

مقایسه‌ی تأثیر تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) به همراه مصرف چای سبز بر سطوح سرمی آیریزین و مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع دو

بهاره حیدری شریف آبادی^۱، فرزانه تقیان^{۱*}

چکیده

مقدمه: هدف از این مطالعه بررسی تأثیر ۱۰ هفته تمرین تناوبی شدید و مصرف چای سبز بر سطح سرمی آیریزین و مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت نوع دو بود.

روش‌ها: در این مطالعه‌ی نیمه تجربی ۴۸ زن مبتلا به دیابت نوع دو (با میانگین سن: $49/55 \pm 3/04$ سال، وزن: $76/72 \pm 5/78$ کیلوگرم، قد: $153/33 \pm 5/06$ سانتی‌متر و BMI: $31/1 \pm 57/41$) به صورت تصادفی در چهار گروه ۱۲ نفری، تمرین تناوبی، تمرین تناوبی به همراه مصرف مکمل چای سبز، مکمل چای سبز و کنترل تقسیم شدند. گروه‌های تمرین تناوبی، برنامه‌ی تمرینی را به مدت ۱۰ هفته، ۳ جلسه در هفته با شدت (۷۵-۸۵)٪ حداکثر ضربان قلب بیشینه پرداختند. گروه مکمل به مدت ۱۰ هفته روزانه ۳ کیسول ۵۰۰ میلی‌گرمی عصاره‌ی چای سبز را دریافت نمودند. خون‌گیری قبل و بعد از مداخله برای اندازه‌گیری سطوح آیریزین، گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین انجام شد. به منظور تحلیل داده‌ها از آزمون تی همبسته، واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی توکی در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد پس از ۱۰ هفته، سطوح آیریزین و حداکثر اکسیژن مصرفی در هر سه گروه نسبت به گروه کنترل به‌طور معناداری افزایش یافت ($P \leq 0/05$). همچنین نتایج بیانگر افزایش معنادار آیریزین در گروه ترکیبی نسبت به گروه چای سبز می‌باشد. سطح سرمی انسولین، گلوکز، مقاومت به انسولین و وزن، نمایه‌ی توده‌ی بدنی در هر سه گروه نسبت به گروه کنترل و گروه چای سبز و گروه ترکیبی به‌طور معناداری کاهش یافت ($P \leq 0/05$). و تفاوت معناداری در سطوح آیریزین، در بین گروه‌ها مشاهده نشد ($P \geq 0/05$).

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج پژوهش به نظر می‌رسد انجام تمرین تناوبی به همراه مکمل چای سبز به‌واسطه افزایش آیریزین و کاهش گلوکز می‌تواند در بهبود مقاومت به انسولین بیماران مبتلا به دیابت نوع دو مفید باشد. شاید بتوان با افزایش مدت تمرین و مصرف مکمل در مورد آیریزین و حداکثر اکسیژن مصرفی نیز به یافته‌های مطلوب دست یافت.

واژگان کلیدی: آیریزین، تمرین تناوبی، چای سبز، دیابت نوع دو، مقاومت به انسولین

۱- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان ایران

***نشانی:** اصفهان، خیابان جی شرقی، ارغوانیه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، صندوق

پستی ۸۱۵۹۵/۱۵۸، تلفن: ۰۳۱۲۵۰۰۲۲۵۲، پست الکترونیک: f_taghian@yahoo.com

مقدمه

دیابت و چاقی از مشکلات اصلی نظام سلامت محسوب می‌شوند، به طوری که براساس شواهد امروزه گروه کثیری از افراد جامعه از اضافه وزن و چاقی رنج می‌برند. یکی از عوارض اصلی چاقی دیابت نوع دو است که اغلب با افزایش بافت چربی در بیماران دیابتی نوع دو مشاهده می‌شود [۱]. دیابت نوع دو، اختلال متابولیکی مزمنی است که به دلیل مقاومت به انسولین ایجاد و موجب کاهش ترشح انسولین از سلول‌های بتای پانکراس می‌شود. افزایش وزن و درصد چربی بدن رابطه‌ی مستقیم با افزایش مقاومت به انسولین داشته و میزان ابتلا به دیابت نوع دو را افزایش می‌دهند [۲]. کاهش بیشتر چربی شکمی با افزایش بیشتر حساسیت انسولین همراه است. بافت چربی با تولید فاکتورهای التهابی ممکن است در مقاومت به انسولین و مشکلات مرتبط با چاقی نقش مهمی بازی می‌کند [۳]. طی قرن گذشته، پژوهشگران به دنبال یک مسیر ارتباطی بین انقباض عضلانی و تغییرات متابولیکی ایجاد شده‌ی ناشی از ورزش در دیگر ارگان‌ها مثل کبد و بافت چربی بودند. براین اساس در طی دهه‌ی گذشته، سلول‌های عضلانی به عنوان سلول‌های با ظرفیت ترشحی بالا شناخته شده‌اند. سلول‌های عضلانی ظرفیت بالایی برای تولید چند صد فاکتورهای ترشحی می‌باشند [۴]. عضله‌ی اسکلتی مایوکاین‌های ایتروکین ۱۵، ایریزین و ایتروکین ۸ را ترشح می‌کند که در رگ‌زایی، عضله‌زایی و تنظیم عروق خون عمل می‌کند [۵]. بافت چربی به دو نوع تقسیم می‌شود: بافت چربی سفید و بافت چربی قهوه‌ای. سطح بالای بافت چربی قهوه‌ای با مقاومت در مقابل بیماری‌های متابولیکی مرتبط است [۶]. ایریزین یک مایوکاین و آدیپوکاین با نقش بالقوه در چاقی می‌باشد. هورمون ایریزین یک نوع مایوکاین است که بلافاصله بعد از فعالیت بدنی در عضلات اسکلتی ترشح شده و در گردش خون جریان می‌یابد. در اثر فعالیت ورزشی و تمرینات، مولکول FNDC5^۱ که در غشاء سلول‌های عضله حضور دارد شکسته شده و بخشی از آن به عنوان مولکول ایریزین به داخل سلول پلاسما ترشح می‌شود [۷]. ایریزین ترشح شده به درون جریان خون باعث بیان پروتئین UCP1 شده و محتویات میتوکندری را افزایش می‌دهد که این پروتئین باعث تبدیل بافت چربی سفید به بافت چربی قهوه‌ای می‌گردد همچنین می‌توان به اهمیت نقش تنظیمی ایریزین بر شاخص مقاومت به انسولین و کمبود داده‌های موجود

پیرامون پاسخ ایریزین به تمرینات کوتاه مدت اشاره کرد [۸]. مطالعات پیشنهاد می‌کنند که فعالیت ورزشی حاد باعث افزایش ایریزین گردش خونی می‌شود، در حالی که تأثیر تمرینات ورزشی بر ایریزین متناقض است. تغییرات ایریزین تا حدودی وابسته به نوع و شدت فعالیت ورزشی می‌باشد. بر این اساس تمرین مقاومتی و تمرین تناوبی شدید HIIT^۲ نسبت به تمرین تداومی اثرات قابل توجهی بر بیان و ترشح ایریزین FNDC5 دارند [۹]. ورزش و تمرینات بدنی مؤثرترین راه درمان بیماران مبتلا به دیابت نوع دو است. تمرینات بدنی نقش مستقلی در پیشگیری و به تأخیر انداختن زمان شروع دیابت نوع دو دارد. انجمن دیابت آمریکا به افراد مبتلا به دیابت نوع دو پیشنهاد می‌کند که حداقل تمرینات هوازی را ۱۵۰ دقیقه با شدت متوسط یا تمرینات سخت هوازی را ۹۰ دقیقه در هفته انجام دهند [۱۰]. براساس یافته‌های موجود تمرینات HIIT برای بیماران دیابتی مفید است. تا کنون مطالعات متعددی برای اثربخشی برنامه‌های تمرینی مورد بررسی قرار گرفته است که عمده‌ی این فعالیت‌ها هوازی بوده‌اند. با وجود اینکه فواید فعالیت جسمانی منظم بر سلامتی به خوبی نشان داده شده است، پژوهش‌ها نشان داده‌اند تمرین ایترنال پر شدت به طور معناداری چربی زیر پوستی به ویژه چربی ناحیه شکم و همچنین کل توده‌ی بدن را کاهش داده و میزان اکسیژن مصرفی بیشینه و حساسیت به انسولین را بهبود می‌بخشد. گزارش شده است که تمرین ایترنال با شدت بالا در مقایسه با تمرین تداومی با شدت متوسط کالری بیشتری مصرف نموده و اکسیداسیون چربی را پس از فعالیت بیشتر افزایش می‌دهد و همچنین هزینه انرژی آن بیشتر از تمرینات یکنواخت است [۱۱]. به تازگی فتوکیمیکال‌های فعال زیستی موجود در غذاها که در پیشگیری از بیماری‌های مزمن مانند سرطان، بیماری قلبی و عروقی، التهابی و بیماری‌های متابولیک شامل دیابت و چاقی نقش دارند [۱۲]. یکی از دسته بندی فتوکیمیکال‌ها پلی فنول است. چای سبز دارای درصد بالایی از پلی فنولی به نام کاتچین است. چای سبز دارای پنج نوع کاتچین عمده می‌باشد که مهم‌ترین آن اپیگالات کاتچین ۳ گالات (EGCG)^۳ می‌باشد [۱۳]. اثرات دراز مدت تغذیه با کاتچین‌های چای سبز به طور گسترده‌ای مورد بررسی قرار گرفته، و برخی پژوهش‌گران نقش بالقوه‌ای چای سبز در کنترل دیابت نوع دو و وزن را نشان داده‌اند [۱۴]. چای سبز دارای اثرات ضد دیابتی است که سبب پایین آمدن سطح گلوکز در رگ‌های خونی

³Epigallo catechin gallate

¹Fibronectin type III domain-containing

² High Intensity Interval training

پرونده‌های پزشکی بیماران و تماس تلفنی با آنها، ارسال فراخوان و نصب پوستر در درمانگاه‌ها و مطب‌های مرتبط با دیابت در خصوص اجرای پژوهش اطلاع‌رسانی شد. ۷۵ نفر از زنان مبتلا به دیابت نوع دو مراجعه کردند. پس از غربال‌گری اولیه، زنان مبتلا به دیابت نوع دو با نمایه‌ی توده‌ی بدن بالاتر از ۳۰ و سطح گلوکز ناشتا ۱۵۰ تا ۲۵۰ میلی‌گرم در دسی‌لیتر با حداقل ۳ سال سابقه‌ی ابتلا به دیابت نوع دو انتخاب، و پس از تکمیل پرسشنامه توسط زنان مبتلا به دیابت نوع دو، ۴۸ نفر به‌روش نمونه‌گیری هدفمند و در دسترس برگزیده شدند. آزمودنی‌هایی که سابقه‌ی بیماری قلبی-عروقی، داشتن عوارض دیابت از جمله زخم پای دیابت، یائسگی، تیروئید، بیماری‌های مفصلی و مصرف دخانیات و سابقه‌ی فعالیت ورزشی منظم طی ۶ ماه اخیر و دریافت انسولین را داشتند و همچنین آزمودنی‌هایی که از یک روش کاهش وزن و یا از جای سبز استفاده می‌کردند، از بررسی حذف شدند. در مجموع ۴۸ نفر واجد شرایط به‌صورت داوطلبانه انتخاب شدند. سپس پرسشنامه‌ی کلینیکی تخصصی تغذیه‌ی بالینی و رژیم‌درمانی دانشگاه علوم پزشکی تهران در شروع مطالعه جهت دریافت اطلاعات فردی و پیشینه‌ی پزشکی و وضعیت توصیه‌ی تغذیه و در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت. پس از تکمیل پرسشنامه‌ی PAR-Q [۱۶] توسط شرکت‌کنندگان و دریافت رضایت‌نامه از تمامی افراد انتخاب‌شده، آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی در ۴ گروه قرار گرفتند. ۱- گروه مصرف مکمل چای سبز (۱۲ نفر)، ۲- تمرین تناوبی و مصرف مکمل چای سبز (۱۲ نفر)، ۳- تمرین تناوبی (۱۲ نفر)، ۴- کنترل (۱۲ نفر) تقسیم شدند. تمام متغیرها شامل سن (سال)، شاخص‌های آنتروپومتریک افراد شامل قد (سانتی‌متر، قد سنج سگا-آلمان با حساسیت ۱ میلی‌متر)، وزن (کیلوگرم، ترازوی سگا آلمان با حساسیت ۰/۱ کیلوگرم)، نمایه‌ی توده‌ی بدنی، سطح گلوکز سرم (کیت اندازه‌گیری گلوکز، روش رنگ سنجی آنزیمی شرکت پارس آزمون، ایران، با حساسیت ۱ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر)، سطح انسولین سرم (به روش الایزا و با استفاده از کیت Monobind، آمریکا، با حساسیت $0.75 \mu\text{UI/ml}$ و واحد اندازه‌گیری برحسب میکرو بر میلی‌لیتر)، مقاومت به انسولین (با استفاده از فرمول مدل هوموستاز بر اساس غلظت انسولین و گلوکز)، سطح آیریزین سرم (به روش الایزا و با استفاده از کوزابیا ژاپن حساسیت ۱۶ نانوگرم بر میلی‌لیتر) اندازه و توان هوازی آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون راکپورت اندازه‌گیری شدند. پیش از شروع برنامه‌ی تمرینی آزمودنی‌ها، در یک جلسه توان هوازی آنها از طریق آزمون

در موش‌های دیابتی شده، ولی تأثیری روی سطح انسولین نداشت، اما بررسی‌های طولانی مدت روی عصاره‌ی چای سبز بر موش‌های طبیعی سبب افزایش حساسیت انسولینی گردید. پلی‌فنول‌های چای سبز باعث افزایش انرژی مصرفی، اکسیداسیون چربی و همچنین کاهش توده‌ی چربی می‌گردد. علاوه بر اثرات آن بر متابولیسم چربی، چای سبز می‌تواند اثراتی بر عمل گلوکز و مقاومت به انسولین و ایریزین داشته باشد. از این رو، چای سبز می‌تواند به کنترل وزن در افراد چاق دیابتی کمک کند و در بهبود مقاومت به انسولین و کاهش چاقی نقش داشته باشد. از سوی دیگر فعالیت ورزشی با تأثیرات مثبت بر وضعیت متابولیکی و ترکیب بدن، به‌عنوان یک عامل پیشگیری‌کننده است. بنابراین دلیل منطقی برای اهمیت دادن به فعالیت ورزشی در برنامه‌های بهبود شیوه‌ی زندگی برای جلوگیری یا درمان دیابت و اضافه وزن وجود دارد. در مورد تأثیرات تمرین HIIT شناخت کمی وجود دارد اما شواهد نشان می‌دهد این نوع تمرین در مقایسه با تمرینات تداومی با شدت متوسط، با وجود زمان کمتر و حجم کل تمرین کمتر، باعث تحریک فیزیولوژیکی بیشتری می‌شود. از آنجا که میزان بافت چربی در زنان نسبت به مردان بیشتر است، این گروه از افراد جامعه برای ابتلا به التهاب مزمن، مستعدتر هستند [۱۵]، از این رو پژوهش روی زنان چاق و دارای اضافه وزن و مبتلا به دیابت نوع دو از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه بر مرور پژوهش‌های انجام شده در این زمینه، مشخص شده است در زمینه‌ی بررسی اثر تمرینات HIIT به همراه مصرف چای سبز، اثر چای سبز به تنهایی و بدون فعالیت بدنی یا از عصاره‌ی چای سبز و یا ترکیب آن با ماده‌ی دیگری به‌صورت نوشیدنی استفاده شده است. همچنین نتایج موجود هم در بعضی موارد همسو نیستند. آنچه که لازم است افراد جامعه به‌ویژه افراد دیابتی بدانند، این است که چه نوع فعالیت‌های بدنی انجام دهند و در کنار آن چه نوع رژیم غذایی داشته باشند تا شاخص سلامتی خود را بهبود بخشند. بر همین اساس مطالعه‌ی حاضر به بررسی مقایسه تمرین HIIT همراه با مکمل چای سبز بر تغییرات سطوح سرمی آیریزین و مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت نوع دو پرداخته است.

روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش و پس آزمون است. برای انجام این کار ابتدا موضوع بررسی، هدف، فواید آن و روش اجرای کار با مراجعه به مرکز دیابت شهرستان تودشک و بررسی

در مدت زمان مشخص یک مسیر تعیین شده‌ی ۲۰ متری را با حداکثر سرعت به صورت رفت و برگشت طی نماید. این فعالیت شامل دویدن از خط وسط به سمت اولین مانع و سپس طی مسیر ۲۰ متری و برگشت به سمت مانع دوم بود. این کار به صورت تکراری و رفت و برگشت و با زمان استراحت فعال بین هر تکرار ادامه یافت. قبل و پس از هر جلسه‌ی تمرین شرکت کنندگان به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه، برای تعیین شدت تمرینات از ضربان قلب حداکثر (سن - ۲۲۰) استفاده شد و برای هر شرکت کننده به صورت جداگانه محاسبه شد (شدت تمرین به وسیله ضربان سنج پلار کنترل شد) (جدول ۱).

راکپورت محاسبه شد. آزمودنی‌ها در یک برنامه‌ی تمرینی ۱۰ هفته‌ای (۳ جلسه در هفته (شنبه، دوشنبه، چهارشنبه)، بین ساعت ۱۰-۸) به فعالیت پرداختند. پیش از اجرای پروتکل اصلی ۱۰ دقیقه گرم کردن (۲-۳ دقیقه راه رفتن سریع، ۵ دقیقه اجرای حرکات کششی و ۲-۳ دقیقه دویدن آرام) و در پایان فعالیت مشابهی برای سرد کردن در نظر گرفته شد. شدت تمرینات در طول اجرای آزمون با استفاده از ضربان سنج پولار کنترل شد [۱۷]. پروتکل تمرین تناوبی شدید: شرکت کنندگان گروه‌های تجربی در یک مسافت ۲۰ متری مشخص شده، پروتکل تمرینی را به مدت ۱۰ هفته و هر هفته سه جلسه به شرح زیر اجرا کردند: پروتکل HIIT به این صورت بوده که فرد باید

جدول ۱- پروتکل تمرینی [۱۷]

گروه	تجربی (تمرین تناوبی با شدت بالا)
هفته‌ی اول و دوم	شدت فعالیت: ۷۵٪ ضربان قلب بیشینه زمان فعالیت: ۳۰ ثانیه تعداد تکرارها: ۲ تعداد ست: ۱ شدت استراحت: ۳۵-۳۰٪ ضربان قلب بیشینه زمان استراحت: ۱ دقیقه و ۳۰ ثانیه
هفته‌ی سوم و چهارم	شدت فعالیت: ۷۵٪ ضربان قلب بیشینه زمان فعالیت: ۱ دقیقه تعداد تکرارها: ۲ تعداد ست: ۱ شدت استراحت: ۳۵-۳۰٪ ضربان قلب بیشینه زمان استراحت: ۳ دقیقه
هفته‌ی پنجم و ششم	شدت فعالیت: ۸۰٪ ضربان قلب بیشینه زمان فعالیت: ۱ دقیقه و ۳۰ ثانیه تعداد تکرارها: ۳ تعداد ست: ۱ شدت استراحت: ۳۵-۳۰٪ ضربان قلب بیشینه زمان استراحت: ۴ دقیقه و ۳۰ ثانیه
هفته‌ی هفتم و هشتم	شدت فعالیت: ۸۵٪ ضربان قلب بیشینه زمان فعالیت: ۲ دقیقه تعداد تکرارها: ۳ تعداد ست: ۱ شدت استراحت: ۴۰-۳۵٪ ضربان قلب بیشینه زمان استراحت: ۶ دقیقه
هفته‌ی نهم و دهم	شدت فعالیت: ۸۵٪ ضربان قلب بیشینه زمان فعالیت: ۲ دقیقه و ۳۰ ثانیه تعداد تکرارها: ۳ تعداد ست: ۲ شدت استراحت: ۴۰-۳۵٪ ضربان قلب بیشینه زمان استراحت: ۷ دقیقه و ۳۰ ثانیه

بود. ابتدا قرص‌های چای سبز ساخت شرکت داروسازی دینه به شماره ثبت دارو (IRC ۱۹۶۳۰۱۲۲۸۰) از داروخانه تهیه شد. و از این قرص‌ها در تهیه‌ی کپسول استفاده گردید. روش تهیه‌ی این کپسول‌ها به این صورت بود که ابتدا قرص‌های چای سبز حاوی پلی فنول‌های اصلی چای سبز، پودر شده سپس روکش‌های کپسول توسط این پودر

همچنین، در این مطالعه برای بالا بردن دقت کار و اطمینان از مصرف دوز تعیین شده طبق استناد به پژوهش‌های گذشته از قرص‌های گیاهی چای سبز با میزان مشخص کاتچین، بهره گرفته شد. هر قرص ۵۰۰ میلی گرمی حاوی ۳۰۰ میلی گرم کاتچین است. مصرف عصاره‌ی چای سبز به مدت ۱۰ هفته، روزانه ۳ بار پس از هر وعده غذایی اصلی

به منظور مقایسه‌ی بین گروهی از روش آماری تحلیل واریانس یک طرفه (آنووا) و در صورت معناداری از آزمون تعقیبی توکی برای تعیین اختلاف‌ها استفاده شد. لازم به یادآوری است برای تفسیر داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ استفاده و سطح معناداری برای انجام محاسبه‌ها $P \leq 0/05$ در نظر گرفته شده است.

یافته‌ها

نتایج این تحقیق نشان داد و حداکثر اکسیژن مصرفی در هر سه گروه نسبت به گروه کنترل به‌طور معناداری افزایش یافت ($P < 0/05$)، همچنین نتایج بیانگر افزایش معنادار آیریزین در گروه ترکیبی نسبت به گروه چای سبز می‌باشد ($P < 0/05$). سطح سرمی انسولین، گلوکز، مقاومت به انسولین و وزن، نمایه‌ی توده‌ی بدنی در هر سه گروه نسبت به گروه کنترل و گروه چای سبز و گروه ترکیبی به‌طور معناداری کاهش یافت ($P < 0/05$) و تفاوت معناداری در سطوح آیریزین، در بین گروه‌ها مشاهده نشد ($P > 0/05$). در جدول ۲ شاخص‌های توصیفی متغیرها ارائه شده است. در جدول ۳ شاخص آماری مربوط به عدم وجود تفاوت معنادار در شروع مطالعه گزارش شد. همچنین در جدول ۴ تغییرات ویژگی‌های آنترپومتریکی آزمودنی‌ها در درون گروه‌ها و بین گروه‌ها در زنان دیابتی نشان داده شده است که این شاخص‌ها با کاهش معناداری گروه‌های مداخله همراه بود ($P < 0/05$). در جدول ۵، تغییرات سطح سرمی آیریزین و مقاومت به انسولین و حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها در درون گروه‌ها و بین گروه‌ها در زنان دیابتی نشان داده شده است. در جدول ۶ نتایج آزمون تعقیبی توکی در بین متغیرهای معنادار نشان داده شده است. ۱۰ هفته تمرین تناوبی HIIT به همراه مصرف مکمل چای سبز منجر به کاهش گلوکز و افزایش سطح سرمی آیریزین گردید، اما این میزان افزایش در آیریزین معنادار نبود ($P > 0/05$).

پر گردید. کپسول‌های حاوی چای سبز، محتوی ۵۰۰ میلی‌گرم پودر چای سبز بودند. ارائه مکمل به آزمودنی‌ها به صورت یک سو کور بود. نمونه‌ی خونی در دو مرحله، ۲۴ ساعت قبل از شروع اولین جلسه‌ی تمرین (پیش آزمون) و ۲۴ ساعت از آخرین جلسه تمرین (پایان هفته‌ی دهم)، پس از ناشتایی شبانه در حالت استراحت، ساعت ۸ صبح و هر بار به مقدار ۱۰ میلی‌لیتر در وضعیت نشسته از ورید قدامی دست چپ انجام گرفت. خون گرفته شده در لوله‌های استریل وارد شده، ۱۰ دقیقه در دمای اتاق انکوبه شد و سپس با روش سانتیفریوژ (به مدت ۱۰ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در دقیقه) سرم از لخته خون جدا گردید، و در فریزر -70°C درجه‌ی سانتی‌گراد از زمان اندازه‌گیری نگهداری گردیدند. پس از جمع آوری نمونه‌ها در مرحله‌ی پس آزمون، تمام نمونه‌های خونی در یک روز از فریز خارج گردید و آزمایش‌های مورد نظر براساس برنامه‌های مربوطه اجرا گردید. آزمودنی‌ها در هر نوبت خون‌گیری، به مدت ۱۲ ساعت ناشتای شبانه بودند. همچنین از آزمودنی‌های گروه تجربی خواسته شد تا ۲۴ ساعت پس از پایان دوره‌ی تمرینی هیچگونه فعالیت ورزشی یا راه رفتن طولانی مدت نداشته باشند. همچنین از آزمودنی‌ها خواسته شد ۲۴ ساعت قبل از خون‌گیری تا زمان خون‌گیری از کپسول استفاده نکنند. تمام عملیات خون‌گیری در آزمایشگاه سلامت شماری یک شهرستان تودشک و توسط تکنسین آزمایشگاه صورت گرفت.

روش‌های آماری

برای محاسبه از آمار توصیفی برای بررسی ویژگی‌های آزمودنی‌ها تمام متغیرها شامل سن، قد، وزن، نمایه‌ی توده‌ی بدن، سطح گلوکز، انسولین و آیریزین سرم در چهار گروه استفاده شد. پس از بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها با کمک آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، برای بررسی تفاوت درون گروهی از روش آماری تی همبسته و

جدول ۲- شاخص‌های توصیفی متغیرهای کمی در چهار گروه مورد مطالعه*

گروه‌ها				شاخص‌های آماری متغیرها
کنترل	تمرین	تمرین و چای سبز	چای سبز	
M±SD	M±SD	M±SD	M±SD	
۴۹/۵۸ ± ۳/۱۴	۴۹/۴۱ ± ۳/۲۳	۴۹/۱۶ ± ۳/۴۰	۴۹/۶۶ ± ۲/۹۳	سن (سال)
۱۵۶/۶۶ ± ۶/۱۲	۱۵۷/۴۱ ± ۴/۲۳	±۱۵۷ ۵/۳۰	۱۵۳/±۸۳ ۴/۴	قد (سانتی متر)
۷۶/۹۱ ± ۶/۰۳	۷۶/۷۵ ± ۵/۸۰	۷۷/۰۸ ± ۶/۰۹	۷۶/۳۳ ± ۵/۸۹	وزن (کیلوگرم)
۳۱/۳۱ ± ۱/۲۱	۳۰/۹۳ ± ۱/۳۲	۳۱/۲۴ ± ۱/۴۷	۳۲/۱۶ ± ۱/۶۷	نمایه‌ی توده‌ی بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)

اعداد به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند.

جدول ۴- یافته‌های آزمون آماری تی همبسته و آنالیز یکطرفه *

وزن (kg)	چای سبز	تمرین و چای سبز	تمرین	کنترل
۰/۰۰۰۱ ۱۶/۳۰	۰/۰۰۱ ۴/۷۸	۰/۰۰۰۱ ۱۳/۰۰	۰/۰۰۰۱ ۶/۱۹	۰/۴۶۳ ۰/۱۶
	۷۴/۵±۸۳/۷۶	۷۳/۶±۸۳/۶۱	۷۴/۵±۶۶/۸۰	۷۶/۵±۶۶/۹۵
	۷۶/۵±۳۳/۸۹	۷۷/۶±۰۸/۰۹	۷۶/۵±۷۵/۸۰	۷۶/۶±۹۱/۰۳
نمایه‌ی توده‌ی بدنی (kg/m2)	چای سبز	تمرین و چای سبز	تمرین	کنترل
۰/۰۰۰۱ ۱۵/۲۸	۰/۰۰۱ ۴/۵۷	۰/۰۰۰۱ ۱۱/۵۰	۰/۰۰۰۱ ۶/۰۲	۰/۷۲
	۳۱/۱±۵۳/۶۵	۲۹/۱±۹۱/۶۷	۳۰/۱±۰۹/۳۶	۳۰/۱±۰۹/۳۶
	۳۲/۱±۱۶/۶۷	۳۱/۱±۲۴/۴۷	۳۰/۱±۹۳/۳۲	۳۱/۱±۳۱/۲۱
آیریزین (ng/ml)	چای سبز	تمرین و چای سبز	تمرین	کنترل
۰/۰۰۰۱ ۱۴/۲۳	۰/۰۰۰۱ -۶/۴۰	۰/۰۰۰۱ -۸/۰۱	۰/۰۰۰۱ -۵/۶۰	۰/۳۴۸ ۰/۹۸
	۱۲۱/۱۸±۵۰/۰۶	۱۲۵/۱۰±۹۲/۷۴	۱۲۲/۱۱±۵۸/۳۴	۱۱۷/۱۲±۴۲/۷۳
	۱۱۵/۱۹±۴۲/۰۵	۱۱۳/۱۱±۵۰/۵۰	۱۱۵/۱۲±۹۲/۹۷	۱۱۹/۱۳±۷۵/۴۱
گلوکز (mg/dl)	چای سبز	تمرین و چای سبز	تمرین	کنترل
۰/۰۰۰۱ ۱۳/۰۶	۰/۰۰۳ ۳/۸۷	۰/۰۰۰۱ ۶/۷۹	۰/۰۰۰۱ ۵/۵۳	۰/۷۵۷ ۰/۳۱
	۱۵۱/۳۶±۷۵/۴۶	۱۳۵/۳۴±۰/۱۴	۱۴۳/۳۱±۳۳/۳۴	۱۷۳/۳۸±۰/۴۹
	۱۷۲/۳۳±۵۸/۸۵	۱۸۰/۳۳±۵۸/۲۱	۱۷۳/۳۷±۳۳/۴۴	۱۷۳/۴۰±۶۷/۴۴
انسولین (mIU/L)	چای سبز	تمرین و چای سبز	تمرین	کنترل
۰/۰۰۰۱ ۱۳/۹۳	۰/۰۱۴ ۲/۹۰	۰/۰۰۰۱ ۶/۵۹	۰/۰۰۰۱ ۶/۰۱	۰/۲۹۰ -۱/۱۱
	۲/۱±۷۴/۳۵	۲/۱±۱۱/۰۵	۲/۱±۴۵/۰۴	۳/۰±۴۰/۹۶
	۳/۱±۴۲/۲۹	۳/۱±۶۶/۲۷	۳/۱±۴۶/۴۴	۳/۱±۳۶/۱۶
مقاومت انسولینی (HOMA-IR)	چای سبز	تمرین و چای سبز	تمرین	کنترل
۰/۰۰۱ ۱۳/۲۰	۰/۵۶۳ ۳/۲۴	۰/۰۹۶ ۶/۳۸	۰/۰۹۶ ۶/۷۹	۰/۶۷۱ -۰/۴۳
	۲/۲±۴۵/۱۴	۱/۰±۷۴/۶۲	۱/۰±۱۰/۲۴	۵/۴±۸۷/۱۵
	۲/۲±۶۱/۷۲	۴/۶±۲۵/۴۷	۴/۶±۰۲/۳۱	۵/۴±۸۵/۴۱
حداکثر اکسیژن مصرفی + چای سبز	تمرین و چای سبز	تمرین	کنترل	
۰/۰۰۰۱ ۲۹/۶۱	۰/۶۰۵ ۰/۵۳	۰/۰۰۰۱ -۷/۵۰	۰/۰۰۰۱ -۸/۲۲	۰/۱۰۷ -۱/۷۵
	۲۳/۱±۱۶/۲۰	۲۴/۱±۷۴/۶۲	۲۴/۱±۰۸/۴۰	۲۳/۱±۰۴/۰۹
	۲۳/۱±۱۸/۱۷	۲۳/۱±۲۵/۴۷	۲۳/۱±۰۲/۳۱	۲۲/۱±۸۵/۴۱

اعداد به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند T آزمون تی همبسته، P مقدار < ۰/۰۵ از نظر آماری معنادار است و P دوم آزمون تحلیل واریانس.

جدول ۵- نتایج آزمون تعقیبی توکی در مورد وزن و نمایه‌ی توده بدنی؛ حداکثر اکسیژن مصرفی در زنان مبتلا به دیابت نوع دو

چای سبز	تمرین تناوبی + چای سبز	تمرین تناوبی	کنترل
* / ۰/۰۰۱ -۱/۵۱	* / ۰/۰۰۳ ۰/۷۰	* / ۰/۰۰۱ ۱/۷۵	* / ۰/۰۰۱ ۰/۵۴۶
* / ۰/۰۰۱ -۱/۰۹	* / ۰/۶۷۰ ۰/۲۱	* / ۰/۰۰۱ ۰/۵۸	* / ۰/۰۰۱ ۰/۵۸
* / ۰/۶۷۵ -۰/۲۱	* / ۰/۰۲۹ -۰/۵۳	* / ۰/۰۳۲ -۱/۲۵	* / ۰/۰۳۲ -۱/۲۵
* / ۰/۱۲۱ ۰/۴۲	* / ۰/۰۵۰ -۰/۴۸	* / ۰/۰۵۰ -۱/۱۶	* / ۰/۰۵۰ -۱/۱۶
* / ۰/۰۰۱ ۱/۳۰	* / ۰/۰۰۱ -۱/۲۳	* / ۰/۰۰۱ ۳/۰۰	* / ۰/۰۰۱ ۳/۰۰
* / ۰/۰۰۱ ۰/۸۸	* / ۰/۰۰۱ -۰/۷۴	* / ۰/۰۰۱ -۱/۸۳	* / ۰/۰۰۱ -۱/۸۳

جدول ۶- نتایج آزمون تعقیبی توکی در مورد سطوح سرمی آیریزین، گلوکز، انسولین، مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت نوع

گروه		تفاوت	سطح	تفاوت	سطح	تفاوت	سطح	تفاوت	سطح
		میانگین	معناداری	میانگین	معناداری	میانگین	معناداری	میانگین	معناداری
		آیریزین	آیریزین	گلوکز	گلوکز	انسولین	انسولین	مقاومت	مقاومت
		آیریزین	آیریزین	گلوکز	گلوکز	انسولین	انسولین	انسولین	انسولین
تمرین تناوبی + چای سبز	۶/۳۳-	۰/۳۸*	۲۴/۷۵	۰/۰۸*	۱/۱۸	۰/۰۶*	۰/۸۷	۰/۰۸*	۰/۰۸*
چای سبز	۰/۵۸-	۰/۹۹۴	۹/۱۶	۰/۶۰۰	۰/۲۷	۰/۸۵۸	۰/۳۲	۰/۶۰۲	۰/۶۰۲
کنترل	۸/۴۱	۰/۰۰۳*	۲۰/۱۶-	۰/۰۴۲*	-۱/۰۱	۰/۰۲۵*	-۰/۷۲	۰/۰۳۷*	۰/۰۳۷*
تمرین تناوبی + تمرین تناوبی	۵/۷۵	۰/۰۷۰*	۱۵/۵۸-	۰/۱۶۲	-۰/۹۱	۰/۰۵۰*	-۰/۵۴	۰/۱۶۴	۰/۱۶۴
چای سبز	۱۴/۷۵	۰/۰۰۱*	۴۴/۹۱-	۰/۰۰۱*	-۲/۱۹	۰/۰۰۱*	-۱/۵۹	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*
تمرین تناوبی	۹/۰۰	۰/۰۰۲*	۲۹/۳۳-	۰/۰۰۱*	-۱/۲۸	۰/۰۰۳*	-۱/۰۴	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱*

بحث و نتیجه گیری

یکی از بارزترین یافته‌هایی مطالعه‌ی حاضر این بود که ۱۰ هفته تمرین HIIT با و بدون مصرف چای سبز، سبب کاهش معنادار وزن، BMI، مقاومت به انسولین، گلوکز، انسولین و افزایش معنادار اکسیژن مصرفی و آیریزین در گروه ترکیبی نسبت به گروه چای سبز می‌شود.

Bostrom و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی هم‌راستا با یافته‌های پژوهش حاضر، نشان دادند که سه هفته تمرین استقامتی روی تردمیل در موش‌های چاق میزان آیریزین سرم را تا ۶۵ برابر افزایش داد. در این پژوهش مشخص شده است در موش‌هایی که به صورت تراریخته دارای PGC1-a عضلانی افزایش یافته بودند در مقابل چاقی مرتبط با افزایش سن و دیابت مقاومت نشان دادند. آنها نتیجه گرفتند که این گروه از حیوانات در تعادل انرژی پایه تغییرات زیادی دارند. یافته‌های آنها نشان دادند در بافت چربی سفید زیر جلدی که مستعد تبدیل شدن به بافت چربی قهوه‌ای است به‌طور معناداری بیان UCP1 افزایش یافته است. آنها یکی از دلایل افزایش آیریزین پس از تمرین در موش و انسان را انقباضات عضلانی در طی تمرین دانستند [۱۸]. Eaton و همکاران (۲۰۱۷)، در مطالعه‌ای اثر یک وهله فعالیت ورزشی شدید و فعالیت تمرین تناوبی شدید را بر بیان mRNA اینترلوکین ۶، FNDC5 در عضله اسکلتی انسان مورد بررسی قرار دادند. قبل و پس از دوره‌ی ۲۰ روزه‌ی فعالیت تمرین تناوبی شدید با حجم بالا روزانه دو بار، نمونه‌های بیوپسی عضله وستوس لتریالیس ۹ مرد سالم (تمرین تناوبی شدید ۴×۵ دقیقه با تقریباً ۸۰ درصد برون‌ده توان اوج) در شرایط استراحتی، بلافاصله

به‌دنبال فعالیت ورزشی و ۳ ساعت پس از ریکاوری از عضله برداشت شد. نتایج مطالعه آنها نشان داد به‌دنبال ۲۰ روز فعالیت تمرین تناوبی شدید، FNDC5، بیان ژن در سه ساعت ریکاوری پس از فعالیت افزایش یافت، همچنین میزان این پروتئین پس از فعالیت نیز افزایش یافت که نشان دهنده‌ی اثر اصلی تمرین است. آنها بیان کردند که اثر تمرین بر حالت استراحتی ۳ ساعته پس از فعالیت تأثیر دارد [۱۹]. به این ترتیب که به‌دنبال ورزش و فعالیت‌های بدنی بیان PGC-1a به‌عنوان یک ملکول فعال کننده‌ی رونویسی و محرک بیان پروتئین غشایی FNDC5 در سلول‌های عضله افزایش می‌یابد. ملکول FNDC5 آزاد شده از غشاء سلول‌های عضلانی شکسته شده و بخشی از آن با نام آیریزین وارد جریان خون می‌گردد. ملکول آیریزین تولید شده به رسپتورهای PPAR-a در سطح بافت چربی سفید متصل می‌شود و از طریق افزایش بیان این رسپتورها سبب تبدیل بافت چربی سفید به بافت چربی قهوه‌ای می‌شود. از سوی دیگر ملکول آیریزین می‌تواند با افزایش بیان ملکول UCP-1 در سطح بافت چربی سفید سبب افزایش محتوای میتوکندریایی این بافت و القاء تبدیل آن به بافت چربی قهوه‌ای گردد، این عملکرد آیریزین با افزایش فعالیت متابولیسمی بدن و افزایش مصرف انرژی در بدن همراه می‌باشد که به‌عنوان نقش جدید آیریزین در درمان بیماری‌های متابولیسمی در نظر گرفته می‌شود [۲۰]. به‌نظر می‌رسد دلایل افزایش آیریزین در اثر تمرین تناوبی شدید را باید در سیگنال‌های فعال کننده PGC-1a جستجو کرد. بنابراین عواملی که می‌تواند موجب فعال‌سازی PGC-1a گردند، به احتمال زیاد بتوانند سبب آبخار پیام‌دهی تغیر فنوتیپ

مدل‌های تجربی در دیابت نوع دو می‌گردد [۲۵]. جای سبز سبب می‌شود سطح گلوکز خون در رگ‌های خونی در موش‌های دیابتی پایین آمده، ولی اثری روی سطح انسولین ندارد. پژوهش‌های بلند مدت روی موش‌های طبیعی مشخص نمود عصاره‌ی جای سبز سبب افزایش حساسیت انسولینی می‌گردد. همچنین، مشخص شد در موش‌ها با رژیم فروکتوز، عصاره‌ی جای سبز سبب جلوگیری از پیشرفت مقاومت انسولینی، افزایش قندخون و تأثیرات سوخت و سازی دیگر می‌شود. در یک بررسی اثر مکمل جای سبز بر تحمل گلوکز و حساسیت انسولینی در موش‌های صحرائی، بررسی گردید. پس از ۱۲ هفته سطح گلوکز ناشتا، انسولین، تری‌گلیسرید و اسیدهای چرب آزاد نسبت گروه کنترل کاهش یافت، علاوه بر آن سبب افزایش قابل توجهی در GTP^۱ پایه، تحریک انسولین، جذب گلوکز در سلول‌های چربی گردید. برخی بررسی‌ها نشان داده EGCG نه تنها در تنظیم سطح گلوکز در خون دخالت دارد، بلکه ممکن است در بازسازی سلول‌های بتا که مسؤول تولید انسولین هستند دخالت داشته باشند [۲۶]. پیشنهاد شده جای سبز این اعمال را از راه عمل خود روی سیستم سمپاتیک و به‌طور خاص در تجزیه‌ی کاتکول آمین نورآدرنالین ایجاد می‌نماید. EGCG یک مهار کننده‌ی شناخته شده برای کاتکول اومیتیل ترانسفراز است که سبب تنزیل نورآدرنالین شده، بنابراین می‌تواند اثر نظارتی بر اعمال سمپاتیکی و فعال‌سازی موادی که سبب دخول چربی در واکنش‌های بدن می‌گردد، داشته باشند [۲۷]. علاوه بر تقلید عمل انسولین توسط EGCG سازوکار دیگری که می‌تواند سبب افزایش تحمل گلوکز شود، اکسیداسیون چربی‌ها نسبت به ذخایر است. در بررسی‌های ونبل نشان داده شده افزایش در اکسیداسیون چربی‌ها طی ورزش با شدت متوسط سبب کاهش ساخت FA در داخل عضلات بدن می‌گردد. چنین متابولیت‌های شناخته شده‌ای از راه فعال‌سازی پروتئین کیناز سی با آبشار سیگنالی انسولین تداخل پیدا می‌کند. کاهش در ساخت چنین متابولیت‌هایی سبب مهار آبشارهای سیگنالی شده و سبب افزایش حساسیت انسولینی و تحریک جذب گلوکز در عضلات اسکلتی می‌شود. در نتیجه مصرف حاد جای سبز می‌تواند اکسیداسیون چربی در طول ورزش با شدت متوسط را از راه افزایش در موادی که سبب دخول چربی در واکنش‌های بدن می‌گردند، افزایش داده و سبب افزایش در دسترس بودن چربی به‌عنوان سوخت شود، همچنین می‌تواند قند خون را بهبود بخشد و

بافت چربی شوند. پژوهش Huh و همکاران (۲۰۱۴) عدم تغییر آیریزین، در پاسخ به تمرینات ویریشن کل بدن در زنان سالم جوان را گزارش شد. دلیل این ناهمخوانی نوع، شدت و مدت تمرین است، همچنین احتمالاً به دلیل ترشح آیریزین به دیگر ارگان‌های بدن، مقدار آیریزین در خون تغییر پیدا نکرده است [۲۱]. Hecksteden و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی ۲۶ هفته تمرین ایروبی با ۶۰ درصد ضربان قلب در افراد جوان، به این نتیجه رسیدند که تفاوتی بین گروه‌ها از نظر میزان آیریزین وجود ندارد. آنها طولانی بودن دوره‌ی انجماد نمونه‌های سرم را به‌عنوان دلیل اصلی تخریب آیریزین و اثر گذار بر نتیجه پژوهش خود بیان کردند [۲۲]. Gillen و همکاران (۲۰۱۲) به مدت ۲۴ ساعت، بعد از یک جلسه تمرین تناوبی شدید، کنترل قند خون ۷ فرد مبتلا به دیابت نوع دو را بررسی کردند. تمرین تناوبی به این صورت بود که هر فرد در هر جلسه ۱۰ وهله‌ی ۶۰ ثانیه را با شدت ۹۰٪ بیشینه ضربان قلب رکاب می‌زد. استراحت‌های ۶۰ ثانیه نیز بین این ست‌ها وجود داشت. نتایج کاهش ۱۰ میلی مول بر لیتر را در میزان قند خون نشان داد [۲۳]. در مطالعه‌ی Cuff و همکاران (۲۰۰۳) مشخص شد که مدت تمرین، حساسیت به انسولین را افزایش می‌دهد و می‌تواند از طریق افزایش گیرنده سیگنالینگ انسولین یا به‌وسیله افزایش سطح پروتئین GLUT4 و فعال‌سازی سنتز گلیکوژن و هگروکیناز، عمل کند [۲۴]. نتایج مطالعه‌ی Afshon Pour و همکاران (۱۳۹۵) حاکی از بهبود مقاومت به انسولین و کاهش مصرف داروهای کاهنده‌ی قندخون در پی تمرینات ورزشی بود [۲۵] که با یافته‌های پژوهش حاضر از نظر کاهش مقاومت به انسولین همسو می‌باشد. در پژوهش Gray و همکاران (۲۰۰۹)، ۳۰ دقیقه راه رفتن به میزان ۳۰۰ گام در روز، تأثیر معناداری بر مقاومت به انسولین نداشت. محققان علت این امر را کمبود شدت و مدت تمرین دانستند [۲۶]، که با یافته‌های پژوهش حاضر ناهمسو است. همچنین شواهد آزمایشگاهی نشان می‌دهد، EGCG تولید گلوکز در سلول‌های کبدی در موش‌های صحرائی کاهش می‌دهد. پژوهشگران نشان داده‌اند انسولین کپی شده‌ی EGCG، فسفوریلاسیون تیروزین (گیرنده انسولین) را افزایش می‌دهد، و سبب افزایش بستر گیرنده‌ی انسولین می‌شود، همچنین سبب کاهش بیان ژن آنزیم گلوکونئوزنز، پیرووات کربوکسی کیناز می‌گردد. به تازگی نشان داده شده جای سبز و عصاره‌ی جای سبز سبب تغییر در سوخت و ساز گلوکز در

¹ Green tea polyphenols

و آنزیم‌های کیناز مرتبط با AMPK فعال کند. احتمالاً شارژ انرژی درون سلولی از طریق فعالیت بدنی به‌خصوص HIIT کاهش می‌یابد و می‌تواند فعالیت AMPK را افزایش و بیان ژن آیریزین و PGC1 را افزایش دهد [۳۱].

نتیجه‌گیری

از آنجا که استفاده از گیاهان دارویی در مقایسه با داروهای شیمیایی از عوارض کمتری برخوردار است، به‌نظر می‌رسد می‌توان از مکمل چای سبز و تمرین HIIT به‌طور مشترک به‌عنوان روشی مفید در ایجاد تغییرات مثبت مربوط به ترکیبات بدن و بهبود عوارض بیماری دیابتی نوع دو، از جمله افزایش سطوح سرمی آیریزین و کاهش مقاومت به انسولین، استفاده کرد. در پایان پیشنهاد می‌گردد علاوه بر انجام مطالعات بیشتر در این زمینه، تأثیر طولانی مدت شیوه‌های مختلف تمرین و استفاده از مکمل‌های گیاهی دیگر و کنترل بر تغذیه آزمودنی‌ها بر سطوح سرمی آیریزین و بهبود عوارض بیماری دیابت نوع دو مورد ارزیابی قرار گیرد.

سپاسگزاری

این مطالعه حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی مصوب دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان است. بدین‌وسیله از کلیه افراد مورد مطالعه و کسانی که در این پژوهش همکاری داشتند، تشکر و قدردانی می‌شود.

سبب کاهش خطر ابتلا به دیابت نوع دو گردد [۲۸]. داده‌های موجود در مورد تأثیر ترکیبات چای سبز بر سطح قند خون ناشتا یافته‌های ضد و نقیضی را نشان می‌دهند. Fukino و همکاران (۲۰۱۶)، به بررسی تأثیر مصرف عصاره‌ی چای سبز بر روی اندازه‌گیری آزمایشگاهی و تن سنجی در ۶۶ بیمار مبتلا به دیابت نوع دو پرداخته شد. پس از ۲ ماه مکمل باری، یافته‌ها نشان داد که مصرف چای سبز باعث می‌شود سطح انسولین ناشتا و فاکتور مقاومت به انسولین به‌طور معناداری کاهش یابد [۲۹]، که با یافته پژوهش حاضر همخوانی دارد. یافته‌های پژوهش Josic و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد مصرف چای سبز تأثیری روی گلوکز و انسولین ندارد [۳۰]، که با یافته‌های بررسی حاضر همخوانی ندارد. از جمله علل تناقض در نتایج را می‌توان تفاوت‌های جمعیتی و حجم جامعه و تفاوت در آمادگی بدنی افراد نام برد. به‌طور کلی یافته‌های مطالعه‌ی حاضر نشان داد که فعالیت ورزشی HIIT به‌همراه مصرف مکمل چای سبز افزایش آیریزین را در پی دارد. چای سبز یک مکمل آنتی‌اکسیدانی قوی در کنترل چاقی می‌باشد. چای سبز با مهار فسفولیپاز A2 و استیل کوآ کربوکسیلاز، از لیپوژنز جلوگیری کرده و اکسیداسیون چربی در شرایط استراحتی را بهبود می‌بخشد. وقتی که مصرف مکمل چای سبز با فعالیت بدنی شدت متوسط تا زیاد ترکیب می‌شود، مقدار اثرگذاری آن بر مقادیر سرمی آیریزین به‌طور معنادار نسبت به دیگر شرایط افزایش می‌یابد. محققان بیان کردند که فعالیت HIIT می‌تواند سرتونین ۱ و متعاقب آن PGC1 و آیریزین را توسط سیگنال‌های مرتبط با فسفات، کلسیم کالمودلین،

مآخذ

1. Svacinova H, Olsovsky J, Zackova V, Jancik J, Placheta Z, Siegelova J. The effect of walking exercises on aerobic capacity and serum lipids in type 2 diabetics. *Vnitřní lékařství* 2003; 21(6): 205-9.
2. Isaacs AJ, Critchley JA, Tai SS, Buckingham K, Westley D, Harridge SD, et al. Exercise Evaluation Randomised Trial (EXERT): a randomised trial comparing GP referral for leisure center-based exercise, community-based walking and advice only. *Health Technol Assess* 2007; 11(10):1-165, iii-iv
3. Bahrami A, Saremi A, Effect of caloric restriction with or without aerobic training on body composition, blood lipid profile, insulin resistance, and inflammatory marker in middle-age obese / overweight men. *Arak medical University Journal (AMUJ)* 2011;14(56):11-9
4. Pedersen BK, Febbraio MA. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle a secretory organ. *Nature Reviews Endocrinology* 2012; 8(8):457-65.
5. Khodadadi H, Rajabi H, Attarzadeh SR, Reza S, Abbasian S. The effect of high intensity interval training (HIIT) and pilates on levels of irisin and insulin resistance in overweight women. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2014; 16(3):190-6. [Persian]
6. Ernst MC, Sinal CJ. Chemerin: at the crossroad of inflammation and obesity. *Trends Endocrinol Metab* 2010; 21: 660-7.
7. Kim H, Lee H, So B, Son J, Yoon D, Song W. Effect of aerobic training and resistance training on circulating irisin level and their association with change of body composition in overweight /obese adults: a pilot study. *Physiological*

- research/Academia Scientiarum Bohemoslovaca*. 2015.
8. Choi YK, Kim MK, Bae KH, Seo HA, Jeong JY, Lee WK, et al. Serum irisin levels in new-onset type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract* 2013; 100(1):96-101.
 9. Khalafi M, Shabkhiz F, Zolfaghari M, Zarei Y. The effect of two types of exercise on serum chemerin in diabetic male rats. *Qom Univ Med Sci J* 2016; 10(8):27-35.
 10. Chen L, Pei, JH, Kuang J, Chen HM, Chen Z, Li ZW, Yang HZ. Effect of lifestyle intervention in patients with type 2 diabetes: a meta-analysis". *Metabolism* 2015;64 (2):338-34
 11. Shirvani H, Aslani J. The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on serum irisin and expression of skeletal muscle PGC-1 α gene in male rats. *Tehran University Medical Journal TUMS Publications* 2017; 75(7):513-20.
 12. Tofighi A, Alizadeh R, Tolouei Azar J. The effect of eight weeks high intensity interval raining (HIIT) on serum amounts of FGF21 and irisin in sedentary obese women. *The Journal of Urmia University of Medical Sciences* 2017; 28(7):453-66.
 13. Grove KA, Lambert JD, Laboratory, epidemiological, and human intervention studies show that tea (*Camellia sinensis*) may be useful in the prevention of obesity. *J Nutr* 2012; 140:446-53.
 14. Cabrera C, Artacho R, Gimenez R. Beneficial effects of green tea-a review. *J Am Coll Nutr* 2006; 25: 79-99.
 15. Ghasemi E, Afzalpour M. E, Zarban A. The Effects of 10 Weeks of High-Intensity Interval Training and Green Tea Supplementation on Serum Levels of Sirtuin 1 and Catalase in Overweight Women, 2016.
 16. Thomas S, Reading J, Shephard RJ. Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). *Canadian journal of sport sciences* 1992; 17(4): 338-45.
 17. Tasuku Teradaa, Alanna Friesena and et al. Feasibility and preliminary efficacy of high intensity interval training in type 2 diabetes. Physical activity and diabetes Laboratory, Edmonton, Alberta, Canada, 2012; 120-129.
 18. Bostrom P, Wu J, Jedrychowski MP, Korde A, Ye L, Lo JC, et al. A PGC1- α -dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature* 2012; 481 (7382):463-8.
 19. Eaton M, Granata C, Barry J, Safdar A, Bishop D, Little JP. Impact of a single bout of high-intensity interval exercise and short-term interval training on interleukin-6, FNDC5, and METRN mRNA expression in human skeletal muscle. *Journal of Sport and Health Science* 2017.
 20. Zong H, Ren JM, Young LH, Pypaert M, Mu J, Birnbaum MJ, et al. AMP kinase is required for mitochondrial biogenesis in skeletal muscle in response to chronic energy deprivation. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2002;99(25):15983-7
 21. Huh JY, Panagiotou G, Mougios V, Brinkoetter M, Vamvini MT, Schneider BE, et al. FNDC5 and irisin in humans: I. Predictors of circulating concentrations in serum and plasma and II. mRNA expression and circulating concentrations in response to weight loss and exercise. *Metabolism* 2012; 61(12): 1725-38.
 22. Hecksteden A, Wegmann M, Steffen A, Kraushaar J, Morsch A, Ruppenthal S, et al. Irisin and exercise training in humans—Results from a randomized controlled training trial. *BMC medicine* 2013;11(1):235
 23. Gillen J, Little J, Punthakee Z, Tarnopolsky M, Riddell M, Gibala M. Acute high-intensity interval exercise reduces the postprandial glucose response and prevalence of hyperglycaemia in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Obes Metab* 2012; 14: 575-7.
 24. Cuff DJ, Meneilly GS, Martin A, Ignaszewski A, Tildesley HD, Frohlich JJ. Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2003; 26(11): 2977-82.
 25. Afshon Pour MT HA, Habibi AH, Ranjbar RA. Effects of Continuous Aerobic Exercise Training on Plasma Concentration of Apelin and Insulin Resistance in Type 2 Diabetic Men. *Armaghane-danesh* 2016; 21(1): 57-70. [Persian].
 26. Gray SR, Baker G, Wright A, Fitzsimons CF, Mutrie N, Nimmo MA, et al. The effect of a 12 week walking intervention on markers of insulin resistance and systemic inflammation. *Prev Med* 2009; 48(1): 39-44.
 27. Chacko SM, Thambi PT, Kuttan R, Nishigaki I. Beneficial effects of green tea: A literature review. *Chin Med* 2010; 6: 5-13.
 28. Namita P, Mukesh R, Vijay K. *Camellia Sinensis* (Green Tea): A Review. *Global Journal of Pharmacology* 2012; 6: 52-9.
 29. Fukino Y, Shimbo M, Aoki N, Okubo T, Iso H. Randomized controlled trial for an effect of green tea consumption on insulin resistance and inflammation markers. *J Nutr Sci Vitaminol* (Tokyo). 2005; 51(5): 335-42
 30. Josic J, Olsson AT, Wickeberg J, Lindstedt S, Hlebowicz J. Does green tea affect postprandial glucose, insulin and satiety in healthy subjects: a randomized controlled trial. *Nutr J* 2010; 9: 6
 31. Zarban A. Effects of an Intensive Resistant Training Sessions and Green Tea Supplementation on Malondialdehyde and Total Thiol in Non-Athlete Women. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*. 2014; 16(3):59-63.

THE IMPACT OF INTENSITY INTERVAL TRAINING AND SUPPLEMENTATION OF GREEN TEA ON SERUM LEVELS OF IRISIN, INSULIN RESISTANCE IN OBESE WOMEN WITH TYPE 2 DIABETES WOMEN

Bahareh Heidari Sharif abadi¹, Farzaneh Taghian^{1*}

1. Department of Physical Education Science, Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) branch, Isfahan, Iran

ABSTRACT

Background: The purpose of this study was to determine the effect of 10 weeks of Intensity Interval Training and Supplementation green tea on serum level of irisin and insulin resistance in obese women with type 2 diabetes

Methods: In this semi-experimental study, 48 women with type II diabetes (aged 49/55±3/04 years with Weight 76/72±5/78 kg, Height 153/33±5/06 Cm, BMI 31/75±1/41 Kg/m², selected and grouped randomly into four groups the intensity interval training (n=12), combined (green tea extract along with intensity interval training) (n=12) green tea extract (n=12), and the control group (n=12). Training group performed training programs including 3 sessions per week at maximum intensity of 75-85% heart rate and the supplement group consumed 3 tablets of green tea (500 mg) daily for 10 weeks high intensity interval training and the supplement group both underwent intervention. Blood samples were collected before and after the intervention in fasting state. The obtained data was analyzed using variance (ANOVA) and Tukey post hoc test and paired t-test analysis. The significant level was P<0/05.

Results: The results showed that irisin levels and maximum oxygen consumption in all three groups increased significantly after 10 weeks compared to the control group (P≤0.05) Also, the results indicate a significant increase in irisin in the combined group compared with the green tea group. Serum insulin level, glucose, insulin resistance and weight, body mass index decreased significantly in all three groups compared to control group and green tea group and combination group (P≤0.05). No significant difference was found between the groups in the irisin levels (P>0.05).

Conclusion: Regarding the results of this study, it seems that performing periodic exercises along with supplementation of green tea due to increased irisin and glucose reduction can be helpful in improving insulin resistance in patients with type 2 diabetes. Perhaps the desired results can be achieved by increasing the duration of exercise and supplementation with irisin and the maximum oxygen intake.

Keywords: Irisin, Intensity Interval Training, Green Tea, Type II Diabetes, Insulin Resistance

*Islamic Azad University Isfahan (Khorasgan), Branch University Blvd, Arghavanieh, Jey Street, Esfahan, Iran. P.O.Box:81595-158, Tel:03135002352, Email: f_taghian@yahoo.com