

مقاله اصلی

اثر هشت هفته تمرینات HIIT همراه با مصرف مکمل اسپیرولینا بر شاخص های اورکسین A و آسپروسین در مردان غیر فعال دارای اضافه وزن

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۱۹ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۳۰

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 می شود. 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 غیر فعال و دارای اضافه وزن به طور داوطلبانه و در دسترس در تحقیق حاضر شرکت کردند. در این تحقیق آزمودنی ها 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). گروه های تمرینی به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه طبق پروتکل مورد نظر تمرینات را انجام دادند. مکمل اسپیرولینا روزانه یک کیسول ۵۰۰ میلی گرمی بعد از صبحانه مصرف گردید. برای مقایسه داده ها 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 گروه ها موجب تغییرات معنادار در افزایش اورکسین A و کاهش آسپروسین در مردان غیر فعال دارای اضافه وزن شد ($p < 0.05$). همچنین نشان داده شد که گروه مکمل اسپیرولینا نسبت به کنترل موجب تغییرات غیر معنادار در هر کدام از شاخص ها گردید ($p > 0.05$).

نتیجه گیری: در مجموع یافته های تحقیق نشان می دهد که تمرینات HIIT توام با مصرف مکمل اسپیرولینا و همچنین گروه تمرین به تنهایی موجب بهبود در شاخص های متابولیکی شده اند که این تغییرات در گروه تمرین همراه با مکمل نسبت به دیگر گروه ها بیشتر بود.

کلمات کلیدی

تمرینات HIIT، مکمل اسپیرولینا، اورکسین A، آسپروسین
پی نوشت: این مطالعه فاقد تضاد منافع می باشد.

سیاوش فضلیخانی^۱

سجاد ارشدی^{۲*}

حمید طباطبائی^۳

عبدالعلی بنائی فر^۴

^۱ دانشجوی دکترای تخصصی فیزیولوژی ورزشی، واحد

تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۲ دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران جنوب،

دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

^۳ استادیار آسیب شناسی ورزشی و ورزشی، واحد تهران

جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

^۴ دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران جنوب،

دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: دکتر سجاد ارشدی، 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 می تواند زمینه ساز دیابت گردد. در بزرگسالان چاق شیوع عوامل خطرزای قلبی عروقی مانند فشار خون بالا و اختلال چربی خون به نسبت افرادی که وزن طبیعی داشته اند بالاتر بوده و در افرادی که چاقی شکمی دارند، خطر ابتلا به سندروم متابولیک افزایش پیدا کرده (۱)، همچنین چاقی و بی تحرکی از عوامل اختلال آدیپوسایتوکین ها^۱ و افزایش خطر بیماری های قلبی عروقی در افراد چاق و دارای اضافه وزن محسوب می شوند که همه این اختلالات در نتیجه افزایش شاخص های التهابی مرتبط با افزایش وزن می باشد که می تواند سلامتی افراد را به خطر بیندازد (۲). آدیپوکین ها پروتئین هایی هستند که در بافت چربی توسط آدیپوسیت تولید و ترشح می شوند. این فاکتورهای مترشحه از بافت چربی سفید نقش مهمی در هموستازی کل بدن، از طریق تاثیر بر بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی و بیولوژیکی بازی می کنند. این نقش ها 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 فیبریلین یک رمزگذاری می شود و تحت شرایط گرسنگی در بافت چربی بیان میشود و به گردش خون آزاد میشود (۴). آسپرووسین ابتدا به عنوان هورمون گلیکوژنیک معرفی شد که تولید گلوکز کبدی را در شرایط گرسنگی افزایش می دهد سپس، عملکرد این آدیپوکاین در افزایش اشتها (۵)، در افزایش مقاومت به انسولین (۶) و در مهار تولید انسولین از پانکراس (۷) شناسایی شد.

مطالعات متعدد نشان داده اند که آسپرووسین پلاسما در شرایط چاقی (۸)، سندرم متابولیک (۹) و دیابت نوع دو (۱۰) افزایش می یابد. پژوهشگران بر این باورند که آسپرووسین نقش بیماری زایی 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 بیمار یهای مرتبط با آن دارد. مهمتر اینکه مشخص شده است که تمرینات ورزشی می تواند 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 دایره ای (۱۳) می تواند 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 می آید، چرا که چنین بینشی میتواند به طراحی معقول عوامل جدید برای درمان چاقی و لاغری کمک نماید. یافته های 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 بیماری های 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 وزن بدن می باشند. بهر حال رفتار دریافت غذا بوسیله ی جریان های عصبی

¹ . Adipocytokines

که با استفاده از نوروپپتیدهای خاص تشکیل میشود، تنظیم میشود. به ویژه هسته های کمانی هیپوتالاموس، که در ایجاد سیگنالهای تنظیم کنندهی 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 گیرنده های 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 می دهد (۱۵) علیرغم افزایش شواهدی که مزایای فعالیت بدنی منظم را برای افراد دارای اضافه وزن و چاق نشان می دهد، ولی اطلاعات محدودی در مورد اثرات انواع فعالیت های بدنی بر شاخص های التهابی و ضد التهابی در افراد چاق و دارای اضافه وزن وجود دارد. علاوه بر فعالیت بدنی استفاده از مکمل های گیاهی در بهبود کنترل وزن و شرایط متابولیکی توجه پژوهشگران زیادی را به خود جلب کرده است که یکی از این مکمل ها اسپیرولینا می باشد.

اسپیرولینا منبع مهمی از پروتئین رنگدانه دار فتوسنتزی به نام فیکوسیانین C است که خواص فوق العاده ضدالتهابی و ضداکسایشی دارد. این فراورده دارای ترکیبات شیمیایی پیچیده های 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 برای پروتئین رژیم غذایی با ارزش غذایی بالا تبلیغ می شود. مقادیر گزارش شده برای محتوای پروتئین سویه های *Arthrospira platensis* و پودرهای اسپیرولینا که به طور

متفاوت کشت شده اند بین ۵۹ تا ۶۳ درصد است. با توجه به شاخص اسید آمینه ضروری، مقداری بین ۱.۰۱ تا ۱.۴۵ با مقداری کمبود در اسیدهای آمینه حاوی گوگرد (متیونین و سیستین 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 شاخص های ضد التهابی در افراد دارای اضافه وزن و چاق و همچنین کمبود مطالعات انجام شده در زمینه مکمل اسپیرولینا و شاخصهای مورد نظر و همچنین تناقض در مطالعات انجام شده در این مورد، این پژوهش به دنبال بررسی اثرات تمرینات بیشینه اینتروال (HIIT) همراه با مصرف مکمل اسپیرولینا بر شاخص های آسپروسین و اورکسین A در مردان غیرفعال دارای اضافه وزن می باشد.

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 آزمودنی ها جهت شرکت در پژوهش انجام گرفت و در ادامه ویژگی های آنتروپومتریکی آزمودنی ها توسط دستگاه سنجش ترکیب بدن ارزیابی گردید. در طی یک جلسه همه آزمودنی ها با شیوه های پروتکل تمرینی و نحوه اجرای 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 می شود. روش انجام تحقیق بدین صورت است 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 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 ویژگی های فردی آزمودنی ها شامل سن، قد،

وزن و شاخص توده بدن و متغیرهای تحقیق در پیش آزمون اندازه گیری شد و گروه های تمرینی برنامه خود را طبق دستور زیر انجام دادند و گروه کنترل هیچ تمرینی انجام نمی داد و فقط به انجام امور روزمره زندگی خود پرداختند. پس از گذشت ۸ هفته مجدداً آزمون های فوق از تمام آزمودنی ها به عمل آمد.

مکمل اسپیرولینا نیز با دوز ۵۰۰ میلی گرمی به شکل کپسول به صورت روزانه در اختیار آزمودنی ها قرار گرفت. ابزار پژوهش

پروتکل تمرین

تمرینات اینتروال بیشینه (HIIT) بر روی یک پا دوچرخه ارگومتر دارای ترمز الکترونیکی (Quinton Excalibur, Quinton Instrument Company, Bothell, WA) انجام می شود. شرکت کنندگان یک پروتکل ۲۰ دقیقه ای شامل چهار دقیقه دوچرخه سواری (رکاب زدن با پا) با ۱۵ درصد حداکثر توان بی هوازی (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 می دهند. این بارهای کاری بر اساس انجام تست وینگیت پیش از آزمایش می باشد. این چرخه چهار بار در هر پروتکل تکرار می شود، و با دو دقیقه در ۱۵٪ حداکثر AP به پایان می رسد. این به مدت ۸ هفته به صورت ۳ روز در هفته و حداقل ۲۴ ساعت بین هر جلسه انجام شد. لازم به ذکر می باشد ضربان قلب برای هر جلسه تمرین پایش خواهد شد. (۱۸).

نمونه های خونی پیش و پس از اتمام ۸ هفته شامل ۱۰ سی سی از ورید بازویی در شرایط ناشتایی ۲۴ ساعت قبل از شروع پروتکل و ۴۸ ساعت پس از اتمام پروتکل

گرفته شد. نمونه های 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 آسپروسین پالسما 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 داده ها از روش های آمر توصیفی و استنباطی استفاده شد. در روش های آمار توصیفی شامل (میانگین +_ انحراف معیار) استفاده شد و در سطح آمار استنباطی در این تحقیق برای بررسی فرض نرمال بودن داده ها از آزمون شاپیروویلک و همچنین لوین جهت همگنی واریانس ها استفاده شده است. جهت تجزیه و تحلیل استنباطی داده ها از آزمون های تحلیل کواریانس، و برای آزمون فرضیه ها از آزمون تعقیبی توکی با استفاده از نرم افزار spss/21 و برای آزمون فرضیه های تحقیق نیز سطح معنی داری $P \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته ها

ویژگی های آنروپومتری آزمودنی های شرکت کننده در پژوهش در جدول ۱ ذکر گردیده است.

جدول ۱. ویژگی های آنترپومتریکی آزمودنی ها

سن (سال)	وزن (kg)	قد (cm)	BMI
HIIT	۷۹/۶ ± ۳/۱۳	۱۷۳/۵ ± ۴/۸	۲۷/۱۱
مکمل	۸۰/۲ ± ۴/۸	۱۷۵/۴ ± ۳/۹	۲۷/۱۳
HIIT همراه مکمل	۸۱/۵ ± ۳/۸	۱۷۶/۲ ± ۴/۱	۲۸/۰۲
گروه کنترل	۷۹/۵ ± ۳/۱۵	۱۷۶/۲ ± ۴/۱	۲۸/۰۱

به منظور مقایسه میانگین پس آزمون بین گروه ها ارائه شده است. با توجه به نتایج بدست آمده از جداول زمانی که اثر پیش آزمون حذف شود، تفاوت بین گروه ها در پس آزمون معنادار می باشد (جدول ۲).

در این تحقیق برای بررسی همگنی واریانس ها از آزمون لوین و همچنین نرمال بوده داده ها از آزمون شاپیروویلک استفاده گردید که با توجه به سطح معناداری بیش از ۵ صدم، داده ها از توزیع نرمال و همگنی واریانس ها برخوردار بودند.

نتایج اورکسین A

برای بررسی این نتایج از آزمون آماری کوواریانس استفاده شده که نتایج آزمون تحلیل کوواریانس با تعدیل پیش آزمون

جدول ۲. نتایج تحلیل کوواریانس اورکسین A

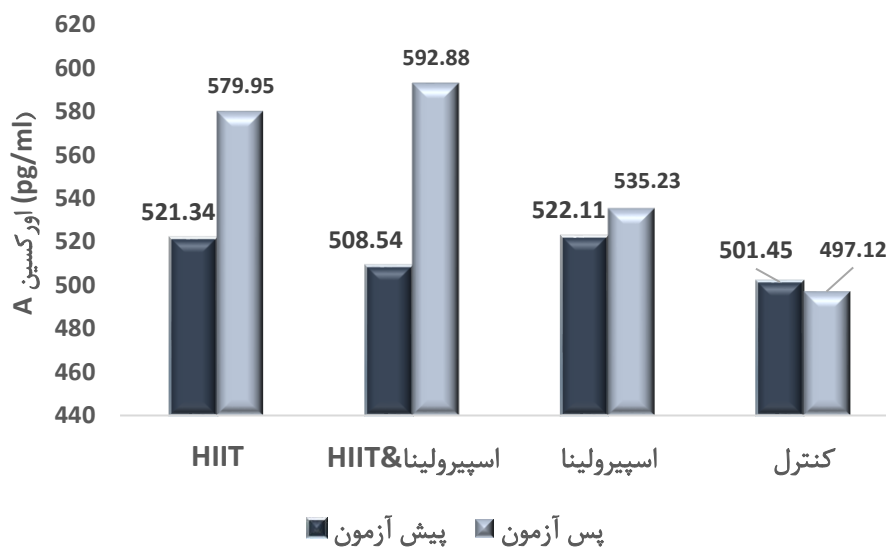
تفاوت ها	مجموع مجذورات	DF	میانگین مجذورات	F	SIG	ضریب اتا
متغیر همپراش (پیش آزمون)	۲۱۶۵۴/۴۵۳	۲	۱۱۳۲۲/۲۴۵	۵۶/۷۶۵	<۰/۰۰۱	۰/۷۹۱
گروه	۸۴۶۷۸/۶۸۸	۳	۴۲۳۵۴/۳۴۴	۴۲/۶۵۲	<۰/۰۰۱	۰/۸۲۲
خطا	۴۵۸/۲۲۱	۳۲	۴۹/۲۴۳			
مجموع	۱۲۶۲۳/۴۴۳	۴۰				

اثر افزایشی بر میزان اورکسین A دارد و بین تمرین HIIT نسبت به HIIT همراه با اسپیرولینا نیز تفاوت معناداری مشاهده نشد هر چند که تمرین HIIT همراه با اسپیرولینا نسبت به تمرین HIIT توانسته است در مقادیر اورکسین A افزایش بیشتری ایجاد که نشان دهنده تاثیرگذاری بیشتر تمرینات HIIT همراه با اسپیرولینا می باشد (جدول ۳ و 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 گروه ها پرداخته شد که نشان می- دهد تمرین HIIT و HIIT همراه با اسپیرولینا نسبت به گروه اسپیرولینا و کنترل موجب افزایش معناداری در میزان سرمی اورکسین A می شوند، بین گروه اسپیرولینا نسبت به کنترل تفاوت معناداری نشان داده نشد هر چند که گروه اسپیرولینا

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

کنترل	اسپیرولینا	HIIT	HIIT و اسپیرولینا
–	۰/۰۶	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱
۰/۰۶	–	۰/۰۰۲	<۰/۰۰۰۱
<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲	–	۰/۱۲
<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱	۰/۱۲	–



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

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

نتایج آسپروسین
برای بررسی این نتایج از آزمون 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 آسپروسین

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				

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 آسپروسین می‌شوند، بین گروه اسپیرولینا نسبت به کنترل تفاوت معناداری نشان داده نشد هرچند که گروه اسپیرولینا اثر کاهشی بر میزان آسپروسین دارد و بین تمرین 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 آسپروسین کاهش بیشتری بدهد که نشان دهنده تاثیرگذاری بیشتر تمرینات HIIT همراه با اسپیرولینا می‌باشد (جدول ۵ و نمودار ۲).

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

کنترل	اسپیرولینا	HIIT	HIIT و اسپیرولینا
کنترل	۰/۲۲	<۰/۰۰۰۱	<۰/۰۰۰۱
اسپیرولینا	۰/۲۲	۰/۰۱	<۰/۰۰۰۱
HIIT	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۱	۰/۰۳
HIIT و اسپیرولینا	<۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	-



نمودار ۲. تغییرات پیش و پس آزمون آسپروسین 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 آسپروسین 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 و فرایندهای متابولیسمی 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 می دهند که کاهش سطوح اورکسین، بافت چربی را در نتیجه کاهش مصرف انرژی افزایش می دهد 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 کماشتهایی 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 نمی شود، اما 30 دقیقه بازی موجب افزایش معنی داری اورکسین A می شود، 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 می یابد (۲۱) که این نتیجه ناهمسو با نتایج دیگر پژوهش ها 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 می شوند. 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 می دهد (۲۲). بنابراین کاهش فعالیت سیستم اورکسینرژیک به نظر می رسد منجر به کاهش سطوح سرمی آدرنالین در گردش و در نتیجه موجب کاهش استرس می شود. برخی مطالعات نشان داده اند که فعالیت بدنی می تواند 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 تغذیه ای و حفظ تعادل انرژی نقش دارد (۲۴) این موضوع می تواند 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 بیماری های کم تحرکی از جمله دیابت، فشار خون و بیماری قلبی عروقی می شود (۲۵). عزیزاده 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 می تواند موجب تغییرات معناداری در این شاخص گردد (۲۶) در حالیکه Wu و همکاران در سال ۲۰۲۱ در نتیجه به دوره تمرینات ورزشی بر شاخص اورکسین A در نمونه های 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 می تواند حساسیت به انسولین را ادر افراد دارای اضافه وزن و چاق افزایش دهد (۲۷). تمرین با افزایش

فعالیت سمپاتیک، افزایش ضربان قلب و همچنین پاسخ های سازگار برای حفظ هموستاز عضلانی موجب تغییرات هورمونی می شود. افزایش سطح پلاسمایی اورکسین A می تواند در تنظیم سازگاری هورمونی با توجه به تمرین موثر باشد. مطالعات قبلی نشان دادند که اورکسین A از طریق تاثیر سیستم عصبی مرکزی موجب کاهش مقاومت انسولینی می شود همچنین اورکسین با افزایش فعالیت AMPK، افزایش مصرف گلوکز، اکسیداسیون اسیدهای چرب، بیوژنز میتوکندری و کاهش وزن و مقاومت به انسولین می شود (۲۸). همراه 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 می باشد (۲۹).

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

چندین تحقیق تأثیر مزمن تمرینات ورزشی بر میزان سرمی آسپروکسین را در افراد چاق و اضافه وزن گزارش کرده اند که نتایج آن به طور خلاصه به این صورت است، هشت هفته تمرینات پیاد هروی باعث کاهش مقدار آسپروکسین در زنان جوان مبتلا به چاقی احشایی و اختلالات متابولیکی (۱۲)، هشت هفته تمرینات مقاومتی دایره ای با شدت بالا، مقدار سرمی آسپروکسین را در زنان اضافه وزن و چاق کاهش داد

(۱۳)، انجام ده هفته تمرینات HIIT توانست مقدار سرمی آسپروکسین را در زنان دارای اضافه وزن و چاق کاهش دهد، نتایج این پژوهش ها حاکی از این هستند که تمرینات ورزشی به شکل های هوازی، مقاومتی و تناوبی می تواند میزان آسپروکسین 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 آسپروکسین 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 آسپروکسین را کاهش می دهد (۳۲).

بر اساس یافته های این پژوهش و پژوهش های گذشته می توان 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 آسپروکسین گردش خون حاصل می شود. سازوکار زیربنای کاهش آسپروکسین 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 می شود (۳۳). همسو با نتایج ما Ceylan و همکاران در سال ۲۰۲۰ در گروهی از مردان چاق نشان دادند، ۳۰ دقیقه فعالیت ورزشی سطح آسپروکسین را به میزان قابل توجهی نسبت به افراد سالم کاهش می دهد 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، آسپروکسین 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 آسپروکسین پلازما پس از تمرینات مزمن تناوبی و تداومی با شدت متوسط در محیط آبی در نمونه های حیوانی تحت رژیم پرکالری بودند و گزارش کردند فعالیت تناوبی نیز می تواند تغییرات مشابهی نسبت به تمرینات تداومی هوازی به مدت

۳۰ دقیقه (تا ۶۰ دقیقه) ایجاد کند (۳۵) در صورتیکه فعالیت بی هوازی شامل اجرای یک پروتکل تمرینی ۲۰ ثانیه ای رکاب زدن با دوچرخه ارگومتر، بر روی زنان و مردان سالم به ترتیب در زمانهای ۶۰، ۳۰، ۱۵، ۳ 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 می رسد یکی از پارامترهای تغییرات سطوح آسپروژین در آزمودنیها استفاده از تمرینات با شدت بالا و مکمل اسپیرولینا می باشد. گزارش شده که آسپروژین 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 می شود (۷). درجاقی، اضافه وزن و بیماریهای متابولیکی از جمله دیابت نوع ۲، سطح ناشتای این آدیپوکین افزایش می یابد (۳۱) بنابراین کاهش آن متعاقب تمرینات ورزشی می تواند 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

می شود؛ می توان کاهش معنی دار در سطح آسپروژین 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 می توان نتیجه گرفت که تمرینات HIIT به دلیل افزایش هزینه انرژی که ایجاد می کند در ترکیب با مکمل اسپیرولینا به عنوان ماده ای که می تواند اثرات متابولیکی ایجاد کند اثرات موثر بر شاخص های 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 می باشد. از آزمودنی های شرکت کننده در پژوهش و همچنین افرادی که در انجام پروژه همکاری داشتند تشکر و قدردانی می گردد.

References

- Calvani R, Leeuwenburgh C, Marzetti E. Brown adipose tissue and the cold war against obesity. *Diabetes*. 2014;63(12):3998-4000.
- 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).
- Bridger T. Childhood obesity and cardiovascular disease. *Paediatrics & child health*. 2009;14(3):177-82.
- Romere C, Duerschmid C, Bournat J, et al. Asprosin, a Fasting-Induced Glucogenic Protein Hormone. *Cell*, 2016; 165(3):566-579
- Duerschmid 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
- Jung TW, Kim HC, Kim HU, Park T, Park J, Kim U, et al. Asprosin attenuates insulin signaling pathway through PKC δ - 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/۱۰.۱۰۱۶:j.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 high intensity 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 Khodakheyri 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: 09/06/2025 - Accepted: 21/07/2025

Siavash Fazlikhani¹

Sajad Arshadi^{2*}

Hamid Tabatabaei³

Abdolali Banaeifar⁴

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

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

³Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Parand Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

⁴Associate 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