

تاثیر دو نوع برنامه‌ی تمرین تناوبی شدید بر اینترلوکین-۶ و آیریزین پلازما در زنان جوان دارای اضافه‌وزن

علی اصغر رواسی^۱، پریسا پورنعمتی^۲، سامسون سرابی^۳

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به همه‌گیری چاقی در سرتاسر جهان و تاثیرات نامطلوب آن بر سلامت، وضعیت جسمانی و روانی افراد مبتلا به چاقی و همچنین پاسخ ترشح سیتوکین‌ها در واکنش به انقباضات عضلانی و تاثیر آن‌ها بر کاهش درصد چربی و چاقی، در این مطالعه تاثیر دو نوع تمرین تناوبی شدید بر غلظت اینترلوکین-۶ و آیریزین پلازما در زنان جوان دارای اضافه‌وزن بررسی شد.

مواد و روش‌ها: تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی بود. ۳۰ زن ارای اضافه وزن به صورت داوطلبانه در تحقیق حاضر شرکت کردند و به صورت تصادفی به ۲ گروه تمرینی HIIT-1 (تناوبی شدید ۴ وهله‌ای) و HIIT-2 (تناوبی شدید ۸ وهله‌ای) و یک گروه کنترل تقسیم شدند. برنامه تمرین HIIT-1 شامل ۴ وهله فعالیت یک دقیقه‌ای با حداکثر شدت و ۴ دقیقه پیاده‌روی ملایم در چهار هفته نخست، ۵ وهله فعالیت یک دقیقه‌ای با شدت ۸۰ تا ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه و ۴ دقیقه پیاده‌روی ملایم در هفته‌های پنجم و ششم و ۶ وهله فعالیت یک دقیقه‌ای با شدت ۸۰ تا ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه و ۴ دقیقه پیاده‌روی ملایم در هفته‌های هفتم و هشتم) بود. برنامه تمرین HIIT-1 شامل ۸ وهله فعالیت سی ثانیه‌ای با شدت ۸۰ تا ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه و ۲ دقیقه پیاده‌روی ملایم در چهار هفته نخست، ۱۰ وهله فعالیت سی ثانیه‌ای با شدت ۸۰ تا ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه و ۲ دقیقه پیاده‌روی ملایم در هفته‌های پنجم و ششم و ۱۲ وهله فعالیت سی ثانیه‌ای با شدت ۸۰ تا ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه و ۲ دقیقه پیاده‌روی ملایم در هفته‌های هفتم و هشتم بود که به مدت ۸ هفته انجام شد. سطوح پلاسمایی اینترلوکین ۶ و آیریزین قبل و پس از تمرین اندازه گیری شد.

نتایج: یافته‌های پژوهش نشان داد هر دو نوع پروتکل تمرینات تناوبی شدید ۴ وهله‌ای و ۸ وهله‌ای موجب کاهش معنادار غلظت اینترلوکین-۶ در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون شد ($P < 0.05$) اما بین دو نوع تمرین HIIT تفاوت معناداری مشاهده نشد. همچنین تمرینات تناوبی شدید ۴ وهله‌ای و ۸ وهله‌ای موجب افزایش معنادار غلظت آیریزین پلازما در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون شد ($P < 0.05$)، اما بین دو نوع تمرین HIIT تفاوت معناداری در سطح آیریزین مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی می‌توان گفت با توجه به نتایج به‌دست آمده از دو نوع پروتکل تمرینات تناوبی شدید ۴ وهله‌ای و ۸ وهله‌ای بر سطوح اینترلوکین-۶ و آیریزین پلاسمایی در زنان مبتلا به اضافه‌وزن اثر داشته و می‌تواند نقش موثری را در کاهش وزن در این افراد داشته باشند.

واژه‌های کلیدی: اینترلوکین-۶، آیریزین، اضافه وزن.

^۱ استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

^۲ استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

^۳ دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. نویسنده مسئول:

مقدمه

یکی از مشکلات اجتماعی در بیشتر کشورهای جهان، مسئله اضافه وزن، چاقی و پیامدهای ناشی از آن است که باعث کم‌ تحرکی افراد و ابتلا امراض مُزمن متابولیکی همچون مقاومت به انسولین، کبد چرب و دیابت نوع دوم می‌شود و به صورت کلی، در سطح جهان، شیوع چاقی در جمعیت زنان بیشتر از مردان است (Kanter & Caballero, 2012). در حال حاضر، کشور ایران نیز از این قاعده مُستثنی نیست و بنا بر مطالعات مروری، شاخص توده بدنی میانگین در افراد زیر هجده سال ۱۹/۳ و در افراد بالای هجده سال ۲۵/۲ می‌باشد و بر اساس تخمین حدود ۲۱/۷ درصد جمعیت بالای هجده سال ایران در گروه افراد چاق قرار دارند که در آن، جمعیت زنان بیشتر از مردان است (Rahmani et al, 2015). ثابت شده است تمرینات HIIT از طریق ایجاد تغییرات متابولیکی در سلول‌های دو بافت عضلات اسکلتی و آدیپوز باعث رهايش سيتوکين‌های ویژه‌ای در جریان خون می‌شوند که این سيتوکين‌ها به نفع چربی‌سوزی بهتر و تبدیل مؤثرتر سوبسترهای چرب به انرژی عمل می‌کنند و امروزه جریان مطالعات به سمت درک هرچه بهتر عملکرد دقیق این سيتوکين‌ها هدایت شده است (He et al., 2018) در میان اعضای خانواده سيتوکين‌ها، "اینترلوکین-۶" بیشترین توجه را نزد پژوهشگران به خود اختصاص داده و تحقیقات مختلف ثابت کرده‌اند میان غلظت پلاسمایی آن با شدت چاقی، شاخص توده بدنی و میزان مقاومت به انسولین رابطه مثبت معناداری برقرار است (Glund & Krook., 2008; Garbers, Heink, Korn, & Rose-John., 2018)، اما از دیگر سو، به دنبال یک وهله فعالیت ورزشی طولانی، گاه غلظت پلاسمایی اینترلوکین-۶ تا صد برابر مقادیر پایه افزایش می‌یابد (Yargic et al., 2018) و چون فعالیت ورزشی در کاهش مقاومت به انسولین مؤثر است، افزایش غلظت این سيتوکين بر اثر فعالیت، پژوهشگران را به این گمان واداشته که شاید اینترلوکین-۶ یکی از میانجی‌های مهم فعالیت ورزشی برای کاهش مقاومت به انسولین باشد (Lehrskov et al. 2018)؛ اینترلوکین-۶ اصولاً اثرات ضدالتهابی دارد و باعث رهایی پروتئین‌های مرحله‌ی حاد از سلول‌های کبدی همانند CRP می‌شود، CRP نیز پروتئین مرحله حاد است که به‌عنوان مولکول پیش التهاب و ضدالتهاب به کار می‌رود و در حالت پیش التهابی به‌عنوان مکانیسمی جهت پاتوژن علامت گذاری سلول‌های تخریب شده و در حالت ضد التهابی، خنثی کردن سيتوکينز ضدالتهابی، پروتئاز و شروع اکسایش در طول پاسخ التهاب می‌باشد. از طرف دیگر تحقیقات نشان می‌دهند که اینترلوکین-۶ به طور مستقیم در بیان ژن TNF- α نقش دارد (Shafei et al., 2019). عضله‌ی اسکلتی در هنگام ورزش مقادیر مشخصی اینترلوکین-۶ را به درون گردش خون رها می‌کند. این فرضیه وجود دارد که اینترلوکین-۶ رها شده از عضله دارای نقش‌های متابولیکی است. پاسخ اینترلوکین-۶ ممکن است نشان دهنده کاهش بحرانی ذخایر گلیکوژن عضلانی و گلوکز خون به عنوان منبع تکیه بیشتر عضلات اسکلتی بر انرژی باشد. اینترلوکین-۶ از یک سو در دوره‌ی پس از ورزش یعنی هنگام عملکرد انسولین رها می‌شود و از سوی دیگر با چاقی و کاهش عملکرد انسولین رابطه دارد (Asle Mohammadi Zadeh & Kargarfard., 2019). این عامل دارای اثر ضد چاقی است و حساسیت انسولین را افزایش می‌دهد. اینترلوکین-۶ مانند لیبیتین، AMPK را در عضله اسکلتی و بافت چربی فعال می‌کند. فعال سازی AMPK با اثر بر مسیریام دهنده انسولین موجب افزایش مصرف گلوکز می‌شود. تمرینات HIIT از طریق ایجاد تغییرات متابولیکی در سلول‌های دو بافت عضلات اسکلتی و آدیپوز باعث رهايش سيتوکين‌های ویژه‌ای در جریان خون می‌شوند که این سيتوکين‌ها به نفع چربی‌سوزی بهتر و تبدیل مؤثرتر سوبسترهای چرب به انرژی عمل

می‌کنند و امروزه جریان مطالعات به سمت درک هرچه بهتر عملکرد دقیق این سیتوکین‌ها هدایت شده است (He et al., 2018). در میان انواع سیتوکین‌ها، آنها که از عضلات اسکلتی ترشح می‌شوند (میوکین‌ها) و آنها که از بافت چربی آزاد می‌شوند (آدیپوکین‌ها) اهمیت ویژه‌ای دارند و نحوه‌ی تعاملشان با ابعاد مختلف متابولیسم چربی نیازمند بازنگری دقیق‌تر است. در میان اعضای خانواده‌ی سیتوکین‌ها، "اینترلوکین-۶" بیشترین توجه را نزد پژوهشگران به خود اختصاص داده و تحقیقات مختلف ثابت کرده‌اند میان غلظت پلاسمایی آن با شدت چاقی، شاخص توده‌ی بدنی و میزان مقاومت به انسولین رابطه‌ی مثبت معناداری برقرار است (Glund & Krook., 2008; Garbers et al., 2018). اما از دیگر سو، به دنبال یک وهله فعالیت ورزشی طولانی، گاه غلظت پلاسمایی اینترلوکین-۶ تا صد برابر مقادیر پایه افزایش می‌یابد (Yargic et al., 2018) و چون فعالیت ورزشی در کاهش مقاومت به انسولین مؤثر است، افزایش غلظت این سیتوکین بر اثر فعالیت، پژوهشگران را به این گمان واداشته که شاید اینترلوکین-۶ یکی از میانجی‌های مهم فعالیت ورزشی برای کاهش مقاومت به انسولین باشد (Lehrskov et al., 2018)؛ برای رفع این تناقض که آیا غلظت این سیتوکین شاخص تحرک یا عدم تحرک است، سه نکته عنوان شده؛ اول آنکه اینترلوکین-۶ در بافت‌های مختلف تأثیرات مختلف دارد و نباید آن را تماماً بعنوان سیتوکینی التهابی یا ضدالتهابی طبقه‌بندی کرد (Suzuki., 2018)؛ یعنی این سیتوکین در بافت عضلانی باعث افزایش حساسیت به انسولین و برداشت بیشتر گلوکز می‌شود (Carey et al., 2006)؛ اما در بافت آدیپوز زیرپوستی، مقاومت به انسولین و کاهش برداشت چربی را موجب می‌شود (Trujillo et al., 2004)؛ دوم آنکه میان غلظت مزمن و غلظت حاد آن باید تفاوت قائل شد و این دو موضوع را نباید با نگاهی واحد تفسیر کرد؛ یعنی در افراد چاق غلظت پلاسمایی این سیتوکین به صورت مزمن بالاست زیرا بافت آدیپوز ملتهب آنان مقدار زیادی اینترلوکین-۶ را در اختیار جریان خون می‌گذارد که باعث مقاومت به انسولین در کبد این افراد می‌شود (Senn, Klover, Nowak, & Mooney., 2002)؛ اما حتی همین افراد، هنگام فعالیت ورزشی، با افزایش حاد غلظت اینترلوکین-۶ مواجه می‌شوند و این افزایش، آثار ضدالتهابی و مفیدی برای ایجاد انرژی در دسترس دارد؛ سوم آنکه مطالعات نشان داده، افزایش حاد غلظت اینترلوکین-۶ در حین فعالیت ورزشی و پس از آن، بیش از آنکه به افزایش رهايش گلوکز به جریان خون کمک کند؛ به رهايش، تحویل و مصرف اسیدهای چرب آزاد کمک می‌کند (Glund & Krook., 2008). سیتوکین دیگری که در این مطالعه، نحوه‌ی ارتباطش با متابولیسم چربی مورد بررسی قرار می‌گیرد "آیریزین" است که هنگام فعالیت ورزشی توسط عضلات اسکلتی در حال انقباض بعنوان میوکین ترشح می‌شود و علاوه بر اینکه در تبدیل چربی سفید به چربی قهوه‌ای نقش دارد (Norheim et al., 2014)؛ باعث بیان هر چه بیشتر پروتئین‌های غیرمزدوج UCPS شده و به افزایش ترموزنز و مصرف انرژی بیشتر توسط آدیپوسیت‌ها کمک می‌کند (Tsuchiya et al., 2014)؛ همچنین آیریزین از طریق کمک به افزایش بیان آنزیم‌ها و میانجی‌های متابولیکی مختلف باعث مهار تجمع چربی شده و از دیگر سو، مانع از تمایز پری‌آدیپوسیت‌ها به آدیپوسیت‌های بالغ می‌شود (Huh, Dincer., 2014). تمرینات اینتروال شامل دوره‌های متناوب تمرین و استراحت است؛ تناوب شدت و مدت تمرین و استراحت منجر به ایجاد تمرینات اینتروال متنوعی می‌شود. تمرینات HIIT یکی از این مدل تمرین‌ها است (Kilpatrick, Jung, & Little., 2014). سایر تمرینات HIIT به دلیل خاصیت رساندن فرد به EPOC (مصرف اکسیژن اضافه پس از تمرین) قابلیت و تأثیرپذیری بالاتری را نسبت به تمرینات هوازی سنتی دارد (Herodek et al., 2014). تمرینات HIIT به دو دسته تمرینات HIIT هوازی و HIIT با استفاده

از وزن بدن تقسیم می‌شوند. تمرینات HIIT هوازی عمدتاً شامل دوره‌های مختلف دویدن و دوچرخه‌سواری است و تمرینات HIIT با استفاده از وزن بدن نیز شامل تمرینات Tabata، کراس‌فیت، بوتکمپ و سایر تمرینات مشابه است. بر اساس مطالعات انجام شده هر دو نوع از تمرینات HIIT تأثیرات مثبتی را بر کاهش وزن دارند (Kilpatrick et al., 2014). ذکر این نکته مهم است که HIIT از فعالیت خیلی شدید (نزدیک به بیشینه یا فوق بیشینه) و نیز فعالیت کم‌شدت تا شدت متوسط تشکیل می‌شود؛ از این رو ATP تولیدی به صورت هم‌زمان از دو دستگاه بی‌هوازی و هوازی تأمین می‌شود و اگرچه در دستگاه هوازی سوبسترای غالب کربوهیدرات است، "اکسایش لیپید" به ویژه در دوره‌های بازیافت بین تلاش‌های خیلی شدید و همچنین وقتی دوره فعالیت ورزشی طولانی‌تر می‌شود مهم است؛ به بیان دیگر، این اشتباه متداول که گمان می‌شود HIIT عمدتاً از دستگاه بی‌هوازی و خصوصاً گلیکولیز بی‌هوازی سوختگیری می‌کند باید اصلاح شود. به بیان دیگر، دستگاه‌های هوازی و بی‌هوازی از شروع انقباض فعال می‌شوند و در حقیقت با افزایش مدت فعالیت ورزشی، سهم دستگاه هوازی و تبعاً سهم اکسایش چربی مهم‌تر می‌شود (Astorino & Schubert., 2018; MacLaren & Morton., 2011). با توجه به اینکه چاقی و اضافه وزن از مشکلات جوامع امروزی می‌باشد، جلوگیری و کاهش آن امری بسیار ضروری بنظر می‌رسد، بنابراین در این مطالعه هدف بررسی تأثیر دو نوع برنامه تمرینی تناوبی شدید بر اینترلوکین-۶ و آیریزین پلازما در زنان جوان دارای اضافه وزن است.

روش پژوهش

پژوهش حاضر یک مطالعه نیمه‌تجربی است که در آن از دو گروه تمرینی HIIT-1 و HIIT-2 و یک گروه کنترل استفاده شده است. جامعه آماری ۲۱۳ نفر از دانشجویان دختر جوان دانشگاه بقیه الله قزوین بودند که از این تعداد ۳۰ نفر به صورت نمونه در دسترس هدفمند با شاخص توده بدنی ۲۵ تا ۲۹ (دارای اضافه وزن) برای شرکت در مطالعه انتخاب شدند و به صورت تصادفی در ۳ گروه تمرینات HIIT1، تمرینات HIIT2 و کنترل قرار گرفتند. در این مطالعه، جهت ارزیابی بهتر برنامه غذایی آزمودنی‌ها یک پرسشنامهٔ بسامد خوراک به آزمودنی‌ها ارائه شد و بر اساس عادات غذایی مطلوب، یک یادآمد غذایی شامل لیستی از غذاهای پیشنهادی و ممنوعه در اختیار شرکت‌کنندگان قرار گرفت. در ادامه، آزمودنی‌ها در دو گروه "تناوبی شدید ۴ وهله‌ای" (۴ وهله فعالیت یک دقیقه‌ای با حداکثر شدت و ۴ دقیقه پیاده‌روی ملایم در چهار هفتهٔ نخست، ۵ وهله فعالیت یک دقیقه‌ای با شدت ۸۰ تا ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه و ۴ دقیقه پیاده‌روی ملایم در هفته‌های پنجم و ششم و ۶ وهله فعالیت یک دقیقه‌ای با شدت ۸۰ تا ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه و ۴ دقیقه پیاده‌روی ملایم در هفته‌های هفتم و هشتم) و "تناوبی شدید ۸ وهله‌ای" (۸ وهله فعالیت سی ثانیه‌ای با شدت ۸۰ تا ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه و ۲ دقیقه پیاده‌روی ملایم در چهار هفتهٔ نخست، ۱۰ وهله فعالیت سی ثانیه‌ای با شدت ۸۰ تا ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه و ۲ دقیقه پیاده‌روی ملایم در هفته‌های پنجم و ششم و ۱۲ وهله فعالیت سی ثانیه‌ای با شدت ۸۰ تا ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه و ۲ دقیقه پیاده‌روی ملایم در هفته‌های هفتم و هشتم) قرار گرفتند و فعالیت خود را در یک مسافت ۲۰ متری که توسط دو مخروط مشخص شده بود، به مدت ۸ هفته و هر هفته سه جلسه، اجرا کردند. قبل از شروع پروتکل تمرینی در هر جلسه، ۵ دقیقه نرم‌دویدن به عنوان برنامه گرم کردن و در پایان هر جلسه نیز ۵ دقیقه نرم‌دویدن به عنوان برنامه سرد کردن لحاظ شد (Gibala., 2015). ۲۴ ساعت قبل از نخستین جلسه و ۲۴ ساعت بعد از آخرین جلسه از تمامی آزمودنی‌های سه گروه در حالی که حداقل دو ساعت قبل از شروع تمرین

صبحانه خورده بودند نمونه‌های خونی در لوله‌های آزمایشی جمع‌آوری شد. غلظت پلاسمایی اینترلوکین ۶ و آیریزین به روش الایزا مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. به منظور تعیین طبیعی بودن داده‌ها ابتدا از آزمون آماری شاپیروویلیک استفاده شد. جهت تعیین تفاوت موجود بین مقادیر پیش آزمون با پس آزمون در هر گروه از آزمون تی همبسته استفاده شد. همچنین از آزمون تحلیل واریانس یک سویه جهت بررسی تغییرات بین گروهی استفاده شد. داده‌های جمع‌آوری شده با بهره‌گیری از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ تجزیه و تحلیل شدند. سطح معنی‌داری ($P < 0.05$) در نظر گرفته شد

یافته‌ها

نتایج آزمون تی همبسته حاکی از آن بود که غلظت اینترلوکین-۶ در هر دو گروه تمرین در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون کاهش یافته بوده بود ($P < 0.05$). نتایج آزمون تحلیل واریانس یکطرفه نشان داد بین گروه‌های پژوهش در غلظت اینترلوکین-۶ پلاسما زنان جوان دارای اضافه‌وزن تفاوت معناداری وجود دارد ($P < 0.05$). آزمون تعقیبی توکی نشان داد بین دو گروه کنترل و HIIT1 و گروه کنترل و HIIT2 تفاوت معنادار می‌باشد ($P < 0.05$). اما بین گروه‌های HIIT1 و HIIT2 تفاوت معناداری دیده نشد (جدول ۱).

جدول ۱: غلظت (میانگین \pm انحراف استاندارد) سطوح پلاسمایی اینترلوکین-۶ در گروه‌های پژوهش

گروه‌ها	مراحل	تعداد	غلظت (میانگین \pm انحراف استاندارد)	کمترین	بیشترین
کنترل	پیش‌آزمون	۱۰	12.54 ± 1.09	۱۰,۹۸	۱۴,۴
	پس‌آزمون	۱۰	12.39 ± 1.28	۱۰,۰۹	۱۴,۱
HIIT1	پیش‌آزمون	۱۰	11.53 ± 1.36	۹,۹۸	۱۴,۱۰
	پس‌آزمون	۱۰	$9.97 \pm 0.69^*$	۸,۹۰	۱۱,۳۶
HIIT2	پیش‌آزمون	۱۰	12.34 ± 1.14	۱۰,۹۰	۱۴,۹۸
	پس‌آزمون	۱۰	$8.93 \pm 0.41^*$	۸,۰۱	۹,۶۷

* تفاوت معنادار نسبت به پس‌آزمون ($P < 0.05$)

نتایج آزمون تی همبسته حاکی از آن بود که غلظت آیریزین در هر دو گروه تمرین در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون افزایش یافته بوده بود ($P < 0.05$). نتایج آزمون تحلیل واریانس یکطرفه نشان داد بین گروه‌های پژوهش در غلظت آیریزین پلاسما زنان جوان دارای اضافه‌وزن تفاوت معناداری وجود دارد ($P < 0.05$). آزمون تعقیبی توکی نشان داد بین دو گروه کنترل و HIIT1 و گروه کنترل و HIIT2 تفاوت معنادار می‌باشد ($P < 0.05$). اما بین گروه‌های HIIT1 و HIIT2 تفاوت معناداری دیده نشد (جدول ۲).

جدول ۲: غلظت (میانگین \pm انحراف استاندارد) سطوح پلاسمایی آیریزین در گروه‌های پژوهش

گروه‌ها	مراحل	تعداد	غلظت	کمترین	بیشترین
کنترل	پیش‌آزمون	۱۰	۲۱,۵۸ \pm ۲,۶۶	۱۸,۵	۲۶,۱۲
	پس‌آزمون	۱۰	۲۱,۹۱ \pm ۲,۴۶	۱۸,۸۷	۲۵,۸۹
HIIT1	پیش‌آزمون	۱۰	۲۳,۳۲ \pm ۲,۲۶	۱۹,۶۵	۲۶,۹۸
	پس‌آزمون	۱۰	۲۹,۸۴ \pm ۴,۴۹*	۱۹,۹۸	۳۶,۶۷
HIIT2	پیش‌آزمون	۱۰	۲۰,۷۹ \pm ۲,۵۴	۱۷,۹۸	۲۷,۰۱
	پس‌آزمون	۱۰	۳۴,۷۷ \pm ۷,۴۳*	۲۵,۱۲	۵۰,۱۳

* تفاوت معنادار نسبت به پس‌آزمون ($P < 0.05$)

نتایج آزمون تی همبسته همچنان نشان داد در هر دو گروه تمرین درصد چربی بدن پس از ۸ هفته تمرین بطور معناداری کاهش یافته است ($P < 0.05$). نتایج آزمون تحلیل واریانس یکطرفه نشان داد بین گروه‌های پژوهش در میزان درصد چربی بدن تفاوت معناداری وجود دارد ($P < 0.05$). آزمون تعقیبی توکی نشان داد بین دو گروه کنترل و HIIT1 و گروه کنترل و HIIT2 در میزان درصد چربی بدن تفاوت معنادار می‌باشد ($P < 0.05$) (جدول ۳).

جدول ۳: درصد چربی بدن (میانگین \pm انحراف استاندارد) آزمودنیها در گروه‌های پژوهش

گروه‌ها	مراحل	تعداد	میانگین	کمترین	بیشترین
کنترل	پیش‌آزمون	۱۰	۲۵,۸۴ \pm ۲,۵۸	۲۲,۱۲	۲۹,۶۴
	پس‌آزمون	۱۰	۲۵,۹۴ \pm ۲,۵۳	۲۲,۰۱	۲۹,۰۹
HIIT1	پیش‌آزمون	۱۰	۲۸,۴۵ \pm ۱,۷۹	۲۶,۶۷	۳۲,۵۶
	پس‌آزمون	۱۰	۲۴,۵۲ \pm ۱,۴۸	۲۳,۱۹	۲۷,۷۹
HIIT2	پیش‌آزمون	۱۰	۲۶,۲۵ \pm ۲,۵۴	۲۳,۱۲	۳۰,۰۹
	پس‌آزمون	۱۰	۲۲,۵۸ \pm ۱,۳۱	۲۰,۰۹	۲۴,۴۸

بحث و نتیجه گیری

با توجه به یافته‌های پژوهش استفاده از تمرینات تناوبی شدید نوع یک و نوع دو باعث کاهش سطح اینترلوکین-۶ در آزمودنی‌ها و افزایش سطح آیریزین در آنها شد، با این حال تفاوت معناداری بین تمرینات تناوبی شدید ۴ و هله‌ای و هله‌ای وجود نداشت. تحقیقات انجام شده در این زمینه نشان می‌دهند که افزایش اکسیداسیون چربی بعد از تمرینات اینتروال پرشدت ممکن است به خاطر نیاز به انرژی برای برگرداندن H^+ و ستر دوباره گلیکوژن و افزایش اپی‌نفرین، همومون رشد و افزایش انرژی مصرفی باشد این تمرینات باعث افزایش ۱۸ الی ۲۹

درصدی محتوی چندین پروتئین میتوکندریایی (سیترات سنتتاز، بتا هیدروکسی اسیل کوآنزیم A، دهیدروژناز و پیروات دهیدروژناز) و همچنین موجب افزایش انتقال دهنده های اسیدچرب (FAT/FABPpm, CD36) می شود (Theodorakis., 2019). بنابراین تمرینات اینتروال پر شدت باعث افزایش آنزیم های میتوکندری و انتقال دهنده های اسید چرب در کوتاه مدت شده و اکسیداسیون چربی را افزایش می دهد. شدت فعالیت، فاکتور کلیدی اصلی در افزایش PGC1 α می باشد. PGC1 α می تواند بایوژنز میتوکندریایی و متابولیسم اکسیداتیو را در بسیاری از سلول ها کنترل کند. این پروتئین در عضلات اسکلتی به همراه فعالیت بدنی سبب تاثیرات مفید شناخته شده ای می شود که از جمله آنها می توان به بایوژنز میتوکندریایی، آنژیوژنز و تغییر نوع تارهای عضلانی اشاره کرد. علاوه بر این سبب مقاومت در برابر دیستروفی و آتروفی عضلانی نیز می شود. نام گذاری این پروتئین پس از شناسایی نقش آن در فعال سازی PPAR γ صورت گرفت. نشان داده بیان ژن این پروتئین در محیط سرد افزایش می یابد. افزایش بیان PGC1- α در بافت زیرجلدی منجر به تغییر فنوتیپ بافت چربی سفید به چربی قهوه ای شده، این تغییر با افزایش بیان ژن UCP1، پروتئین های زنجیره تنفسی و آنزیم های اکسایش اسیدهای چرب همراه بوده است (Tiraby et al., 2003). شدت فعالیت، فاکتور کلیدی اصلی در افزایش PGC1 α می باشد. تمرینات HIIT منجر به افزایش SOD و GPx می شود (roussard et al., 2019); این تمرینات می توانند با تولید بیشتر ROS در عضلات فعال باعث فعال شدن مسیرهای سیگنالینگ پروتئین حساس به ردوکس شوند (Batrakoulis et al., 2019); در واقع میزان ROS به شدت فعالیت ورزشی مرتبط است و از آن جا که شدت تمرینات HIIT2 در این مطالعه بیشتر از تمرینات HIIT1 می باشد یکی از دلایل کاهش بیشتر درصد چربی در گروه تمرینات HIIT2 نسبت به HIIT1 می تواند افزایش فعال شدن مسیرهای سیگنالینگ وابسته به ردوکس به دلیل تقاضای متابولیک بالاتر باشد. همچنین یکی از دلایل کاهش درصد چربی بیشتر در گروه تمرینی HIIT2 می تواند ناشی از افزایش چشم گیر میزان آیریزین و کاهش سطح اینترلوکین-۶ در گروه تمرینی HIIT2 باشد. در مطالعه ما غلظت های عمومی اینترلوکین-۶ در افراد چاق و افراد دارای دیابت نوع ۲ افزایش می یابد مطرح شده است که غلظت های بافتی و سرمی اینترلوکین-۶ نقش منفی بر متابولیسم دارد (Agha alinejad et al., 2010). تمرینات پر شدت اینتروال منجر به کاهش سطح اینترلوکین-۶ و TNF- α می شود (Shafei et al., 2019); از این رو روش مناسب و کم هزینه ای برای کاهش وزن و درصد توده چربی بدن در افراد دارای اضافه وزن می باشد. افزایش اینترلوکین-۶ سرم به مدت و شدت فعالیت، توده ای عضلانی درگیر و ظرفیت استقامتی فرد بستگی دارد. پاسخ اینترلوکین-۶ سرم به شدت ورزش حساس تر است، بیشترین میزان افزایش سطح سرمی اینترلوکین-۶ را بلافاصله پس از فعالیت ورزشی می توان مشاهده کرد و با گذشت زمان این میزان کاهش می یابد. افزایش موقت و کوتاه مدت اینترلوکین-۶ می تواند تاثیرات مثبت متابولیکی را از طریق فعال سازی AMPK و تحریک اکسایش اسیدهای چرب به وجود آورد، اینترلوکین-۶ می تواند به صورت مستقیم باعث افزایش تمایز سلولی در سلول های عضله اسکلتی انسان شود، مصرف سوسترا عضله را تنظیم کند و موجب بالا رفتن ذخایر گلیکوژن و اکسایش چربی شده و نقش موثری در فعال سازی لیپولیز داشته باشد؛ اما افزایش بلندمدت سطوح اینترلوکین-۶ می تواند منجر به ایجاد نارسایی های متابولیک و بیماری های قلبی-عروقی شود (Shafei et al., 2019). از این رو می توان کاهش بیشتر سطح اینترلوکین ۶ را در گروه تمرینی HIIT2 به نسبت گروه تمرینی HIIT1 را به شدت بیشتر تمرینات در این گروه و همچنین استراحت کمتر وهله های بین تمرینی آن نسبت داد. تمرینات پر شدت

اینتروال نوع ۲ در مقایسه با تمرینات پرشدت اینتروال یک کاهش چشم‌گیر سطح اینترلوکین-۶ را در شرکت‌کنندگان نشان داده‌است. نتایج این مطالعه با پژوهش Hadiono همسو می‌باشد؛ در این مطالعه که به بررسی تاثیر تمرینات HIIT و تمرینات استقامتی بر روی سطح TNF- α و اینترلوکین-۶ پرداخته شد؛ نتایج حاکی از کاهش معنادار سطح اینترلوکین-۶ در مقایسه با گروه کنترل و گروه تمرینات استقامتی بود (Hadiono et al., 2019). همچنین نتایج این مطالعه با پژوهش Kaspar نیز همسو می‌باشد؛ بر اساس نتایج مطالعه آنان سطح اینترلوکین-۶ اینترلوکین-۱۰ و MCP-1 در گروه تمرینات HIIT کاهش معنادارتری را نسبت به گروه تمرینات استقامتی گزارش می‌کند (Kaspar et al., 2016). مطالعه ما با تحقیقات شافعی و همکاران در سال ۲۰۱۹ نیز همسو می‌باشد؛ بنابر نتایج این مطالعه کاهش معناداری در سطح اینترلوکین-۶ و مقاومت انسولین در هردو گروه و گروه ترکیبی دیده‌شد (Shafei, Tahmasebi, & Azizi., 2019).

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که FNDC5 در پاسخ به فعالیت عضلانی ترشح می‌شود. در حقیقت فعالیت بدنی ترشح PGC1 α را تحریک کرده و PGC1 α به عنوان فعال کننده PPAR- γ (که در متابولیسم انرژی شرکت دارد) عمل می‌کند و این سبب ترشح FNDC5 شده که با شکسته شدن این پروتئین هورمون آیریزین که بخشی از این پروتئین است، رها می‌شود. با رها شدن آیریزین بیان ژن جداساز UCP1 افزایش می‌یابد. UCP1 با افزایش نفوذپذیری غشای داخلی میتوکندری به پروتون مانع از جفت شدن پروتون‌ها شده و پتانسیل الکتروشیمیایی را کاهش داده و مانع ساخته شدن ATP می‌شود (Parastesh, et al., 2019). در این فرآیند با وجود این که زنجیره‌ی انتقال الکترون با سرعت انجام می‌شود ولی انرژی حاصل از انتقال الکترون‌ها به صورت حرارت هدر می‌رود و ATP ساخته نمی‌شود و این منجر به القای خواص بافت چربی قهوه‌ای در عضلات می‌شود. در نتیجه‌ی همه‌ی این فعل و انفعالات بافت چربی سفید که به عنوان ذخیره انرژی محسوب می‌شود به بافت چربی قهوه‌ای تبدیل می‌شود که انرژی را به صورت گرما هزینه می‌کند و این عمل سبب افزایش هزینه‌ی انرژی و کاهش وزن می‌گردد. علاوه بر این، نشان داده شده‌است که در اثر تمرین، این فاکتور، بیان شده و موجب تحریک بسیاری از فرآیندهایی مانند: بیوژنز میتوکندریایی، آنژیوژنز، تغییر نوع تار و جلوگیری از آتروفی عضلانی می‌شود (Brevig., 2019). نتایج این مطالعه با تحقیقات خدادای و همکاران همسو می‌باشد؛ بنابر نتایج آنان تمرینات HIIT باعث افزایش سطح آیریزین در زنان دارای اضافه وزن شده و میزان مقاومت انسولینی نیز بلافاصله پس از تمرین به ترتیب در تمرینات HIIT و پیلاتس کمتر می‌شود (Khodadadi., 2014). همچنین نتایج این مطالعه با تحقیقات نیز همسو می‌باشد؛ بنابر نتایج مطالعه آنان سطوح آیریزین عضلانی زنان دارای اضافه وزن پس از انجام تمرینات HIIT به میزان معناداری بالاتر از تمرینات هوازی گزارش شده‌است. مشاهدات آنان حاکی از آن است که تمرینات ورزشی HIIT به تنهایی و به شکل ترکیبی با مصرف روغن تخم کتان منجر به افزایش سطح آیریزین پلازما و کاهش مقاومت انسولینی به‌طور معنادار می‌شود (Shirvani et al., 2019). نشان داده شده است تمرینات HIIT منجر به افزایش سطح آیریزین و مایوستاتین در بوکسورهای فعال می‌شود (Kabaket al., 2018). همچنین تمرینات HIIT بدون در نظر گرفتن سن سطح mRNA عضلانی و سرم را بلافاصله کاهش می‌دهند در مقابل تمرینات مقاومتی رونویسی آیریزین را تغییر نمی‌دهند، از این رو نوع فعالیت بدنی عامل مهمی در پاسخ آیریزین است (Brevig., 2019).

نتایج این مطالعه با تحقیقات خدادادی و همکاران همسو می‌باشد؛ بنابر نتایج آنان تمرینات HIIT باعث افزایش سطح آیریزین در زنان دارای اضافه وزن شده و میزان مقاومت انسولینی نیز بلافاصله پس از تمرین به ترتیب در تمرینات HIIT و پیلاتس کمتر می‌شود (Khodadadi, et al., 2014). همچنین نتایج این مطالعه با تحقیقات شیروانی و همکاران نیز همسو می‌باشد؛ بنابر نتایج مطالعه آنان سطوح آیریزین عضلانی زنان دارای اضافه وزن پس از انجام تمرینات HIIT به میزان معناداری بالاتر از تمرینات هوازی گزارش شده‌است. مشاهدات حاکی از آن است که تمرینات ورزشی HIIT به تنهایی و به شکل ترکیبی با مصرف روغن تخم کتان منجر به افزایش سطح آیریزین پلاسما و کاهش مقاومت انسولینی به‌طور معنادار می‌شود (Shirvani et al., 2019). همچنین نتایج این مطالعه با تحقیقات کباک و همکاران نیز همسو می‌باشد، آنها دریافتند تمرینات HIIT منجر به افزایش سطح آیریزین و مایوستاتین در بوکسورهای فعال می‌شود (Kabaket al., 2018). مطالعه حاضر با تحقیقات برویگ و همکاران نیز همسو می‌باشد؛ بنابر نتایج این مطالعه تمرینات HIIT بدون در نظر گرفتن سن سطح mRNA عضلانی و سرم را بلافاصله کاهش می‌دهند در مقابل تمرینات مقاومتی رونویسی آیریزین را تغییر نمی‌دهند، از این رو نوع فعالیت بدنی عامل مهمی در پاسخ آیریزین است (Brevig., 2019) با این حال به‌طور کلی می‌توان دریافت سطح آیریزین شرکت‌کنندگان می‌تواند تحت تاثیر عواملی نظیر وراثت، میزان توده چربی و بدون چربی بدن، رژیم غذایی، وضعیت جسمانی شرکت‌کنندگان، سن، جنسیت، مدت زمان ذخیره‌سازی نمونه‌ها و روش‌های متفاوت اندازه‌گیری آیریزین با سایر مطالعات انجام شده در این حیطه متفاوت باشد

منابع

- Agha alinejad H, m. s. M. (2010). Exercises induced Release of Cytokins From Skeleta Muscles: Emphasis on IL-6. *iranian journal of endocrinology and metabolism*, 12(2).
- Amri, J., Parastesh, M., Sadegh, M., Latifi, S., & Alaei, M. (2019). High-intensity interval training improved fasting blood glucose and lipid profiles in type 2 diabetic rats more than endurance training; possible involvement of irisin and betatrophin. *Physiology International*, 106(3), 213.-24
- Asle Mohammadi Zadeh, M., & Kargarfard, M. (2019). Comparison of The Effects of Interval Training With Different Diet On Il-6, Tnf-A And Some of Metabolic Indexes In Obesity Type 2 Diabetic Men. *Iranian Journal of Diabetes and Metabolism*, 18(3),
- Astorino, T. A., & Schubert, M. M. (2018). Changes in fat oxidation in response to various regimes of high intensity interval training (HIIT). *European journal of applied physiology*, 118(1), 51-63.
- Batrakoulis, A., Fatouros, I. G., Chatzinikolaou, A., Draganidis, D., Georgakouli, K., Papanikolaou, K., . . . Syrou, N. (2019). Dose-response effects of high-intensity interval neuromuscular exercise training on weight loss, performance, health and quality of life in inactive obese adults: Study rationale, design and methods of the DoIT trial. *Contemporary clinical trials communications*, 15, 100386.
- Brevig, M. S. (2019). Exercise-induced irisin response in adults: Effect of exercise-mode and age. NTNU ,

- Carey, A. L., Steinberg, G. R., Macaulay, S. L., Thomas, W. G., Holmes, A. G., Ramm, G., . . . James, D. E. (2006). Interleukin- γ increases insulin-stimulated glucose disposal in humans and glucose uptake and fatty acid oxidation in vitro via AMP-activated protein kinase. *Diabetes*, 55(10), 2688-2697 .
- Elmer, D. J., Laird, R. H., Barberio, M. D., & Pascoe, D. D. (2016). Inflammatory, lipid, and body composition responses to interval training or moderate aerobic training. *European journal of applied physiology*, 116(3), 601-9
- Garbers, C., Heink, S., Korn, T., & Rose-John, S. (2018). Interleukin- γ : designing specific therapeutics for a complex cytokine. *Nature Reviews Drug Discovery* .
- Gibala, M. J. (2015). Physiological Adaptations to Low-Volume High-Intensity Interval Training. *Sports Science*, 28(139), 1-6.
- Glund, S., & Krook, A. (2008). Role of interleukin- γ signalling in glucose and lipid metabolism. *Acta physiologica*, 192(1), 37-48.
- Groussard, C., Maillard, F., Vazeille, E., Barnich, N., Sirvent, P., Otero, Y. F . . . , Delcros, G. (2019). Tissue-specific oxidative stress modulation by exercise: A comparison between MICT and HIIT in an obese rat model. *Oxidative medicine and cellular longevity*, .
- Hadiono, M., & Kushartanti, B. W. (2019). High Intensity Interval Training (HIIT) and Moderate Intensity Training (MIT) Against TNF- α and IL-6 levels In Rats. Paper presented at the 2nd International Conference on Sports Sciences and Health .
- He, Z., Tian, Y., Valenzuela, P. L., Huang, C., ZHAO ,J., Hong, P., . . . Lucia, A. (2018). Myokine response to high-intensity interval vs resistance exercise: an individual approach. *Frontiers in Physiology*, 9, 1735 .
- Herodek, K., Simonović, C., Pavlović, V., & Stanković, R. (2014). High intensity interval training. *Activities in Physical Education and Sport*, 4(2), 205-207
- Huh, J., Dincer, F., Mesfum, E., & Mantzoros, C. (2014). Irisin stimulates muscle growth-related genes and regulates adipocyte differentiation and metabolism in humans. *International journal of obesity*, 38(12).
- Kabak, B., Belviranlı, M., & Okudan, N. (2018). Irisin and myostatin responses to acute high-intensity interval exercise in humans. *Hormone molecular biology and clinical investigation*, 35(3).
- Kanter, R., & Caballero, B. (2012). Global gender disparities in obesity: a review. *Advances in nutrition*, 3(4), 491-498.
- Kaspar, F., Jelinek, H. F., Perkins, S., Al-Aubaidy, H. A., Dejong, B., & Butkowski, E. (2016). Acute-phase inflammatory response to single-bout HIIT and endurance training: a comparative study. *Mediators of inflammation*,
- Khodadadi, H., Rajabi, H., Attarzadeh, S. R., Reza, S., & Abbasian, S. (2014). The effect of high intensity interval training (HIIT) and pilates on levels of irisin and insulin resistance in overweight women. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 16(3), 190-196

- Kilpatrick, M. W., Jung, M. E., & Little, J. P. (2014). High-intensity interval training: a review of physiological and psychological responses. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 18(5), 11-16.
- Lehrskov, L. L., Lyngbaek, M. P., Soederlund, L., Legaard, G. E., Ehse, J. A., Heywood, S. E., . . . Pedersen, B. K. (2018). Interleukin-6 delays gastric emptying in humans with direct effects on glycemic control. *Cell metabolism* .
- MacLaren, D., & Morton, J. (2011). *Biochemistry for sport and exercise metabolism*: John Wiley & Sons.
- Norheim, F., Langlete, T. M., Hjorth, M., Holen, T., Kielland, A., Stadheim, H. K., . . . Drevon, C. A. (2014). The effects of acute and chronic exercise on PGC-1 α , irisin and browning of subcutaneous adipose tissue in humans. *The FEBS journal*, 281(3), 739-749.
- Rahmani, A., Sayehmiri, K., Asadollahi, K., Sarokhani, D., Islami, F., & Sarokhani, M. (2015). Investigation of the Prevalence of Obesity in Iran :a Systematic Review and Meta-Analysis Study. *Acta Med Iran*, 53(10), 596-607.
- Senn, J. J., Klover, P. J., Nowak, I. A., & Mooney, R. A. (2002). Interleukin-6 induces cellular insulin resistance in hepatocytes. *Diabetes*, 51(12), 3391-9.
- Shafei, A. A., Tahmasebi, W., & Azizi, M. (2019). The simultaneous effects of *Chlorella vulgaris* supplementation and high intensity interval training on IL-6 serum levels reduction and insulin resistance on overweight men. *J Neyshabur Univ Med Sci*, 7(3), 75-88.
- Shirvani, H., & Rahmati-Ahmadabad, S. (2019). Irisin interaction with adipose tissue secretions by exercise training and flaxseed oil supplement. *Lipids in health and disease*, 18(1), 15.
- Suzuki, K. (2018). Cytokine response to exercise and its modulation. *Antioxidants*, 7(1), 17.
- Theodorakis, A. Z. J., & Fatouros, I. G. (2019). High-intensity interval neuromuscular training promotes exercise behavioral regulation, adherence and weight loss in inactive obese women.
- Tiraby, C., Tavernier, G., Lefort, C., Larrouy, D., Bouillaud, F., Ricquier, D., & Langin, D. (2003). Acquisition of brown fat cell features by human white adipocytes. *Journal of Biological Chemistry*, 278(35), 3370-3376.
- Trujillo, M. E., Sullivan, S., Harten, I., Schneider, S. H., Greenberg, A. S., & Fried, S. K. (2004). Interleukin-6 regulates human adipose tissue lipid metabolism and leptin production in vitro. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 89(11), 5577-82.
- Tsuchiya, Y., Ando, D., Goto, K., Kiuchi, M., Yamakita, M & ., Koyama, K. (2014). High-intensity exercise causes greater irisin response compared with low-intensity exercise under similar energy consumption. *The Tohoku journal of experimental medicine*, 233(2), 135- 140
- Yargic, M. P., Torgutalp, S., Akin, S., Babayeva, N., Torgutalp, M., & Demirel, A. H. (2018). Acute long-distance trail running increases serum IL-6, IL-15, and Hsp72 levels. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*.

The Effect of Two Types of High Intensity Interval Training Programs on Plasma Level of Interleukin-6 and Irisin in Young Overweight Women

Aliasghar Ravasi, Parisa Pournemati, Samson Sarabi *

Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.

* **Corresponding author:** samsonsarabi@gmail.com

Background & Purpose: Considering the worldwide obesity and its adverse effects on health, physical and mental condition of obese people and also the response of cytokines secretion in response to muscle contractions and their effect on reducing the percentage of fat and obesity, in this study the effect of two types of high intensity interval training on plasma interleukin-6 and irisin concentration has been investigated in young overweight women..

Methodology: The current research was semi-experimental. 30 overweight women voluntarily participated in this study and were randomly divided into 2 training groups HIIT-1 (intense 4-bout interval) and HIIT-2 (intense 8- bout interval) and a control group. The HIIT-1 exercise program includes 4 sessions of one-minute activity with maximum intensity and 4 minutes of gentle walking in the first four weeks, 5 sessions of one-minute activity with an intensity of 80 to 90% of the maximum heart rate and 4 minutes of gentle walking in the fifth and sixth weeks and 6 sessions. One-minute activity with an intensity of 80-90% of the maximum heart rate and 4 minutes of gentle walking in the 7th and 8th weeks). The HIIT-1 exercise program includes 8 sessions of 30-second activity with an intensity of 80-90% of the maximum heart rate and 2 minutes of gentle walking in the first four weeks, 10 sessions of 30-second activity with an intensity of 80-90% of the maximum heart rate and 2 minutes of gentle walking in The fifth, sixth and 12th weeks were 30 seconds of activity with an intensity of 80-90% of the maximum heart rate and 2 minutes of gentle walking in the seventh and eighth weeks, which were done for 8 weeks. Plasma levels of interleukin 6 and irisin were measured before and after training.

Results: The findings of the research showed that both types intense interval training protocols caused respectively a significant decrease and increase in interleukin-6 and irisin concentration in the post-test compared to the pre-test ($P < 0.05$), but no significant difference was observed between the two types of HIIT training.

Conclusion: According to the results obtained from two types of protocols, intense intermittent exercises have an effect on interleukin-6 and plasma irisin levels in overweight women and can play an effective role in weight loss in these people.

Key Words: Interleukin-6, Irisin, Overweight.