

تأثیر ۸ هفته انواع تمرینات تناوبی شدید (HIIT) بر لپتین، آدیپونکتین و نسبت آدیپونکتین به لپتین پسران نوجوان دارای اضافه وزن

توحید خانواری^۱، هادی روحانی^{۲*}، جواد وکیلی^۳، وحید ساری صراف^۳

۱-دانشجوی دکترا، فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۲-استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران

۳-دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

یافته / دوره ۲۳ / شماره ۳ / تابستان ۱۴۰۰ / مسلسل ۸۸

چکیده

دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۲/۱۴ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۳/۳۱

مقدمه: گسترش بافت چربی باعث افزایش ترشح لپتین و کاهش غلظت آدیپونکتین می‌شود. ورزش یکی از راه‌های کنترل و معکوس کردن این فرآیند است. لذا هدف از این مطالعه، تعیین تأثیر ۸ هفته تمرین تناوبی خیلی شدید بر لپتین، آدیپونکتین و نسبت لپتین بر آدیپونکتین نوجوانان دارای اضافه وزن بود.

مواد و روش‌ها: در یک طرح پژوهشی نیمه تجربی از میان پسران نوجوان دارای اضافه‌وزن (۱۸-۱۳ سال، میانگین شاخص توده بدنی $27/05 \pm 1/4$ کیلوگرم بر متر مربع)، ۳۰ نفر داوطلبانه در ۳ گروه ۱۰ نفره شامل گروه تمرین تناوبی کوتاه‌مدت (۹ وهله ۳۰ ثانیه-ای با ۱۵۰ ثانیه استراحت)، طولانی‌مدت (۴ وهله ۱۵۰ ثانیه‌ای با ۲۴۰ ثانیه استراحت) و گروه کنترل قرار گرفتند. گروه‌های تمرینی به مدت ۸ هفته و هر هفته ۳ جلسه تمرین دویدن با شدت بالا را انجام دادند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس دوطرفه با اندازه‌گیری مکرر (۳ گروه $2 \times$ زمان اندازه‌گیری) و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معنی‌داری $p \leq 0/05$ استفاده شد.

یافته‌ها: ۸ هفته تمرین تناوبی خیلی شدید، تأثیری بر لپتین، وزن و شاخص توده بدنی ندارد. اما می‌تواند آدیپونکتین را افزایش و نسبت لپتین بر آدیپونکتین و درصد چربی را کاهش دهد. همچنین نشان داده شد بین دو نوع تمرین تناوبی تفاوتی در تغییر میزان لپتین، آدیپونکتین و همچنین درصد چربی و شاخص توده بدنی تفاوتی وجود ندارد.

بحث و نتیجه‌گیری: تمرینات تناوبی شدید با افزایش آدیپونکتین و متعاقباً با کاهش نسبت لپتین بر آدیپونکتین می‌تواند مزایای متابولیکی برای نوجوانان دارای اضافه وزن به ارمغان بیاورد. کم بودن حجم تمرینی، نداشتن محدودیت کالریکی و سایر عوامل اثر گذار در دوران بلوغ از جمله عواملی هستند که ممکن است بر نتایج پژوهش اثر گذار بوده باشند.

واژه‌های کلیدی: تمرینات تناوبی خیلی شدید، اضافه‌وزن، لپتین، آدیپونکتین.

*آدرس مکاتبه: تهران، پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی.

پست الکترونیک: H_rohani7@yahoo.com

مقدمه

چاقی وضعیت بالینی است که از عوامل پیچیده ژنتیکی، هورمونی، فیزیولوژی، محیطی و حتی وضعیت اجتماعی-اقتصادی و فرهنگی نیز متأثر می شود. برخی از این عوامل در دوران خاصی از زندگی اهمیت وافری پیدا می کنند. برای مثال وضعیت هورمونی در نوجوانان یکی از عوامل مهمی است که هم بر چاقی تأثیر گذاشته و هم از آن متأثر می شود (۱).

بر اساس پروژه مانیتورینگ بیماری‌های قلبی عروقی توسط سازمان بهداشت جهانی (MONIKA)، ایران بعنوان یکی از هفت کشور دارای شیوع بالای چاقی کودکان معرفی شد (۲). از سال ۱۹۹۰ به بعد با توجه به تغییرات سریعی که در روش تغذیه در ایران ایجاد شده است و نیز با توجه به کاهش فعالیت بدنی، افزایش سریعی در میزان BMI و فراوانی اضافه وزن و چاقی مشاهده شده است (۳،۲).

مشخص شده است هورمون‌های روده‌ای و هورمون‌های متابولیکی نظیر انسولین، رشد، گرلین، کورتیزول، استروژن، تیروئید و هورمون‌های دیگر با دستکاری متابولیسم بر چاقی تأثیر می گذارند (۴). بافت چربی نیز هورمون‌های متعددی (آدیپوکین‌ها) ترشح می کند که نقش مهمی در تنظیم متابولیسم و هموستاز فیزیولوژیایی دارند. دو آدیپوکین مرکزی، لپتین و آدیپونکتین، شناخته شده‌اند که روی چندین فرآیند متابولیک از جمله تنظیم وزن بدن و مصرف انرژی تأثیر می گذارند. لپتین و آدیپونکتین تقریباً از سایر آدیپوکین‌های مترشحه از بافت چربی متفاوت هستند (۵). اگرچه تمام جزئیات فاکتورهای تنظیم کننده آدیپوکین‌ها ناقص باقی مانده است، اما سطح لپتین و آدیپونکتین پلازما با افزایش توده چربی به ترتیب افزایش و کاهش می یابد (۶). لپتین در غلظت‌هایی متناسب با توده چربی بدن، در خون گردش و مصرف غذا را مهار می کند. علاوه بر این، لپتین در گردش هنگام

گرسنگی افت پیدا کرده و یک الگوی روزانه را تشکیل می دهد و با عبور از سد خونی-مغزی از طریق گیرنده خود و با مهار orexigenic و تحریک نوروپپتیدهای anorexigenic در هسته قوسی هیپوتالاموس، موجب به کاهش دریافت غذا می شود (۷). اما آدیپونکتین پپتیدی است که به طور انحصاری توسط بافت چربی تولید و در گردش خون آزاد می شود. برخلاف لپتین، سطح آدیپونکتین در پلازما در طول روز نسبتاً ثابت باقی مانده و تحت تأثیر مصرف غذا قرار نمی گیرد. آدیپونکتین اکسایش بافت چربی را افزایش می دهد و به کاهش سطح اسیدهای چرب و محتوی تری گلیسرید بافت منجر می شود و از این طریق حساسیت به انسولین را افزایش می دهد (۸).

از آنجایی که لپتین و آدیپونکتین به طور معکوس در ارتباط با شاخص توده بدنی (BMI) تغییر می کنند، نسبت آنها (لپتین به آدیپونکتین) به عنوان یک نشانگر حساس تر برای سندرم متابولیک در کودکان و نوجوانان پیشنهاد شده است (۹). در بزرگسالان، نسبت لپتین به آدیپونکتین به عنوان پیش بینی کننده شرایط متابولیکی مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است (۱۰). Thagaard و همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند که این آدیپوکین‌ها در طول رشد و نمو، از جمله در دوران بلوغ کاهش می یابند، بنابراین ضروری است ابزار بالینی آنها را به عنوان نشانگر اختلال متابولیک در جمعیت کودکان، به ویژه در کودکان و نوجوانان دارای اضافه وزن یا چاق در نظر گرفت (۱۱). بطور کلی می توان چنین بیان کرد که در مدل چاقی ناشی از ژن، ترشح لپتین همراه با افزایش چربی یافته و به مقاومت لپتینی منجر می شود، اما ترشح آدیپونکتین کاهش یافته و به افزایش نسبت لپتین به آدیپونکتین منجر می شود. با این حال، تمرین ورزشی می تواند با افزایش آدیپونکتین و کاهش سطوح لپتین این نسبت را کاهش دهد (۱۲).

همچنین Inoue و همکاران نیز در مطالعه‌ای نشان دادند ۸ هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا می‌تواند میزان لپتین را به طور معنی‌داری کاهش دهد (۲۱). از آنجایی که کاهش بافت چربی به افزایش میزان آدیپونکتین منجر خواهد شد، انتظار می‌رود تمرینات تناوبی با شدت بالا بتوانند میزان آدیپونکتین را در نوجوانان دارای اضافه وزن یا چاق افزایش دهد. در مطالعه‌ای که Parastesh و همکاران انجام دادند، شش هفته تمرین تناوبی با شدت بالا توانست میزان آدیپونکتین سرم را افزایش دهد (۲۲).

خلیفه و همکاران نیز در یک مطالعه متآنالایز نشان دادند تمرینات HIIT در جمعیت‌های مختلف میزان لپتین را کاهش و میزان آدیپونکتین را افزایش می‌دهد (۲۳). از آنجایی که تغییرات لپتین و آدیپونکتین می‌تواند تأثیرات بسزایی در وضعیت ترکیب بدنی نوجوانان ایفا کند، درک روش‌هایی که بتواند تغییرات این دو هورمون را در نوجوانان دارای اضافه وزن در راستای ارتقاء سلامت پیش ببرد، ضروری به نظر می‌آید. لذا در این مطالعه بر آن شدیم که تأثیر ۸ هفته تمرین HIIT بر وضعیت لپتین، آدیپونکتین و نسبت بین این دو هورمون را بررسی کنیم.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی در قالب طرح سه گروهی با ارزیابی پیش آزمون-پس آزمون بود. جامعه آماری این پژوهش، نوجوانان (۱۳ تا ۱۸ ساله) دارای اضافه وزن (نمایه توده بدن بالای ۲۴/۹) اهل شهرستان مرند بودند که داوطلبانه از طریق فراخوان شرکت در طرح، مراجعه کرده بودند. پس از ارزیابی‌های اولیه شامل قد، وزن، درصد چربی، دور کمر، دور باسن و دیگر شاخص‌های ترکیب بدنی از افراد مراجعه کننده، تعداد ۳۰ نفر بر اساس جدول مورگان به صورت هدفمند انتخاب شدند. معیارهای ورود به پژوهش شامل سن (بر اساس مقیاس تانر)، داشتن BMI بالای ۲۴/۹، عدم داشتن بیماری‌های مزمن (بیماری‌های قلبی عروقی، فشارخون نامتعرف، دیابت)،

از سوی دیگر به خوبی شناخته شده است که چاقی و اضافه وزن در کودکان و نوجوانان یک وضعیت پیچیده است که می‌تواند به ایجاد تعداد زیادی از عوامل خطر متابولیک، قلبی عروقی و دیگر بیماری‌های مرتبط منجر شود (۹،۵). کنترل غذایی و انجام فعالیت‌های ورزشی دو راهکاری است که همواره برای جلوگیری از اثرات منفی چاقی و اضافه وزن پیشنهاد می‌شود. پیش از این نشان داده شده است که غلظت لپتین خون با سطح ورزش در کودکان و نوجوانان ارتباط منفی دارد و حتی پس از انجام برنامه تمرینی کافی کاهش می‌یابد (۱۳). با این حال، اگرچه ورزش تداومی هوازی به طور کلی در برنامه‌های مداخله‌ای گنجانده می‌شوند، اما تمرینات تناوبی همچنان تمرین ورزشی ترجیحی در نوجوانان است، زیرا منعکس کننده سبک فعالیت روزمره و بازی کردن آن‌ها است (۱۴).

تمرینات تناوبی خیلی شدید (HIIT) نوعی از تمرینات ورزشی است که در آن تکرار وهله‌های شدید ورزشی با دوره‌های خاصی از استراحت همراه است و معمولاً در شدت‌هایی بین ۸۰ تا ۱۰۰ درصد ضربان قلب بیشینه یا حداکثر اکسیژن مصرفی انجام می‌شود و همواره برای بهبود جنبه‌های مختلفی از سلامتی پیشنهاد شده است (۱۳). با این حال، اثرات شدت مختلف تمرینات تناوبی خیلی شدید بر لپتین و آدیپونکتین پلاسما و ترکیب بدنی به خصوص در نوجوانان دارای اضافه وزن به خوبی درک نشده است.

برخی مطالعات گزارش کردند که غلظت آدیپونکتین پلاسما در افراد سالم به دلیل فعالیت بدنی تغییر نکرده و غلظت لپتین نیز گاهی تغییر نمی‌کند (۱۶، ۱۷). با این وجود بسیاری از مطالعات نیز بیان کرده‌اند که تمرینات تناوبی با شدت بالا می‌تواند باعث افزایش آدیپونکتین و کاهش لپتین شود (۱۸، ۱۹). برای مثال Caldeira و همکاران بیان کردند ۵ هفته تمرین HIIT توانسته است میزان لپتین سرم افراد سالم را کاهش دهد (۲۰).

تغییرات هورمونی و همچنین ترکیب بدن تحت تأثیر بالیدگی است، تقسیم بندی گروه‌ها با استفاده از مقیاس تعیین مراحل بلوغ تاثر انجام شد تا اثر بلوغ بر متغیرهای وابسته به حداقل برسد.

دستورالعمل تمرینات ورزشی تناوبی شدید

همه آزمودنی‌ها با هدف آشناسازی و افزایش آمادگی اولیه در یک برنامه تمرین تداومی هوازی (با شدت ۶۰-۶۵ درصد ضربان قلب ذخیره به مدت ۳۰ دقیقه، ۳ جلسه در هفته) به مدت دو هفته شرکت کردند. سپس گروه تمرین کوتاه‌مدت و بلند مدت به مدت ۸ هفته پروتکل ورزشی بیان شده در جدول ۱ را اجرا کردند. تمامی آزمودنی‌ها قبل از ظهر توسط یک مربی تحت تمرین قرار گرفتند. از آنجایی که این نوع تمرینات دامنه وسیعی را شامل می‌شوند، این دستورالعمل تمرینی بر اساس مطالعات قبلی انجام شده روی کودکان و نوجوانان طراحی شده است (۲۴). برای کنترل شدت تمرین، از ضربان سنج پلار استفاده می‌شد.

هر جلسه برنامه تمرینی با ۱۰ الی ۱۵ دقیقه گرم کردن (دویدن آرام همراه با حرکات کششی و نرمشی) آغاز و با ۵ الی ۱۰ دقیقه سرد کردن در انتهای جلسه خاتمه پیدا کرد. همه‌ی آزمودنی‌ها هنگام تمرینات ورزشی هیچ محدودیتی در رابطه با دسترسی و نوشیدن آب نداشتند.

عدم داشتن جراحی در یک سال اخیر، عدم مصرف داروهای کاهنده وزن در یک سال گذشته، عدم کاهش وزن (بیشتر از ۱۰ درصد وزن بدن در سال گذشته)، نداشتن سابقه حضور منظم در فعالیت ورزشی، نداشتن رژیم غذایی یا درمانی در یک سال گذشته و نداشتن محدودیت پزشکی برای مشارکت در فعالیت بود.

معیار خروج از این مطالعه بروز هرگونه آسیب احتمالی، افت شدید قند خون، تپش قلب نامتعارف و مشاهده افت شدید فشار خون حین اجرای تمرینات بود. سپس پرسشنامه‌های داده‌های شخصی، سوابق پزشکی ورزشی و فرم رضایت‌نامه با آگاهی کامل از نحوه اجرای کار به آزمودنی‌ها داده و توسط والدین آنها امضا شد. سپس افراد مساوی و تصادفی ساده به سه گروه ۱۰ نفره تمرین تناوبی کوتاه مدت، تمرین تناوبی بلند مدت و گروه کنترل تقسیم شدند. گروه کنترل افرادی بودند که برای تمرین ورزشی اعلام آمادگی کردند، اما براساس اصول پژوهش و رضایت شخصی در تمرین ورزشی شرکت نکردند. لازم به ذکر است که از گروه تمرین کوتاه مدت یک نفر به علت شناخته شدن به دیابت نوع ۲ حین تمرینات از مطالعه کنار گذاشته شد. اندازه‌گیری‌های تن سنجی شامل قد، وزن و BMI با استفاده از فرمول مربوط (وزن بر حسب کیلوگرم / مجذور قد بر حسب متر) محاسبه شد. از آنجایی که در این دوره سنی

جدول ۱. قرارداد ورزشی تدوین شده در پژوهش حاضر

گروه تمرینی	پارامتر	هفته اول و دوم	هفته سوم و چهارم	پنجم تا هشتم
	تعداد وهله‌ها	۶	۹	۱۲
	مدت کار (ثانیه)	۴۵	۳۰	۳۰
کوتاه‌مدت	مدت استراحت (ثانیه)	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰
	نوع استراحت	غیر فعال	غیر فعال	غیر فعال
	شدت کار	۱۰۰-۱۱۰ درصد حداکثر سرعت	۱۰۰-۱۱۰ درصد حداکثر سرعت	۱۰۰-۱۱۰ درصد حداکثر سرعت
	مدت تمرین (دقیقه)	۱۷	۲۴/۵	۳۳/۵
	تعداد وهله‌ها	۳	۴	۶
	مدت کار (ثانیه)	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰
بلند مدت	مدت استراحت (ثانیه)	۲۷۰	۲۴۰	۲۱۰
	شدت کار	۹۰-۹۵ درصد حداکثر سرعت	۹۰-۹۵ درصد حداکثر سرعت	۹۰-۹۵ درصد حداکثر سرعت
	نوع استراحت	شدت ۴۵ درصد حداکثر سرعت	شدت ۴۵ درصد حداکثر سرعت	شدت ۴۵ درصد حداکثر سرعت
	مدت تمرین (دقیقه)	۱۶/۵	۲۶	۳۶

جمع‌آوری داده‌ها

از تمام آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت قبل از اولین جلسه تمرینی و مجدداً ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی، مقادیر مربوط به ترکیب بدنی و همچنین نمونه‌های خونی اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌ها ساعت ۱۰-۸ صبح (پس از ۱۲ ساعت ناشتایی و هشت ساعت خواب شبانه‌گاهی) در آزمایشگاه حاضر شدند. از همه آزمودنی‌ها خواسته شد تا ۲ روز قبل از اجرای آزمون از انجام هرگونه فعالیت ورزشی سنگین پرهیز کنند. هم‌چنین با استفاده از پرسشنامه یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته، رژیم غذایی روزانه آزمودنی‌ها کنترل شدند. طی دوره پژوهش نمونه‌های خونی (به میزان ۱۰ میلی‌لیتر) از ورید پیش‌آرنجی دست چپ افراد گرفته شد. ۵ میلی‌لیتر نمونه خون برای جداسازی سرم در لوله آزمایش مخصوص ریخته شد. برای تشکیل لخته، نمونه‌های خونی به مدت ۱۵ دقیقه در دمای محیط آزمایشگاه (۲۵-۲۲ درجه سانتی‌گراد) قرار داده شدند. پس از آن سرم نمونه‌ها توسط دستگاه سانتریفیوژ (۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه) جدا و برای انجام مراحل بعدی، در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد قرار داده شد.

روش‌های اندازه‌گیری شاخص‌های

آنتروپومتریکی

درصد چربی با استفاده از دستگاه تجزیه و تحلیل کننده ترکیب بدن ساخت شرکت Inbody 270 با مدل Gs6.7 از کشور چین (با حداقل لباس و پس از تخلیه مثانه و روده و به‌صورت ناشتا)، سن بر اساس مقیاس تانر، وزن با استفاده از ترازوی دیجیتال ساخت شرکت یگامی ژاپن با دقت ۰/۱ کیلوگرم و قد با استفاده از دستگاه قدسنج سکا ساخت آلمان به‌صورتی که در آن پاشنه‌ها، پشت و همچنین سر آزمودنی‌ها به دیواره دستگاه چسبیده بود بر حسب سانتی‌متر و با دقت ۰/۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شدند. همچنین، آزمودنی‌ها یک هفته قبل از شروع دستورالعمل، با تکمیل پرسشنامه فعالیت بدنی و

پرسشنامه یادداشت غذایی (دو روز غیر متوالی و یک روز تعطیل) به روند همسان‌سازی داده‌ها کمک کردند. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا روند تغذیه و فعالیت بدنی را تا انتهای مطالعه بدون تغییر ادامه دهند. رژیم غذایی روزانه‌ی آزمودنی‌ها طی دوره پژوهش (با استفاده از پرسشنامه‌ی یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته) کنترل شد.

روش اندازه‌گیری‌های شاخص‌های خونی

به دلیل انجام فعالیت خیلی شدید و احتمال تغییرات حجم پلاسما، پس از اندازه‌گیری شاخص‌های خونی، برای محاسبه تغییرات حجم پلاسما و ضریب اصلاح شده مقادیر، از معادله دیل و کاستیل استفاده شد:

$$\%PV = \left\{ \left(\frac{HB1}{HB2} \times \frac{100 - HTC2}{100 - HTC1} \right) - 1 \right\} \times 100$$

مقدار اصلاح شده = مقدار اصلاح نشده $\times \Delta P - 100$
]/100 (%)

$PV\Delta$: تغییرات حجم پلاسما، **HB1**: هموگلوبین

پیش‌آزمون، **HB2**: هموگلوبین پس‌آزمون، **HCT1**:

هماتوکریت پیش‌آزمون، **HCT2**: هماتوکریت پس

آزمون

لپتین سرم با استفاده از کیت (Biovendor, Heidelberg, Germany)

با حساسیت ۰/۵ نانوگرم بر میلی‌لیتر و با درصد ضریب تغییرات درون‌آزمونی ۵/۶

درصد با روش الایزا اندازه‌گیری شد. آدیپونکتین نیز با

استفاده از کیت ساخت کره جنوبی (شرکت Adipogen)

با حساسیت ۰/۵ نانوگرم بر میلی‌لیتر و با کمک روش الایزا

و با ضریب تغییرات درون‌آزمون کمتر از ۳/۸ درصد

اندازه‌گیری شد.

روش آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش‌های آمار توصیفی

و آمار تحلیلی شامل آزمون شاپیرو-ویلک (برای بررسی

طبیعی بودن داده‌ها) و آزمون لوین (برای بررسی همگنی

واریانس‌ها) انجام شد. چون توزیع داده‌ها طبیعی

بود ($p > 0.05$)، از آزمون تحلیل واریانس دو طرفه با

اندازه‌گیری مکرر (۳ گروه × ۲ زمان اندازه‌گیری) استفاده شد. در صورت وجود تفاوت بین گروه‌ها برای تعیین محل تفاوت از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. کلیه تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم افزار Spss نسخه ۲۰ و در سطح معنی‌داری $p > 0.05$ انجام شد.

یافته‌ها

برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون آماری شاپیروویلک استفاده شد که نتایج آن نشان دهنده‌ی توزیع طبیعی داده‌ها بود. ویژگی‌های آنترپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها در پیش آزمون و پس آزمون هر سه گروه در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۳ سطوح سرمی لپتین، آدیپونکتین و نسبت بین این دو هورمون را در سه گروه کوتاه مدت، بلند مدت

و گروه کنترل نشان می‌دهد. ۸ هفته تمرین تناوبی در دو گروه نتوانست تغییری در مقادیر لپتین نوجوانان دارای اضافه وزن ایجاد کند ($P=0.621$). اما آدیپونکتین به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P=0.014$). اما بین دو گروه کوتاه و بلند مدت تمرینی هیچ تفاوت معنی‌داری در مقادیر آدیپونکتین دیده نشد ($P=0.406$) که نشان می‌دهد، تمرین تناوبی کوتاه و بلند مدت به یک اندازه در افزایش آدیپونکتین مؤثرند. افزایش آدیپونکتین و عدم تغییر لپتین پلاسمایی، باعث شد تا ۸ هفته تمرین تناوبی خیلی شدید در نوجوانان دارای اضافه وزن نسبت لپتین به آدیپونکتین را کاهش دهد ($p=0.042$). نتایج آزمون آماری برای لپتین، آدیپونکتین و نسبت بین آدیپونکتین بر لپتین در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲. ویژگی‌های توصیفی و آنترپومتریکی آزمودنی‌ها در پیش آزمون و پس آزمون

گروه‌ها		تمرین بلند مدت		تمرین کوتاه مدت		متغیر
کنترل		پیش آزمون		پس آزمون		
۱۴/۳۳±۱/۵۸		۱۴/۸۸±۱/۲۶		۱۴/۳۳±۱/۶۵		سن (سال)
۱۵۶/۲۳±۱۰		۱۵۶/۱۲±۸		۱۵۱/۹۸±۹		قد (سانتی متر)
پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	وزن (kg)
۶۷/۲۰±۵/۱۷	۶۷/۷±۴/۷۳۶	۶۴/۸۰±۳/۸۸	۶۵/۶۶±۴/۹۰	۵۸/۸۴±۴/۲۱	۶۰/۴۷±۳/۲۶	
۲۶/۶۰±۱/۳۱	۲۷/۳۰±۲/۱۸	۲۶/۳۸±۱/۰۳	۲۶/۷۲±۱/۳۹	۲۶/۳۵±۱/۵۳	۲۷/۱۴±۱/۲۱	BMI (kg/m ²)
۲۷/۱۲±۲/۳۶	۲۷/۳۰±۲/۷۴	*۲۵/۲۲±۲/۰۰	۲۷/۵۵±۲/۰۶	*۲۴/۳۶±۱/۵۴	۲۶/۵۸±۲/۲۲	درصد چربی

* نشان‌دهنده تغییرات درون گروهی

جدول ۳. تغییرات سطوح سرمی هورمون‌ها در پیش آزمون و پس آزمون

درصد تغییرات (CV)	تفاوت بین گروهی	تفاوت درون گروهی	پس آزمون (میانگین ± خطای استاندارد میانگین)	پیش آزمون (میانگین ± خطای استاندارد میانگین)	گروه تمرینی	متغیر
-۶/۵۶		۰/۲۸۷	۷/۰۱±۱/۱۲	۷/۴۷±۱/۲۸	کوتاه مدت	لپتین
-۶/۳۲	۰/۶۲۱	۰/۳۴۷	۷/۴۰±۱/۲۴	۷/۹۰±۱/۹۰	بلند مدت	(نانوگرم بر میلی لیتر)
-۲/۰۹		۰/۴۹۶	۷/۹۵±۱/۴	۸/۱۲±۱/۲۶	کنترل	
۳۱/۰۴		*۰/۰۱۴	۶/۱۲±۱/۲۹	۴/۶۷±۱/۸۰	کوتاه مدت	آدیپونکتین
۲۳/۳۹	۰/۴۰۶	*۰/۰۴۷	۵/۹۶±۰/۸۶	۴/۸۴±۲/۴۵	بلند مدت	(نانوگرم بر میلی لیتر)
۵/۷۴		۰/۷۵۸	۴/۷۶±۱/۱۴	۵/۰۵±۱/۵۸	کنترل	
-۲۸/۳۰		۰/۰۱۵	۱/۱۴±۰/۱۵	۱/۵۹±۰/۴۴	کوتاه مدت	نسبت لپتین به آدیپونکتین
-۲۳/۹۲	۰/۲۳۶	۰/۰۴۲	۱/۲۴±۰/۱۲	۱/۶۳±۰/۶۱	بلند مدت	
۷		۰/۴۰۱	۱/۶۷±۰/۲۶	۱/۶۰±۰/۳۵	کنترل	

* نشان‌دهنده تغییرات درون گروهی

\$ نشان‌دهنده تغییرات بین گروهی

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر نشان داد مقادیر آدیپونکتین بعد از ۸ هفته تمرین HIIT در هر دو گروه کوتاه و بلند مدت تمرینی افزایش یافته است. این در حالی است که گروه کنترل هیچ تغییری در مقادیر آدیپونکتین تجربه نکرده است. در مطالعات مختلف پاسخ آدیپونکتین به ورزش متفاوت بوده است. همسو با مطالعه حاضر، کردی و همکاران بیان کردند ۶ هفته تمرین HIIT توانست سطوح آدیپونکتین را در آزمودنی‌ها افزایش دهد (۲۵).

آن‌ها بیان کردند کاهش وزن بدن یکی از اصلی‌ترین دلایل‌های تاثیر گذاری ورزش بر سطوح آدیپونکتین است. این در حالی است که در مطالعه حاضر کاهش وزن بدن آزمودنی‌ها معنی‌دار نبوده است. بنابراین سازوکار محتمل برای افزایش آدیپونکتین متعاقب ورزش به تحریک بیوژنز میتوکندری در آدیپوسیت‌ها مربوط می‌شود. زیرا عملکرد میتوکندریایی در آدیپوسیت‌ها عامل مهم در سنتز آدیپونکتین بوده که نشان داده شده است اختلال در کارکرد میتوکندری با کاهش آدیپونکتین و افزایش بیوژنز میتوکندری با بالا رفتن آدیپونکتین همراه است (۲۶).

از علل دیگر می‌توان به شدت بالای ورزش در مطالعه حاضر اشاره کرد. زیرا همانطور که گرکانی و همکارانش نشان دادند، شدت فعالیت ورزشی یکی از فاکتورهای اثر گذار بر افزایش آدیپونکتین است. آن‌ها نشان دادند، شدت بالای فعالیت (بالاتر از ۸۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی) بهتر از شدت‌های پایین می‌تواند باعث افزایش آدیپونکتین شود (۲۷). از آنجایی که هر دو گروه مورد مطالعه ما در شدت بالاتر فعالیت می‌کردند، احتمالاً یکی از دلایل افزایش آدیپونکتین در مطالعه ما، تأثیر شدت بالای ورزش بر سازگاری‌های سوخت و سازی در آزمودنی‌ها باشد. با این وجود مطالعات مختلفی نیز ناهمسو با مطالعه حاضر، عدم افزایش (۲۹،۲۸) و حتی کاهش آدیپونکتین (۳۰) متعاقب تمرین HIIT را گزارش کرده‌اند. این نتایج مختلف

ممکن است حاصل تفاوت در شدت، مدت و نوع ورزش انجام شده، حضور یا عدم حضور برخی بیماری‌های متابولیکی مانند دیابت یا بیماری‌های قلبی عروقی، وزن و حتی جنس آزمودنی‌ها باشد.

نتایج همچنین بیانگر این بود که تمرین کوتاه و بلند مدت تمرین به یک میزان آدیپونکتین را افزایش می‌دهند. در واقع بین دو نوع تمرین HIIT تفاوتی در افزایش آدیپونکتین وجود ندارد. در رابطه با این موضوع مطالعه مشابهی که تفاوت بین دو نوع تمرین HIIT را بسنجد، یافت نشد. با این وجود مطالعات بیان می‌کنند که شدت بالاتر از ۸۰ درصد VO_{2max} پتانسیل بیشتری برای افزایش آدیپونکتین دارد (۲۷). بنابراین شدت بالای هر دو تمرین انجام شده در این مطالعه می‌تواند این عدم اختلاف را توجیه کند. آدیپونکتین محتوای تری‌گلیسرید بافتی را کاهش و سیگنالینگ انسولین را تنظیم کرده و تحریک می‌کند. آدیپونکتین عملکردش را از طریق گیرنده‌هایش انجام می‌دهد (۳۱).

در عضله اسکلتی آدیپونکتین بیان مولکول‌های درگیر در انتقال اسیدهای چرب مانند CD36 و آنزیم‌های اکسایشی را افزایش می‌دهد. افزایش محتوای چربی بافتی با پروتئین‌های درگیر در پیام‌دهی انسولین مانند GLUT-۴ دخالت دارد و موجب مقاومت انسولین می‌شود. آدیپونکتین با کاهش محتوای تری‌گلیسرید عضله در بهبود حساسیت انسولین نقش دارد. آدیپونکتین پروتئین فعال‌کننده فسفوریلاسیون گیرنده آلفا (α -PPAR) را فعال می‌کند که موجب اکسایش اسیدهای چرب در عضله اسکلتی می‌شود. آدیپونکتین می‌تواند AMPK را فعال کند و از این طریق در اکسایش اسیدهای چرب و انتقال GLUT-۴ به سطح سلول نقش داشته باشد. آدیپونکتین به‌طور مستقیم ACC را فسفوریله و غیرفعال می‌کند و با کاهش محتوای مالونیل کوآ موجب هیدرولیز تری-گلیسریدها و اکسایش آنها می‌شود (۳۲). تمرین‌های

ورزشی بلندمدت از طریق کاهش توده چربی موجب افزایش آدیپونکتین می‌شود.

همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تمرینات تناوبی به دو صورت کوتاه و بلند مدت به مدت ۸ هفته تأثیری در وضعیت لپتین نوجوانان دارای اضافه وزن ندارد. مطالعات اندکی همسو با نتایج مطالعه حاضر در رابطه با لپتین یافت شده است. همسو با مطالعه حاضر Aktaş و همکاران نشان دادند ۱۲ هفته تمرین HIIT نتوانست لپتین پلاسمایی زنان دارای اضافه وزن یا چاق را کاهش دهد (۳۳). گمان می‌رود لپتین نوجوانان دارای اضافه وزن یا چاق به دلیل قرار گرفتن در دوره بلوغ، تحت تأثیر سایر عوامل مؤثر نظیر عوامل هورمونی قرار گیرد و تمرینات ورزشی در این دوره نتواند بر تأثیرات سایر عوامل غلبه کند (۳۴).

اما ناهمسو با مطالعه حاضر Racil و همکاران نشان دادند، ۱۲ هفته تمرین HIIT (۴ روز در هفته) با ۱۰۰ درصد VO_{2max} توانست لپتین پلاسمایی نوجوانان دختر چاق را کاهش دهد (۳۵). آن‌ها بیان کردند افزایش توان هوازی آزمودنی‌ها با کاهش میزان لپتین پلازما ارتباط مستقیم دارد. هرچند برخی از پژوهشگران نیز اعلام کردند که افزایش ۱۲/۹ درصدی VO_{2max} در مطالعاتشان منجر به کاهش لپتین پلاسمایی نشده است (۳۶) احتمال می‌رود طول دوره تمرینی Racil و همکاران و همچنین جنسیت متفاوت آزمودنی‌های مطالعات بتواند دلیل ناهمسوئی نتایج باشد. از آنجایی که میزان هورمون لپتین پلازما از وضعیت تغذیه‌ای، نورواندوکراین و عملکرد ایمنی بدن متأثر می‌شود و علاوه بر آن هورمون‌های جنسی، کاتکولامین‌ها و هورمون‌های تیروئیدی نیز در تنظیم آن نقش دارند (۳۷)، یکی از دلایل عدم معنی داری مطالعه حاضر ($P=0/621$)، محدوده سنی متفاوت آزمودنی‌ها (نوجوانان) و تأثیرات دوران بلوغ بر وضعیت لپتین باشد (۳۴).

مقادیر لپتین همبستگی قوی با درصد چربی بدن دارد و از این رو پس از نوجوانی به‌علت فرآیند بلوغ، در دختران افزایش و در پسران کاهش می‌یابد (۳۸). با توجه به اینکه یکی از عوارض افزایش سطوح لپتین، بلوغ زودرس در کودکان است (۳۹)، کاهش سطوح این آدیپوکاین با کاهش بافت چربی از تأثیرات مثبت تمرینات ورزشی در کودکان چاق محسوب می‌شود.

از آنجایی که لپتین و آدیپونکتین تحت تأثیر توده بدنی دچار تغییرات متفاوتی می‌شوند، نشان داده شده است که سنجش نسبت لپتین به آدیپونکتین می‌تواند نشانگر بسیار مناسبی برای پیش بینی اختلالات متابولیکی نسبت به سنجش تک تک این شاخص‌ها باشد (۴۰، ۱۱، ۱۰). مطالعه حاضر نشان داد، ۸ هفته تمرین HIIT می‌تواند نسبت لپتین به آدیپونکتین را در نوجوانان دارای اضافه وزن کاهش دهد. اما بین دو نوع تمرین هیچ تفاوتی در کاهش نسبت لپتین بر آدیپونکتین وجود ندارد. بدلیل اینکه اکثر مطالعات به بیان تأثیر تمرینات ورزشی بر مقادیر آدیپونکتین و لپتین بسنده می‌کنند و به تغییرات نسبت بین این دو اشاره نمی‌کنند، مقالات کمی در این زمینه یافت شد. اما در محدود مطالعات انجام گرفته و همسو با مطالعه حاضر راسیل و همکارانشان بیان کردند ۱۲ هفته تمرین HIIT می‌تواند با کاهش نسبت لپتین به آدیپونکتین به افزایش مزایای سلامتی حاصل از این نوع تمرینات کمک کند (۳۵).

بنابراین انتظار می‌رود با انجام تمرینات مشابه بتوان وضعیت لپتین و آدیپونکتین را در نوجوانان دارای اضافه وزن بهبود داد. مطالعات کمی یافت شده است که در آن تفاوت بین دو نوع تمرین تناوبی شدید بررسی شده باشد. لذا یکی از نقاط قوت مطالعه حاضر می‌تواند به لحاظ روش شناسی، اعمال ۲ نوع تمرین تناوبی شدید در یک مطالعه باشد. همچنین از آنجایی که محقق به دلیل برخی محدودیت‌ها قادر به اعمال محدودیت تغذیه‌ای نبود،

کودکان چاق با رعایت احتیاطات لازم از مزایای تمرینات HIIT بهره‌مند شوند. با وجود اینکه هر دو نوع تمرین کوتاه و بلند مدت HIIT اثرات مشابهی در ارتباط با لپتین و آدیپونکتین دارد، انتظار می‌رود متخصصین حوزه ورزشی بتوانند برای مقابله با اثرات مضر چاقی بر هورمون‌های اشتها مخصوصاً لپتین و آدیپونکتین از تمرینات تناوبی شدید بهره ببرند.

تشکر و قدردانی

این مطالعه برگرفته از پایان نامه دکتری تخصصی فیزیولوژی ورزشی با شماره و کد کمیته اخلاق در پژوهش‌های زیست پزشکی دانشگاه تبریز با کد IR.TABRIZU.REC.1398.021 و تحت حمایت پژوهشگاه تربیت بدنی است. بدینوسیله از تمامی آزمودنی‌ها و همکارانی که ما را در انجام این طرح یاری فرمودند تشکر و قدردانی می‌نماییم.

پیشنهاد می‌شود در مطالعه‌ای مشابه تأثیر محدودیت کالریکی همراه با تمرینات تناوبی شدید بر متغیرهای مورد مطالعه در کودکان و نوجوانان بررسی شود. با توجه به نتایج به‌دست آمده و هم‌چنین آگاهی درباره پیامدهای مضر چاقی مانند بلوغ زودرس، فشار خون و بیماری‌های قلبی-عروقی در کودکان به‌نظر می‌رسد، نوجوانان دارای اضافه وزن می‌توانند برای دستیابی به نتایج مثبت حاصل از افزایش آدیپونکتین و کاهش نسبت لپتین به آدیپونکتین از اثرات تمرینات HIIT بهره‌مند شوند.

ضرورت توجه به فعالیت بدنی و رژیم غذایی سالم برای کاهش وزن، بر همگان آشکار است. از طرفی با توجه به مدت زمان طولانی و یکنواختی تمرین استقامتی، کودکان تمایلی برای اجرای این نوع فعالیت‌ها ندارند. در مقابل تمرینات خیلی شدید و کوتاه مدت نیز روی کاهش وزن به ویژه توده چربی و هم‌ینطور تغییر در تولید آدیپوکاین‌ها موثر هستند. بنابراین توصیه می‌شود که

References

1. Xu S, Xue Y. Pediatric obesity: Causes, symptoms, prevention and treatment. *Exp. Ther. Med.* 2016;11(1):15-20.
2. Steinberger J, Daniels SR. Obesity, insulin resistance, diabetes, and cardiovascular risk in children: an American Heart Association scientific statement from the Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in the Young Committee (Council on Cardiovascular Disease in the Young) and the Diabetes Committee (Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism). *Circulation.* 2003 Mar; 107(10): 1448-53. 12.
3. Maffeis C, Moghetti P, Grezzani A, Clementi M, Gaudino R, Tatò L. Insulin resistance and the persistence of obesity from childhood into adulthood. *J Clin Endocrinol Metab.* 2002 Jan; 87(1): 71-76.
4. Koliaki C, Liatis S, Dalamaga M, Kokkinos A. The Implication of Gut Hormones in the Regulation of Energy Homeostasis and Their Role in the Pathophysiology of Obesity. *Curr. Obes. Rep.* 2020:1-17.
5. Frithioff-Bøjsøe C, Lund MA, Lausten-Thomsen U, Hedley PL, Pedersen O, Christiansen M, et al. Leptin, adiponectin, and their ratio as markers of insulin resistance and cardiometabolic risk in childhood obesity. *Pediatr. Diabetes.* 2020;21(2):194-202.
6. Takashima S, Nishii N, Kobatake Y, Kiyosue M, Kimura S, Kitagawa H. Concentrations of leptin, adiponectin, and resistin in the serum of obese cats during weight loss. *J. Vet. Sci.* 2019:19-0091.
7. Triantafyllou GA, Paschou SA, Mantzoros CS. Leptin and hormones: energy homeostasis. *ENDOCRIN METAB CLIN.* 2016;45(3):633-45.
8. Engin A. Adiponectin-resistance in obesity. *Obesity and Lipotoxicity: Springer;* 2017. p. 415-41.
9. Nappo A, Gonzalez-Gil E, Ahrens W, Bammann K, Michels N, Moreno L, et al. Analysis of the association of leptin and adiponectin concentrations with metabolic syndrome in children: Results from the IDEFICS study. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2017;27(6):543-51.
10. López-Jaramillo P, Gómez-Arbeláez D, López-López J, López-López C, Martínez-Ortega J, Gómez-Rodríguez A, et al. The role of leptin/adiponectin ratio in metabolic syndrome and diabetes. *Horm. Mol. Biol. Clin. Investig.* 2014;18(1):37-45.
11. Thagaard IN, Krebs L, Holm J-C, Lange T, Larsen T, Christiansen M. Adiponectin and leptin as first trimester markers for gestational diabetes mellitus: a cohort study. *Clin Chem Lab Med. (CCLM).* 2017;55(11):1805-12.
12. Mokhtarzade M, Ranjbar R, Majdinasab N, Patel D, Shamsi MM. Effect of aerobic interval training on serum IL-10, TNF α , and adipokines levels in women with multiple sclerosis: possible relations with fatigue and quality of life. *Endocrine.* 2017;57(2):262-71.

13. Sirico F, Bianco A, D'Alicandro G, Castaldo C, Montagnani S, Spera R, et al. Effects of physical exercise on adiponectin, leptin, and inflammatory markers in childhood obesity: systematic review and meta-analysis. *Childhood Obesity*. 2018;14(4):207-17.
14. Crisp NA, Fournier PA, Licari MK, Braham R, Guelfi KJ. Adding sprints to continuous exercise at the intensity that maximises fat oxidation: implications for acute energy balance and enjoyment. *Metabolism*. 2012;61(9):1280-8.
15. Gillen JB, Gibala MJ. Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Appl Physiol Nutr Metab APPL PHYSIOL NUTR ME*. 2014;39(3):409-12.
16. Kriketos AD, Gan SK, Poynten AM, Furler SM, Chisholm DJ, Campbell LV. Exercise increases adiponectin levels and insulin sensitivity in humans. *Diabetes care*. 2004;27(2):629-30.
17. Richards JC, Johnson TK, Kuzma JN, Lonac MC, Schweder MM, Voyles WF, et al. Short-term sprint interval training increases insulin sensitivity in healthy adults but does not affect the thermogenic response to β -adrenergic stimulation. *Am J Physiol Cell Physiol*. 2010;588(15):2961-72.
18. Kraemer RR, Castracane VD. Exercise and humoral mediators of peripheral energy balance: ghrelin and adiponectin. *Exp Biol Med*. 2007;232(2):184-94.
19. Zeng Q, Isobe K, Fu L, Ohkoshi N, Ohmori H, Takekoshi K, et al. Effects of exercise on adiponectin and adiponectin receptor levels in rats. *Life sciences*. 2007;80(5):454-9.
20. Caldeira RS, Panissa VLG, Inoue DS, Campos EZ, Monteiro PA, de Melo Giglio B, et al. Impact to short-term high intensity intermittent training on different storages of body fat, leptin and soluble leptin receptor levels in physically active non-obese men: A pilot investigation. *Clin. Nutr. ESPEN*. 2018;28:186-92.
21. Inoue DS, Panissa VL, Antunes BM, Oliveira FP, Malta RB, Caldeira RS, et al. Reduced leptin level is independent of fat mass changes and hunger scores from high-intensity intermittent plus strength training. *J Sports Med Phys Fitness*. 2017;58(7-8):1045-51.
22. Parastesh M, Saremi A. Effect of high Intensity Interval Training on Adiponectin Leptin Ratio and C-Reactive Protein in Streptozotocin Nicotinamide Induced Diabetic Rats. *J Ilam Uni Med Sci*. 2019;27(1):192-202.
23. Khalafi M, Symonds ME. The impact of high-intensity interval training on inflammatory markers in metabolic disorders: A meta-analysis. *Scandinavian Med Sci Sports Exerc*. 2020.
24. Thivel D, Masurier J, Baquet G, Timmons BW, Pereira B, Berthoin S, et al. High-intensity interval training in overweight and obese children and adolescents: systematic review and meta-analysis. *J*

- Sports Med Phys Fitness. 2018;59(2):310-24.
25. Kordi M, Choopani S, Hemmatinagar M, Choopani Z. The effects of the six week high intensity interval training (HIIT) on resting plasma levels of adiponectin and fat loss in sedentary young women. *J Jahrom Univ Med Sci.* 2013;11(1):20-7.
 26. Kusminski CM, Scherer PE. Mitochondrial dysfunction in white adipose tissue. *Trends Endocrinol. Metab.* 2012;23(9):435-43.
 27. 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(5):1008-12.
 28. Trapp EG, Chisholm DJ, Freund J, Boutcher SH. The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *Int J Obes.* 2008;32(4):684-91.
 29. Richards JC, Johnson TK, Kuzma JN, Lonac MC, Schweder MM, Voyles WF, et al. Short-term sprint interval training increases insulin sensitivity in healthy adults but does not affect the thermogenic response to β -adrenergic stimulation. *J. Physiol.* 2010;588(15):2961-72.
 30. Numao S, Katayama Y, Hayashi Y, Matsuo T, Tanaka K. Influence of acute aerobic exercise on adiponectin oligomer concentrations in middle-aged abdominally obese men. *Metabolism.* 2011;60(2):186-94.
 31. Yadav A, Kataria MA, Saini V, Yadav A. Role of leptin and adiponectin in insulin resistance. *Clinica Chimica Acta.* 2013;417:80-4
 32. You T, Nicklas BJ. Effects of exercise on adipokines and the metabolic syndrome. *Curr. Diabetes Rep.* 2008;8(1):7-11.
 33. Aktaş H, Uzun Y, Kutlu O, Pençe H, Özçelik F, Çil E, et al. The effects of high intensity-interval training on vaspin, adiponectin and leptin levels in women with polycystic ovary syndrome. *Arch. Physiol. Biochem.* 2019:1-6.
 34. Siervogel, R. M., Demerath, E. W., Schubert, C., Remsberg, K. E., Chumlea, W. C., Sun, S., & Towne, B. (2003). Puberty and body composition. *Horm Res Paediatr.* 60(Suppl. 1), 36-45.
 35. Racil G, Coquart J, Elmontassar W, Haddad M, Goebel R, Chaouachi A, et al. Greater effects of high-compared with moderate-intensity interval training on cardio-metabolic variables, blood leptin concentration and ratings of perceived exertion in obese adolescent females. *Biol Sport.* 2016;33(2):145.
 36. Kraemer R, Kraemer G, Acevedo E, Hebert E, Temple E, Bates M, et al. Effects of aerobic exercise on serum leptin levels in obese women. *Eur J Appl.* 1999;80(2):154-8.
 37. Ferdosi MH, Asad MR. The effect of endurance, resistance and concurrent trainings on plasma leptin levels of non-athlete males. *Procedia Soc Behav Sci.* 2012;46:311-5.
 38. Wang J, Obici S, Morgan K, Barzilai N, Feng Z, Rossetti L. Overfeeding rapidly

- induces leptin and insulin resistance. *Diabetes*. 2001;50(12):2786-91.
39. De Araujo ACC, Roschel H, Picanço AR, do Prado DML, Villares SMF, de Sá Pinto AL, et al. Similar health benefits of endurance and high-intensity interval training in obese children. *PloS one*. 2012;7(8):e42747.
40. Cleary MP, Ray A, Rogozina OP, Dogan S, Grossmann ME. Targeting the adiponectin: leptin ratio for postmenopausal breast cancer prevention. *Front Biosci (Schol Ed)*. 2009;1:329-57.

Effect of High-Intensity Interval Training on Leptin, Adiponectin, and Leptin/Adiponectin Ratio in Overweight Adolescent Boys

Khanvari T¹, Rohani H^{2*}, Vakili J³, Sari Sarraf V³

1. Ph.D. in Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

2. Assistant Professor of Exercise Physiology, Sport Sciences Research Institute of Iran, Tehran, Iran,
H_rohani7@yahoo.com

3. Associate Professor of Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran

Received: 24 April 2021

Accepted: 21 Jun 2021

Abstract

Background: Proliferation of adipose tissue increases leptin secretion and decreases adiponectin concentration. Exercise is an intervention to control and reverse this process. Therefore, the present study aimed to determine the effect of 8-week high-intensity interval training on leptin, adiponectin, and the ratio of leptin to adiponectin in overweight adolescent boys.

Materials and Methods: The present quasi-experimental study was conducted on overweight adolescent boys (13-18 years old, mean body mass index $27.05 \pm 1.4 \text{ kg/m}^2$). A total of 30 participants volunteered who were divided into three groups of 10 people including short-term (9 sessions of 30-second training with 150-second rest), long-term (4 sessions of 150-second training with 240-second rest), and control group. The training groups performed high-intensity running sprints 3 times per week for 8 weeks. Data were analyzed using two-way repeated-measures ANOVA (3 groups \times 2 measurement times) and Bonferroni test.

Results: Performed high-intensity interval training failed to affect leptin, weight, and body mass index but increased adiponectin and decreased the ratio of leptin to adiponectin ($P = 0.042$) and fat percentage. No difference was observed between the two types of interval training in changing the level of leptin, adiponectin, fat percentage, and body mass index.

Conclusion: High-intensity interval training increases metabolic benefits in overweight adolescents by increasing adiponectin and subsequently decreasing the leptin/adiponectin ratio. Low exercise, no calorie restriction, and other factors affecting puberty may influence the research results.

Keywords: Adiponectin, High-intensity interval training, Leptin, Overweight.

***Citation:** Khanvari T, Rohani H, Vakili J, Sari Sarraf V. Effect of High-Intensity Interval Training on Leptin, Adiponectin, and Leptin/Adiponectin Ratio in Overweight Adolescent Boys. *Yafte*. 2021; 23(3):43-56.