، انسولین خون و شاخص مقاومت به انسولین به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است. آنها اظهار کردند که دلیل کاهش آپلین ممکن است چاق نبودن بیماران باشد چرا که یکی از دلایل افزایش آپلین می‌تواند کاهش وزن بدن آزمودنی‌ها باشد (۲۱). از طرفی شیبانی و همکاران به مطالعه اثر تمرینات رست بر میزان آپلین پلاسما و فشار خون در زنان دهنده پرداختند. طبق نتایج آنها، تمرین RAST موجب افزایش معنی‌دار ضربان قلب و فشار خون پس از تمرین می‌شود. بنابراین، می‌توان گفت احتمالاً آپلین و فشار خون در حالت طبیعی بدن در تعادل باشند و تغییر این پپتید در حین ورزش می‌تواند عامل هشداردهنده مبنی بر خطرات قلبی-عروقی در ورزشکاران باتوجه به نقش شناخته شده آپلین باشد (۱۲). این یافته با



شکل ۴- تغییرات سطوح گلوکز پلاسما در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل

### بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که انجام ۵ هفته تمرینات (HIIT) منجر به کاهش معنی‌دار سطوح آپلین بافت‌های چربی زیرپوستی و احشایی در موش‌های نر نژاد ویستار می‌شود. تمرینات (HIIT) با وهله‌های زمانی کوتاه در آماده‌سازی جسمانی ورزشکاران برای خیلی از ورزش‌ها استفاده می‌شود. هنوز سازگاری‌های فیزیولوژیک این گونه تمرینات که به‌وسیله آن‌ها ممکن است اجرای ورزشی بهبود یابد به خوبی درک نشده است. اکثر مطالعات گذشته بر روش‌های تمرینات هوازی و تناوبی طولانی مدت متمرکز بوده‌اند. اثرات تمرینات بی‌هوازی شدید با وهله‌های کوتاه‌تر خیلی کمتر مشخص شده است و به‌ویژه استفاده از وهله‌های تناوبی شدید کوتاه مدت کمتر از ۱۰ ثانیه به‌عنوان یک محرک تمرینی کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. در طول وهله‌های کوتاه مدت فعالیت با شدت بیشینه، متابولیسم فسفاژن‌های پر انرژی، گلیکولیز و متابولیسم اکسایشی، همگی در چرخه بازسازی ATP مشارکت می‌کنند. به‌نظر می‌رسد هم وهله‌های فعالیت سرعتی و هم تواتر تمرینات بر اجرا و سازگاری‌های هورمونی، سوخت و سازی و آنزیمی تأثیر داشته باشد (۱۵). آپلین، یک آدیپوسایتوکین است که بیشترین محل ترشح آن در بافت‌های چربی می‌باشد و به نظر می‌رسد افزایش ترشح آن باعث کاهش مقاومت به انسولین در چاقی، آدیپوسیت و متابولیسم لیپید در موش‌های چاق باشد. این هورمون، سطوح mRNA ucp1 (uncoupling protein 1) در بافت‌های چربی قهوه‌ای را افزایش داده و سطوح mRNA ucp3 (uncoupling protein 3) در عضلات اسکلتی را افزایش می‌دهد. این هورمون پپتیدی، بر متابولیسم ارگان‌های مختلف بدن از جمله قلب-عروق، کلیه، کبد، بافت چربی، ریه، دستگاه گوارش، مغز، غدد فوق کلیه و اندوتلیوم تأثیرات گسترده‌ای دارد (۱۶). نشان داده شده است که در پاسخ به غذا یا تحریک انسولین، آپلین به‌عنوان ماده‌ای ترشحی از آدیپوسیت مشاهده می‌شود (۱۷). همچنین در مطالعه‌ای مشخص شده است آپلین در موش‌ها، بیشترین ارتباط را با مقاومت به انسولین دارد و تغییرات مقاومت به انسولین می‌تواند منعکس‌کننده

افزایش و مقاومت به انسولین کاهش یافته است و در نتیجه آپلین که با انسولین رابطه مستقیم دارد با کاهش معنی‌دار خود از آنژیوزن در بافت چربی جلوگیری می‌کند. همچنین کاهش غیرمعنی‌دار سطوح گلوکز با کاهش میزان آپلین همراه می‌باشد. نتایج به‌دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات تناوبی شدید ممکن است از بیماری‌های قلبی عروقی و بیماری‌های مرتبط با چاقی جلوگیری کند اما برای اثبات این نتایج به مطالعات بیشتری نیاز است.

### تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی است. از تمامی کسانی که ما را در انجام پژوهش حاضر یاری رساندند، نهایت تشکر را دارم.

### References

- Tan S, Wang X, Wang J. Effects of supervised exercise training at the intensity of maximal fat oxidation in overweight young women. *Journal of Exercise Science & Fitness* 2012;10:64-9. doi: 10.1016/j.jesf.2012.10.002
  - Ghorbanian B, Ghasemian A. The effects of 8 weeks interval endurance combined training on plasma TNF- $\alpha$ , IL-10, insulin resistance and lipid profile in boy adolescents. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport* 2016;4:43-54.[Persian].
  - Than A, Tee WT, Chen P. Apelin secretion and expression of apelin receptors in 3T3-L1 adipocytes are differentially regulated by angiotensin type 1 and type 2 receptors. *Mol Cell Endocrinol* 2012;351:296-305. doi: 10.1016/j.mce.2012.01.005
  - Indulekha K, Anjana RM, Surendar J, Mohan V. Association of visceral and subcutaneous fat with glucose intolerance, insulin resistance, adipocytokines and inflammatory markers in Asian Indians (CURES-113). *Clin Biochem* 2011;44:281-7. doi: 10.1016/j.clinbiochem.2010.12.015
  - Ma WY, Yu TY, Wei JN, Hung CS, Lin MS, Liao YJ, et al. Plasma apelin: A novel biomarker for predicting diabetes. *Clin Chim Acta* 2014;435:18-23. doi: 10.1016/j.cca.2014.03.030
  - Pope GR, Roberts EM, Lolait SJ, O'Carroll A-M. Central and peripheral apelin receptor distribution in the mouse: species differences with rat. *Peptides* 2012;33:139-48. doi: 10.1016/j.peptides.2011.12.005
  - Boucher J, Masri B, Daviaud D, Gesta S, Guigné C, Mazzucotelli A, et al. Apelin, a newly identified adipokine up-regulated by insulin and obesity. *Endocrinology* 2005;146:1764-71. doi: 10.1210/en.2004-1427
  - Dray C, Knauf C, Daviaud D, Waget A, Boucher J, Buléon M, et al. Apelin stimulates glucose utilization in normal and obese insulin-resistant mice. *Cell Metab* 2008;8:437-45. doi: 10.1016/j.cmet.2008.10.003
  - García-Díaz D, Campión J, Milagro FI, Martínez JA. Adiposity dependent apelin gene expression: relationships with oxidative and inflammation markers. *Mol Cell Biochem* 2007;305:87-94. doi: 10.1007/s11010-007-9531-5
  - Aminilari Z, Daryanoosh F, Kooshki Jahromi M, Mohamadi M. The effect of 12 weeks aerobic exercise on the apelin, omentin and glucose in obese older women with diabetes type 2. *Arak Medical University Journal* 2014;17:1-10.
  - Zhang J, Ren CX, Qi YF, Lou LX, Chen L, Zhang LK, et al. Exercise training promotes expression of apelin and APJ of cardiovascular tissues in spontaneously hypertensive rats. *Life Sci* 2006;79:1153-9. doi: 10.1016/j.lfs.2006.03.040
- نتایج پژوهش رایت و همکاران (۲۲)، که نشان دادند یک جلسه تمرین شنا به مدت یک ساعت در روز باعث افزایش ۴ برابری سطوح آپلین پس از تمرین می‌شود، همخوانی دارد. گرچه در پژوهش ژانگ و همکاران (۱۱) سازگاری این پپتید در مدت ۹ هفته بررسی شده بود و در مطالعه شیپانی و همکاران (۱۲) پاسخ آپلین در یک جلسه بررسی فعالیت بررسی شد، علت تشابه در نتیجه را می‌توان در این دانست که در مطالعه شیپانی و همکاران ورزشکاران نخبه مورد بررسی قرار گرفتند و احتمالاً این سازگاری در ورزشکاران نخبه ایجاد شده بود. و دلایل تفاوت نتیجه آن با نتایج سعیدی و همکاران می‌تواند به علت نوع متفاوت آزمودنی‌ها، نوع تمرین به کار گرفته شده و یا متفاوت بودن زمان و مکان تمرین آزمودنی‌ها باشد (۲۱) که در پژوهش رایت و همکاران از موش‌های نر و تمرین شنا استفاده شده بود. از طرفی، پژوهشگران بر هم خوردن تعادل آپلین را به‌عنوان علتی برای افزایش ایست قلبی پیشنهاد کرده‌اند و کاهش آپلین در بیماری کرونر قلبی، ایسکمی قلبی و انفارکتوس میوکاردی نیز مشاهده شده است (۱۱) و (۲۳) که باتوجه به کاهش یافتن آپلین در اثر تمرین شدید، این خود می‌تواند دلیل دیگری بر خطرساز بودن تمرینات ورزشی شدید بر سیستم قلبی-عروقی، کاهش سطوح آپلین و در نتیجه بیماری‌های قلبی باشد. خاطر نشان می‌شود که ساز و کار این پپتید به‌طور کامل شناخته شده نیست و منشأ آپلین پلاسمایی، تنظیم و ترشح آن نیز دقیقاً مشخص نشده است. بنابراین، دو نظریه بر پایه رهایی آپلین وجود دارد؛ نظریه اول این است که آپلین در چرخه گردش خون با سطوح آپلین قلبی ارتباط دارد. فولدس و همکاران بر این باور بودند که منشأ بخشی از آپلین، دستگاه قلبی-عروقی است (۲۳)، اما کاستان و همکاران به این نتیجه رسیدند که افزایش بافت چربی نیز می‌تواند منبع آپلین در چرخه گردش خون بوده و با انسولین و شاخص توده بدن در ارتباط باشد (۲۴). بنابراین نظریه دوم افزایش بافت چربی را منبع آپلین پلاسمایی می‌داند که با انسولین و شاخص توده بدن نیز مرتبط است. باتوجه به کاهش سطوح آپلین در پژوهش حاضر و همخوانی آن با یافته‌های مطالعات قبیل مطالعه سعیدی و همکاران (۲۱) می‌توان به این نتیجه رسید که سازگاری‌های حاصل شده به‌واسطه تمرینات تناوبی و تداومی می‌تواند به کاهش سطوح آپلین منجر شود، چرا که نشان داده شده است سازگاری‌های حاصل شده از تمرینات تناوبی شدید نیز تقریباً مشابه با موارد به‌دست آمده به‌واسطه تمرینات تداومی است (۱۵).
- نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تمرینات تناوبی شدید باعث کاهش معنی‌دار آپلین در چربی زیرپوستی و احشایی می‌شود که این عامل باعث کاهش مقاومت به انسولین می‌شود. باتوجه به کاهش معنی‌دار انسولین در این مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که حساسیت به انسولین

12. Shaibani S, Shemshaki A, Hanachi P. The effect of rast exercise on plasma levels of apelin and blood pressure in elite women runner. Qom University of Medical Sciences Journal 2012;6:27-31.[Persian].
13. Salarmohammadi S, Mogharnasi M, Marefati H, Aminizadeh S, Hajghani M. The effects of endurance training with testosterone injection on Chemerin and Apelin levels in rats with ischemic heart disease. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport 2016;3:31-41.[Persian].
14. Garekani ET, Mohebbi H, Kraemer RR, Fathi R. Exercise training intensity/volume affects plasma and tissue adiponectin concentrations in the male rat. Peptides 2011;32:1008-12. doi: 10.1016/j.peptides.2011.01.027
15. Ross A, Leveritt M. Long-term metabolic and skeletal muscle adaptations to short-sprint training : implications for sprint training and tapering. Sports Med 2001;31:1063-82.
16. Lee DK, Cheng R, Nguyen T, Fan T, Kariyawasam AP, Liu Y, et al. Characterization of apelin, the ligand for the APJ receptor. J Neurochem 2000;74:34-41.
17. Eldor R, Raz I. Lipotoxicity versus adipotoxicity—the deleterious effects of adipose tissue on beta cells in the pathogenesis of type 2 diabetes. Diabetes Research and Clinical Practice 2006;74:S3-8. doi: 10.1016/j.diabres.2006.06.004
18. Izadi M, Zarifian A, Eghdami A, Khorshidi D, Doeli H. Relationship between cardiovascular risk factors and blood adiponectin in diabetic males. ISMJ 2012;15:101-8.[Persian].
19. Castan-Laurell I, Dray C, Attané C, Duparc T, Knauf C, Valet P. Apelin, diabetes, and obesity. Endocrine 2011;40:1-9. doi: 10.1007/s12020-011-9507-9
20. Hida K, Wada J, Eguchi J, Zhang H, Baba M, Seida A, et al. Visceral adipose tissue-derived serine protease inhibitor: a unique insulin-sensitizing adipocytokine in obesity. Proc Natl Acad Sci U S A 2005;102:10610-5. doi: 10.1073/pnas.0504703102
21. Saeidi Ziabari T, Mohebbi H, Hedayati Emami MH. The effect of 8 weeks moderate intensity aerobic exercise on plasma Apelin level and insulin resistance in women with type 2 diabetes. Sport Physiology 2014;5:115-28.
22. Wright D, Sutherland L. Exercise increases apelin expression in white adipose tissue:649. Medicine & Science in Sports & Exercise 2009;41:38. doi: 10.1249/01.mss.0000353380.58815.3d
23. Földes G, Horkay F, Szokodi I, Vuolteenaho O, Ilves M, Lindstedt KA, et al. Circulating and cardiac levels of apelin, the novel ligand of the orphan receptor APJ, in patients with heart failure. Biochem Biophys Res Communns 2003;308:480-5.
24. Castan-Laurell I, Vítková M, Daviaud D, Dray C, Kováčiková M, Kovacova Z, et al. Effect of hypocaloric diet-induced weight loss in obese women on plasma apelin and adipose tissue expression of apelin and APJ. Eur J Endocrinol 2008;158:905-10. doi: 10.1530/EJE-08-0039



## The Effect of the High Intensity Interval Training on Visceral and Subcutaneous Levels of Apelin, Plasma Insulin and Glucose in Wistar Male Rats

Sadegh Amani (Ph.D.)<sup>1</sup>, Mohammad Pourranjbar (Ph.D.)<sup>2</sup>, Reza Nasirifar (M.Sc.)<sup>3</sup>, Mahsa Berhampur (M.Sc.)<sup>3</sup>, Ali Salmani (M.Sc.)<sup>3\*</sup>

1- Dept. of Exercise Physiology, School of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Kerman, Iran.

2- Dept. of Physical Education and Center of Medicine and Neuroscience Research Center, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran.

3- Dept. of Exercise Physiology, School of Literature and Humanities, Branch Kerman, Islamic Azad University, Kerman, Iran.

Received: 16 April 2017, Accepted: 16 October 2017

### Abstract:

**Introduction:** In recent years, the prevalence of obesity has become epidemic, and exercise activity is the strongest stimulus to reduce it. Today, fatty tissue is known as adipocin, which produces a large number of cytokines and hormone. The aim of study was to investigate the effects of High Intensity Interval Training (HIIT) on visceral and subcutaneous levels of Apelin, plasma insulin and glucose in Wistar male Rats.

**Methods:** Twenty male rats were recruited in this study and divided in training and control groups, randomly. Training program performed in 5 weeks, and 5 sessions per each week. Subjects completed 6 high-intensity intervals in 2 minutes with 37 m/m during first week, 7 high-intensity intervals in 2 minutes with 40 m/m during second week, 9 high-intensity intervals in 2 minutes with 43 m/m during third week, 10 high-intensity intervals in 2 minutes with 49 m/m during fourth week, 12 high-intensity intervals in 2 minutes with 52 m/m during fifth week that one minute recovery was between intervals. Blood sampling and biopsies were taken 72 hours after latest session. Independent T-test was used to compare mean during pre and post-test. Significant level was set at 0.05.

**Results:** The results showed significant variations in insulin and visceral and subcutaneous levels of Apelin in training group than control group ( $P < 0.05$ ). But, the variation in glucose levels in training group than control group was not significant ( $P > 0.05$ ).

**Conclusion:** The results showed that HIT training can decrease visceral and subcutaneous levels of Apelin, which can prevent the diseases associated with obesity. Apelin also can result in decrease in insulin resistance and increase in insulin sensitivity.

**Keyword:** High intensity interval training, Apelin, Subcutaneous fat, Visceral fat.

Conflict of Interest: No

\*Corresponding author: A. Salmani, Email: salmani57ali@gmail.com

**Citation:** Amani S, Pourranjbar M, Nasirifar R, Berhampur M, Salmani A. The effect of the high intensity interval training on visceral and subcutaneous levels of apelin, plasma insulin and glucose in wistar male rats. Journal of Knowledge & Health 2017;12(3):1-7.