TUMJ مجله دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، مرداد ۱۳۹٤، دوره ۷۳، شماره ۵، صفحه‌های ۳۷۵ تا ۳۸۳ مقاله اصیل

اثر تمرین مقاومتی غیرخطی و هوازی تناوبی بر سطح سرمی اپلین و مقاومت به انسولین در مردان چاق میانسال

محمود نیک‌سرشت[1*]
حمید رجبی[2]
علی نیک‌سرشت[3]

۱- گروه فیزیولوژی ورزش، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ایلام، ایلام، ایران.
۲- دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
۳- گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

*نویسنده مسئول: ایلام، بلوار دانشجو، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام، گروه فیزیولوژی ورزش
تلفن: ۰۸٤-۳۲۲۲٤۸۲۷
E-mail: nikserasht@gmail.com

چکیده

دریافت: ۱۳۹۳/۰۸/۲٤ پذیرش: ۱۳۹٤/۰۲/۲۳ آنلاین: ۱۳۹٤/۰٤/۱۵

زمینه و هدف: اپلین یک ادیپوکاین به‌نسبت جدید است که اثرات مفید آن در برابر مقاومت انسولین گزارش شده است. هدف از پژوهش حاضر تعیین و مقایسهٔ اثر تمرین مقاومتی غیرخطی و تمرین هوازی تناوبی بر سطح سرمی اپلین-۱۳ و مقاومت انسولین در مردان چاق میانسال بود.

روش بررسی: این پژوهش به‌صورت نیمه‌تجربی (Quasi-experimental) که بین ماه‌های آبان و دی ۱۳۹۲ در شهر ایلام انجام گرفت. سی و سه مرد چاق سالم ابتدا بر اساس آمادگی هوازی، سن و درصد چربی یکسان‌سازی شدند و سپس به‌صورت تصادفی در گروه‌های مقاومتی غیرخطی (۱۲ نفر)، هوازی تناوبی (۱۰ نفر) و کنترل (۱۱ نفر) قرار گرفتند. گروه‌های تمرین سه جلسه در هفته برای ۱۲ هفته تمرین داشتند، در حالی‌که آزمودنی‌ها در گروه کنترل سبک زندگی غیرفعال خود را حفظ کردند. تمرین مقاومتی غیرخطی شامل اجرای ٤۰ تا ٦۵ دقیقه تمرین وزنه در شدت‌های مختلف با یک الگوی زمان‌بندی منعطف بود. تمرین هوازی تناوبی شامل چهار نوبت چهار دقیقه‌ای دویدن بر روی نوارگردان با شدت ۹۰-۸۰٪ ضربان قلب بیشینه و سه دقیقه ریکاوری بین مراحل بود.

یافته‌ها: نتایج تحلیل واریانس نشان داد تفاوت معناداری بین گروه‌ها در غلظت اپلین-۱۳ و مقاومت انسولین در پیش‌آزمون مشاهده نشد (P>۰/۰۵). در مقایسه با گروه کنترل، دو برنامه تمرین به‌طور مشابه و معناداری در کاهش مقاومت انسولین مؤثر بودند، اما غلظت اپلین-۱۳ تنها در گروه تمرین هوازی تناوبی به‌طور معناداری افزایش یافت (P=۰/۰٤).

نتیجه‌گیری: کاربرد عملی پژوهش حاضر این است که مردان چاق می‌توانند از هر دو برنامهٔ تمرین به‌منظور کاهش مقاومت انسولین استفاده کنند. هرچند، به‌نظر می‌رسد که تمرین هوازی تناوبی (با افزایش اپلین-۱۳) اثرات سودمندتری نسبت به تمرین مقاومتی غیرخطی دارد.

کلمات کلیدی: تمرین هوازی، تمرین مقاومتی، اپلین-۱۳، مقاومت به انسولین، چاقی.

مقدمه

هورمون‌های بافت چربی (ادیپوکین‌ها) در تنظیم توده بدن و بیماری‌های ناشی از چاقی از قبیل بیماری قلبی عروقی و دیابت نوع دو نقش دارند.[1] اپلین یک ادیپوکاین به‌نسبت جدید است که اثرات مفید آن در برابر مقاومت انسولین، فاکتورهای خطرزای قلبی و عروقی گزارش شده است.[1] همچنین، تمرین ورزشی منظم به‌عنوان یک راهکار برای کاهش خطر این بیماری‌ها از طریق تغییرات مثبت در ادیپوکین‌ها پیشنهاد شده است.[2]

آثار مفید تمرین مقاومتی طولانی‌مدت بر سلامتی تأیید شده است. تمرین مقاومتی وضعیت متابولیک دیابتی‌ها را بهبود می‌بخشد و باعث کاهش خطر التهاب مزمن در افراد مبتلا به دیابت، آترواسکلروز،

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-07-29]

چاقی و مقاومت انسولین می‌شود.[۳و۴] بررسی‌ها نشان می‌دهد که تاکنون اثر تمرین مقاومتی بر اپلین مطالعه نشده است. در حالی‌که پژوهش‌های مختلفی پاسخ اپلین را به تمرین هوازی بررسی کرده‌اند، اما نتایج آنها دارای تناقض است. برای مثال گزارش شده است که ۱۲ هفته تمرین هوازی سطح سرمی اپلین را افزایش و مقاومت انسولین را در بیماران دیابتی کاهش داده است،[۵] در صورتی که Sheibani و همکارانش کاهش معناداری در غلظت اپلین پس از هشت هفته تمرین هوازی در زنان چاق گزارش کردند.[۶] البته در خصوص اثربخشی تمرین مقاومتی و هوازی بر مقاومت انسولین نیز پژوهش‌های صورت گرفته است.[۷-۹] برای مثال، Nikseresht و همکارانش کاهش مشابه و معناداری در مقاومت انسولین پس از سه ماه تمرین مقاومتی غیرخطی و هوازی تناوبی در مردان چاق و غیرفعال گزارش کردند.[۱۰]

در مجموع، پاسخ‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی انواع تمرین مقاومتی تا حدی متفاوت از تمرین هوازی است. بنابراین تعیین پروتکل تمرین ورزشی مطلوب که بتواند سطح التهاب را کاهش دهد، از اهمیت زیادی برخوردار است. از بین انواع روش‌های تمرین مقاومتی، روش غیرخطی ظرفیت بالایی برای افزایش دانسیته مویرگی و آنزیم‌های اکسایشی و همچنین آسیب عضلانی کمتری ایجاد می‌کند.[۱۱] این نکته حایز اهمیت است زیرا پاسخ‌های التهابی به ورزش‌های آسیب‌زا فراتر از ورزش‌های غیرآسیب‌زا است.[۱۱] همچنین، روش غیرخطی نسبت به‌روش خطی ظرفیت بالاتری برای افزایش قدرت دارد.[۱۲] از طرف دیگر، پژوهشگران نشان داده‌اند که تمرین هوازی تناوبی شدید منجر به کاهش سایتوکین‌های التهابی در افراد غیرفعال و چاق می‌شود.[۱۳]

به‌تازگی نشان داده شده است که التهاب مزمن با افزایش فعالیت بدنی کاهش می‌یابد.[۲] همچنین، با مداخله در سبک زندگی مانند تغییر در رژیم غذایی و فعالیت بدنی می‌توان زمینه را برای بهبود وضعیت التهاب فراهم کرد.[۲] بنابراین به‌نظر می‌رسد که برنامه تمرین ورزشی که بتواند منجر به افزایش بیشتری در انرژی مصرفی شود، به‌احتمال اثرات ضدالتهابی مؤثرتری دارد. علاوه بر این، گزارش شده است که برنامه کاهش وزن از طریق رژیم غذایی (کم‌کربوهیدرات و کم‌چربی) در مردان دارای اضافه‌وزن منجر به کاهش بسیاری از مارکرهای التهابی شده است.[۱۴] در پژوهش کنونی گمان بر این است که استفاده از تمرین مقاومتی غیرخطی (با صرف انرژی مشابه با تمرین هوازی تناوبی) غلظت اپلین-۱۳ و مقاومت به انسولین را مشابه تمرین هوازی تناوبی در مردان چاق با رژیم غذایی نرمال بهبود می‌بخشد. در حال حاضر بررسی‌ها نشان می‌دهد که اثر این نوع تمرینات بر اپلین-۱۳ مطالعه نشده است. همچنین پژوهشی که پاسخ اپلین-۱۳ را به تمرین مقاومتی با تمرین هوازی مقایسه کند، موجود نیست. بنابراین هدف از پژوهش حاضر، افزون بر تعیین اثر ۱۲ هفته تمرین مقاومتی غیرخطی و هوازی تناوبی بر سطح سرمی اپلین-۱۳ و مقاومت انسولین، مقایسه اثر این دو نوع تمرین بود.

روش بررسی

پژوهش حاضر به‌صورت نیمه‌تجربی و بین ماه‌های آبان و دی سال ۱۳۹۲ در شهر ایلام انجام گرفت. از بین داوطلبان حاضر به شرکت در مطالعه کنونی، تعداد ۳۳ مرد چاق سالم که توانایی حضور منظم در برنامه‌های تمرین را داشتند بر اساس معیارهای ورود به پژوهش (عدم مصرف سیگار یا دارو، نداشتن رژیم غذایی خاص، نداشتن فعالیت بدنی منظم در طی شش ماه گذشته و کمتر از یک ساعت فعالیت بدنی در هفته و چربی بدن بیشتر از ۲۳٪)، انتخاب شدند.[۱۵] اجرای کمتر از ۹۰٪ جلسات تمرین به‌عنوان معیار خروج از پژوهش در نظر گرفته شد. آزمودنی‌ها ابتدا بر اساس آمادگی هوازی، سن و درصد چربی یکسان‌سازی شدند و سپس به‌صورت تصادفی در گروه‌های مقاومتی غیرخطی (سن= ۵/۲±۴۰/۴ سال، ۱۲ نفر)، هوازی تناوبی (سن= ۳/۷±۳۹/۶ سال، ۱۰ نفر) و کنترل (سن= ۴/۱±۳۸/۹ سال، ۱۱ نفر) قرار گرفتند.

آزمودنی‌ها در گروه‌های تجربی به‌مدت ۱۲ هفته و سه جلسه در هفته برنامه‌های تمرین را اجرا کردند. در حالی‌که، آزمودنی‌ها در گروه کنترل در طی این مدت سبک زندگی غیرفعال خود را ادامه دادند. پس از شرح مراحل اجرایی پژوهش، آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه شرکت در پژوهش را امضا کردند. در مطالعه حاضر، کد کارآزمایی بالینی با شماره: IRCT2012120411670N1 ثبت شد. از آزمودنی‌ها، توان هوازی و شاخص‌های آنتروپومتری پیش و پس از ۱۲ هفته برآورد شد. نمونه خون برای اندازه‌گیری غلظت سرمی اپلین-۱۳، انسولین و گلوکز در این مراحل زمانی گرفته شد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-07-29]

پیش و پس از دورهٔ تمرین، از آزمودنی‌ها نمونهٔ خون (۱۰ ml) از ورید بازویی دست راست پس از ۱۲ ساعت در حالت ناشتا گرفته شد. نمونه‌های پس‌آزمون، چهار روز پس از آخرین جلسه تمرین در گروه‌های تجربی (به‌منظور حذف اثر آخرین جلسه تمرین) گرفته شد.

نمونه‌های خون با سرعت ۱۰۰۰ دور بر دقیقه، در دمای ٤ °C و برای ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند، سپس سرم استخراج شده برای سنجش متغیرها در دمای ۲۰ °C– فریز شد. غلظت اپلین-۱۳ با استفاده از کیت (Hangzhou Eastbiopharm Co., Ltd., USA) و انسولین با استفاده از کیت (Q-DIAPLUS, USA) به‌روش الایزا اندازه‌گیری شد. غلظت سرمی گلوکز با روش گلوکز اکسیداز و با استفاده از Glucose B test kit (Wako Pure Chemical Industries, Osaka, Japan) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری شاخص مقاومت انسولین از روش (Homeostasis model assessment ratio) استفاده شد، در این روش غلظت گلوکز و انسولین در حالت ناشتا اندازه‌گیری و بر اساس فرمول زیر محاسبه شد.[۱۶]

۲۲/۵ / [(غلظت انسولین ناشتا (میکرو واحد/ میلی‌لیتر) × غلظت گلوکز ناشتا (میلی‌مول/ لیتر)] =شاخص مقاومت انسولین

برای آشنایی آزمودنی‌ها با نحوه کار با وزنه و نوارگردان جلسه‌ای با حضور پژوهشگر تشکیل شد. سه روز پس از آشنایی و پس از گرم کردن، آزمون یک تکرار بیشینه (1- Repetition maximum) برای حرکات اصلی و با استفاده از روش برزیکی، اجرا شد.[۱۱] گرم کردن شامل اجرای ۱۰ دقیقه کار بر روی دوچرخه ثابت و سپس اجرای دو نوبت کار با وزنه با شدت متوسط برای گروه‌های عضلانی بزرگ بود. توان هوازی با استفاده از آزمون نوارگردان بروس (Bruce treadmill test) دو روز پس از آزمون قدرت بیشینه اجرا و بر اساس فرمول زیر محاسبه شد.[۱۵] لازم به یادآوری است که برای تشخیص وضعیت قلبی آزمودنی‌ها، ابتدا زیر نظر متخصص قلب و در محیط بیمارستان تست ورزش انجام گرفت، زیرا یکی از معیارهای ورود به پژوهش سالم بودن آزمودنی‌ها بود.

۳ (زمان) ۰/۰۱۲ – ۲ (زمان) ۰/۴۵۱ + (زمان) ۱/۳۷۹ – ۱۴/۶۷ = توان هوازی

توده بدن آزمودنی‌ها با دقت ۰/۱ kg پس از ۱۲ ساعت در حالت ناشتا اندازه‌گیری شد. اندازهٔ محیط کمر در حد فاصل بین آخرین دنده و خاصره اندازه‌گیری شد. ضخامت چربی زیرجلدی آزمودنی‌ها در سه محل سینه، شکم و ران، سه بار با تکنیک استاندارد و با استفاده از ضخامت‌سنج (Lange, Country Technology, Gays Mills, WI, USA) اندازه‌گیری شد و میانگین آنها برای هر محل محاسبه شد. سپس درصد چربی بر اساس رابطهٔ Jackson and Pollock، به‌دست آمد.[۱۷] همهٔ اندازه‌گیری‌ها توسط پژوهشگر انجام گرفت.

برنامهٔ تمرین مقاومتی غیرخطی شامل اجرای تمرین وزنه در شدت‌های مختلف و با تأکید بر استقامت عضلانی و با یک الگوی زمان‌بندی منعطف بود. این برنامه تمرین از پیش توسط Nikseresht و همکارانش ارایه شده بود و شرح کامل آن در جداول ۱ و ۲ آمده است.[۱۰و۱۸] برنامه تمرین هوازی شامل چهار مرحله چهار دقیقه‌ای دویدن بر روی نوارگردان با شدت ۹۰-۸۰٪ ضربان قلب بیشینه با سه دقیقه دویدن یا پیاده‌روی با شدت ٦٥-٥٥٪ ضربان قلب بین نوبت‌ها بود. شدت تمرین توسط پژوهشگر و با استفاده از ضربان‌سنج پولار (Polar RCX5sd- Run, USA) کنترل شد. همچنین، برنامه‌های تمرین طوری طراحی شد که میانگین کالری مصرفی در دو برنامه تمرین به‌طور تقریبی یکسان باشد. این یکسان‌سازی ابتدا در یک گروه کوچک (هشت نفر، که هر دو برنامه تمرین را اجرا کردند) با استفاده از ضربان‌سنج که توانایی اندازه‌گیری کالری مصرفی را داشت، تأیید شد.[۱۰و۱۸]

تحلیل داده‌ها با استفاده از SPSS software, version 16 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA) در سطح معناداری P<۰/۰۵ صورت گرفت. آزمون شاپیرو- ویلک (Shapiro-Wilk) جهت طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. برای تعیین معناداری اثر مداخله (فاکتور بین‌گروهی)، اثر زمان (فاکتور درون‌گروهی) و تعاملی (مداخله× زمان) بر متغیرها از آزمون تحلیل واریانس دو طرفه با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد. پس از اینکه تحلیل واریانس تفاوت معناداری را در اثر تعاملی نشان داد، ابتدا تغییرات پیش‌آزمون تا پس‌آزمون محاسبه و با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه تفاوت بین گروه‌ها تعیین شد و از آزمون تعقیبی Bonferroni برای تعیین محل تفاوت استفاده شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های آنتروپومتری، آمادگی هوازی و غلظت سرمی گلوکز و انسولین آزمودنی‌ها به تفکیک گروه‌ها در جدول ۳ ارایه شده است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-07-29]

نتایج تحلیل واریانس نشان داد که توان هوازی در تمرین‌های هوازی تناوبی و مقاومتی غیرخطی به‌طور معناداری در مقایسه با کنترل افزایش یافت (هر دو، P<۰/۰۰۱)، اما این افزایش در تمرین هوازی تناوبی بالاتر از تمرین مقاومتی غیرخطی بود (P=۰/۰۰۱).

در مقایسه با گروه کنترل، دو برنامه تمرین به‌طور مشابه و معناداری در کاهش مقاومت انسولین، غلظت انسولین، درصد چربی و اندازه محیط کمر (برای همه متغیرها، P<۰/۰۰۱) مؤثر بودند، اما توده بدن و شاخص توده بدن تنها در گروه هوازی تناوبی کاهش یافت (هر دو، P<۰/۰۰۱). در مقایسه با گروه کنترل، پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی تناوبی و مقاومتی غیرخطی تغییر معناداری در غلظت گلوکز مشاهده نشد (P=۰/٦٥۰). پس از دوره تمرین، غلظت اپلین-۱۳ تنها در گروه تمرین هوازی تناوبی در مقایسه با گروه کنترل افزایش معناداری یافت (P=۰/۰٤). هرچند بین دو گروه تمرین تفاوت معناداری مشاهده نشد.

جدول ۱: برنامه تمرین مقاومتی غیرخطی

حرکات	خیلی سبک	سبک	متوسط	سنگین	خیلی سنگین
پرس پا	* ۱×۲۰/٤۰	۲×۱۵/٦۰	۳×۱۰/۷۵	۳×٤/۹۰	٤×۲/۹۵
پرس سینه تخت	۱×۲۰/٤۰	–	۳×۱۰/۷۵	۳×٤/۹۰	٤×۲/۹۵
پرس سینه شیب‌دار	–	۲×۱۵/٦۰	–	–	–
پارویی نشسته	۱×۲۰/٤۰	۲×۱۵/٦۰	۳×۱۰/۷۵	۳×٤/۹۰	٤×۲/۹۵
لیفت مرده	۱×۲۰/٤۰	۲×۱۵/٦۰	۳×۱۰/۷۵	۳×٤/۹۰	٤×۲/۹۵
شکم با زانوی خم	۲۰×۱	۲۰×۲	۱۵×۳	۱۸×۳	۲۰×۳
کشش بالای سر	–	۲×۱۵/٦۰	-	–	–
پشت ران	۱×۲۰/٤۰	۲×۱۵/٦۰	۲×۱۰/۷۵	٤×۲/۹۰	–
بلند شدن روی پنجه‌پا	۱×۲۰/٤۰	۲×۱۵/٦۰	۳×۱۰/۷۵	٤×۳/۹۰	–
پرس ارتشی	۱×۲۰/٤۰	۲×۱۵/٦۰	۳×۱۰/۷۵	٤×۳/۹۰	–
کشش هالتر تا چانه	۱×۲۰/٤۰	۲×۱۵/٦۰	۳×۱۰/۷۵	٤×۳/۹۰	–
جلو بازو هالتر	۱×۲۰/٤۰	۲×۱۵/٦۰	۳×۱۰/۷۵	٤×۳/۹۰	–

استراحت بین حرکات در شدت‌های خیلی سبک یک دقیقه، سبک و متوسط یک تا دو دقیقه، سنگین سه تا چهار دقیقه و خیلی سنگین پنج تا هفت دقیقه بود

* ٤۰٪ یک تکرار بیشینه، ۲۰ تکرار در یک نوبت

جدول ۲: ترتیب جلسات تمرین

هفته	۱	۲	۳	٤	۵	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
جلسه یک	L	L	M	VL	M	L	VL	H	L	M	L	VL
جلسه دو	M	VL	H	H	M	M	M	VL	L	M	M	H
جلسه سه	L	H	L	L	L	H	L	M	VH	VL	VL	L

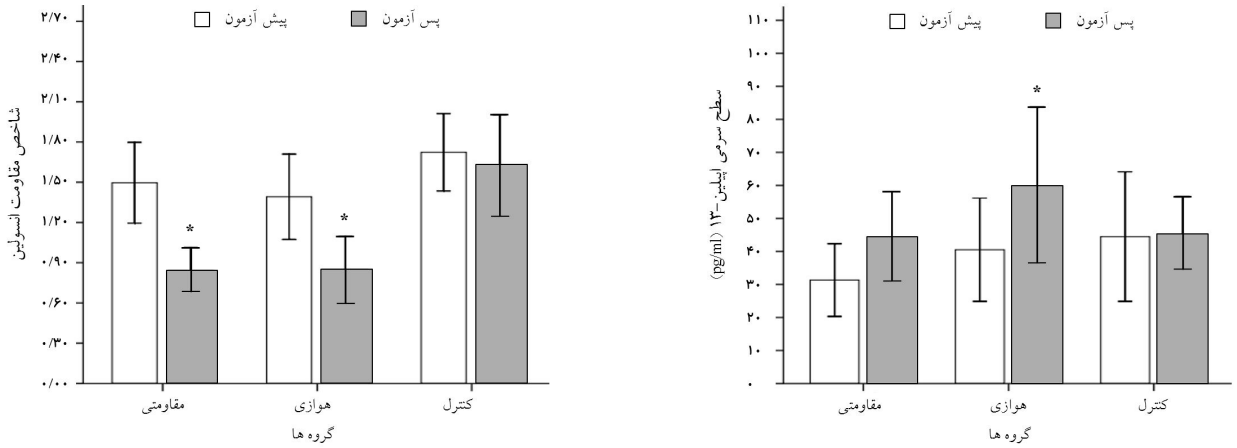
شدت خیلی سبک (VL)، سبک (L)، متوسط (M)، سنگین (H) و خیلی سنگین (VH)

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-07-29]

جدول ۳: تغییرات آنتروپومتری، آمادگی هوازی، گلوکز و انسولین (میانگین± انحراف‌معیار) از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون

متغیرها	کنترل		هوازی تناوبی		مقاومتی غیرخطی		سطح معناداری		
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	گروه	زمان	تعاملی
توده بدن (kg)	۹٤/۸±٥/۸	۹٥/۲±٥/۸	۹۲/۲±۸/۷	۸۹/۰±٤/۷*	۸۸/۳±۷/۹	۸۷/٥±۷/۹	۰/۰۸۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
شاخص توده بدن (kg/m^2)	۳۲/٤±۱/۷	۳۲/۸±۲/۲	۳۰/۰±۱/۷	۲۸/۸±۱/٦*	۳۱/۹±۲/۰	۳۰/۸±۲/۷	۰/۰٦٦	۰/۰۱۱	۰/۰۰۱
چربی بدن (٪)	۲۹/۷±۱/۲	۳۰/۱±۱/۸	۳۰/۳±۱/٤	۲۷/۳±۲/٦*	۳۲/٤±۲/۲	۲۹/۸±۲/٦*	۰/۰۹۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
محیط کمر (cm)	۱۰۱/۲±٦/٤	۱۰۱/۸±٥/۰	۱۰۲/۲±٥/۷	۹٥/٤±٤/۰*	۹۹/۰±٤/۹	۹۳/۸±۲/٥*	۰/۰۸۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
توان هوازی (ml/kg/min)	٤۱/٦±٤/۹	٤۱/۱±٤/۷	٤۰/٦±۳/٦	٤٦/۷±٥/۹* §	٤۲/۷±٤/۹	٤٥/۰±۳/۲*	۰/٤٦۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
گلوکز (mmol/l)	٥/۹٤±۰/٥۰	٥/۹۳±۰/۹۹	٥/٦٥±۰/۳۷	٥/۳۱±۰/۳۳	٥/۷۸±۰/۸۷	٥/۱۱±۰/۸۳	۰/۱٤۰	۰/۰۷۸	۰/٦٥۰
انسولین (µU/ml)	۷/٥٥±۲/٤٥	۷/٤۰±۳/۰٤	۷/٦۳±۲/٦۷	٤/۷۹±۲/٦۹*	٦/۷۲±۲/۱۸	٤/۰۱±۱/۰۱*	۰/۰۱۲	۰/۰۰۱	۰/۰۱٤

* تفاوت معناداری بین‌گروهی در مقایسه با گروه کنترل (P<۰/۰٥)، § تفاوت معناداری بین‌گروهی در مقایسه با گروه مقاومتی غیرخطی (P<۰/۰٥)



شکل ۱: تغییرات سرمی اپلین-۱۳ و مقاومت به انسولین از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون * نشان‌دهنده تفاوت معناداری در مقایسه با گروه کنترل (P<۰/۰٥)

بحث

مهمترین یافته مطالعه حاضر، افزایش معناداری در غلظت اپلین-۱۳ پس از تمرین هوازی تناوبی و کاهش مشابه و معناداری در مقاومت انسولین پس از برنامه‌های تمرین در مقایسه با گروه کنترل بود. افزایش اپلین پس از تمرین هوازی با مطالعه Kadoglou و همکارانش که نشان دادند سطح سرمی اپلین پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی شدید در بیماران دیابتی افزایش معناداری یافت، هم‌خوانی دارد.[19] با توجه به اینکه بیان اپلین-۱۳ در دستگاه قلبی- عروقی (میوکارد قلب) بالا است و تمرین هوازی در مقایسه با تمرین مقاومتی (اثر بر عضله اسکلتی) به‌طور گسترده‌تری آن‌را با استرس مواجه می‌سازد، بنابراین منطقی به‌نظر می‌رسد که تمرین هوازی بتواند

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-07-29]

از طریق تأثیر بر قلب و عروق و افزایش بیشتر در توان هوازی که در پژوهش کنونی نیز بر اثر تمرین هوازی نشان داده شد، منجر به افزایش ترشح این ادیپوکاین شود.[۲۰] بنابراین می‌توان با احتیاط گفت که افزایش اپلین-۱۳ پس از تمرین هوازی، شاید ناشی از ترشح این ادیپوکاین در قلب باشد.

در مقابل، Sheibani و همکارانش، کاهش معناداری در غلظت سرمی اپلین پس از هشت هفته تمرین هوازی در زنان چاق گزارش کردند.[۶] همچنین، Krist و همکارانش، کاهش معناداری در سطح سرمی اپلین پس از ۱۲ هفته مداخله ورزشی در گروه‌های دیابتی، ضعف تحمل گلوکز و تحمل گلوکز طبیعی نشان دادند.[۲۱] به‌تازگی نیز Besse-Patin و همکارانش، در غلظت سرمی اپلین مردان چاق پس از هشت هفته تمرین استقامتی تغییر معناداری مشاهده نکردند.[۲۲]

دلیل این تناقض شاید ناشی از تفاوت در آزمودنی‌های مورد مطالعه یا تفاوت در غلظت پایه‌ای اپلین در مطالعه حاضر با دیگران باشد، آزمودنی‌ها در مطالعه ما مردان چاق و غیردیابتی و سطح پایه‌ای اپلین بسیار کمتر از مطالعه Krist داشتند. همچنین آزمودنی‌ها در پژوهش Sheibani زنان چاق بودند و نمونه‌های خون ۲٤ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین دریافت شده بود، در حالی‌که در پژوهش ما آزمودنی‌ها مرد بودند و نمونه‌های خون چهار روز پس از آخرین جلسه تمرین گرفته شده بود.

در حقیقت به‌نظر می‌رسد در بیماران دیابتی، سطح اپلین به‌دلیل سازوکار جبرانی، افزایش می‌یابد که شاید بر اثر تمرین کاهش یابد. سازوکار احتمالی دیگر برای توجیه افزایش اپلین پس از تمرین هوازی تناوبی را می‌توان به کاهش در توده بدن در این گروه تمرین نسبت داد. با وجود اینکه پژوهش‌ها نشان داده‌اند که کاهش توده بدن در اثر مداخله رژیم غذایی در افراد دیابتی و چاق منجر به کاهش اپلین شده است،[۱و۲۱و۲۳و۲٤] اما به‌نظر می‌رسد که کاهش توده بدن ناشی از تمرین به‌گونه‌ای متفاوت عمل کند و حتی ممکن است میزان اپلین را افزایش دهد.[۵]

پژوهش‌ها نشان داده‌اند که سطح افزایش‌یافتهٔ اپلین در بیماری‌هایی مانند دیابت نوع دو، کبدی و قلبی- عروقی به‌منظور ایجاد یک پاسخ سازشی در برابر شرایط بیماری است.[۲۷-۲۵] هرچند، ارتباط مستقیم و معناداری بین اپلین و میزان فعالیت بدنی گزارش شده است[۲۸] و از نقش مایوکینی اپلین در کنترل التهاب از طریق مهار سیگنال Nuclear factor kappa-B حمایت شده است،[۲۲] اما پژوهش‌ها نشان داده‌اند که اپلین با پارامترهایی مانند التهاب،[۲۳] متابولیسم گلوکز[۲۹] و حساسیت انسولین،[۲۷] ارتباط مستقیمی دارد.

بنابراین، می‌توان گفت که شاید افزایش اپلین در افراد چاق یک پاسخ سازشی برای مقابله با نشانگان سندرم متابولیک باشد و تمرین هوازی با افزایش اپلین بتواند این وضعیت را بهبود بخشد. به‌هرحال در پژوهش حاضر، تغییرات اپلین وابسته به مقاومت انسولین نبود. زیرا در پژوهش حاضر، مقاومت انسولین پس از تمرین‌های مقاومتی غیرخطی و هوازی تناوبی به‌طور مشابه و معناداری کاهش یافت، که با پژوهش‌های پیشین که کاهش مقاومت انسولین را در افراد چاق و سالم گزارش کردند، هم‌خوانی دارد.[۱۰و۱۶]

سازوکارهایی مانند افزایش پیش‌گیرنده‌های سیگنال‌های انسولین مانند Insulin receptor substrate-1، افزایش mRNA، پروتیین‌های ناقل گلوکز GLUT-4، افزایش فعالیت آنزیم‌های گلیکوژن سنتتاز و هگزوکیناز در عضله اسکلتی، کاهش رهاسازی و افزایش برداشت اسیدهای چرب آزاد پلاسما و افزایش برداشت گلوکز و تغییر در ترکیب عضله در این سازگاری نقش دارند.[۳۳-۳۰] همچنین Castaneda و همکارانش، نشان دادند که سازوکارهای مسئول در ایجاد کاهش مقاومت انسولین ناشی از تمرین مقاومتی مشابه با تمرین هوازی است.[۳٤]

افزون بر این، Barnett و همکارانش نشان دادند که تمرین مقاومتی با شدت کم منجر به افزایش پروتیین‌هایی مانند GLUT-4، گیرنده‌های انسولین، گلیکوژن سنتتاز و پروتیین‌کیناز-B بدون افزایش در توده عضلانی شده است.[۳۵]

در بررسی حاضر، تمرین مقاومتی غیرخطی نیز سبب کاهش مقاومت انسولین بدون تغییر عمده در توده بدن شد. Yokoyama و همکارانش نشان دادند که مسیر واسطه‌ای اصلی در ایجاد حساسیت انسولین و حفظ آن در تمرینات ورزشی ناشی از فعالیت بیش از حد مسیر AMPK است.[۳۶] بنابراین، با توجه به بودن گیرنده اپلین در عضله اسکلتی و نقش اپلین در فعال‌سازی سیگنال‌های مختلف مانند AMPK و اثرات مثبت این سیگنال در افزایش حساسیت انسولین،[۲۵] و همچنین افزایش اپلین در پاسخ به تمرین هوازی تناوبی می‌توان استنباط کرد که حداقل بخشی از کاهش مقاومت انسولین ناشی از افزایش این پپتید است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-07-29]

نتیجه‌گیری: در مجموع، ۱۲ هفته تمرین هوازی تناوبی و مقاومتی غیرخطی (با صرف انرژی یکسان) به‌طور مشابه و معناداری در کاهش مقامت انسولین مؤثر بودند، اما غلظت اپلین-۱۳ تنها پس از تمرین هوازی تناوبی به‌طور معناداری افزایش یافت. به‌نظر می‌رسد افزایش اپلین پس از تمرین هوازی تناوبی نوعی پاسخ سازشی مفید است که می‌تواند نقش ضد مقاومت انسولینی و تصلب شراییني داشته باشد. بنابراین، می‌توان با کمی احتیاط گفت که تمرین هوازی تناوبی (با افزایش اپلین-۱۳) نسبت به تمرین مقاومتی غیرخطی دارای اثرات سودمندتری در عملکرد قلبی است و افراد چاق می‌توانند به‌منظور پیشگیری از اختلالات تصلب شراییني از آن استفاده کنند.

سپاسگزاری: این مقاله حاصل پایان‌نامه تحت عنوان "اثر تمرین مقاومتی غیرخطی و هوازی تناوبی بر سطح سرمی اپلین و مقاومت به انسولین در مردان چاق میانسال" در مقطع کارشناسی ارشد سال ۱۳۹۲ با کد ۳۵۸۷ دانشگاه خوارزمی می‌باشد.

References

1. Reinehr T, Woelfle J, Roth CL. Lack of association between apelin, insulin resistance, cardiovascular risk factors, and obesity in children: a longitudinal analysis. *Metabolism* 2011;60(9):1349-54.
2. Beavers KM, Brinkley TE, Nicklas BJ. Effect of exercise training on chronic inflammation. *Clin Chim Acta* 2010;411(11-12):785-93.
3. Mathur N, Pedersen BK. Exercise as a mean to control low-grade systemic inflammation. *Mediators Inflamm* 2008;2008:109502..
4. Bastard JP, Maachi M, Lagathu C, Kim MJ ,Caron M, Vidal H, et al. Recent advances in the relationship between obesity, inflammation, and insulin resistance. *Eur Cytokine Netw* 2006;17(1):4-12.
5. Kadoglou NP, Vrabas IS, Kapelouzou A, Lampropoulos S, Sailer N, Kostakis A et al. The impact of aerobic exercise training on novel adipokines, apelin and ghrelin, in patients with type 2 diabetes. *Med Sci Monit* 2012;18(5):CR290-5.
6. Sheibani S, Hanachi P, Refahiat MA. Effect of aerobic exercise on serum concentration of apelin, tnfalpha and insulin in obese women. *Iran J Basic Med Sci* 2012;15(6):1196-201.
7. Fatouros IG, Tournis S, Leontsini D, Jamurtas AZ, Sxina M, Thomakos P, et al. Leptin and adiponectin responses in overweight inactive elderly following resistance training and detraining are intensity related. *J Clin Endocrinol Metab* 2005;90(11):5970-7.
8. Klimcakova E, Polak J, Moro C, Hejnova J, Majercik M, Viguerie N, et al. Dynamic strength training improves insulin sensitivity without altering plasma levels and gene expression of adipokines in subcutaneous adipose tissue in obese men. *J Clin Endocrinol Metab* 2006;91(12):5107-12.
9. Brooks N, Layne JE, Gordon PL, Roubenoff R, Nelson ME, Castaneda-Sceppa C. Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. *Int J Med Sci* 2006;4(1):19-27.
10. Nikseresht M, Agha-Alinejad H, Azarbayjani MA, Ebrahim K. Effects of nonlinear resistance and aerobic interval training on cytokines and insulin resistance in sedentary men who are obese. *J Strength Cond Res* 2014;28(9):2560-8.
11. Kraemer WJ, Fleck SJ. Optimizing Strength Training: Designing Non-linear Periodization Workouts. Champaign, IL: Human Kinetics; 2007.
12. Fleck SJ. Non-linear periodization for general fitness and athletes. *J Hum Kinet* 2011;29A:41-5.
13. Sloan RP, Shapiro PA, Demeersman RE, McKinley PS, Tracey KJ, Slavov I, et al. Aerobic exercise attenuates inducible TNF production in humans. *J Appl Physiol* 1985;103(3):1007-11.
14. Sharman MJ, Volek JS. Weight loss leads to reductions in inflammatory biomarkers after a very-low-carbohydrate diet and a low-fat diet in overweight men. *Clin Sci (Lond)* 2004;107(4):365-9.
15. Heyward VH. Advanced Fitness Assessment and Axercise Prescription. Vol. 5. Champaign, IL: Human Kinetics; 1998.
16. Ahmadizad S, Haghighi AH, Hamedinia MR. Effects of resistance versus endurance training on serum adiponectin and insulin resistance index. *Eur J Endocrinol* 2007;157(5):625-31.
17. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. 1978. *Br J Nutr* 2004;91(1):161-8.
18. Nikseresht M, Sadeghifard N, Agha-Alinejad H, Ebrahim K. Inflammatory markers and adipocytokine responses to exercise training and detraining in men who are obese. *J Strength Cond Res* 2014;28(12):3399-410.
19. Kadoglou NP, Sailer N, Kapelouzou A, Lampropoulos S, Vitta I, Kostakis A, et al. Effects of atorvastatin on apelin, visfatin (nampt), ghrelin and early carotid atherosclerosis in patients with type 2 diabetes. *Acta Diabetol* 2012;49(4):269-76.
20. Maguire JJ, Kleinz MJ, Pitkin SL, Davenport AP. [Pyr1]apelin-13 identified as the predominant apelin isoform in the human heart: vasoactive mechanisms and inotropic action in disease. *Hypertension* 2009;54(3):598-604.
21. Krist J, Wieder K, Kloting N, Oberbach A, Kralisch S, Wiesner T, et al. Effects of weight loss and exercise on apelin serum concentrations and adipose tissue expression in human obesity. *Obes Facts* 2013;6(1):57-69.
22. Besse-Patin A, Montastier E, Vinel C, Castan-Laurell I, Louche K, Dray C, et al. Effect of endurance training on skeletal muscle myokine expression in obese men :identification of apelin as a novel myokine. *Int J Obes* 2014;38(5):707-13.
23. Heinonen MV, Purhonen AK, Miettinen P, Paakkonen M, Pirinen E, Alhava E, et al. Apelin, orexin-A and leptin plasma levels in morbid obesity and effect of gastric banding. *Regul Pept* 2005;130(1-2):7-13.
24. Soriguer F, Garrido-Sanchez L, Garcia-Serrano S, Garcia-Almeida JM, Garcia-Arnes J, Tinahones FJ, et al. Apelin levels are increased in morbidly obese subjects with type 2 diabetes mellitus. *Obes Surg* 2009;19(11):1574-80.
25. Castan-Laurell I, Dray C, Attane C, Duparc T, Knauf C, Valet P. Apelin, diabetes, and obesity. *Endocrine* 2011;40(1):1-9.
26. Castan-Laurell I, Boucher J, Dray C, Daviaud D, Guigne C, Valet P. Apelin, a novel adipokine over-produced in obesity :friend or foe? *Mol Cell Endocrinol* 2005;245(1-2):7-9.
27. Ercin CN, Dogru T, Tapan S, Kara M, Haymana C, Karadurmus N, et al. Plasma apelin levels in subjects with nonalcoholic fatty liver disease. *Metabolism* 2010;59(7):977-81.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-07-29]

28. Kadoglou NP, Vrabas IS, Kapelouzou A, Angelopoulou N. The association of physical activity with novel adipokines in patients with type 2 diabetes. *Eur J Intern Med* 2012;23(2):137-42.
29. Castan-Laurell I, Vitkova M, Daviaud D, Dray C, Kovacikova 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(6):905-10.
30. Andersson A, Sjodin A, Olsson R, Vessby B. Effects of physical exercise on phospholipid fatty acid composition in skeletal muscle. *Am J Physiol* 1998;274(3 Pt 1):E432-8.
31. Dela F, Handberg A, Mikines KJ, Vinten J, Galbo H. GLUT 4 and insulin receptor binding and kinase activity in trained human muscle. *J Physiol* 1993;469:615-24.
32. Dela F, Ploug T, Handberg A, Petersen LN, Larsen JJ, Mikines KJ et al. Physical training increases muscle GLUT4 protein and mRNA in patients with NIDDM. *Diabetes* 1994;43(7):862-5.
33. Ebeling P, Bourey R, Koranyi L, Tuominen JA, Groop LC, Henriksson J, et al. Mechanism of enhanced insulin sensitivity in athletes. Increased blood flow, muscle glucose transport protein (GLUT-4) concentration, and glycogen synthase activity. J Clin Invest 1993;92(4):1623-31.
34. Castaneda C, Layne JE, Munoz-Orians L, Gordon PL, Walsmith J, Foldvari M, et al. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2002;25(12):2335-41.
35. Barnett JB, Woods MN, Lamon-Fava S, Schaefer EJ, McNamara JR, Spiegelman D, et al. Plasma lipid and lipoprotein levels during the follicular and luteal phases of the menstrual cycle. *J Clin Endocrinol Meta*b 2004;89(2):776-82.
36. Yokoyama H, Emoto M, Araki T, Fujiwara S, Motoyama K, Morioka T, et al. Effect of aerobic exercise on plasma adiponectin levels and insulin resistance in type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2004;27(7):1756-8.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-07-29]

TUMJ Tehran University Medical Journal, August 2015; Vol. 73, No. 5: 375-383 Original Article

The effects of nonlinear resistance and aerobic interval training on serum levels of apelin and insulin resistance in middle-aged obese men

Mahmoud Nikseresht Ph.D.[1*]
Hamid Rajabi Ph.D.[2]
Ali Nikseresht M.Sc.[3]

1- Department of Exercise Physiology, Ilam Branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran.
2- Faculty of Physical Education and Sports Science, Kharazmi University, Tehran, Iran.
3- Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Science, Kharazmi University, Tehran, Iran.

[*] Corresponding author: Department of Exercise Physiology, Ilam Branch, Islamic Azad University, Daneshjo Blvd., Ilam, Iran.
Tel: +98-84-32224827
E-mail: nikserasht@gmail.com

Abstract

Received: 15 Nov. 2014 Accepted: 13 May 2015 Available online: 06 Jul 2015

Background: Apelin is an adipokine which may contribute to the link between obesity and metabolic diseases. Regular exercise training has been proposed as a strategy for reducing the risk of these diseases by positive adaptations in adipokines, but there is limited research directly comparing different types of training. The purpose of this study was to determine and compare the effects of nonlinear resistance training (NRT) and aerobic interval training (AIT) on serum levels of apelin-13 and insulin resistance in middle-aged obese men.

Methods: This quasi-experimental study was conducted from October to February 2012 in Ilam City, Iran. Eligible subjects (33 obese men) between aged 34-46 years participated in this study and were allocated to the following groups: NRT (n= 12), AIT (n= 10), and control (n= 11). The inclusion criteria were sedentary (less than 60 minutes physical activity per week), nonsmokers, no regular exercise for at least the past 6 months, no regular consumption of medication, no special diet, percentage body fat > 23% and no history of medical conditions that would prevent them from participating in the exercise intervention. Only the subjects who performed more than 90% of the training sessions were included in this study. The experimental groups performed 3 weekly sessions for 12 weeks, whereas the control group maintained a sedentary lifestyle. NRT consisted of 40-65 minutes of weight training at different intensities and with a flexible period. AIT consisted of running on a treadmill (4×4 min at 80-90% maximal heart rate, 3 min recovery intervals).

Results: Analysis of variance showed that there were no significant differences betwee n the groups for apelin-13 and insulin resistance at baseline (P> 0.05). Compared to control group, two exercise programs were equally effective at reducing insulin resistance, but apelin-13 levels increased significantly only with the AIT (P= 0.04). After the training, maximal oxygen uptake increased significantly in AIT and NRT compared with control group (both P= 0.001) and in AIT more than NRT (P= 0.001).

Conclusion: The practical applications indicate that obese men can use both AIT and NRT exercise programs to reduce insulin resistance. However, the AIT may have better beneficial effects (as indicated by apelin-13) compared to NRT.

Keywords: aerobic training, apelin-13 peptide, insulin resistance, obesity, resistance training.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-07-29]