مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد
دوره بیست و هفتم، شماره دوازده، اسفند ۱۳۹۸
تاریخ دریافت:۱۳۹۸/۰۱/۰۸
تاریخ پذیرش:۱۳۹۸/۰۵/۲۷

اثر تمرین مقاومتی کم‌شدت و هوازی تناوبی شدید بر غلظت سرمی اینترلوکین-۶ و مارکرهای مقاومت انسولین در مردان چاق و جوان

محمود نیک‌سرشت[۱]

مقاله پژوهشی

مقدمه: فعالیت ورزشی منظم یک راهکار مفید در کاهش مارکرهای التهابی است، اما هنوز مشخص نیست، کدام برنامه تمرینی مطلوب‌تر است. بنابراین، در پژوهش حاضر، اثر ۱۲ هفته تمرین مقاومتی کم‌شدت و هوازی تناوبی شدید بر سطوح سرمی اینترلوکین-۶ و مارکرهای مقاومت انسولین در مردان چاق و جوان مقایسه شد.

روش بررسی: در این مطالعه نیمه‌تجربی، ۳۸ مرد چاق و جوان (سن = ۵/۲±۲۸/۴ سال و چربی بدن٪ = ۱/۵±۲۷/۵) به‌طور تصادفی در گروه‌های تمرین مقاومتی کم‌شدت (۱۴ نفر)، هوازی تناوبی شدید (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) قرار گرفتند. برای مقایسه با مردان چاق، یک گروه از مردان غیرچاق (سن = ۵/۹±۲۷/۰ سال، چربی بدن٪ = ۲/۶ ± ۱۵/۵ و ۱۵ نفر) در مطالعه وارد شد. آزمودنی‌ها به مدت ۱۲ هفته و سه جلسه در هفته برنامه‌های تمرین (گروه مقاومتی کم‌شدت: ۱۰ حرکت با شدت ۵۰-۳۰ درصد یک تکرار بیشینه و گروه هوازی تناوبی شدید: ۱۶ دقیقه دویدن به‌صورت تناوبی با شدت ۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه و ۳ دقیقه ریکاوری بین تناوب‌ها) اجرا کردند. داده‌ها با استفاده از SPSS نسخه ۱۸ تحلیل شد.

نتایج: آزمون t مستقل نشان داد غلظت گلوکز (P=۰/۰۱)، انسولین (P=۰/۰۴) و شاخص مقاومت انسولین (P=۰/۰۲) در مردان چاق بالاتر از مردان غیرچاق بود، اما تفاوت معناداری در غلظت IL-6 مشاهده نگردید (P = ۰/۱۴). تحلیل واریانس دوطرفه مشخص کرد، پس از برنامه‌های تمرین، انسولین و شاخص مقاومت انسولین به‌طور مشابه و معناداری کاهش یافتند (P<۰/۰۵)، اما تغییر معناداری در گلوکز و IL-6 مشاهده نگردید (P>۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: در مجموع، مارکرهای مقاومت انسولین در مردان چاق بالاتر از مردان غیرچاق بود، اما تفاوت معناداری در IL-6 در این گروه‌ها مشاهده نشد. پس از برنامه‌های تمرین، انسولین و شاخص مقاومت انسولین به‌طور مشابه و معناداری کاهش یافت، اما تغییر معناداری در گلوکز و IL-6 ایجاد نگردید.

واژه‌های کلیدی: مقاومت به انسولین، تمرین هوازی تناوبی، تمرین مقاومتی، چاقی

IRCT ID: IRCT2012120411670N2

ارجاع: نیک‌سرشت محمود. **اثر تمرین مقاومتی کم‌شدت و هوازی تناوبی شدید بر غلظت سرمی اینترلوکین-۶ و مارکرهای مقاومت انسولین در مردان چاق و جوان.** مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد ۱۳۹۸؛ ۲۷ (۱۲): ۷۹-۲۱۷۰

۱-استادیار گروه فیزیولوژی ورزش، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران.
*(نویسنده مسئول)؛ تلفن: ۰۸۴-۲۲۲۷۵۲۶، پست الکترونیکی: nikserasht@gmail.com، صندوق پستی: ۶۹۳۱۱۳۳۱۴۵

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-09-09]

[DOI: 10.18502/ssu.v27i12.2833]

مقدمه

چاقی یا اضافه‌وزن -با افزایش غلظت سایتوکاین‌های التهابی- منشاء بسیاری از بیماری‌ها و یکی از نشانه‌های خطر مرگ و میر در بزرگسالی است (۱). تمرین ورزشی منظم از طریق افزایش انرژی مصرفی و کاهش تجمع چربی‌ها موجب بهبود وضعیت التهابی می‌شود. علاوه بر این، اثرات محافظتی تمرین ورزشی در برابر بیماری‌های مزمن را می‌توان به اثرات ضدالتهابی میوکاین‌ها (برای مثال ترشح اینترلوکین-۶ (IL-6) از عضله اسکلتی در حال انقباض) نسبت داد (۲). هرچند، تاکنون، روش قطعی برای درمان التهاب مزمن معرفی نشده است. سایتوکاین IL-6 در حالت استراحت یک بیومارکر التهابی است که با مقاومت به انسولین به ویژه در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق مرتبط است (۳). در مقابل، ترشح IL-6 در عضله اسکلتی ناشی از فعالیت ورزشی نقش ضدالتهابی دارد (۶-۴). فعالیت ورزشی منظم به عنوان یک راهکار مطلوب برای کاهش خطر التهاب مزمن پذیرفته شده است. اما هنوز مشخص نیست که کدام برنامهٔ تمرین اثرات مطلوب‌تری دارد. برای مثال، گزارش شد که ۱۰ ماه تمرین هوازی با شدت متوسط موجب کاهش معناداری در غلظت IL-6 در سالمندان شده است (۷). در مقابل، ۱۲ ماه تمرین هوازی با شدت متوسط در افراد دارای اضافه‌وزن نتوانست تغییر معناداری در IL-6 ایجاد کند (۸). هرچند، مطالعات نقش تمرین هوازی در کاهش مارکرهای التهابی نشان داده‌اند، اما داده‌ها در خصوص اثربخشی تمرین مقاومتی کم‌شدت و مقایسه آن با تمرین هوازی محدود است. تعیین برنامه تمرینی مطلوب که بتواند منجر به کاهش التهاب شود، اهمیت زیادی دارد. از بین انواع شدت‌های تمرین مقاومتی، شدت پایین ظرفیت بالایی برای افزایش چگالی مویرگی و آنزیم‌های اکسایشی و هم‌چنین آسیب عضلانی کمتری ایجاد می‌کند (۹). این نکته اهمیت دارد زیرا پاسخ‌های التهابی به ورزش‌های آسیب‌زا فراتر از ورزش‌های غیرآسیب‌زا است. از طرف دیگر، محققان نشان داده‌اند که تمرین هوازی تناوبی شدید منجر به کاهش سایتوکاین‌های التهابی در افراد غیرفعال و چاق شده است (۱۰). به‌علاوه، مشخص شده است که التهاب مزمن با افزایش فعالیت بدنی کاهش می‌یابد و با مداخله در رژیم غذایی می‌توان زمینه را برای بهبود وضعیت التهاب فراهم کرد (۲). بنابراین، برنامهٔ تمرینی که بتواند منجر به افزایش بیشتری در انرژی مصرفی شود، احتمالاً اثرات ضدالتهابی بالاتری دارد (۲). لذا، فرض مطالعه حاضر این است که استفاده از تمرین مقاومتی کم‌شدت مشابه تمرین هوازی تناوبی شدید (به‌دلیل کالری مصرفی یکسان) می‌تواند غلظت IL-6 را در مردان چاق و جوان بهبود بخشد. بنابراین، هدف از پژوهش حاضر، اثر ۱۲ هفته تمرین مقاومتی کم‌شدت و هوازی تناوبی شدید بر غلظت سرمی IL-6 و مارکرهای مقاومت انسولین در مردان جوان و چاق بود.

روش بررسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی -کارآزمایی بالینی- بود. نحوه اطلاع‌رسانی برای شرکت آزمودنی‌ها در این مطالعه به صورت فراخوان بود. با توجه به معیارهای ورود به مطالعه تعداد پانزده مرد غیرچاق (سن = ۵/۹± ۲۷/۰ سال و چربی بدن = ۲/۶±۱۵/۵ درصد) که بر اساس سن و آمادگی هوازی با ۳۸ مرد چاق (سن = ۵/۲±۲۸/۴ سال و چربی بدن = ۱/۵±۲۷/۵ درصد) یکسان‌سازی شده بودند، برای تعیین اثر چاقی انتخاب شدند. سپس، مردان چاق که بر اساس سن و درصد چربی یکسان‌سازی شده بودند، به‌طور تصادفی در یکی از گروه‌های تمرین مقاومتی کم‌شدت (۱۴ نفر)، تمرین هوازی شدید (۱۲نفر) و کنترل (۱۲ نفر) قرار گرفتند. معیارهای ورود به پژوهش شامل مردان جوان (در دامنه سنی ۲۳ تا ۳۳ سال)،کمتر از یک جلسه فعالیت بدنی در هفته (۱۱)، عدم مصرف سیگار و دارو، نداشتن تمرین ورزشی منظم حداقل در طی ۶ ماه گذشته، نداشتن رژیم غذایی خاص، فقدان بیماری (با توجه به پرسش‌نامه سوابق پزشکی و معاینه پزشک) و چربی بدن بیشتر از ۲۵ درصد برای گروه چاق و کمتر از ۱۸ درصد برای گروه غیرچاق بود. ابتدا، مراحل اجرایی پژوهش برای آزمودنی‌ها شرح داده شد و آنها فرم رضایت‌نامه شرکت در آزمون را تکمیل کردند.از آزمودنی‌ها نمونهٔ خون در پیش‌آزمون و پس از ۱۲ هفته تمرین (چهار روز پس از آخرین جلسه) در

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-09-09]

[DOI: 10.18502/ssu.v27i12.2833]

بین ساعات ۷ تا ۹ صبح در حالت ناشتا گرفته شد. نمونه‌ها با سرعت ۳۰۰۰ دور بر دقیقه برای ۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند، سرم استخراج شده برای سنجش متغیرها در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد فریز شد. سطح سرمی IL-6 (از کیت: R&D systems, Minneapolis, MN., USA) و انسولین (از کیت: INSULIN Q-1 kit; DIAPLUS Inc., NY., USA) با روش الایزا اندازه‌گیری شد. ضریب تغییرات برون‌آزمون، درون‌آزمون و حساسیت اندازه‌گیری‌ها به ترتیب ۴/۲و ۶/۴ درصد و کمتر از ۰/۷ پیکوگرم/میلی‌لیتر برای IL-6 و ۴/۹ و ۴/۹ درصد و ۰/۵ میکرو واحد/میلی‌لیتر برای انسولین بود. غلظت سرمی گلوکز با روش گلوکزاکسیداز (از کیت: Glucose B-test; Wako Pure Chemical, Osaka, Japan) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری مقاومت انسولین از روش Homeostasis Model (HOMA-IR) Assessment Ratio و بر اساس فرمول زیر محاسبه شد (۱۲).

غلظت گلوکز ناشتا (میلی-] = شاخص مقاومت به انسولین

۲۲/۵ / [(غلظت انسولین ناشتا (میکرو واحد/میلی‌لیتر)×مول/لیتر)

جهت آشنایی آزمودنی‌ها با نحوه کار با وزنه و نوارگردان جلسه‌ای با حضور محقق تشکیل شد. پس از آشنایی و گرم کردن (شامل اجرای ۱۲-۱۰ دقیقه کار بر روی دوچرخه ثابت و سپس اجرای دو نوبت کار با وزنه با شدت کم و متوسط برای گروه‌های عضلانی بزرگ بود)، آزمون یک تکرار بیشینه در حرکات اصلی و با استفاده از روش برزیکی (۹)، برای تعیین شدت تمرین انجام شد. در این روش مقاومتی بکار گرفته شد که امکان اجرای کمتر از ۱۰ تکرار را فراهم می‌کرد.

(تکرارها) ۲/۷۸ - ۱۰۲/۷۸ = درصدی از یک تکرار بیشینه

پیش و پس از دوره تمرین، تودهٔ بدن، قد و توده چربی آزمودنی‌ها بین ساعات ۷ تا ۸ صبح اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدن که حاصل توده بدن (کیلوگرم) تقسیم بر قد (متر) به توان ۲ است، به‌دست آمد. ضخامت چربی زیرجلدی با روش سه نقطه‌ای (سینه، شکم و ران) و با استفاده از ضخامت‌سنج (Lange, Country Technology, Gays Mills, WI, USA)سه بار با تکنیک استاندارد اندازه‌گیری و میانگین سه بار اندازه‌گیری برای هر محل محاسبه شد. سپس درصد چربی بر اساس فرمول جکسون-پولاک (۱۳)، به‌دست آمد. در تمام مراحل یک نفر (محقق) همه اندازه‌گیری‌ها را انجام داد. آزمودنی‌ها در گروه‌های تمرین به مدت ۱۲ هفته و سه جلسه در هفته برنامه‌های تمرین را اجرا کردند، اما گروه کنترل در طی این مدت سبک زندگی غیرفعال خود را ادامه دادند. برنامه تمرین مقاومتی کم‌شدت شامل کار با وزنه برای گروه‌های عضلانی بزرگ با شدت۳۰ تا ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه بود (جدول ۱). برنامه تمرین هوازی شدید شامل اجرای چهار وهله چهار دقیقه‌ای دویدن بر روی نوارگردان با شدت ۸۰ تا ۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب و سه تا چهار دقیقه ریکاوری بین وهله‌ها بود. شدت فعالیت با استفاده از ضربان‌سنج پولار (Polar RCX5sd- Run, USA) کنترل شد. با توجه به اینکه این دستگاه توانایی اندازه‌گیری کالری مصرفی را داشت، بر این اساس برنامه‌های تمرین طوری طراحی شد که کالری مصرفی بین گروه‌ها یکسان باشد (۱۴).

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف استاندارد گزارش شدند. آزمون شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk) جهت تعیین نرمالیتی توزیع داده‌ها بکار رفت. برای مقایسه اولیه متغیرها بین مردان چاق (۳۸ نفر) و مردان غیرچاق (۱۵ نفر) از آزمون t مستقل استفاده شد. جهت 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 گردید. اگر تحلیل واریانس تفاوت معناداری در اثر تعاملی نشان داد، ابتدا تغییرات مراحل زمانی محاسبه شد و با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه تفاوت بین گروه‌ها تعیین شد و از آزمون تعقیبی بونفرونی (Bonferroni) برای تعیین محل تفاوت استفاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۸ و در سطح معناداری P <۰/۰۵ تحلیل شدند.

ملاحظات اخلاقی

پروپوزال این تحقیق توسط معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام تایید شده است.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-09-09]

[DOI: 10.18502/ssu.v27i12.2833]

جدول ۱: پروتکل تمرین برای گروه تمرین مقاومتی کم‌شدت

حرکات	هفته‌های ۱-۴	هفته‌های ۵-۸	هفته‌های ۹-۱۲
پرس پا	۲×۲۰/۳۰	۳×۲۰/۴۰	۳×۲۰/۵۰
پرس سینه تخت	۲×۲۰/۳۰	۳×۲۰/۴۰	۳×۲۰/۵۰
پارویی نشسته	۲×۲۰/۳۰	۳×۲۰/۴۰	۳×۲۰/۵۰
لیفت مرده	۲×۲۰/۳۰	۳×۲۰/۴۰	۳×۲۰/۵۰
پشت ران	۲۰/۳۰×۲	۲۰/۴۰×۳	۲۰/۵۰×۳
بلند شدن روی پنجه‌پا	۲۰/۳۰×۲	۲۰/۴۰×۳	۲۰/۵۰×۳
پرس ارتشی	۲×۲۰/۳۰	۳×۲۰/۴۰	۳×۲۰/۵۰
کشش هالتر تا چانه	۲×۲۰/۳۰	۳×۲۰/۴۰	۳×۲۰/۵۰
جلو بازو هالتر	۲×۲۰/۳۰	۳×۲۰/۴۰	۳×۲۰/۵۰
شکم با زانوی خم	تا خستگی×۲	تا خستگی×۳	تا خستگی×۳

استراحت بین حرکات و نوبت‌ها به ترتیب ۲ و ۱ دقیقه بود.

*: ۲۰/۳۰ × ۲ عبارت است از اجرای ۲ نوبت برای ۲۰ تکرار با ۳۰ درصد یک تکرار بیشینه.

نتایج

در مقایسه اولیه، آزمون t مستقل نشان داد که وزن بدن، درصد چربی بدن، شاخص توده بدن، گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین در مردان چاق بالاتر از مردان غیرچاق بود، اما تفاوت معناداری در غلظت سرمی IL-6 در این گروه‌ها مشاهده نگردید (جدول ۲). تحلیل واریانس دوطرفه با اندازه‌گیری مکرر نشان داد که تمرین هوازی شدید منجر به کاهش معناداری در تودهٔ بدن و شاخص توده بدن در مقایسه با دیگر گروه‌ها گردید ($P < ۰/۰۱$). در حالی‌که، درصد چربی به‌طور مشابه و معناداری در گروه‌های تمرین در مقایسه با گروه کنترل کاهش یافت ($P < ۰/۰۴$). در مقایسه با گروه کنترل، غلظت سرمی انسولین و شاخص مقاومت به انسولین در گروه‌های تمرین به‌طور مشابه و معناداری کاهش یافت ($P < ۰/۰۵$). هرچند، برنامه‌های تمرین منجر به تغییر معناداری در غلظت سرمی گلوکز و IL-6 نگردیدند ($P > ۰/۰۵$)، (جدول ۳).

جدول ۲: مقایسه شاخص‌های پیکرسنجی و بیوشیمیایی در مردان چاق و غیرچاق.

متغیرها	گروه‌ها		سطح معناداری
	مردان چاق (۳۸ نفر)	مردان غیرچاق (۱۵ نفر)	
توده بدن (کیلوگرم)	۹۰/۲ ± ۵/۳	۶۹/۲ ± ۷/۲	۰/۰۰۱
شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	۲۸/۹ ± ۳/۱	۲۳/۵ ± ۲/۵	۰/۰۰۸
توده چربی (درصد)	۲۷/۵ ± ۱/۵	۱۵/۵ ± ۲/۶	۰/۰۰۱
گلوکز (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	۱۰۴/۵ ± ۱۰/۶	۸۸/۱ ± ۱۳/۲	۰/۰۱۲
انسولین (میکرو واحد/میلی‌لیتر)	۶/۳ ± ۲/۲	۵/۴ ± ۲/۶	۰/۰۴۴
شاخص مقاومت به انسولین (نسبت)	۱/۶ ± ۰/۴	۱/۲ ± ۰/۵	۰/۰۲۲
IL-6 (pg/mL)	۲/۵ ± ۱/۴	۲/۱ ±۰/۹	۰/۱۴۶

آزمون آماری t مستقل ($P< ۰/۰۵$).

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار ارائه شده است.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-09-09]

[DOI: 10.18502/ssu.v27i12.2833]

جدول ۳: مقایسه شاخص‌های پیکرسنجی و بیوشیمیایی در گروه‌های چاق پیش و پس از ۱۲ هفته.

متغیرها		گروه‌های چاق			سطح معناداری		
		تمرین مقاومتی کم‌شدت	تمرین هوازی شدید	کنترل	مداخله	زمان	تعاملی
تودهٔ بدن (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	۸۷/۱ ± ۷/۹	۹۱/۲ ± ۸/۸	۹۲/۸ ± ۵/۸	۰/۰۹۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون	۸۷/۸ ± ۶/۲	۸۹/۰ ± ۷/۴¶	۹۳/۲ ± ۶/۴			
شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	پیش‌آزمون	۲۸/۲ ± ۳/۱	۲۹/۸ ± ۳/۴	۲۸/۷ ± ۴/۱	۰/۱۱۲	۰/۰۳۳	۰/۰۳۹
	پس‌آزمون	۲۸/۷ ± ۲/۵	۲۷/۶ ± ۲/۱¶	۲۹/۹ ± ۴/۴			
تودهٔ چربی (درصد)	پیش‌آزمون	۲۶/۵ ± ۴/۳	۲۸/۰ ± ۳/۲	۲۸/۲ ± ۲/۶	۰/۰۹۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون	۲۴/۰ ± ۴/۰§	۲۵/۹ ± ۲/۹§	۲۸/۷ ± ۳/۰			
گلوکز (میلی-گرم/دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۹۸/۹ ± ۸/۹	۱۱۲/۵ ± ۱۳/۱	۱۰۲/۳ ± ۱۰/۹	۰/۲۲۸	۰/۰۹۹	۰/۱۲۷
	پس‌آزمون	۱۰۱/۵ ± ۹/۶	۱۰۴/۹ ± ۱۲/۶	۱۰۵/۲ ± ۱۱/۳			
انسولین (میکرو واحد/میلی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۷/۱ ± ۲/۶	۶/۱ ± ۲/۵	۵/۸ ± ۲/۱	۰/۳۳۸	۰/۰۰۱	۰/۰۱۱
	پس‌آزمون	۵/۲ ± ۲/۷§	۴/۳ ± ۲/۱§	۶/۱ ± ۲/۵			
شاخص مقاومت به انسولین	پیش‌آزمون	۱/۷۳ ± ۰/۶	۱/۶۹ ± ۰/۶	۱/۴۶ ± ۰/۵	۰/۰۸۹	۰/۰۰۱	۰/۰۳۳
	پس‌آزمون	۱/۳۳ ± ۰/۵§	۱/۱۱ ± ۰/۴§	۱/۵۸ ± ۰/۴			
IL-6 (pg/mL)	پیش‌آزمون	۲/۸ ± ۱/۶	۲/۳ ± ۱/۲	۲/۵ ± ۱/۴	۰/۴۳۹	۰/۱۸۸	۰/۳۲۶
	پس‌آزمون	۳/۲ ± ۲/۲	۲/۱ ± ۱/۹	۳/۱ ± ۲/۵			

آزمون تحلیل واریانس دوطرفه با اندازه‌گیری مکرر (P< ۰/۰۵).

§: مقایسه با گروه کنترل، ¶: مقایسه با دیگر گروه‌ها.

داده‌ها بر اساس میانگین ± انحراف معیار ارائه شده است.

بحث

در مطالعه حاضر مشخص شد که غلظت گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین در مردان چاق بالاتر از مردان غیرچاق بود، اما تفاوت معناداری در غلظت سرمی IL-6 در این گروه‌ها مشاهده نگردید. به‌علاوه، سه ماه تمرین هوازی تناوبی شدید و مقاومتی کم‌شدت غلظت انسولین و شاخص مقاومت به انسولین را بهبود بخشیدند، اما در غلظت گلوکز و IL-6 تغییر معناداری ایجاد نکردند. یکی از یافته‌های این مطالعه نشان داد که در غلظت سرمی IL-6 در گروه‌های چاق و غیرچاق تفاوت معناداری مشاهده نگردید، که با مطالعه نیک‌سرشت و همکاران (۲۰۱۴) که نشان دادند تفاوت معناداری در سطح سرمی IL-6 در مردان میان‌سال چاق و لاغر مشاهده نشده است (۱۵)، هم‌خوانی دارد. هم‌چنین در مطالعات دیگر نیز مشخص شد که غلظت گلوکز و انسولین در مردان میان‌سال چاق بالاتر از مردان میان‌سال لاغر بوده (۱۶, ۱۲)، که با نتایج مطالعهٔ حاضر هم‌خوانی دارد. در این مطالعه، با توجه به اینکه آمادگی هوازی در مردان چاق و غیرچاق یکسان‌سازی شده بود، می‌توان غلظت مشابه IL-6 در بین مردان چاق و غیرچاق را ناشی از وضعیت یکسان این شاخص مهم آمادگی قلبی و عروقی دانست. به‌علاوه، بالاتر بودن غلظت گلوکز و انسولین در مردان چاق را می‌توان ناشی ازبالاتر بودن توده چربی در این گروه دانست. غلظت انسولین و شاخص مقاومت به انسولین پس از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی کم‌شدت و هوازی تناوبی شدید به‌طور مشابه و معناداری کاهش یافتند. این نتایج با مطالعات قبلی که گزارش کردند غلظت انسولین و شاخص مقاومت به انسولین پس از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی و استقامتی در مردان چاق غیرفعال (۱۷, ۱۴)، و پس از ۶ هفته تمرین هوازی در افراد جوان تمرین‌کرده (۱۸)، کاهش یافته است، هم‌خوانی دارد. سازوکارهایی از قبیل افزایش پیش‌گیرنده‌های سیگنال‌های انسولین از قبیل Insulin receptor substrate-1، افزایش mRNA، افزایش پروتئین‌های ناقل گلوکز GLUT-4، افزایش فعالیت آنزیم‌های گلیکوژن سنتتاز و هگزوکیناز در عضله اسکلتی، افزایش برداشت اسیدهای چرب آزاد پلاسما و افزایش برداشت گلوکز در اثر تمرین ورزشی را می‌توان در این نتایج دخیل دانست (۲۲-۱۹).

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-09-09]

[DOI: 10.18502/ssu.v27i12.2833]

هم‌چنین، مشخص شده است که سازوکارهای مسئول برای اثربخشی تمرین مقاومتی بر مارکرهای مقاومت انسولین مشابه با سازگاری‌هایی ناشی از تمرین هوازی است (۲۳). با وجود اینکه در پژوهش حاضر سازوکارهای مسئول برای بهبود مارکرهای مقاومت به انسولین ناشی از تمرین بررسی نشده بود، اما این تغییرات مثبت با کاهش در توده چربی در گروه‌های تمرین همراه شد. علاوه بر این، کاهش مقاومت به انسولین و افزایش ظرفیت اکسایشی عضله (با افزایش ظرفیت میتوکندریایی) در بیماران سندرم متابولیکی پس از ۴ ماه تمرین هوازی تناوبی گزارش شده است (۲۴). هم‌چنین محققان گزارش کردند که ۱۰ هفته تمرین هوازی سطح بیان ژن GLUT-4 را به‌طور مشابه و معناداری در بافت‌های چربی، عضله اسکلتی و قلب افزایش داده است (۲۵). چنین به نظر می‌رسد که افزایش در سطح GLUT-4 یکی از دلایل کاهش‌شاخص مقاومت به انسولین در اثر تمرین‌های ورزشی است. یافته دیگر مطالعه حاضر نشان داد که سه ماه تمرین مقاومتی کم‌شدت و هوازی تناوبی شدید تغییر معناداری در غلظت سرمی IL-6 ایجاد نکرده‌اند. این یافته با نتایج مطالعات قبلی (۲۷, ۲۶)، مبنی بر عدم تغییر معناداری در IL-6 پس از تمرین مقاومتی و استقامتی در آزمودنی‌هایی مشابه با مطالعه حاضر هم‌خوانی داشت. اما، با برخی مطالعات دیگر (۲۹, ۲۸)، که کاهش معناداری در IL-6 پس از پروتکل‌های مختلف تمرین در افراد سالمند و بیماران قلبی نشان داده‌اند، در تناقض است. به‌علاوه، به تازگی گزارش شد که سطح IL-6 پس از ۱۶ هفته تمرین ترکیبی (هوازی و مقاومتی) در مردان ۵۵ تا ۷۰ ساله با دیابت نوع ۲ به میزان ۲۵ درصد کاهش یافته است (۳۰)، نیزمغایرت دارد. دلیل این مغایرت‌ها شاید ناشی از تفاوت در وضعیت سنی و سلامتی آزمودنی‌ها باشد. زیرا عواملی از قبیل سالمندی و از همه مهم‌تر بیمارهای قلبی-عروقی و دیابتی سطح این مارکر التهابی را افزایش داده است. بنابراین، می‌توان گفت که برنامه‌های تمرین اعم از مقاومتی و هوازی از پتانسیل بالاتری برای کاهش غلظت IL-6 در افراد بیمار و یا سالمند برخوردارند. یکی از محدودیت‌های مطالعه حاضر این بود که اندازه‌گیری سطح سرمی IL-6 (سایتوکاین پیش‌التهابی) به‌تنهایی جهت تشخیص وضعیت التهاب شاید کافی نباشد و برای نتیجه‌گیری قطعی به بررسی دیگر بیومارکرهای التهابی از جمله IL-1β و TNF-α نیاز است.

نتیجه‌گیری

در مجموع، در مطالعه حاضر مشخص شد که مارکرهای مقاومت انسولین در مردان چاق بالاتر از مردان غیرچاق بود، اما تفاوت معناداری در غلظت سرمی IL-6 در این گروه‌ها مشاهده نشد. به‌علاوه، سه ماه تمرین هوازی تناوبی شدید و مقاومتی کم‌شدت (با صرف انرژی مشابه) غلظت انسولین و شاخص مقاومت به انسولین را بهبود بخشیدند، اما تغییر معناداری در غلظت گلوکز و IL-6 ایجاد نکردند. بنابراین، می‌توان توصیه کرد که مردان چاق و جوان جهت کاهش مارکرهای مقاومت انسولین می‌توانند از برنامه‌های تمرین هوازی تناوبی شدید و/یا مقاومتی کم‌شدت استفاده کنند.

سپاس‌گزاری

از همه آزمودنی‌ها که در تحقیق حاضر همکاری نمودند، قدردانی می‌شود. منابع مالی این مقاله که از یک طرح تحقیقاتی (کد طرح: ۵۲۰۱۲۹۰۰۶۲۰۰۰۷) استخراج شده است توسط دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام تأمین شده است.

تعارض در منافع: وجود ندارد.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-09-09]

[DOI: 10.18502/ssu.v27i12.2833]

References:

1- Arsenault BJ, Cartier A, Cote M, Lemieux I, Tremblay A, Bouchard C, et al. ***Body Composition, Cardiorespiratory Fitness, and Low-Grade Inflammation in Middle-Aged Men and Women.*** Am J Cardiol 2009; 104(2): 240-6.

2- Beavers KM, Brinkley TE, Nicklas BJ. ***Effect of Exercise Training on Chronic Inflammation.*** Clin Chim Acta 2010; 411(11-12): 785-93.

3- Pedersen BK, Steensberg A, Fischer C, Keller C, Keller P, Plomgaard P, et al. ***The Metabolic Role of IL-6 Produced during Exercise: Is IL-6 An Exercise Factor***?. Proc Nutr Soc 2004; 63(2): 263-7.

4- Pedersen BK. ***The Anti-Inflammatory Effect of Exercise: Its Role in Diabetes and Cardiovascular Disease Control.*** Essays biochem 2006; 42: 105-17.

5- Pedersen BK, Febbraio MA***. Muscle as an Endocrine Organ: Focus on Muscle-Derived Interleukin-6.*** Physiol Rev 2008; 88(4): 1379-406.

6- Pedersen BK, Febbraio MA. ***Muscles, Exercise and Obesity: Skeletal Muscle as a Secretory Organ***. Nat Rev Endocrinol 2012; 8(8): 457-65.

7- Kohut ML, McCann DA, Russell DW, Konopka DN, Cunnick JE, Franke WD, et al. ***Aerobic Exercise, but not Flexibility/Resistance Exercise, Reduces Serum IL-18, CRP, and IL-6 Independent of Beta-Blockers, BMI, and Psychosocial Factors in Older Adults.*** Brain Behav Immuni 006; 20(3): 201-9.

8- Campbell KL, Campbell PT, Ulrich CM, Wener M, Alfano CM, Foster-Schubert K, et al. ***No Reduction in C-Reactive Protein Following a 12-Month Randomized Controlled Trial of Exercise in Men and Women.*** Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 2008; 17(7): 1714-8.

9- Kraemer WJ, Fleck SJ. ***Optimizing Strength Training: Designing Nonlinear Periodization Workouts***. 1st ed. United States: Human Kinetics; 2007: 65-86.

10- You T, Arsenis NC, Disanzo BL, Lamonte MJ. ***Effects of Exercise Training on Chronic Inflammation in Obesity : Current Evidence and Potential Mechanisms***. Sports Med 2013; 43(4): 243-56.

11- Heyward VH, Gibson A. ***Advanced Fitness Assessment And Exercise Prescription***. 7st ed. United States: Human kinetics; 2014: 55-89.

12- Nikseresht M. ***Comparison of Serum Cytokine Levels in Men Who Are Obese or Men Who are Lean: Effects of Nonlinear Periodized Resistance Training and Obesity.*** J Strength Cond Res 2018; 32(6): 1787-95.

13- Jackson AS, Pollock ML. ***Generalized Equations for Predicting Body Density of Men.*** 1978. The Br J Nutr 2004; 91(1): 161-8.

14- 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.

15- 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.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-09-09]

[DOI: 10.18502/ssu.v27i12.2833]

16- Nikseresht M, Hafezi Ahmadi MR, Hedayati M. ***Detraining-Induced Alterations in Adipokines and Cardiometabolic Risk Factors after Nonlinear Periodized Resistance and Aerobic Interval Training in Obese Men.*** Appl Physiol Nutr Metab 2016; 41(10): 1018-25.

17- 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.

18- Grieco CR, Swain DP, Colberg SR, Dowling EA, Baskette K, Zarrabi L, et al. ***Effect of Intensity of Aerobic Training on Insulin Sensitivity/Resistance in Recreationally Active Adults.*** J Strength Cond Res 2013; 27(8): 2270-6.

19- 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): E432-8.

20- 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.

21- 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.

22- 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.

23- 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.

24- Mora-Rodriguez R, Ortega JF, Hamouti N, Fernandez-Elias VE, Canete Garcia-Prieto J, Guadalupe-Grau A, et al. ***Time-Course Effects of Aerobic Interval Training and Detraining in Patients with Metabolic Syndrome***. Nutr Metab Cardiovasc Dis 2014; 24(7): 792-8.

25- Lehnen AM, Leguisamo NM, Pinto GH, Markoski MM, De Angelis K, Machado UF, et al. ***The Beneficial Effects of Exercise in Rodents are Preserved after Detraining: A Phenomenon Unrelated to GLUT4 Expression.*** Cardiovasc Diabetol 2010; 9: 67.

26- Libardi CA, De Souza GV, Cavaglieri CR, Madruga VA, Chacon-Mikahil MP. ***Effect of Resistance, Endurance, and Concurrent Training on TNF-Alpha, IL-6, and CRP.*** Med Sci Sports Exerc 2012; 44(1): 50-6.

27- Libardi CA, Souza GV, Gaspari AF, Dos Santos CF, Leite ST, Dias R, et al. ***Effects of Concurrent Training on Interleukin-6, Tumour Necrosis Factor-Alpha and C-Reactive Protein in Middle-Aged Men.*** J Sports Sci 2011; 29(14): 1573-81.

28- Nicklas BJ, Hsu FC, Brinkley TJ, Church T, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, et al. ***Exercise Training and Plasma C-Reactive Protein and Interleukin-6 in Elderly People.*** J Am Geriatr Soc 2008; 56(11): 2045-52.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-09-09]

[DOI: 10.18502/ssu.v27i12.2833]

29- Prestes J, Shiguemoto G, Botero JP, Frollini A, Dias R, Leite R, et al. ***Effects of Resistance Training on Resistin, Leptin, Cytokines, and Muscle Force in Elderly Post-Menopausal Women.*** J Sports Sci 2009; 27(14): 1607-15.

30- Annibalini G, Lucertini F, Agostini D, Vallorani L, Gioacchini A, Barbieri E, et al. ***Concurrent Aerobic and Resistance Training has Anti-Inflammatory Effects and Increases Both Plasma and Leukocyte Levels of IGF-1 in Late Middle-Aged Type 2 Diabetic Patients.*** Oxid med cell longev 2017; 2017: 3937842.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-09-09]

[DOI: 10.18502/ssu.v27i12.2833]

Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences
Vol 27| NO 12 | Mar 2020

Received: 28 Mar 2019
Accepted: 18 Aug 2019

Effects of Low-Intensity Resistance versus High-Intensity Interval Aerobic Training on Serum Interleukin-6 Concentration and Insulin Resistance Markers in Obese and Young Men

Mahmoud Nikseresht[†1]

Original Article

Introduction: Regular exercise training is a useful strategy to reduce inflammatory markers, but it is still unclear what type of training is better. Thus, this study compared the effects of 12-week of low-intensity resistance (Low-RT) and high-intensity interval aerobic training (High-IAT) on serum interleukin (IL)-6 levels and insulin resistance (IR) markers in obese and young men.

Methods In this quasi-experimental study, 38 obese and young men (age = 28.4 ± 5.2 years and body fat% = 27.5 ± 1.5) randomly assigned into a low-RT (n=14), high-IAT (n=12) and control (CON, n=12) groups. An age-matched control group of non-obese men (age = 27.0 ± 5.9 years, body fat% = 15.5 ± 2.6 and n=15) were also recruited for baseline comparison. Subjects performed the training programs (Low-RT: 10 exercises at 30-50% of 1-repetition maximum, and High-IAT: 16-minute of interval running at 80-90% of maximum heartbeat with a 3-minute recovery between intervals) for 12 weeks and 3-day a week. Data analyzed using SPSS version 18.

Results: The independent *t*-test showed that the concentrations of glucose (P = 0.01), insulin (P = 0.04) and IR-index (P = 0.02) in obese men was higher than the non-obese at baseline, but no significant difference was noted for IL-6 (P = 0.14). The 2-factor analysis of variance revealed that insulin and IR-index similarly and remarkably decreased in response to the training (P < 0.05), but remained unchanged with glucose and IL-6 (P > 0.05).

Conclusion: In summary, insulin resistance markers in the obese men group were higher than in the non-obese men group, but no significant difference was detected in IL-6 in these groups. Insulin and IR-index decreased remarkably and similarly after training programs, but no significant changes were found in glucose and IL-6.

Keywords: Insulin resistance, Interval aerobic training, Resistance training, Obesity.

Citation: Nikseresht M. **Effects of low-intensity resistance versus high-intensity interval aerobic training on serum interleukin-6 concentration and insulin resistance markers in obese and young men.** J Shahid Sadoughi Uni Med Sci 2020; 27(12): 2170-79.

[1]Department of Exercise Physiology, Ilam Branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran.

***Corresponding author: Tel:** 084-2227526, **Email:** nikserasht@gmail.com

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-09-09]

[DOI: 10.18502/ssu.v27i12.2833]