بررسی اثر کلم بروکلی بر برخی شاخص‌های خطرزای قلبی عروقی و مقاومت به انسولین همراه با تمرینات ترکیبی در مردان مبتلا به دیابت نوع دو

دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۹ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۹

نسرین گلردی[۱]، پروین فرزانگی[۲*]، هاجر عباس‌زاده[۳]

۱. دانشجوی دکتری، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری، ساری، ایران ۲. دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران ۳. استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

چکیده

مقدمه: دیابت یکی از عوامل اصلی مرگ و میر در کشورهای در حال توسعه است. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر مصرف پودر کلم بروکلی به همراه تمرین ترکیبی روی برخی شاخص‌های خطرزای قلبی عروقی و مقاومت به انسولین در مردان مبتلا به دیابت نوع دو بود.

روش‌کار: برای این منظور ۴۴ مرد دیابتی بعد از همگن‌سازی بر اساس ویژگی‌های فردی و به‌صورت تصادفی در ۴ گروه ۱۱ نفری شامل گروه تمرین-مکمل، گروه تمرین-دارونما (تمرین)، گروه کنترل-مکمل (مکمل)، گروه کنترل-دارو نما (کنترل) تقسیم شدند. پروتکل تمرین شامل ۴۵ دقیقه تمرین مقاومتی با شدت ۷۰-۶۰ ٪ یک تکرار بیشینه، ۳۰ دقیقه تمرینات هوازی (دویدن) با شدت ۷۰-۶۰ ٪ ضربان قلب بیشینه بود. کلم بروکلی (مکمل) نیز به صورت پودر برای هر فرد ۱۰ گرم در روز به مدت ۱۲ هفته داده شد.

یافته‌ها: بررسی تغییرات شاخص‌ها بین گروهی نشان داد که در شاخص‌های فیبرینوژن (P=۰/۰۰۸)، ویسکوزیته (P= ۰/۰۲۹) و مقاومت به انسولین (P= ۰/۰۰۷) بین گروه کنترل با گروه‌های تمرین، تمرین-مکمل و مکمل اختلاف معنی‌دار وجود دارد. در بررسی‌های درون گروهی نیز تغییرات معنی‌داری در شاخص‌های اندازه‌گیری شده در گروه‌های تمرین، مکمل و تمرین-مکمل مشاهده شد (P<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ۱۲ هفته تمرین ترکیبی به همراه مصرف مکمل، سبب کاهش معنی‌دار فیبرینوژن، ویسکوزیته، گلوکز خون و مقاومت انسولینی در هر سه گروه مکمل، تمرین و مکمل-تمرین شده‌است. بنابراین می‌توان با قراردادن کلم بروکلی در رژیم غذایی تا حدی از عوارض خطرزا ناشی از دیابت نوع دو جلوگیری نمود.

کلیدواژه: تمرین ترکیبی، کلم بروکلی، دیابت نوع دو، مقاومت به انسولین

* **نویسنده مسئول:** دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری، ساری، ایران

ایمیل: parvin.farzanegi@gmail.com **تلفن:** ۰۱۱۳۴۴۴۵۸۱۴ **نمابر:** ۰۱۱۴۳۲۱۷۱۲۴

[Downloaded from journal.jmu.ac.ir on 2026-11-01]

مقدمه

شیوه زندگی بی‌تحرک یکی از عوامل خطرزای مهم برای توسعه چاقی، سندرم متابولیک، دیابت نوع دو و بیماری‌های قلبی عروقی می‌باشد (۱). دیابت نوع دو و مارکرهای التهابی مزمن به شدت با افزایش خطر قلبی عروقی مرتبط هستند. افراد مبتلا به دیابت نسبت به مردم عادی تا دو برابر بیشتر در معرض ابتلا به انفارکتوس میوکارد هستند، همچنین احتمال زنده ماندن این افراد به دنبال حوادث قلبی تا یک برابر کمتر گزارش شده‌است (۲). تغییرات در سیستم همورئولوژی[1] (در پاتوژنز بسیاری از بیماری‌ها از جمله عوارض مزمن دیابت ملیتوس نقش دارد. همورئولوژی به بررسی خواص جریان خون و تغییر شکل ویژگی‌های عناصر سلولی در خون می‌پردازد (۳). ویسکوزیته پلاسما، غلظت فیبرینوژن و هماتوکریت تعیین‌کننده‌های مهم رئولوژی خون می‌باشند. افزایش در سطوح پروتئین‌های مرکب شامل لیپوپروتئین خیلی کم‌چگال[2] (VLDL) و لیپوپروتئین کم‌چگال[3] (LDL)، می‌توانند همانند افزایش فیبرینوژن به عنوان مهمترین عامل کلیدی در ویسکوزیته پلاسمایی در گسترش و توسعه تصلب شرایین نقش بسزایی را بازی کنند (۴). فیبرینوژن، یک واکنش دهنده فاز حاد است که در کبد سنتز می‌شود. بخش مهمی از مسیر انعقادی و عامل اصلی تعیین‌کننده ویسکوزیته پلاسما است (۵). شواهد علمی نشان می‌دهد که فیبرینوژن یک عامل خطر قدرتمند و مستقل برای بیماریهای قلبی عروقی است (۶).

تأثیر فعالیت‌های مختلف ورزشی و فعالیت‌های بدنی بر ویسکوزیته خون و سطح فیبرینوژن مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته و نتایج بدست آمده از وجود رابطه بین حداکثر اکسیژن مصرفی و سطح آمادگی جسمانی بالاتر حکایت دارد (۷). از طرفی دیگر، گزارش‌های دیگری نیز وجود دارند که عدم تغییرات فیبرینوژن و برخی افزایش ۲۸٪ پس از فعالیت مقاومتی و ۳۸٪ پس از فعالیت هوازی را نیز گزارش نموده‌اند (۸). تمرینات طولانی مدت معمولاً با تغییرات قابل توجه در هماتوکریت همراه نیست؛ اما افزایش پروتئین تام پلاسما را به همراه دارد که این یکی از مکانیسم‌های افزایش ویسکوزیته پلاسما می‌باشد (۷). اگرچه به نظر می‌رسد که ویسکوزیته پلاسما در پاسخ به تمرین طولانی مدت افزایش می‌یابد؛ اما افزایش نیافتن هماتوکریت در پاسخ به این تمرینات ممکن است تغییرات اندک در ویسکوزیته کل را نشان دهد (۹). یکی دیگر از راهکارهای جلوگیری از بیماری‌های قلبی عروقی، رژیم غذایی مناسب و استفاده مناسب از مکمل‌هاست. همچنین در سال‌های اخیر، ترکیب استفاده از داروهای گیاهی و پرداختن به فعالیت‌های مختلف بدنی در مهار واکنش‌های التهابی مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته‌است (۱۰). با وجود مصارف سنتی و غذایی کلم بروکلی، هنوز تحقیقات بالینی و ورزشی کاملی روی این ماده‌ی ارزشمند صورت نگرفته، لذا لازم است با توجه به اثرات گوناگون بیولوژیک و درمانی گزارش شده از کلم بروکلی با ایجاد الگوی بالینی ورزشی مناسب، به عنوان یک مکمل محافظتی در برابر واکنش‌های التهابی ناشی از دیابت، بیشتر مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به اثرات زیان‌آور فعالیت‌های ورزشی شدید، بسیاری از مداخلات تغذیه‌ای برای مقابله با آسیب‌های ناشی از ورزش مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. از سوی دیگر، غذاهایی که غنی از آنتی اکسیدان‌های غیرمستقیم یا مولکول‌هایی هستند که قادر به ایجاد سیستم‌های آنتی اکسیدانی/سم‌زدایی می‌باشند، ممکن است یک رویکرد تغذیه‌ای برای مقابله با استرس ناشی از ورزش باشند (۱۱).

اثر رژیم غذایی عصاره بروکلی (BE)[4] به منظور بررسی توانایی آن برای مقابله با محصولات اکسیداسیون کلسترول کبدی (COPs)[5] ناشی از ورزش شدید در موش‌های صحرایی مطالعه شده‌است (۱۱). جلوگیری از کاهش کاتالاز از طریق مکمل BE، ممکن است یک اثر کلیدی ترکیبات فعال زیستی بروکلی در مقابله با استرس اکسیداتیو در کبد باشد (۱۱). فیتواسترول‌های[6] اصلی در کلم بروکلی شامل سیتواسترول[7]، کامپسترول[8] و استیگماسترول[9] ۴-دسمتیل استرول[10] هستند (۱۲). به خوبی شناخته شده است که فیتواسترول‌ها فعالیت‌های هیپوکلسترولمیک[11] و ضدالتهابی داشته و سیتواسترول‌ها نیز برای درمان بیماری‌های پروستات مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱۲). از آنجایی که در مطالعات گذشته مشخص شده که تمرین

[1] Hem rheology
[2] Very Low-Density Lipoprotein
[3] Low Density Lipoprotein
[4] Broccoli Extract
[5] Cholesterol Oxidation Products
[6] Phytosterols
[7] Sitosterol
[8] Campesterol
[9] Stigmasterol
[10] 4-desmethyl sterols
[11] Hypocholesterolemic

[Downloaded from journal.jmu.ac.ir on 2026-11-01]

ترکیبی در مقایسه با تمرین هوازی و مقاومتی به صورت جداگانه مؤثرتر است. همچنین در مطالعه دیگری گزارش شده که بین شدت‌های مختلف تمرین ترکیبی، شدت متوسط تأثیر بهتری در بهبود شاخص‌های خطرزای قلبی عروقی دارد و همچنین کلم بروکلی با دوز انتخاب‌شده در تحقیق حاضر توانسته مقاومت به انسولین و شاخص‌های خطرزای قلبی عروقی را کاهش دهد. علی‌رغم، اطلاعات نسبتاً مورد قبولی که دربارهٔ تأثیر فعالیت‌های ورزشی بر ویسکوزیته خون، پلاسما و فیبرینوژن و همچنین پروفایل لیپیدی وجود دارد؛ هنوز به وضوح اثرات فعالیت‌های بدنی، به‌ویژه تمرینات ترکیبی همراه مکمل‌های غذا–دارو از جمله کلم بروکلی روی این شاخص‌ها معلوم نیست (۱۳). لذا هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرینات ترکیبی همراه با مصرف کلم بروکلی بر انسولین، گلوکز، فیبرینوژن، ویسکوزیته در مردان مبتلا به دیابت نوع دو می‌باشد.

روش کار

تحقیق حاضر از نوع تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون با ۴ گروه بود. جامعه آماری تحقیق حاضر شامل مردان ۴۰– ۲۵ سال مبتلا به دیابت نوع دو در شهر تهران بود. ابتدا با مراجعه به مرکز دیابت و اعلام فراخوان در کلیه ادارات، نهادها، بیمارستان‌ها و شهرداری و سرای محله‌ها، درمانگاه‌ها و مطب پزشکان، اطلاع‌رسانی لازم انجام‌شد. سپس از داوطلبان شرکت-کننده در پژوهش ثبت‌نام به عمل آمد. معیارهای ورود به مطالعه در پژوهش شامل موارد زیر بود: ابتلا به دیابت نوع دو (افرادی که سابقه بیشتر از دو بار گلوکز ناشتای بالاتر از ۱۲۶ میلی گرم بر دسی‌لیتر و همچنین در زمان تحقیق تحت‌نظر پزشک بودند)، نداشتن بیماری‌های قلبی عروقی، اسکلتی عضلانی و متابولیکی محدود کننده فعالیت ورزشی، عدم ابتلا به بیماری پرفشاری خون، نداشتن سابقه فعالیت منظم ورزشی در طی شش ماه گذشته و عدم دریافت انسولین بود. از داوطلبین خواسته شد تا پرسشنامه آمادگی برای شروع فعالیت ورزشی[1] را تکمیل نمایند. همچنین داوطلبین توسط پزشک مورد معاینه قرار گرفته تا صحت سلامت آنها به منظور شرکت در تمرینات مورد تأیید قرار گیرد. از طرفی، با توجه به اینکه افراد مبتلا به دیابت نوع دو در معرض خطر بالای بیماری‌های قلبی هستند، مجوز پزشک متخصص قلب و عروق جهت شرکت در تمرینات برای این دسته از افراد گرفته شد و هر بیماری که از داروهای کاهنده فشار خون و چربی خون استفاده می‌کرد، از این پژوهش کنار گذاشته شد. همچنین با توجه به اینکه مکمل کلم بروکلی در گذشته مورد استفاده قرار گرفته‌بود، برای حدود ۲۰ نفر دیابتی بصورت پایلوت و با توجه به مطالعات گذشته دوز مصرفی تحت نظر پزشک متخصص مورد تأیید قرار گرفت. معیارهای خروج از تحقیق شامل سابقه عوارض دیابتی جدی مانند رتینوپاتی دیابتی پرولیفراتیو[2]، مرحله ۳ یا نفروپاتی آشکار بعد از آن[3] ، نوروپاتی دیابتی شدید، گلوکز ناشتای بالاتر از ۲۷۰ میلی گرم در دسی-لیتر، نشانه‌ای برای انسولین درمانی، سوءجذب ارثی گلوکز و گالاکتوز یا گلیکوزوری[4] کلیوی بود. برای مشخص کردن تعداد آزمودنی در هرگروه از برنامه G-Power استفاده شد که بعد از آنالیز مشخص شد برای هرگروه پژوهشی تعداد یازده نفر باید در نظر گرفته شود.

بعد از ارائه اطلاعات، بیماران انتخاب شده برای پژوهش با رژیم غذایی و تمرینی در یک مطالعه یک سویه کور ۴ هفته‌ای دارونما وارد دوره پژوهش شدند (برای همسان‌سازی تغذیه و فعالیت بدنی آزمودنی‌ها). از بیماران مراجعه‌کننده و داوطلب، ۴۴ نفر به‌صورت تصادفی در ۴ گروه ۱۱ نفری شامل گروه تمرین–مکمل، گروه تمرین–دارونما (تمرین)، گروه کنترل–مکمل (مکمل)، گروه کنترل–دارو نما (کنترل) تقسیم شدند. طی جلسه‌ای داوطلبان شرکت‌کننده در این طرح با نوع مطالعه، اهداف و روش اجرا، فواید و خطرات احتمالی آن آشنا شدند و رضایت‌نامه آگاهانه از آزمودنی‌ها اخذ گردید. پیش از شروع برنامه تمرینی، آزمودنی‌ها در سه جلسه آشناسازی با تمرینات، اصول ایمنی تمرینات، نحوه استفاده اصولی از دستگاه‌های بدنسازی شرکت کردند. سپس مقادیر یک تکرار بیشینه به روش برزیسکی با استفاده از فرمول زیر تعیین شد:

1-RM= (کیلوگرم) وزن جابجا شده / ۱/۰۲۷۸ – تعداد تکرار تا
(خستگی x ۰/۰۲۷۸)

در تمامی جلسات تمرینی یک پرستار و یک تمرین دهنده ورزشی حضور داشت. گروه‌های تمرینی به مدت ۱۲ هفته، سه جلسه در هفته به انجام تمرینات ترکیبی هوازی–مقاومتی پرداختند. حجم و شدت برنامه تمرینی براساس مطالعات پیشین و دستورالعمل‌های موجود تجویز شده برای بیماران مبتلا به

[1] Physical Activity Readiness Questionnaire

[2] Proliferative Diabetic Retinopathy
[3] Later Overt nephropathy
[4] Glycosuria

[Downloaded from journal.jmu.ac.ir on 2026-11-01]

دیابت نوع دو طراحی گردید (۱۴). هر جلسه‌تمرینی به ترتیب شامل ۱۰–۵ دقیقه گرم کردن، ۴۵ دقیقه تمرین مقاومتی با شدت ۷۰–۶۰٪ یک تکرار بیشینه، ۳۰ دقیقه تمرینات هوازی (دویدن) با شدت ۷۰–۶۰٪ ضربان قلب بیشینه بود که مدت تمرینات هوازی در شروع تحقیق ۱۰ دقیقه بود و این مدت به تدریج در هفته هشتم به ۳۰ دقیقه افزایش یافت و تا پایان مطالعه ثابت باقی ماند. برنامه تمرینی در نهایت با سرد کردن بدن خاتمه می‌یافت. بیماران گروه کنترل در مدت ۱۲ هفته به فعالیتهای عادی روزانه خود پرداختند. تمرین مقاومتی شامل گروه‌های عضلانی بزرگ بالاتنه، پایین تنه و مرکزی از جمله: پرس پا، فلکشن پا، اکستنشن پا، پرس سینه، زیر بغل، جلو بازو، پشت بازو و سرشانه بود. پس از ۴ هفته مجدداً از آزمودنی‌ها آزمون یک تکرار بیشینه گرفته شد تا افزایش قدرت آزمودنی‌ها نیز لحاظ گردد. تمرینات هوازی شامل دویدن در محیط سالن ورزشی بود. مکمل کلم بروکلی نیز به صورت پودر از شرکت تغذیهٔ سایوکس[1] تهیه شد و مقدار مصرف هر بیمار نیز ۱۰ گرم در روز به مدت ۱۲ هفته بود (۱۵).

به‌منظور اندازه‌گیری متغیرهای بیوشیمیایی، فرآیند خونگیری پس از ۱۲ ساعت به‌صورت ناشتا و در طی دو مرحله یعنی ۴۸ ساعت پیش از شروع برنامه و ۴۸ ساعت پس از ۱۲ هفته تمرین انجام شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا دو روز قبل از خونگیری هیچ فعالیت شدیدی انجام ندهند. از ورید بازویی آزمودنی‌ها در وضعیت نشسته ۱۰ سی‌سی خون گرفته شد. نمونه‌های خونی در لوله‌های محتوی مادهٔ ضد انعقاد[2] EDTA جمع‌آوری و سپس با ۳۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه در ۴ درجه سانتیگراد سانتریفوژ شدند. غلظت پلاسمایی انسولین به روش الایزا و با استفاده از کیت‌های مخصوص از شرکت (Mercodia AB, Uppsala, Sweden) اندازه‌گیری شد. همچنین غلظت پلاسمایی گلوکز با استفاده از روش رنگ سنجی–آنزیمی (گلوکز اکسیداز) با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شد. حساسیت روش یاد شده ۱ میلی گرم در دسی لیتر بود و ضریب تغییرات ۱/۲ ٪ بود. برای اندازه‌گیری مقاومت به انسولین از شاخص ارزیابی مدل هموستازی (HMA-IR) طبق فرمول زیر استفاده شد (۱۶):

شاخص مقاومت با انسولین= انسولین پلاسما (میلی واحد/دسی لیتر) *گلوکز پلاسما (میلی مول/لیتر) ÷ ۲۲/۵۰

ویسکوزیته با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (۱۷).

ویسکوزیته پلاسما = 1.352 + 0.0167 × کلسترول تام + 0.0054 × تری (g/l) + 0.0285 × فیبرینوژن (mmol) + 0.00318 × هماتوکریت – 0.03 × گلیسرید (mmol) HDL-C (mmol)

فیبرینوژن پلاسما با روش انعقادی (Clauss) با استفاده از کیت تشخیص کمی شرکت مهسا یاران (تهران، ایران) بین نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. همچنین کلسترول تام پلاسما با روش آنزیم (CHOD-PAP)، کالریمتری با استفاده از کیت تشخیص کمی شرکت پارس آزمون (تهران، ایران) با حساسیت ۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر بین نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. تری‌گلیسرید پلاسما با روش آنزیم (GPO-PAP)، کالریمتری با استفاده از کیت تشخیص کمی شرکت پارس آزمون (تهران، ایران) با حساسیت ۵ میلی‌گرم در دسی لیتر بین نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. همچنین هماتوکریت نیز با استفاده از دستگاه شمارنده سلول CBC اندازه‌گیری شد.جهت تعیین نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلک استفاده گردید.

جهت تعیین معنادار بودن تفاوت بین متغیرها و تعامل بین آنها از تحلیل واریانس دوطرفه و در صورت معنی‌دار بودن داده‌ها برای تعیین محل تفاوت از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. یافته‌ها در سطح اطمینان ۹۵ ٪ (P≤۰/۰۵) بررسی شدند. همچنین بررسی تغییرات درون گروهی نیز با استفاده از آزمون t همبسته انجام شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نیز از نرم افزار IBM SPSS Statistics نسخه ۲۵ استفاده گردید.

نتایج

آزمون کولموگروف–اسمیرنوف نشان داد که داده‌ها از توزیع طبیعی برخوردارند (P>۰/۰۵) و همچنین آزمون لون نشان داد که همگنی واریانس‌ها برقرار است (P>۰/۰۵).

تحلیل آماری، تغییرات بین گروهی برای ویسکوزیته پلاسما اختلاف معنی‌داری را بین گروه‌ها نشان داد (P= ۰/۰۲۹). آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که بین گروه‌های تمرین و کنترل (P=۰/۰۲۱)، تمرین–مکمل و کنترل (P=۰/۰۰۵)، و مکمل و کنترل (P=۰/۰۳۰)، اختلاف معنی‌دار وجود دارد. همچنین آزمون t وابسته کاهش معنی‌داری را بین داده‌های قبل و بعد از تمرین در گروه‌های مکمل (P= ۰/۰۲۵)، تمرین–مکمل (P<۰/۰۰۱) و تمرین (P= ۰/۰۰۷) نشان داد (نمودار ۱). آنالیز واریانس دو طرفه، تفاوت معنی‌داری در سطوح پلاسمایی

[1] Cyvex Nutrition Company
[2] Ethylen Edi Amin Tetra Acetic Acid

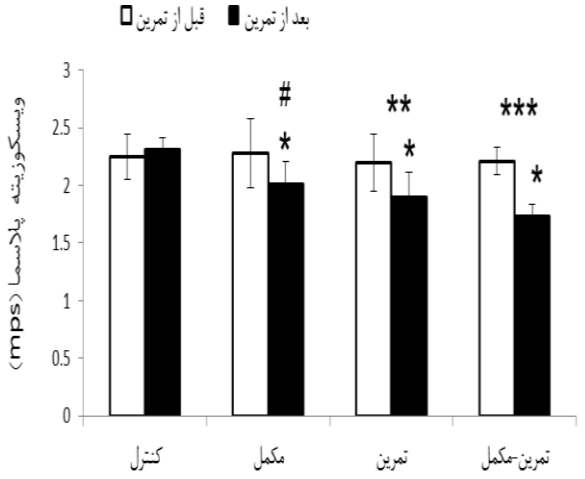
[Downloaded from journal.jmu.ac.ir on 2026-11-01]

فیبرینوژن بین گروه‌های آزمودنی نشان داد (P= ۰/۰۰۸). با استفاده از آزمون تعقیبی بونفرونی مشخص شد که بین گروه‌های تمرین با کنترل (P=۰/۰۴)، تمرین–مکمل با کنترل (P=۰/۰۱۴) تفاوت معنی‌داری وجود دارد. همچنین آزمون t وابسته کاهش معنی‌داری بین داده‌های قبل و بعد از تمرین در گروه‌های مکمل (P= ۰/۰۰۵)، تمرین (P= ۰/۰۰۳) و تمرین مکمل (P< ۰/۰۰۱) را نشان داد (نمودار ۲).

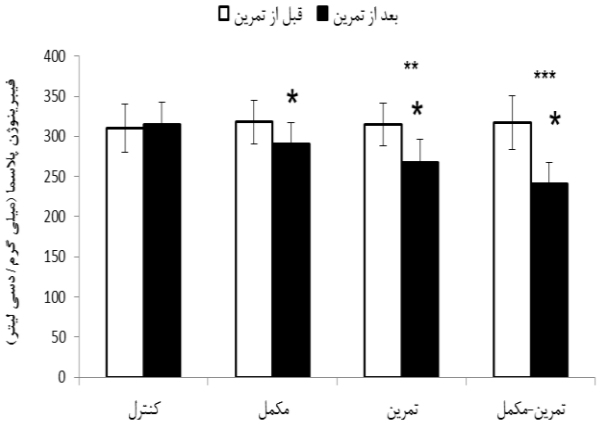
نتایج بررسی تغییرات بین گروهی برای مقادیر انسولین نشان داد که بین گروه‌ها (P=۰/۰۱۴) اختلاف معنی‌دار وجود دارد. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که بین گروه‌های کنترل با تمرین (P<۰/۰۰۱)، کنترل با تمرین–مکمل (P<۰/۰۰۱) اختلاف معنی‌دار وجود دارد. همچنین بررسی تغییرات درون‌گروهی نشان داد که مقادیر انسولین در گروه‌های مکمل (P=۰/۰۱۲)، گروه تمرین (P=۰/۰۰۱) و گروه تمرین–مکمل (P<۰/۰۰۱) کاهش معنی‌دار وجود دارد (جدول ۱).

نتایج بررسی آزمون آنالیز واریانس دو طرفه نشان داد که برای مقادیر گلوکز بین گروه‌ها (P=۰/۰۰۱) اختلاف معنی‌دار وجود دارد. آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که بین گروه‌های کنترل با مکمل (P=۰/۰۲۳)، کنترل با تمرین (P=۰/۰۱۹) و کنترل با تمرین–مکمل (P=۰/۰۰۱) تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. همچنین بررسی تغییرات درون‌گروهی نشان داد که مقادیر گلوکز در گروه‌های مکمل (P<۰/۰۰۱)، گروه تمرین (P<۰/۰۰۱) و گروه تمرین–مکمل (P<۰/۰۰۱) کاهش معنی‌دار و در گروه کنترل (p=۰/۰۰۶) افزایش معنی‌دار وجود دارد.

نتایج بررسی تغییرات بین گروهی نشان داد که برای مقادیر مقاومت به انسولین بین گروه‌ها (P=۰/۰۰۷) اختلاف معنی‌دار وجود دارد. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که بین گروه‌های کنترل با مکمل (P=۰/۰۲۳)، کنترل با تمرین (P=۰/۰۲۰) و کنترل با تمرین–مکمل (P<۰/۰۰۱) تفاوت معنی‌داری وجود دارد. همچنین بررسی تغییرات درون‌گروهی نشان داد که مقادیر مقاومت به انسولین در گروه‌های مکمل (P<۰/۰۰۱)، گروه تمرین (P<۰/۰۰۱) و گروه تمرین–مکمل (P<۰/۰۰۱) کاهش معنی‌دار اما در گروه کنترل (P=۰/۰۰۳) افزایش معنی‌دار وجود دارد (جدول ۱).



نمودار ۱. سطوح ویسکوزیته پلاسما در گروه‌های مختلف. * نشانه اختلاف معنی‌دار بین داده‌های قبل و بعد در گروه‌های پژوهش، ** نشانه اختلاف معنی‌دار گروه تمرین با گروه کنترل، *** نشانه اختلاف معنی‌دار گروه تمرین مکمل با گروه کنترل، #. نشانه اختلاف معنی‌دار گروه مکمل با گروه کنترل (P<۰/۰۵).



نمودار ۲. سطوح فیبرینوژن پلاسما در گروه‌های مختلف. * نشانه اختلاف معنی دار بین داده‌های قبل و بعد در گروه‌های پژوهش، ** نشانه اختلاف معنی‌دار گروه تمرین با گروه کنترل، *** نشانه اختلاف معنی‌دار گروه تمرین مکمل با گروه کنترل، (P<۰/۰۵).

[Downloaded from journal.jmu.ac.ir on 2026-11-01]

جدول ۱. مقادیر غلظت پلاسمایی شاخص‌های اندازه گیری شده در گروه‌های مطالعه

متغیر	گروه‌ها	پیش‌آزمون انحراف معیار ± میانگین	پس‌آزمون انحراف معیار ± میانگین	درون‌گروهی (P)	بین‌گروهی (P)
گلوکز (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	کنترل	۱۷۵ ± ۹/۹	۱۸۳ ± ۹/۹	۰/۰۰۶*	۰/۰۰۱#
	مکمل	۱۶۵/۷ ± ۱۲/۲	۱۳۹/۶ ± ۱۱/۶	۰/۰۰۰*	
	تمرین ترکیبی	۱۷۳ ± ۱۰/۷	۱۴۰/۹ ± ۱۰/۲	۰/۰۰۰*	
	تمرین ترکیبی+ مکمل	۱۶۸/۲ ± ۱۰/۶	۱۲۷/۷ ± ۸/۵	۰/۰۰۰*	
انسولین (میکروویونیت بر میلی‌لیتر)	کنترل	۱۷/۹ ± ۲/۷	۱۸/۴ ± ۲/۴	۰/۰۶۷*	۰/۰۱۴#
	مکمل	۱۷/۹ ± ۲/۶	۱۶/۴ ± ۲/۴	۰/۰۱۲*	
	تمرین ترکیبی	۱۷/۸ ± ۳/۵	۱۴/۶ ± ۲/۴	۰/۰۰۱*	
	تمرین ترکیبی+ مکمل	۱۷/۶ ± ۳/۲	۱۴/۵ ± ۱/۹	۰/۰۰۰*	
مقاومت به انسولین	کنترل	۷/۵۳ ± ۱/۷	۸/۳۱ ± ۱/۶	۰/۰۰۳*	۰/۰۰۷#
	مکمل	۷/۲۹ ± ۱/۹	۵/۶۲ ± ۱/۷	۰/۰۰۰*	
	تمرین ترکیبی	۷/۶ ± ۱/۹	۵/۰۷ ± ۱/۵	۰/۰۰۰*	
	تمرین ترکیبی+ مکمل	۷/۳ ± ۱/۴۸	۴/۵۷ ± ۱/۴۸	۰/۰۰۰*	

#. نشانه اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های مطالعه، * نشانه اختلاف معنی دار در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه‌های مطالعه، (P<۰/۰۵).

بحث

امروزه دیابت به عنوان یکی از عوامل اصلی مرگ و میر در کشورهای در حال توسعه در نظر گرفته می‌شود. از عوامل اصلی مرگ و میر در افراد دیابتی، بیماری‌های قلبی عروقی است که در اثر دیابت به وجود می‌آید. نتایج پژوهش حاضر کاهش سطح فیبرینوژن و ویسکوزیته در هر سه گروه مکمل، تمرین و تمرین مکمل را نشان داد. از علائم اصلی بیماری دیابت نوع ۲، ترومبوز (تشکیل لخته خونی) است که به‌دلیل افزایش فعالیت عوامل انعقادی و بهم‌خوردن تعادل در دستگاه هموستاز اتفاق می‌افتد (۱۸).

در ارتباط با اثر تمرین ورزشی بر فیبرینوژن پلاسما نتایج متناقض است. برخی مطالعات افزایش فیبرینوژن را پس از یک دوره تمرین مقاومتی و یا هوازی (۱۹، ۲۰) و برخی کاهش آن را نشان داده‌اند (۲۲،۲۱). سازوکارهای مرتبط با کاهش فیبرینوژن ناشی از فعالیت هوازی و یا قدرتی به چندین عامل نسبت داده شده است که از جمله به بهبود سیستم قلبی‌عروقی، کاهش درصد چربی آزمودنی‌ها و در نتیجه کاهش تولید سایتوکین‌های التهابی، کاهش وزن و افزایش حساسیت انسولینی را می‌توان نام برد (۲۳). همچنین گزارش شده‌است که در نتیجه تمرین هوازی و افزایش پلاسمای خون (کاهش در ویسکوزیته) ممکن است فاکتورهای انعقادی و فیبرینوژن کاهش یابند (۲۲). در ارتباط با ویسکوزیته خون بیان شده که ویسکوزیته پلاسما و هماتوکریت تعیین‌کننده‌های اصلی ویسکوزیته خون و میزان تری‌گلیسرید و پروتئین فیبرینوژن مهمترین شاخص‌های اثرگذار در ویسکوزیته پلاسما می‌باشند (۲۴). همسو با یافته‌های پژوهش حاضر، در یک مطالعه پس از ۱۲-۹ هفته تمرین هوازی در زنان سالم، کاهش ویسکوزیته پلاسما و خون مشاهده شد (۲۵). همچنین در مطالعه دیگری پس از سه ماه تمرین هوازی کاهش فیبرینوژن گزارش شد که این کاهش سبب کاهش تجمع اریتروسیت‌ها و کاهش ویسکوزیته پلاسما و خون شد (۲۶). در مطالعه ما میزان تری-گلیسرید و فیبرینوژن کاهش یافتند که ممکن است علت کاهش ویسکوزیته پلاسما باشد. در ارتباط با مصرف بروکلی و آثار آن در کنترل بیماری‌های قلبی عروقی، ویژگی آنتی-اکسیدانی و اثر آن در بهبود غلظت چربی‌خون قابل توجه می‌باشد (۱۵). هم‌راستا با یافته‌های این مطالعه، در یک مطالعه، افراد مبتلا به دیابت نوع ۲، با مصرف دوزهای متفاوتی از پودر جوانه بروکلی (گروه اول ۱۰ گرم، گروه دوم ۵ گرم و گروه سوم

[Downloaded from journal.jmu.ac.ir on 2026-11-01]

۲ گرم) در مدت ۴ هفته، کاهش گلوکز ناشتای سرم، غلظت سرمی انسولین، شاخص مقاومت انسولینی و پروتئین واکنشگر C را در گروه مصرف کننده ۱۰ گرم در روز نسبت به دیگر گروه‌ها نشان دادند و مشخص شد که جوانه بروکلی به عنوان منبع غنی سولفورفان می‌تواند در بهبود مقاومت انسولینی و شاخص‌های التهابی در مبتلایان به دیابت سودمند باشد (۲۷). در ارتباط با سازوکارهای مرتبط گزارش شده‌است که سولفورفان دارای توان بالایی در فعال‌سازی مسیرهای پیام‌رسانی درون سلولی القاءکننده سیستم دفاع آنتی اکسیدانی می‌باشد و با توجه به تأثیر آنتی اکسیدان‌ها در کاهش مقاومت انسولینی می‌توان اثر بروکلی را بر بهبود مقاومت انسولینی به ویژگی آنتی اکسیدانی سولفورفان نسبت داد (۲۷).

سولفورفان به‌واسطه فعال کردن فاکتور رونویسی (factor-Nrf-2) 2 نقش مهمی در افزایش بیان آنزیم‌ها و پروتئین‌هایی از جمله سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز، NADPH کوئینون-ردوکتاز، گلوتاتیون، گلوتاتیون پراکسیداز، گلوتاتیون–ردوکتاز و گلوتاتیون–S– ترانسفراز و در نتیجه تعدیل وضعیت اکسیدانی–آنتی اکسیدانی بدن دارد (۱۵،۲۷). در پژوهشی روی افراد سالم، مصرف ۱۰۰ گرم جوانه بروکلی تازه به مدت یک هفته سبب کاهش کلسترول تام سرم، سطوح LDL در گروه مردان و افزایش HDL در زنان شد؛ در حالی‌که غلظت HDL در مردان بدون تغییر ماند (۲۸). یافته‌های پژوهش Lee و همکاران (۲۰۰۹) روی موش‌های صحرایی نر نشان داد که تجویز عصاره جوانه بروکلی در دو دوز ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در مقایسه با گروه کنترل سبب کاهش معنی‌دار غلظت LDL، تری‌گلیسرید سرم، نسبت HDL به کلسترول‌تام، شاخص آتروژنیک پلاسما و افزایش کلسترول HDL شد و بیشترین تأثیر نیز در دوز بالا مشاهده گردید (۲۹). در پژوهش دیگری بر افراد با دیابت نوع ۲ کاهش غلظت گلوکز ناشتا و بهبود نیم‌رخ لیپیدی پس از مصرف یک دوره ۴ هفته‌ای پودر بروکلی مشاهده شد (۳۰). چندین سازوکار احتمالی تأثیر ترکیبات اصلی و آنتی اکسیدانی کلم بروکلی در ارتباط با کاهش میزان گلوکز خون، بهبود مقاومت انسولینی و بهبود نیم–رخ لیپیدی به شرح زیر است: ۱– کاهش فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز؛ ۲– قابلیت اتصال به اسیدهای صفراوی، افزایش دفع مدفوع، جلوگیری از بازجذب مجدد کلسترول و در نتیجه تحریک پلاسمایی و کبدی سنتز اسیدهای صفراوی به کلسترول؛ ۳– مهار فعالیت آنزیم آسیل‌کواکلسترول آسیل ترانسفراز روده‌ای و کبدی (افزایش دفع کلسترول)، کاهش استریفیکاسیون اسیدهای چرب و مشارکت در سنتز لیپوپروتئین‌ها (۳۰). در مطالعه حاضر از دلایل کاهش در گلوکز پلاسما، بهبود مقاومت انسولینی و بهبود نیم‌رخ لیپیدی پس از مصرف مکمل بروکلی را می‌توان تغییرات فیبرینوژن و ویسکوزیته پلاسما دانست.

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ۱۲ هفته تمرین ترکیبی به همراه مصرف مکمل کلم بروکلی سبب کاهش معنی‌دار فیبرینوژن، ویسکوزیته، گلوکز خون و مقاومت انسولینی در هر سه گروه مکمل، تمرین و مکمل تمرین شد لذا می‌توان توصیه کرد که این مدل تمرین و این دوز از مکمل کلم بروکلی می‌تواند اثرات مثبتی بر این عوامل خطرزای قلبی عروقی داشته باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان نامه مقطع دکترا با کد ۹۸۴/۴۵/ی و کد اخلاق IR.iaus.REC.256.6018 در دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری می‌باشد. بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی ساری تقدیر می‌شود.

تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافعی بین نویسندگان وجود ندارد.

[Downloaded from journal.jmu.ac.ir on 2026-11-01]

References

References

1. Zouhal H, Sellami M, Saeidi A, Slimani M, Abbassi-Daloii A, Khodamoradi A, et al. Effect of physical exercise and training on gastrointestinal hormones in populations with different weight statuses. Nutrition Reviews. 2019;77(7):455-77.
2. Tanasescu M, Leitzmann MF, Rimm EB, Hu FB. Physical activity in relation to cardiovascular disease and total mortality among men with type 2 diabetes. Circulation. 2003;107(19):2435-9.
3. Isogai Y, Ikemoto S, Kuchiba K, Ogawa J, Yokose T. Abnormal-Blood viscoelasticity in diabetic microangiopathy. Clinical Hemorheology. 1991;11(4):175-82.
4. Ghanbari–Niaki A, Saeidi A, Aliakbari-Beydokhti M, Ardeshiri S, Kolahdouzi S, Chaichi MJ, et al. Effects of circuit resistance training with crocus sativus (saffron) supplementation on plasma viscosity and fibrinogen. Annals of Applied Sport Science. 2015;3(2):1-10
5. Kullo IJ, Ballantyne CM, editors. Conditional risk factors for atherosclerosis. Mayo Clinic Proceedings; 2005: Elsevier.
6. Danesh J, Collins R, Appleby P, Peto R. Association of fibrinogen, C-reactive protein, albumin, or leukocyte count with coronary heart disease: meta-analyses of prospective studies. Jama. 1998;279(18):1477-82.
7. Wood SC, Doyle MP, Appenzeller O. Effects of endurance training and long distance running on blood viscosity. Medicine and Science in Sports and Exercise. 1991;23(11):1265.
8. Banz WJ, Maher MA, Thompson WG, Bassett DR, Moore W, Ashraf M, et al. Effects of resistance versus aerobic training on coronary artery disease risk factors. Experimental Biology and Medicine. 2003;228(4):434-40.
9. Neuhaus D, Gaehtgens P. Haemorrheology and long term exercise. Sports Medicine. 1994;18(1):10-21.
10. Dolinsky VW, Rogan KJ, Sung MM, Zordoky BN, Haykowsky MJ, Young ME, et al. Both aerobic exercise and resveratrol supplementation attenuate doxorubicin-induced cardiac injury in mice. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism. 2013;305(2): 243-53.
11. Cardenia V, Rodriguez-Estrada MT, Lorenzini A, Bandini E, Angeloni C, Hrelia S, et al. Effect of broccoli extract enriched diet on liver cholesterol oxidation in rats subjected to exhaustive exercise. The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology. 2017;169:137-44.
12. Ragasa C, Ng V, Torres O, Sevilla N, Uy K, Tan M, et al. Sterols, triglycerides and essential fatty acid constituents of Brassica oleracea varieties, Brassica juncea and Raphanus sativus. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research. 2013;5(12):1237-43.
13. Hordern MD, Dunstan DW, Prins JB, Baker MK, Singh MAF, Coombes JS. Exercise prescription for patients with type 2 diabetes and pre-diabetes: a position statement from Exercise and Sport Science Australia. Journal of Science and Medicine in Sport. 2012;15(1):25-31.
14. Bahadoran Z, Mirmiran P, Hosseinpanah F, Hedayati M, Hosseinpour-Niazi S, Azizi F. Broccoli sprouts reduce oxidative stress in type 2 diabetes: a randomized double-blind clinical trial. European Journal of Clinical Nutrition. 2011;65(8):972.
15. Saeidi A, Jabbour G, Ahmadian M, Abbassi-Daloii A, Malekian F, Hackney AC, et al. Independent and Combined Effects of Antioxidant Supplementation and Circuit Resistance Training on Selected Adipokines in Postmenopausal Women. Frontiers in physiology. 2019;10(2):134-45.
16. Ghanbari-Niaki A, Behzad Khameslo M, Tayebi SM. Effect of Pyramidal Training on Plasma Lipid Profile and Fibrinogen, and Blood Viscosity of Untrained Young Men. Annals of Applied Sport Science. 2013;1(3):47-56.
17. Sugawara J, Hayashi K, Kurachi S, Tanaka T, Yokoi T, Kurachi K. Age-related effects of regular physical activity on hemostatic factors in men. Journal of Thrombosis and Thrombolysis. 2008;26(3):203-10.
18. Khajueinejhad M, Habibi AH, Ranjbar R. The effect of six weeks aerobic training on fibrinogen and some of the coagulation factors in women with type 2 diabetes. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2016;15(1):55-62. (in Persian)
19. Simpson RJ, Florida-James GD, Whyte GP, Guy K. The effects of intensive, moderate and downhill treadmill running on human blood lymphocytes expressing the adhesion/activation molecules CD54 (ICAM-1), CD18 (β 2 integrin) and CD53. European Journal of Applied Physiology. 2006;97(1):109-21.
20. Parsian HA, Seyedalangi SZ, Ghazalian F, Soheyli S, Khanali F, Shirvani H. Effects of strength training on c-reactive protein and. Journal of Ilam University of Medical Sciences. 2010;18(3):1-9. (in Persian)
21. Dehghan S, Faramarzi M. The effect of 8-week low impact aerobic exercise on plasma fibrinogen

[Downloaded from journal.jmu.ac.ir on 2026-11-01]

concentration in old women. International Journal of Applied Exercise Physiology. 2013;2(1):40-5.
22. Turk JR, Carroll JA, Laughlin MH, Thomas TR, Casati J, Bowles DK, et al. C-reactive protein correlates with macrophage accumulation in coronary arteries of hypercholesterolemic pigs. Journal of Applied Physiology. 2003;95(3):1301-4.
23. Lowe G, Lee A, Rumley A, Price J, Fowkes F. Blood viscosity and risk of cardiovascular events: the Edinburgh Artery Study. British journal of haematology. 1997;96(1):168-73.
24. Immanuel S, Bororing S, Dharma R. The effect of aerobic exercise on blood and plasma viscosity on cardiac health club participants. Acta Medica Indonesiana. 2006;38(4):185-8.
25. Baskurt OK. Pathophysiological significance of blood rheology. Turkish Journal of Medical Sciences. 2003;33(6):347-55.
26. Baghadam M, Mohamadzadeh salamat KH , Azizbeidi K, Baesi K. The effect of 8 weeks aerobic training on cardiac pgc-1α and plasma irisin in stz-induced diabetics rats. Iranian Journal of Diabetes and Lipid Disorders. 2012;11(2):148-53. (in Persian)
27. Xue M, Qian Q, Adaikalakoteswari A, Rabbani N, Babaei-Jadidi R, Thornalley PJ. Activation of nf-e2–related factor-2 reverses biochemical dysfunction of endothelial cells induced by hyperglycemia linked to vascular disease. Diabetes. 2008;57(10):2809-17.
enzymes in the human upper airway. Clinical Immunology. 2009;130(3):244-51.
28. Lee JJ, Shin HD, Lee YM, Kim AR, Lee MY. Effect of broccoli sprouts on cholesterol-lowering and anti-obesity effects in rats fed high fat diet. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition. 2009;38(3):309-18.
29. Bahadoran z, Mirmiran P, Mohtadinia J, Hedayati M, Shakeri N, Hosseinpanah F, et al. Effects of broccoli sprout powder on fasting serum glucose and lipid profiles in type 2 diabetic patients. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism. 2011;13(1):18-25. (in Persian)
30. Dunn SE, LeBlanc GA. Hypocholesterolemic properties of plant indoles: Inhibition of acyl-CoA: cholesterol acyltransferase activity and reduction of serum LDL/VLDL cholesterol levels by glucobrassicin derivatives. Biochemical Pharmacology. 1994;47(2):359-64.

[Downloaded from journal.jmu.ac.ir on 2026-11-01]

Exploring the effect of broccoli on some cardiovascular risk factors and insulin resistance with combined aerobic-resistance exercise training in men with type 2 diabetes

Received: 30 Dec 2019 Accepted: 28 Feb 2020

Nasrin Gelardi[1], Parvin Farzanegi[*2], Hajar Abasszadeh[3]

1. Phd student, Department of Exercise Physiology, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran 2. Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran 3. Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran

Abstract

Introduction: Diabetes is one of the leading causes of mortality in developing countries. The aim of this study was to investigate The effect of broccoli powder supplementation along with combined exercise training on some cardiovascular risk factors and insulin resistance in men with type 2 diabetes.

Materials and Methods: For this purpose, 44 volunteer diabetic men after homogenization based on individual characteristics were randomly divided into 4 groups of 11 individuals including exercise-supplement group, exercise-placebo group (exercise), control-supplement group (supplement), control-placebo (controls. Combined exercise program included 12 weeks, three sessions per week. Broccoli supplement was also 10 grams per day for 12 weeks.

Results: Between analysis showed that there was a significant difference between the groups of control with another groups in fibrinogen (P=0.008), viscosity (P=0.029) and insulin resistance (P=0.007). Significant changes in the measured indices were also observed in the within-group of supplement, exercise and exercise-supplement changes (P <0.05).

Conclusion: The results of this study showed that 12 weeks of combined exercise with broccoli supplement significantly reduced fibrinogen, viscosity, blood glucose and insulin resistance in all three groups of exercise- supplement, exercise and supplement. Therefore, incorporating broccoli into the diet can partially prevent the risky effects of type 2 diabetes.

Key Words: Combined Training, Broccoli, Insulin resistance, Type 2 Diabetes

***Corresponding Author:** Associate Professor of Department of Exercise Physiology, Sari branch, Islamic Azad University, Sari, Iran

Email: parvin.farzanegi@gmail.com **Tel:** +98 1134445814 **Fax:** +98 1143217124

[Downloaded from journal.jmu.ac.ir on 2026-11-01]