



مقاله اصلی

اثر هشت هفته تمرینات HIIT همراه با مصرف مکمل اسپیرولینا بر شاخص‌های اورکسین A و آسپروسین در مردان غیرفعال دارای اضافه وزن

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۱۹ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۱۸

خلاصه

مقدمه: چاقی و اضافه وزن، اختلالی با شیوع افزایشی است که به سبب مرگ و میر بالا به عنوان یکی از معضلات مهم سلامت در سراسر دنیا شناخته می‌شود. اضافه وزن، نتیجه برهم کنش پیچیده بین عوامل محیطی، عوامل ژنتیکی و رفتار است که با سندرم متابولیک، مقاومت انسولینی و دیابت نوع دو ارتباط تنگاتنگی دارد.

روش کار: در پژوهش حاضر ۴۰ مرد غیرفعال و دارای اضافه وزن به طور داوطلبانه و در دسترس در تحقیق حاضر شرکت کردند. در این تحقیق آزمودنی‌ها بصورت تصادفی به چهار گروه تقسیم شدند: گروه تمرین HIIT (۱۰ نفر)، گروه مکمل اسپیرولینا (۱۰ نفر)، گروه توامان تمرین HIIT و مصرف مکمل اسپیرولینا (۱۰ نفر) و گروه کنترل (۱۰ نفر). گروه‌های تمرینی به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه طبق پروتکل مورد نظر تمرینات را انجام دادند. مکمل اسپیرولینا روزانه یک کپسول ۵۰۰ میلی گرمی بعد از صبحانه مصرف گردید. برای مقایسه داده‌ها از تحلیل آزمون تحلیل کوواریانس و آزمون تعقیبی توکی در سطح اطمینان ۹۵ درصد و با استفاده از نرم افزار spss27 استفاده شد.

نتایج: تحقیق حاضر نشان داد که توامان تمرینات HIIT همراه با مصرف مکمل اسپیرولینا و همچنین گروه تمرین HIIT به تنهایی نسبت به دیگر گروه‌ها موجب تغییرات معنادار در افزایش اورکسین A و کاهش آسپروسین در مردان غیرفعال دارای اضافه وزن شد ($p < 0.05$). همچنین نشان داده شد که گروه مکمل اسپیرولینا نسبت به کنترل موجب تغییرات غیرمعنادار در هر کدام از شاخص‌ها گردید ($p > 0.05$).

نتیجه گیری: در مجموع یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که تمرینات HIIT توأم با مصرف مکمل اسپیرولینا و همچنین گروه تمرین به تنهایی موجب بهبود در شاخص‌های متابولیکی شده‌اند که این تغییرات در گروه تمرین همراه با مکمل نسب به دیگر گروه‌ها بیشتر بود.

کلمات کلیدی

تمرینات HIIT، مکمل اسپیرولینا، اورکسین A، آسپروسین
بی نوشت: این مطالعه فاقد تضاد منافع می‌باشد.

سیاوش فضلیخانی^۱

سجاد ارشادی^{۲*}

حمید طباطبائی^۲

عبدالعلی بنائی فر^۲

^۱دانشجوی دکترای تخصصی فیزیولوژی ورزشی، واحد

تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۲دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران جنوب،

دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

* دکتر سجاد ارشادی، گروه فیزیولوژی ورزشی،

واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی

Email: s_arshadi@azad.ac.ir

مقدمه

چاقی و اضافه وزن یکی از ناگوارترین مسائل مربوط به سلامتی زمان حال است که می‌تواند زمینه ساز دیابت گردد (۱). در بزرگسالان چاق شیوع عوامل خطرزای قلبی عروقی مانند فشار خون بالا و اختلال چربی خون به نسبت افرادی که وزن طبیعی داشته‌اند بالاتر بوده و در افرادی که چاقی شکمی دارند، خطر ابتلا به سندرم متابولیک افزایش پیدا کرده (۱)، همچنین چاقی و بی‌حرکی از عوامل اختلال آدیپوسایتوکین ها^۱ و افزایش خطر بیماری‌های قلبی عروقی در افراد چاق و دارای اضافه وزن محسوب می‌شوند که همه این اختلالات در نتیجه افزایش شاخص‌های التهابی مرتبط با افزایش وزن می‌باشد که می‌تواند سلامتی افراد را به خطر بیندازد (۲). آدیپوکین‌ها پروتئین‌هایی هستند که در بافت چربی توسط آدیپوسیت تولید و ترشح می‌شوند. این فاکتورهای مترشحه از بافت چربی سفید نقش مهمی در هموستازی کل بدن، از طریق تاثیر بر بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیولوژیکی بازی می‌کنند. این نقش‌ها عبارتند از دریافت غذا، تنظیم تعادل انرژی در بدن، کمک به حمل انسولین و متابولیسم چربی و گلوکز، تنظیم فشار خون، و تجمع پلاکتی و تشکیل لخته (۳).

یکی از آدیپوکائین‌هایی که توسط بافت چربی سفید تولید می‌شود، آسپرووسین است که در سال ۲۰۱۶ به عنوان هورمون ترشه یافته از بافت چربی کشف شد. این پروتئین توسط دو اگزون از ژن فیریلین یک رمزگذاری می‌شود و تحت شرایط گرسنگی در بافت چربی بیان می‌شود و به گردش خون آزاد می‌شود (۴). آسپرووسین ابتدا به عنوان هورمون گلیکوزنیک معرفی شد که تولید گلوکز کبدی را در شرایط گرسنگی افزایش می‌دهد سپس، عملکرد این آدیپوکائین در افزایش اشتها (۵)، در افزایش مقاومت به انسولین (۶) و در مهار تولید انسولین از پانکراس (۷) شناسایی شد.

مطالعات متعدد نشان داده‌اند که آسپرووسین پلاسما در شرایط چاقی (۸)، سندرم متابولیک (۹) و دیابت نوع دو (۱۰) افزایش می‌یابد. پژوهشگران بر این باورند که آسپرووسین نقش بیماری‌زایی در چاقی و دیابت دارد از آنجا که این هورمون می‌تواند مقاومت انسولینی را القا کند و کاهش میزان آن می‌تواند نقش اشتها را افزایش دهد و درمانی در چاقی و بیماری‌های مرتبط با چاقی داشته باشد (۱۰). تمرینات ورزشی به عنوان ابزار درمانی نقش مهمی در مقابله با چاقی و بیماری‌های مرتبط با آن دارد. مهمتر اینکه مشخص شده است که تمرینات ورزشی می‌تواند میزان بیان و ترشح بسیاری از آدیپوسایتوکائین‌ها را در افراد چاق تغییر دهد (۱۱) در مورد آسپرووسین، چندین پژوهش نشان داده است که تمرینات ورزشی همچون پیاده روی نوردیک (۱۲)، تمرین تناوبی شدید و تمرین مقاومتی دایره‌ای (۱۳) می‌تواند میزان آسپرووسین پلاسما را در افراد چاق کاهش دهد.

بعضی از مراکز مغز مانند هیپوتالاموس به عنوان مراکز اصلی تنظیم کننده هموستاز انرژی عمل می‌کنند، اما هورمون‌هایی نیز توسط بافت چربی و معده نیز ترشح می‌شوند که عملکرد مراکز هموستاز انرژی را از طریق تغییر اشتها تحت تاثیر قرار می‌دهند و منجر به تغییر وزن فرد می‌شوند. در همین راستا، درک مکانیسم‌های عصبی هورمونی تنظیم کننده وزن بدن، از اولویت تحقیقی به شمار می‌آید، چرا که چنین بینشی می‌تواند به طراحی معقول عوامل جدید برای درمان چاقی و لاغری کمک نماید. یافته‌های اخیر نشان می‌دهد که مشکل اضافه وزن یا چاقی مردان یک عامل خطر ساز مستقل به شمار می‌رود که با سایر عوامل خطر ساز وابسته نیست، همچنین وزن اضافی پس از گذشت ۲۵ سالگی در افزایش خطر بیماری‌های قلبی-عروقی به ویژه کرونر قلب در هر دو جنس مؤثر است. به خوبی نشان داده شده است که کنترل غذای دریافتی و میزان فعالیت بدنی مهمترین عوامل تنظیم کننده

^۱ . Adipocytokines

برای پروتئین رژیم غذایی با ارزش غذایی بالا تبلیغ می‌شود. مقادیر گزارش شده برای محتوای پروتئین پودرهای اسپیرولینا که به طور متفاوت کشت شده‌اند بین ۵۹ تا ۶۳ درصد است. با توجه به شاخص اسید آمینه ضروری، مقادیری بین ۱۰۱ تا ۱۰۴۵ با مقداری کمبود در اسیدهای آمینه حاوی گوگرد (متیونین و سیستئین با پروتئین 5 ± 18 میلی گرم در گرم و هیستیدین با 3 ± 10 میلی گرم در گرم پروتئین) به دست آمد (۱۷).

با توجه به مطالب بیان شده و افزایش شاخص‌های التهابی مرتبط با اشتها و همچنین کاهش شاخص‌های ضد التهابی در افراد دارای اضافه وزن و چاق و کمبود مطالعات انجام شده در زمینه مکمل اسپیرولینا و شاخص‌های مورد نظر و همچنین تناقض در مطالعات انجام شده در این مورد که هیچ پژوهشی به بررسی اثرات ترکیبی تمرینات بیشینه و مکمل اسپیرولینا در این افراد نپرداخته است این پژوهش به دنبال بررسی اثرات تمرینات بیشینه اینتروال^۱ (HIIT) همراه با مصرف مکمل اسپیرولینا بر شاخص‌های آسپیروسین و اورکسین A در مردان غیرفعال دارای اضافه وزن می‌باشد.

روش کار

در این پژوهش ابتدا فرم رضایت نامه کتبی از آزمودنی مبنی بر رضایت کامل در انجام پژوهش حاضر اخذ گردید و سپس توسط پزشک متخصص معاینات لازم مبنی بر عدم وجود مشکل خاص در آزمودنی‌ها جهت شرکت در پژوهش انجام گرفت و در ادامه ویژگی‌های آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها توسط دستگاه سنجش ترکیب بدن ارزیابی گردید. در طی یک جلسه همه آزمودنی‌ها با شیوه‌های پروتکل تمرینی و نحوه اجرای آن در طی ۸ هفته آشنا شدند.

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی، از نظر هدف کاربردی است که با طرح تحقیق پیش آزمون پس آزمون و به صورت میدانی انجام شد. روش انجام تحقیق بدین صورت بود که از بین افراد داوطلب ۴۰ مرد دارای اضافه وزن با شاخص توده بدنی ۲۵ تا ۳۰ و دامنه سنی ۳۰ تا ۴۰ سال که شرایط ورود به تحقیق را دارا

وزن بدن می‌باشند. به هرحال رفتار دریافت غذا به وسیله جریان‌های عصبی که با استفاده از نوروپپتیدهای خاص تشکیل شده تنظیم می‌شود. به ویژه هسته‌های کمائی هیپوتالاموس، که در ایجاد سیگنال‌های تنظیم کننده اشتها نقشی ضروری بازی می‌کنند (۱۴). اشتها از موارد تأثیرگذار بر هوموستاز انرژی است که تنظیم آن در کنترل تعادل انرژی بسیار مهم است. اورکسین یک هورمون محرک اشتها است که توسط بخش خلفی هیپوتالاموس تولید و به خون ترشح می‌شود و با تأثیرگذاری بر مراکز اشتها در مغز، منجر به افزایش اشتها می‌گردد. هورمون رشد از راه تأثیر روی گیرنده‌های خود، واقع بر نورونهای اورکسین، بر آنها تأثیر گذاشته و ترشح اورکسین را افزایش می‌دهد (۱۵).

ارتباط بین کم تحرکی و درجه پایین التهاب سیستمیک در مطالعات مقطعی نشان داده شده است (۱۴). فعالیت بدنی منظم خطر قلبی عروقی افراد دارای اضافه وزن و یا پیش دیابتی را عمدتاً با کاهش وزن بدن و تجمع چربی احشایی شکم با بهبودهای بعدی در حساسیت به انسولین، فشار خون، پروفایل چربی و کنترل قند خون کاهش می‌دهد (۱۵) علیرغم افزایش شواهدی که مزایای فعالیت بدنی منظم را برای افراد دارای اضافه وزن و چاق نشان می‌دهد، ولی اطلاعات محدودی در مورد اثرات انواع فعالیت‌های بدنی بر شاخص‌های التهابی و ضد التهابی در افراد چاق و دارای اضافه وزن وجود دارد. علاوه بر فعالیت بدنی استفاده از مکمل‌های گیاهی در بهبود کنترل وزن و شرایط متابولیکی توجه پژوهشگران زیادی را به خود جلب کرده است که یکی از این مکمل‌ها اسپیرولینا می‌باشد.

اسپیرولینا منبع مهمی از پروتئین رنگدانه‌دار فتوسنتزی به نام فیکوسیائین C است که خواص فوق العاده ضدالتهابی و ضد اکسایشی دارد. این فراورده دارای ترکیبات شیمیایی پیچیده‌ای شامل انواع پروتئین، آمینواسید، ویتامین، مواد معدنی، اسیدهای چرب آزاد، پلی سا کارید و ترکیبات زیستی فعال است (۱۶). اسپیرولینا به عنوان یک منبع ارزشمند

باشند بطور تصادفی به چهار گروه تمرین اینتروال شدید (۱۰ نفر)، مکمل اسپیرولینا (۱۰ نفر)، توامان تمرین و مکمل (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. سپس همگی افراد فرم رضایت نامه را تکمیل کرده و در مرحله بعد ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن و شاخص توده بدن و متغیرهای تحقیق در پیش آزمون اندازه گیری شد و گروه‌های تمرینی برنامه خود را طبق دستور زیر انجام دادند و گروه کنترل هیچ تمرینی انجام نمی‌داد و فقط به انجام امور روزمره زندگی خود پرداختند. پس از گذشت ۸ هفته مجدداً آزمون‌های فوق از تمام آزمودنی‌ها به عمل آمد.

مکمل اسپیرولینا با دوز ۵۰۰ میلی گرمی به شکل کپسول به صورت روزانه بعد از صرف صبحانه میل گردید (۱۶).

ابزار پژوهش

پروتکل تمرین

تمرینات اینتروال بیشینه (HIIT) بر روی یک پا دوچرخه ارگو متر دارای ترمز الکترونیکی (Quinton Excalibur, Quinton Instrument Company, Bothell, WA) انجام شد. شرکت کنندگان یک پروتکل ۲۰ دقیقه‌ای شامل چهار دقیقه دوچرخه سواری (رکاب زدن با پا) با ۱۵ درصد حداکثر توان بی‌هوازی (Max-AP) (تعریف شده به عنوان اوج توان به دست آمده در طول تست Wingate در مرحله قبل از شروع تمرین) و سپس ۳۰ ثانیه در ۸۵ درصد Max-AP انجام دادند. این بارهای کاری بر اساس انجام تست وینگیت پیش از آزمایش می‌باشد. این چرخه چهار بار در هر پروتکل تکرار می‌شود، و با دو دقیقه در ۱۵ درصد حداکثر AP به پایان می‌رسد. این به مدت ۸ هفته به صورت ۳ روز در هفته و حداقل ۲۴ ساعت بین هر جلسه انجام شد. لازم به ذکر می‌باشد ضربان قلب برای هر جلسه تمرین پایش خواهد شد (۱۸).

نمونه‌های خونی پیش و پس از اتمام ۸ هفته شامل ۱۰ سی‌سی از ورید بازویی در شرایط ناشتایی ۲۴ ساعت قبل از شروع پروتکل و ۴۸ ساعت پس از اتمام پروتکل گرفته شد. نمونه‌های خونی تهیه شده با سرعت ۳۵۰۰ تا ۳۸۰۰

دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و تا زمان آنالیز نهایی در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد قرار گرفتند. سطح اورکسین به روش الیزا و با استفاده از دستگاه STST FEX در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد با استفاده از کیت شرکت Estabiopharm کشور چین تحت لیسانس آمریکا با حساسیت ۲/۵۳ پیکوگرم در میلی لیتر و میزان اسپروسین پالسا به روش ایمنی سنجی آنزیمی (الیزا - ساندویچ) توسط کیت ابکسا (USA, Abbexa) به شماره کاتالوگ abx257694 با حساسیت کمتر از ۰/۰۶ نانوگرم بر میلی لیتر، با ضریب تغییر درون گروهی کمتر از ۱۰ درصد و ضریب تغییر بین گروهی کمتر از ۱۲ درصد اندازه گیری شد.

برای توصیف و تجزیه تحلیل داده‌ها از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. در روش‌های آمار توصیفی شامل (میانگین $\pm$ انحراف معیار) استفاده شد و در سطح آمار استنباطی در این تحقیق برای بررسی فرض نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیروویلک و همچنین لوین جهت همگنی واریانس‌ها استفاده شده است. جهت تجزیه و تحلیل استنباطی داده‌ها از آزمون‌های تحلیل کواریانس، و برای آزمون فرضیه‌ها از آزمون تعقیبی توکی با استفاده از نرم افزار spss/21 و برای آزمون فرضیه‌های تحقیق نیز سطح معنی - داری $P \leq 0/05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

ویژگی‌های آنروپومتری آزمودنی‌های شرکت کننده در پژوهش در جدول ۱ ذکر گردیده است.

های آنروپومتریکی آزمودنی‌ها جدول ۱. ویژگی

سن (سال)	وزن (kg)	قد (cm)	BMI
HIIT	۲۵/۴ $\pm$ ۲/۱	۱۷۳/۵ $\pm$ ۴/۸	۲۷/۱۱
	۷۹/۶		
مکمل	۲۶/۶ $\pm$ ۲/۹	۱۷۵/۴ $\pm$ ۳/۹	۲۷/۱۳
	۸۰/۲		

HIIT	$\pm 2/7$	$\pm 3/8$	$176/2 \pm 4/1$	$28/02$
همراه	$27/5$	$81/5$		
مکمل				
گروه	$\pm 2/4$	$\pm 3/15$	$176/2 \pm 4/1$	$28/01$
کنترل	$26/5$	$79/5$		

نتایج اورکسین A

برای بررسی این نتایج از آزمون آماری کوواریانس استفاده شده که نتایج آزمون تحلیل کوواریانس با تعدیل پیش آزمون به منظور مقایسه میانگین پس آزمون بین گروه‌ها ارائه شده است. با توجه به نتایج بدست آمده از جداول زمانی که اثر پیش آزمون حذف شود، تفاوت بین گروه‌ها در پس آزمون معنادار می باشد (جدول ۲).

در این تحقیق برای بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لوین و همچنین نرمال بوده داده‌ها از آزمون شاپیروویلک استفاده گردید که با توجه به سطح معناداری بیش از ۰/۰۵، داده‌ها از توزیع نرمال و همگنی واریانس‌ها برخوردار بودند.

جدول ۲. نتایج تحلیل کوواریانس اورکسین A

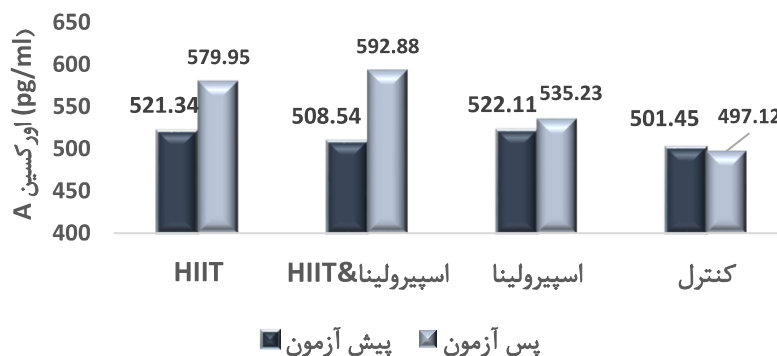
تفاوت‌ها	مجموع مجذورات	DF	میانگین مجذورات	F	SIG	ضریب اتا
متغیر همراهش (پیش آزمون)	21654/53	2	11322/245	56/765	<0/001	0/791
گروه	84678/688	3	42354/344	42/52	<0/001	0/822
خطا	458/221	32	49/243			
مجموع	12623/443	40				

اسپیروولینا اثر افزایشی بر میزان اورکسین A دارد و بین تمرین HIIT نسبت به HIIT همراه با اسپیروولینا نیز تفاوت معناداری مشاهده نشد هر چند که تمرین HIIT همراه با اسپیروولینا نسبت به تمرین HIIT توانسته است در مقادیر اورکسین A افزایش بیشتری ایجاد که نشان دهنده تاثیرگذاری بیشتر تمرینات HIIT همراه با اسپیروولینا می باشد (جدول ۳، نمودار ۱).

از آنجایی که در پژوهش حاضر چهار گروه وجود داشت، برای تعیین تفاوت بین گروهی با استفاده از آزمون تعقیبی توکی به مقایسه زوجی بین گروه‌ها پرداخته شد که نشان می‌دهد تمرین HIIT و HIIT همراه با اسپیروولینا نسبت به گروه اسپیروولینا و کنترل موجب افزایش معناداری در میزان سرمی اورکسین A می‌شوند، بین گروه اسپیروولینا نسبت به کنترل تفاوت معناداری نشان داده نشد هر چند که گروه

جدول ۳. نتایج مقایسه اورکسین A در چهار گروه کنترل، مکمل اسپیروولینا، تمرین HIIT، HIIT و اسپیروولینا

کنترل	اسپیروولینا	HIIT	HIIT و اسپیروولینا
کنترل	0/06	<0/0001	<0/0001
اسپیروولینا	0/06	0/002	<0/0001
HIIT	<0/0001	-	-
HIIT و اسپیروولینا	<0/0001	0/12	-



نمودار ۱. تغییرات پیش و پس آزمون اورکسین A در چهار گروه

نتایج آسپروکسین

است. با توجه به نتایج بدست آمده از جداول زمانی که اثر پیش آزمون حذف شود، تفاوت بین گروه‌ها در پس آزمون معنادار می باشد (جدول ۴).

برای بررسی این نتایج از آزمون آماری کوواریانس استفاده شده که نتایج آزمون تحلیل کوواریانس با تعدیل پیش آزمون به منظور مقایسه میانگین پس آزمون بین گروه‌ها ارائه شده

جدول ۴. نتایج تحلیل کوواریانس آسپروکسین

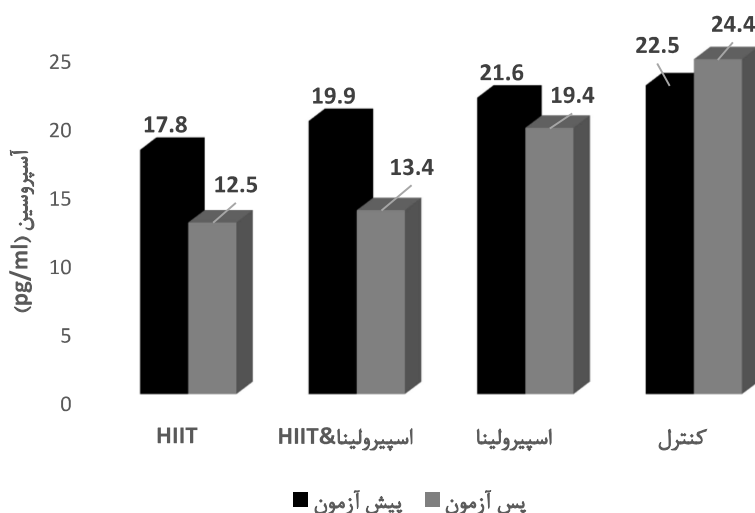
تفاوت ها	مجموع مجذورات	DF	میانگین مجذورات	F	SIG	ضریب اتا
متغیر همپراش (پیش آزمون)	۶۵۴/۸۹	۲	۲۲۵/۴	۴۹/۲۱	۰/۰۰۲	۰/۷۲۷
گروه	۲۶۷۴/۵۶	۳	۱۲۳۵/۲۶	۳۵/۱۲	۰/۰۰۱	۰/۶۱۱
خطا	۴۵/۱۲	۳۲	۲۴/۰۷			
مجموع	۵۱۲۷/۷۸	۴۰				

HIIT نسبت به HIIT همراه با اسپیرولینا نیز تفاوت معناداری مشاهده شد که نشان می‌دهد تمرین HIIT همراه با اسپیرولینا نسبت به تمرین HIIT توانسته است در مقادیر آسپروکسین کاهش بیشتری بدهد که نشان دهنده تأثیرگذاری بیشتر تمرینات HIIT همراه با اسپیرولینا می‌باشد (جدول ۵ و نمودار ۲).

برای تعیین تفاوت بین گروهی با استفاده از آزمون تعقیبی توکی به مقایسه زوجی بین گروه‌ها پرداخته شد که نشان می‌دهد تمرین HIIT و HIIT همراه با اسپیرولینا نسبت به گروه اسپیرولینا و کنترل موجب کاهش معناداری در میزان سرمی آسپروکسین می‌شوند، بین گروه اسپیرولینا نسبت به کنترل تفاوت معناداری نشان داده نشد هرچند که گروه اسپیرولینا اثر کاهشی بر میزان آسپروکسین دارد و بین تمرین

جدول ۵. نتایج مقایسه آسپرو سین در چهار گروه کنترل، مکمل اسپیرولینا، تمرین HIIT، HIIT و اسپیرولینا

کنترل	اسپیرولینا	HIIT	HIIT و اسپیرولینا
کنترل	۰/۲۲	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱
اسپیرولینا	۰/۲۲	۰/۰۱	<۰/۰۰۱
HIIT	<۰/۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳
HIIT و اسپیرولینا	<۰/۰۰۱	۰/۰۳	-



نمودار ۲. تغییرات پیش و پس آزمون آسپرو سین در چهار گروه

بحث و نتیجه گیری

در پژوهش حاضر نشان داده شد که هم تمرینات HIIT و هم تمرینات HIIT همراه با مصرف اسپیرولینا نسبت به دیگر گروه‌ها اثرات افزایشی بر شاخص اورکسین A و کاهش آسپرو سین دارند و همچنین تمرینات HIIT همراه با اسپیرولینا نسبت به تمرینات HIIT به تنهایی اثرات معنادارتری داشت. مصرف انرژی و جذب غذا اغلب از طریق اطلاعاتی که از هورمون‌ها و مواد مغذی به هیپوتالاموس میرسد، کنترل میشود. یکی از هورمون‌هایی که اخیراً شناسایی شده است و فرایندهای متابولیکی بدن را تحت تأثیر قرار می‌دهد اورکسین است. از مهمترین عملکردهای اورکسین،

هماهنگی و کنترل تغذیه و خواب است. همچنین برخی مطالعات انسانی حاکی از نقش اورکسین در تعادل انرژی، و افزایش این هورمون هنگام فعالیتهای ورزشی اند. شواهد نشان می‌دهند که کاهش سطوح اورکسین، بافت چربی را در نتیجه کاهش مصرف انرژی افزایش می‌دهد که البته بیشتر از طریق کاهش فعالیت بدنی است. اورکسین اثرات کلیدی روی سطح اشتها دارد، و ارتباط منفی بین سطوح اورکسین مایعات مغزی نخاعی و شاخص توده بدنی گزارش شده است. همچنین سطوح پلاسمایی اورکسین در کمابتهایی عصبی افزایش میابد (۱۹).

Wu M-F و همکاران (۲۰۲۱) در تحقیقی دریافتند که یک جلسه تمرین ورزشی دویدن با سرعت‌های مختلف روی تردمیل موجب افزایش اورکسین A در مایع مغزی نخاعی نمی‌شود، اما ۳۰ دقیقه بازی موجب افزایش معنی داری اورکسین A می‌شود، آنها علت این تفاوت را چنین بیان کردند که تغییرات وضعیت فعالیت بدنی و افزایش شاخصهای قلبی تنفسی از جمله افزایش فشار خون و تهویه ریوی هنگام ورزش برای بالا بردن سطح اورکسین مایع مغزی نخاعی کافی نیست و جنبه های احساسی بازی در حیاط برای افزایش سطح اورکسین مایع مغزی نخاعی را مطرح کردند (۲۰). از طرفی همسو با نتایج مطالعه حاضر Martins و همکار (۲۰۰۴) مشاهده کردند که سطح اورکسین A مایع مغزی-نخاعی موش صحرایی پس از یک جلسه فعالیت کوتاه مدت اجباری افزایش می‌یابد (۲۱) که این نتیجه ناهمسو با نتایج دیگر پژوهش‌ها بود. وجود این تفاوت شاید به دلیل تأثیر کوتاه مدت تمرین بر سطح مایع مغزی نخاعی اورکسین A باشد و شاید سازگاری با تمرین موجب کاهش اورکسین A در درازمدت به دلیل افزایش حساسیت گیرنده های اورکسین A باشد بطوریکه Kotz و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که فعالیت جسمی خود به خودی، حساسیت اورکسین و mRNA گیرنده اورکسین در هیپوتالاموس جانبی موشهای صحرایی مقاوم به چاقی بیشتر است (۲۲) همچنین یکی از مهمترین اثرات اورکسین تأثیر آن بر فیبرهای اورکسینرژیک مربوط به استرس است که از هیپوتالاموس جانبی به هسته پاراونتریکولار ختم می‌شوند. این هسته نیز محل تولید هورمون آزاد کننده کورتیکوتروپین است. بنابراین اورکسین با اثر بر این هسته، محور هیپوتالاموس - هیپوفیز - آدرنال را تحریک نموده و میزان استرس را افزایش می‌دهد (۲۲). بنابراین کاهش فعالیت سیستم اورکسینرژیک به نظر می‌رسد منجر به کاهش سطوح سرمی آدرنالین در گردش و در نتیجه موجب کاهش استرس می‌شود. برخی مطالعات نشان داده‌اند که فعالیت بدنی می‌تواند نقش مهمی در تنظیم هموستاز گلوکز با اثر بر محور آدیپوایسولار و پپتیدهای موثر بر این مسیر مانند

اورکسین A بوجود آورد (۲۱) شواهد اخیر نشان داده که اختلال تولید اورکسین A یک عامل موثر در هموستاز گلوکز و اختلالات ناشی از دیابت است (۲۳). از آنجایی که اورکسین A در تنظیم متابولیسم، رفتار تغذیه‌ای و حفظ تعادل انرژی نقش دارد (۲۴) این موضوع می‌تواند تحت تأثیر عوامل هموستازی انرژی قرار گیرد. راهکارهای مختلفی از جمله فعالیت بدنی و ورزش منظم، اصلاح رژیم غذایی و دارو درمانی برای کاهش عوارض و بهبود دیابت پیشنهاد شده است زیرا که کمبود فعالیت جسمانی در زندگی روزمره سبب اضافه وزن و چاقی و افزایش خطر بیماری‌های کم تحرکی از جمله دیابت، فشار خون و بیماری قلبی عروقی می‌شود (۲۵). علیزاده و همکاران در سال ۲۰۱۶ به بررسی اثر تمرینات ورزشی هوازی کوتاه مدت بر میزان اورکسین A در زنان دیابتی پرداختند و نشان دادند که این تمرینات می‌تواند موجب تغییرات معناداری در این شاخص گردد (۲۶) در حالیکه Wu و همکاران در سال ۲۰۲۱ در نتیجه یه دوره تمرینات ورزشی بر شاخص اورکسین A در نمونه‌های انسانی گزارش دادند که این تمرینات هیچ اثر معناداری بر میزان اورکسین A ندارد (۲۰). تمرینات ورزشی از طریق دو رویداد همزمان، کاهش وزن و افزایش بیان GLUT4 در عضلات اسکلتی می‌تواند حساسیت به انسولین را ادر افراد دارای اضافه وزن و چاق افزایش دهد (۲۷). تمرین با افزایش فعالیت سمپاتیک، افزایش ضربان قلب و همچنین پاسخ‌های سازگار برای حفظ هموستاز عضلانی موجب تغییرات هورمونی می‌شود. افزایش سطح پلاسمایی اورکسین A می‌تواند در تنظیم سازگاری هورمونی با توجه به تمرین موثر باشد. مطالعات قبلی نشان دادند که اورکسین A از طریق تأثیر سیستم عصبی مرکزی موجب کاهش مقاومت انسولینی می‌شود همچنین اورکسین با افزایش فعالیت AMPK، افزایش مصرف گلوکز، اکسیداسیون اسیدهای چرب، بیوژنز میتوکندری و کاهش وزن و مقاومت به انسولین می‌شود (۲۸). همسو با پژوهش حاضر جیمز مورگان و همکاران در سال ۲۰۲۴ دریافتند که تمرین دویدن در موشهای صحرایی

نر موجب افزایش معنادار و در موشهای ماده بدون اثر بر اورکسین A می‌باشد (۲۹).

یافته‌های پژوهش حاضر نشان دادند که تمرینات HIIT و همچنین تمرین همراه با مکمل اسپیرولینا اثرات کاهشی بر میزان آسپرووسین دارد. تحقیقات نشان داده‌اند که میزان سرمی آسپرووسین در شرایط چاقی (۳۰) سندرم متابولیک (۹) و دیابت نوع ۲ (۸) به عنوان عامل بیماری‌زا افزایش می‌یابد. همچنین مشخص شده است که آسپرووسین نقش اشتها آور در سیستم عصبی مرکزی (هسته کمانی هیپوتالاموس) دارد بنابراین باعث پرخوری و افزایش وزن می‌شود (۵) به علاوه، گزارش شده است که این آدیپوکاین می‌تواند تولید گلوکز کبدی را افزایش دهد (۴) و مسیر پیام رسانی انسولینی را در سطح سلول‌های عضلانی مختل کند (۶) و به این ترتیب موجب بروز مقاومت انسولینی شود. بنابراین، کاهش میزان این آدیپوکاین در افراد چاق، هدف درمانی تلقی می‌شود (۳۱).

چندین تحقیق تأثیر مزمن تمرینات ورزشی بر میزان سرمی آسپرووسین را در افراد چاق و اضافه وزن گزارش کرده‌اند که نتایج آن به طور خلاصه به این صورت است، هشت هفته تمرینات پیاد هروی باعث کاهش مقدار آسپرووسین در زنان جوان مبتلا به چاقی احشایی و اختلالات متابولیکی (۱۲)، هشت هفته تمرینات مقاومتی دایره‌ای با شدت بالا، مقدار سرمی آسپرووسین را در زنان اضافه وزن و چاق کاهش داد (۱۳)، انجام ده هفته تمرینات HIIT توانست مقدار سرمی آسپرووسین را در زنان دارای اضافه وزن و چاق کاهش دهد، نتایج این پژوهش‌ها حاکی از این هستند که تمرینات ورزشی به شکل‌های هوازی، مقاومتی و تناوبی می‌تواند میزان آسپرووسین را در افراد دارای چاق و دارای اضافه وزن کاهش دهد. یافته این پژوهش در راستای مطالعات بالا نشان داد که تمرینات HIIT با و بدون مکمل اسپیرولینا توانست میزان سرمی آسپرووسین را در مردان دارای اضافه

وزن کاهش دهد. همسو با پژوهش حاضر، زارعی و همکاران در سال ۲۰۲۱ نشان دادند که دوازده هفته تمرین ترکیبی در افراد مبتلا به دیابت نوع دو، میزان آسپرووسین را کاهش می‌دهد (۳۲).

بر اساس یافته‌های این پژوهش و پژوهش‌های گذشته می‌توان استنباط کرد که تأثیرات فیزیولوژیکی تمرین ورزشی HIIT و مکمل اسپیرولینا، حساسیت انسولین و تولید گلوکز کبدی افراد چاق و دارای اضافه وزن احتمالاً به واسطه کاهش آسپرووسین گردش خون حاصل می‌شود. سازوکار زیربنای کاهش آسپرووسین ناشی از تمرین ورزشی و مکمل اسپیرولینا تاکنون مشخص نشده است. با این حال، گمان بر این است که این کاهش تا حدودی به واسطه کاهش وزن، کاهش نمایه توده بدن و درصد چربی بدن حاصل می‌شود (۳۳). همسو با نتایج مطالعه حاضر سیلان و همکاران در سال ۲۰۲۰ در گروهی از مردان چاق نشان دادند، ۳۰ دقیقه فعالیت ورزشی سطح آسپرووسین را به میزان قابل توجهی نسبت به افراد سالم کاهش می‌دهد و این تأثیر در صورتی که تمرین در ساعات عصر برگزار شود، بارزتر است (۳۴) نتایج یک مطالعه نشان داد، در موشهای صحرایی تحت رژیم پرکالری، آسپرووسین افزایش یافته و فعالیت ورزشی شامل ۳۰ دقیقه شنا با شدت متوسط به مدت چهار هفته منجر به کاهش سطوح آن در گروههای تمرینی شد. آنها شاهد کاهش سطوح آسپرووسین پلاسما پس از تمرینات مزمن تناوبی و تداومی با شدت متوسط در محیط آبی در نمونه‌های حیوانی تحت رژیم پرکالری بودند و گزارش کردند فعالیت تناوبی نیز می‌تواند تغییرات مشابهی نسبت به تمرینات تداومی هوازی به مدت ۳۰ دقیقه (تا ۶۰ دقیقه) ایجاد کند (۳۵) در صورتیکه فعالیت بی‌هوازی شامل اجرای یک پروتکل تمرینی ۲۰ ثانیه‌ای رکاب زدن با دوچرخه ارگومتر، بر روی زنان و مردان سالم به ترتیب در زمانهای ۳، ۱۵، ۳۰، ۶۰ دقیقه و ۲۴ ساعت پس از فعالیت تغییر معناداری نشان نداد (۳۶) به طور کلی با توجه به نتایج تحقیق حاضر و مطالعات ذکر شده به نظر می‌رسد یکی از پارامترهای تغییرات سطوح آسپرووسین

در آزمودنیها استفاده از تمرینات با شدت بالا و مکمل اسپیرولینا می‌باشد.

گزارش شده که آسپروسین باعث التهاب، اختلال در عملکرد سلولی، آپوپتوز و کاهش تولید انسولین ناشی از گلوکز در سلولهای بتا طریق تنظیم مجدد مسیر با واسطه TLR4/JNK می‌شود (۷). در چاقی، اضافه وزن و بیماریهای متابولیکی از جمله دیابت نوع ۲، سطح ناشتای این آدیپوکین افزایش می‌یابد (۳۱) بنابراین کاهش آن متعاقب تمرینات ورزشی می‌تواند در ارتباط با کاهش آزاد سازی گلوکز کبدی و در نتیجه کاهش قند خون ناشتا در افراد چاق و اضافه وزن و بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ شود. با توجه به اینکه تمرینات منظم ورزشی منجر به کاهش مقاومت به انسولین می‌شود؛ می‌توان کاهش معنی‌دار در سطح آسپروسین سرمی در تحقیق حاضر را به افزایش حساسیت به انسولین و

در نتیجه کنترل قند خون بهتر در سازگاری به تمرینات HIIT و مکمل اسپیرولینا نسبت داد.

به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات HIIT به دلیل افزایش هزینه انرژی که ایجاد می‌کند در ترکیب با مکمل اسپیرولینا به عنوان ماده‌ای که می‌تواند اثرات متابولیکی ایجاد کند اثرات موثر بر شاخص‌های متابولیکی در افراد اضافه وزن دارند.

تضاد منافع

در این پژوهش هیچ گونه تضاد منافی توسط محققین گزارش نشده است.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از رساله دکترای تخصصی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب می‌باشد. از آزمودنی‌های شرکت کننده در پژوهش و همچنین افرادی که در انجام پروژه همکاری داشتند تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1. Calvani R, Leeuwenburgh C, Marzetti E. Brown adipose tissue and the cold war against obesity. *Diabetes*. 2014;63(12):3998-4000.
2. Hashemi F, Yaghmaei P, Saadati N, Haghighi Poodeh S, Ramezani Tehrani F, Hedayati M. Association of serum adipon levels with polycystic ovarian syndrome. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2012;19(99).
3. Bridger T. Childhood obesity and cardiovascular disease. *Paediatrics & child health*. 2009;14(3):177-82.
4. Romere C, Duerrschmid C, Bournat J, et al. Asprosin, a Fasting-Induced Glucogenic Protein Hormone. *Cell*, 2016; 165(3):566-579
5. Duerrschmid C, He Y, Wang C, Li C, Bournat JC, Romere C, et al. Asprosin is a centrally acting orexigenic hormone. *Nature medicine*. 2017;23(12):1444-53. DOI: 10.1038/nm.4432
6. Jung TW, Kim HC, Kim HU, Park T, Park J, Kim U, et al. Asprosin attenuates insulin signaling pathway through PKCδ- activated ER stress and inflammation in skeletal muscle. *Journal of cellular physiology*. 2019;234(11):20888-99. DOI/۱۰.۱۰۰۲:jcp.28694
7. Lee T, Yun S, Jeong JH, Jung TW. Asprosin impairs insulin secretion in response to glucose and viability through TLR4/JNK-mediated inflammation. *Molecular and cellular endocrinology*. 2019;486:96-104. DOI: /۱۰.۱۰۱۶j.mce.2019.03.001
8. Wang M, Yin C, Wang L, Liu Y, Li H, Li M, et al. Serum Asprosin Concentrations Are Increased and Associated with Insulin Resistance in Children with Obesity. *Annals of*
9. Hong T, Li J-Y, Wang Y-D, Qi X-Y, Liao Z-Z, Bhadel P, et al. High serum asprosin levels are associated with presence of metabolic syndrome. *International journal of endocrinology*. 2021;2021. DOI: 10.1155/2021/6622129
10. Cheng J-X, Yu K. New discovered adipokines associated with the pathogenesis of obesity and type 2 diabetes. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy* ۹-۲۰۲۲:۲۳۸۱. DOI: 10.2147/DMSO.S376163
11. Saeidi A, Haghighi MM, Kolahdouzi S, Daraei A, Abderrahmane AB, Essop MF, et al. The effects of physical activity on adipokines in individuals with overweight/obesity

12. Kantorowicz M, Szymura J, Szygula Z, Kusmierczyk J, Maciejczyk M, Wiecek M. Nordic walking at maximal fat oxidation intensity decreases circulating asprosin and visceral obesity in women with metabolic disorders. *Frontiers in Physiology*. 2021;12:726783. DOI: 10.3389/fphys.2021.726783
13. Dolatabadi P, Amirsasan R, Vakili J. The effect of highintensity circuit training on serum asprosin, lipid profile and some fitness factors in overweight and obese women. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2023;10(1):14- 26. (Persian). DOI: 10.22049/JAHSSP.2022.27792.1464
14. Laan DJ, Leidy HJ, Lim E, Campbell WW. Effects and reproducibility of aerobic and resistance exercise on appetite and energy intake in young, physically active adults. *Appl Physiol Nutr Metab* 2010; 35:842-7.
15. Bajer B, Vlcek M, Galusova A, Imrich R, Penesova A. Exercise associated hormonal signals as powerful determinants of an effective fat mass loss. *Endocr Regul* 2015; 49:151-63.
16. Hernandez Lepe, M.A., Effect of exercise and/or spirulina maxima on body composition in overweight/obese humans. *Producto de investigación ICB*, 2018.
17. Grosshagauer, S., K. Kraemer, and V. Somoza, The true value of Spirulina. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2020. 68(14): p. 4109-4115.
18. Andrew W. Brown, Michelle M. Bohan Brown, Amy Alcorn, Corey Noles1 , Leah Winwood1 , Holly Resuehr, Brandon George, Madeline M. Jeansonne, David B. Allison High Intensity Interval- vs Moderate Intensity- Training for Improving Cardiometabolic Health in Overweight or Obese Males: A Randomized Controlled Trial Gordon Fisher .*PLOS ONE* | DOI:10.1371/journal.pone.0138853 October 21, 2015
19. Thannickal TC, John J, Shan L, Swaab DF, Wu M-F, Ramanathan L, et al. Opiates increase the number of hypocretin-producing cells in human and mouse brain and reverse cataplexy in a mouse model of narcolepsy. *Sci Transl Med* 2018; 10(447): eaao4953.
20. Wu M-F, Nienhuis R, Maidment N, Lam H, Siegel J. Cerebrospinal fluid hypocretin (orexin) levels are elevated by play but are not raised by exercise and its associated heart rate, blood pressure, respiration or body temperature changes. *Arch Ital Biol* 2011; 149(4): 492
21. Martins PJ, D'Almeida V, Pedrazzoli M, Lin L, Mignot E, Tufik S. Increased hypocretin-1 (orexin-a) levels in cerebrospinal fluid of rats after short-term forced activity. *Regul Pept* 2004; 117(3): 155-8.
22. Kotz CM, Teske JA, Billington CJ. Neuroregulation of nonexercise activity thermogenesis and obesity resistance. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2008; 294(3): R699-R710
23. Tsuneki H, Sugihara Y, Honda R, Wada T, Sasaoka T, Kimura I. Reduction of blood glucose level by orexins in fasting normal and streptozotocin-diabetic mice. *Eur J Pharmacol*. 2002;448(2-3):245-52.
24. Inutsuka A, Inui A, Tabuchi S, Tsunematsu T, Lazarus M, Yamanaka A. Concurrent and robust regulation of feeding behaviors and metabolism by orexin neurons. *Neuropharmacology*. 2014;85:451-60.
25. Mosalman Haghighi M, Mavros Y, Fiatarone Singh MA. The Effects of Structured Exercise or Lifestyle Behavior Interventions on Long-Term Physical Activity Level and Health Outcomes in Individuals With Type 2 Diabetes: A Systematic Review, Meta Analysis, and Meta-Regression. *J Phys Act Health* 15(9
26. Alizadeh AA, Rahmani-Nia F, Mohebbi H, Zakerkish M. Acute Aerobic Exercise and Plasma Levels of Orexin A, Insulin, Glucose, and Insulin Resistance in Males With Type 2 Diabetes. *Jundishapur Journal of Health Sciences*. . 2016;8(1):e32217
27. Fontana L, Klein S, Holloszy JO. Effects of long-term calorie restriction and endurance exercise on glucose tolerance, insulin action, and adipokine production. *Age (Dordr)*. 2010;32(1):97-108
28. Blais A, Drouin G, Chaumontet C, Voisin T, Couvelard A, Even PC, et al. Impact of orexin-A treatment on food intake, energy metabolism and body weight in mice. *PloS one*. 2017;12(1):e0169908
29. James MH, Campbell EJ, Walker FR, Smith DW, Richardson HN, Hodgson DM, et al. Exercise reverses the effects of early life stress on orexin cell reactivity in male but not female rats. *Front Behav Neurosci*. 2024;8:244
30. Sünnetçi Silistre E, Hatipoğlu HU. Increased serum circulating asprosin levels in children with obesity. *Pediatrics International*. 2020;62(4):467-76. DOI: 10.1111/ped.14176 [12].
31. Yuan M, Li W, Zhu Y, Yu B, Wu J. Asprosin: a novel player in metabolic diseases. *Frontiers in endocrinology*. 2020;11:64. DOI: 10.3389/fendo.2020.00064
32. Zarei M, Nakhzari Khodakheyr J, Rashidlamir A, Montazeri A. The effect of combined resistance aerobic exercise training on concentrations of asprosin and complement C1q tumor necrosis factor-related protein-1 in men with type 2 diabetes. *Sport Sciences for Health*. 2021:1-9. DOI: 10.1007/s11332-021- 00738-7
33. Liu Y, Liu S-x, Cai Y, Xie K-l, Zhang W-l, Zheng F. Effects of combined aerobic and resistance training on the glycolipid metabolism and inflammation levels in type 2 diabetes mellitus. *Journal of physical therapy science*. 2015;27(7):2365-71
34. Ceylan Hİ, Saygın Ö, Özel Türkçü Ü. Assessment of acute aerobic exercise in the morning versus evening on asprosin, spexin, lipocalin-2, and insulin level in overweight/obese versus normal weight adult men. *Chronobiol Int* 2020;37:1252-68. doi: 10.1080/07420528.2020.1792482.

35. Nakhaei H, Mogharnasi M, Fanaei H. Effect of swimming training on levels of asprosin, lipid profile, glucose and insulin resistance in rats with metabolic syndrome. *Obes Med*, 2019;15:100111.
36. Wiecek M, Szymura J, Maciejczyk M, Kantorowicz M. Acute Anaerobic Exercise Affects the Secretion of Asprosin , Irisin , and Other Cytokines – A Comparison Between Sexes. 2018; 9(December):1- 12

Original Article

The Effect of eight weeks of HIIT training combined with Spirulina supplementation on orexinA and asprosin in inactive overweight men

Received: 10/08/2025 - Accepted: 09/11/2025

Siavash Fazlikhani¹
Sajad Arshadi^{2*}
Hamid Tabatabaei²
Abdolali Banacifar²

¹ PhD Student in Exercise Physiology,
ST.C., Islamic Azad University,
Tehran, Iran

² Associate Professor, Department of
Exercise Physiology, ST.C., Islamic
Azad University, Tehran, Iran

Email: s.arshadi@azad.ac.ir

Abstract

Introduction: Obesity and overweight are disorders with increasing prevalence and are recognized as one of the major health problems worldwide due to their high mortality. Overweight is the result of a complex interaction between environmental factors, genetic factors, and behavior, which is closely associated with metabolic syndrome, insulin resistance, and type 2 diabetes.

Methods: In the present study, 40 inactive and overweight men voluntarily and readily participated in the present study. In this study, the subjects were randomly divided into four groups: HIIT training group (10 people), Spirulina supplement group (10 people), HIIT training and Spirulina supplement group (10 people), and control group (10 people). The training groups performed the exercises for eight weeks, three sessions per week, according to the desired protocol. Spirulina supplement was taken as one 500 mg capsule daily after breakfast. To compare the data, analysis of covariance and Tukey's post hoc test were used at a confidence level of 95% using SPSS27 software.

Results: The present study showed that HIIT training combined with Spirulina supplementation, as well as the HIIT training group alone, caused significant changes in the increase in orexin A and the decrease in asprosin in inactive overweight men compared to other groups ($p < 0.05$). It was also shown that the Spirulina supplementation group caused non-significant changes in each of the indices compared to the control group. ($p < 0.05$)

Conclusion: Overall, the research findings show that HIIT training combined with Spirulina supplementation, as well as the training group alone, led to improvements in metabolic indices, and these changes were greater in the training group combined with the supplement compared to the other groups.

Keywords: HIIT training, Spirulina supplement, Orexin A, Asprosin

Acknowledgement: There is no conflict of interest