

Effect of Eight Weeks Aerobic Training and Supplementation of Green Tea on Apelin Plasma Levels and Insulin Resistance in Elderly Women with Type 2 Diabetes

Farzam Sobhani¹,
Rouhollah Haghshenas²,
Mostafa Rahimi³

¹ MSc Exercise Physiology, Faculty of Humanities, Semnan University, Semnan, Iran

² Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Humanities, Semnan University, Semnan, Iran

³ Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

(Received November 20, 2017 ; Accepted August 27, 2018)

Abstract

Background and purpose: Aging is an important phenomenon. The aim of this study was to evaluate the effect of eight weeks of aerobic training and supplementation of green tea on plasma apelin levels and insulin resistance in elderly women with type 2 diabetes.

Materials and methods: In this quasi experimental research with pre–post-test design, 44 subjects were randomly selected from elderly women in Babol Diabetes Association, Iran. They were divided into 4 groups (n= 11 per group): exercise+supplement, exercise+placebo, supplement, and control. The exercise groups were trained for 8 weeks, 3 times per week, every session 60-minutes Nordic walking at 50 to 75% maximum heart rate. Supplement groups used green tea tablets and the placebo group used wheat flour capsules three times a day in a double-blind manner. Blood samples were collected from all subjects in fasting conditions, 48 hours before and after the exercises. The ELISA method was used to measure the biochemical variables. Univariate and multivariate analysis of variance were used for data analysis.

Results: Univariate analysis of variance showed a statistically significant effect of the group on glucose, insulin, and insulin resistance ($P<0.001$) and a non-significant effect on apelin ($P= 0.333$). Also, based on the effect size, the exercise+supplement showed greater effects on insulin ($\eta=0.39$, $P<0.001$), insulin resistance ($\eta=0.38$, $P=0.001$), and glucose level ($\eta=0.36$, $P<0.001$).

Conclusion: According to current findings, the Nordic walking and supplementation of green tea improved insulin resistance and glucose level in elderly patients with type 2 diabetes. So, it could be of great benefit in maintaining physical fitness of the elderly.

Keywords: Elderly, Diabetes, Apelin, Nordic walking, Green tea

J Mazandaran Univ Med Sci 2019; 28 (170): 84-93 (Persian).

* **Corresponding Author:** Rouhollah Haghshenas - Faculty of Humanities, Semnan University, Semnan, Iran
(E-mail: rhm@semnan.ac.ir)

تأثیر هشت هفته تمرین هوازی و مکمل دهی چای سبز بر سطوح پلاسمایی آپلین و مقاومت به انسولین زنان سالمند مبتلا به دیابت نوع ۲

فرزام سبحانی^۱
روح الله حق شناس^۲
مصطفی رحیمی^۳

چکیده

سابقه و هدف: پدیده سالمندی موضوعی دارای اهمیت می باشد. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر هشت هفته تمرین هوازی و مکمل دهی چای سبز بر سطوح پلاسمایی آپلین و مقاومت به انسولین زنان سالمند مبتلا به دیابت نوع ۲ بود.

مواد و روش ها: در این مطالعه نیمه تجربی با طرح پیش آزمون- پس آزمون، ۴۴ نفر از زنان سالمند عضو انجمن دیابت شهرستان بابل، انتخاب و در ۴ گروه ۱۱ نفری، شامل گروه تمرین + مکمل، تمرین + دارونما، مکمل و کنترل تقسیم شدند. گروه های تمرین به مدت ۸ هفته، سه جلسه ۶۰ دقیقه ای در هفته، تمرین پیاده روی نوردیک با شدت ۵۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره را انجام دادند. گروه مکمل، سه بار در روز به روش دوسو کور قرص های چای سبز و گروه دارونما کپسول های حاوی آرد گندم را مصرف کردند. نمونه های خون آزمودنی ها، قبل از شروع پروتکل و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین جمع آوری شد. از روش الایزا برای اندازه گیری متغیرهای بیوشیمیایی و از روش های آماری تحلیل واریانس تک و چند متغیره برای تجزیه و تحلیل داده ها استفاده شد.

یافته ها: نتایج تحلیل واریانس تک متغیره، نشان از معنی داری آماری اثر گروه در سه متغیر گلوکز، انسولین و مقاومت انسولینی با $p < 0/001$ و عدم معناداری آماری در متغیر آپلین با $p = 0/333$ داشت. هم چنین بر اساس اندازه اثرهای مشاهده شده، گروه تمرین + مکمل نسبت به سایر گروه ها، تأثیر بیش تری بر متغیرهای انسولین ($\eta^2 = 0/39$, $p < 0/001$)، مقاومت انسولینی ($\eta^2 = 0/38$, $p < 0/001$) و گلوکز ($\eta^2 = 0/36$, $p < 0/001$) داشت.

استنتاج: بر اساس یافته های پژوهش حاضر، انجام تمرینات نوردیک به همراه مکمل چای سبز، از طریق بهبود شاخص مقاومت به انسولین و گلوکز بیماران دیابت نوع ۲ می تواند در حفظ آمادگی جسمانی سالمندان تأثیر به سزایی داشته باشد.

واژه های کلیدی: سالمندی، دیابت، آپلین، پیاده روی نوردیک، چای سبز

مقدمه

شیوه زندگی جدید که با کاهش فعالیت بدنی، تغذیه نامناسب و استرس مداوم همراه شده است، از مهم ترین علل افزایش شیوع دیابت است (۱، ۲). مطالعات اپیدمیولوژی نشان دهنده رابطه مستقیم بین عوامل خطر بیماری زای قلبی- عروقی، چاقی و دیابت است (۳). این رابطه نشان دهنده نقش مهم آدیپوکاین ها در عوارض

E-mail: rhm@semnan.ac.ir

مؤلف مسئول: روح الله حق شناس - سمنان: دانشگاه سمنان، دانشکده علوم انسانی

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

۲. استادیار، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

۳. استادیار، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۸/۲۹ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۳۹۶/۹/۴ تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۶/۵

مربوط به دیابت نوع ۲ می‌باشد (۵،۴). آپلین (Apelin) که توسط پروفیسور فوجینو در سال ۱۹۹۸ کشف شد (۶)، آدیپوکاینی است که اثرات مفید آن در برابر فاکتورهای خطرزای قلبی و عروقی و مقاومت به انسولینی مشخص شده است (۷) و با دیابت نوع ۲ ارتباط نزدیکی دارد (۸). آپلین علاوه بر بافت چربی از بافت‌هایی مانند ریه، کبد، کلیه، عضله اسکلتی و قلب ترشح شده و در جریان خون (۹) و سیستم عصبی مرکزی نیز یافت می‌شود (۱۰). آپلین گلوکز مصرفی را مستقیماً از طریق گیرنده APJ (Angiotensin receptor-like receptor APJ (Apelin) (receptor) و مسیر پیام رسانی متصل به G_i و فعال‌سازی پروتئین کیناز فعال شونده با آدنوزین مونوفسفات (5' adenosine monophosphate-activated protein kinase) AMPK افزایش می‌دهد و با اثری مشابه انسولین باعث فعال شدن $glut4$ (Glucose transporter 4) در سلول شده و با افزایش جذب گلوکز در بافت‌های چربی و عضله، در تنظیم قند خون، نقش مهمی را ایفا می‌کند (۱۱،۱۲). گیرنده APJ با چندین زیرواحد گیرنده G_i پروتئین جفت شده (G_i protein-coupled) مرتبط بوده (۱۳) و نشان داده شده است که در بیماران دیابتی، همراه با مقاومت انسولین و بالا بودن انسولین، بیان آپلین از طریق فعال‌سازی مسیرهای سیگنالی فسفو اینوزیتید کیناز ۳ (PI3k-Phosphoinositide 3-kinase)، پروتئین کیناز c و پروتئین کیناز فعال کننده میتوژن (MAPK- Mitogen-activated protein kinase) در بافت چربی افزایش پیدا می‌کند (۱۴). تنظیم و کنترل سطح آپلین از طریق فعالیت‌های ورزشی در تحقیقات جدید گزارش شده است (۱۵).

در پژوهشی با بررسی تاثیر هشت هفته تمرین استقامتی بر بافت چربی و ترشحات آدیپوکاینی، افزایش سطوح آپلین در عضلات مشاهده شد و در بافت چربی این افزایش رخ نداد که علت این افزایش را ناشی از فعالیت AMP حلقوی و کلسیم گزارش کرده و در میزان سطوح آپلین پلاسمایی تغییری مشاهده

نکرده‌اند (۱۶). افشانپور و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که هشت هفته تمرین ترکیبی در مردان دیابتی نوع ۲ باعث افزایش سطوح آپلین می‌شود (۱۷).

از طرفی، Krist و همکاران پس از دوازده هفته فعالیت ورزشی همراه با برنامه کاهش وزن، افزایش بیان ژن آپلین در بافت چربی و کاهش آن را در سرم افراد چاق و مبتلا به دیابت نوع ۲ پس از عمل جراحی و برداشت چربی، مشاهده کردند (۱۸). در برخی مطالعات بالینی گزارش شده است که در افراد چاق و مقاوم به انسولین، سطوح آپلین افزایش پیدا می‌کند و با کاهش وزن بدن، سطوح خونی آپلین کاهش پیدا می‌کند (۱۹). امروزه درمان سنتی بیماری‌های غیر واگیر از قبیل چاقی و دیابت با استفاده از برخی گیاهان و یا عصاره‌های گیاهی در سراسر جهان مورد توجه قرار گرفته است (۲۰). چای سبز (Green tea) حاوی مقدار زیاد ترکیبات پلی فنلی با ظرفیت آنتی اکسیدان بالا به نام کاتچین است (۲۱) که میزان جذب چربی توسط بدن را پایین می‌آورد (۲۲) و به عنوان یک ماده ضد پیری (۲۳)، ضد سکنه مغزی (۲۴)، ضد سرطان (۲۵) و ضد دیابت (۲۶) شناخته شده است.

اجزای تشکیل دهنده چای سبز از جمله کافئین، تثانین به عنوان مواد ضد التهاب و آنتی اکسیدانی شناخته شده است که در بهبود مقاومت به انسولین و کاهش چاقی نقش دارد (۲۷). مشخص شده است هنگامی که چای سبز با ورزش همراه باشد در مقایسه با زمانی که مصرف چای سبز یا ورزش به تنهایی صورت گیرد، چربی سوزی بدن موش‌ها بیش تر اتفاق می‌افتد (۲۸). لذا با توجه به تأثیر جداگانه آپلین و چای سبز بر روی مقاومت به انسولین و نقش تمرین‌های ورزشی و با توجه به اهمیت شرایط ویژه در سنین سالمندی و استفاده بیش تر از پروتکل تمرینی و هم‌چنین مکمل گیاهی، هدف پژوهش حاضر بررسی تاثیر ۸ هفته تمرین منظم هوازی و مصرف هم‌زمان چای سبز، بر سطوح آپلین پلاسما، مقاومت انسولینی و حساسیت گلوکزی زنان سالمند دیابتی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون، پس آزمون و به روش دوسو کور می‌باشد که پس از فراخوان، ۴۴ نفر زن سالمند، از بین زنان سالمند عضو انجمن دیابت شهرستان بابل، انتخاب و پس از تکمیل فرم سلامت و رضایت‌نامه کتبی و شرح روند انجام کار مبنی بر اجرای طرح، ارزیابی‌های اولیه و مراحل پیش آزمون صورت گرفت و آزمودنی‌ها به صورت تصادفی با استفاده از نرم‌افزار NCSS PASS 11 در ۴ گروه ۱۱ نفری گروه کنترل ($n=11$)، گروه مکمل چای سبز ($n=11$) که یک نفر به علت مهاجرت و عدم ادامه شرکت در تحقیق حذف شد ($n=10$)، گروه تمرین هوازی و مکمل ($n=11$) و گروه تمرین هوازی و دارونما ($n=11$) قرار گرفتند. شرایط ورود به پژوهش شامل ابتلا به دیابت نوع ۲ حداقل به مدت ده سال که از سوی انجمن دیابت شهرستان بابل تایید گردید، عدم سابقه اجرای تمرین و یا حرکات منظم ورزشی در ۶ ماه گذشته، عدم ابتلا به بیماری‌های زمینه‌ای مانند بیماری‌های قلبی، کلیوی، مفصلی و... بود. آزمودنی‌ها ابتدا فرم رضایت‌نامه و سپس پرسش‌نامه سلامت را تکمیل نمودند. در تمام مراحل اجرای پژوهش، این اطمینان به آزمودنی‌ها داده شده بود که در صورت عدم تمایل به ادامه کار به هر دلیلی، امکان ترک پژوهش را دارند. هم‌چنین در ابتدای کار هنگام پر کردن فرم مشخصات فردی و رضایت‌نامه متعهد شدیم تا تمام اطلاعات شخصی و شرح بیماری‌ها و درمان‌ها در سوابق پزشکی آزمودنی‌ها به صورت محرمانه حفظ شود. جهت آشناسازی آزمودنی‌ها یک هفته قبل از شروع پروتکل، زیر نظر پزشک متخصص شرایط آزمودنی‌ها از لحاظ سلامتی ارزیابی و پروتکل تمرین در مدت آشناسازی آموزش داده شد.

پروتکل تمرین: در پژوهش حاضر از پروتکل تمرین پیاده‌روی نوردیک، با استفاده از چوب دستی‌های ویژه پیاده‌روی سه روز در هفته (روزهای

زوج)، به مدت ۸ هفته استفاده شد. مدت زمان هر جلسه ۶۰ دقیقه بود و حدود ساعت ۱۱ تا ۱۳ صبح و رعایت حداقل فاصله زمانی دو ساعت بعد از مصرف انسولین، اجرا شد (۲۹). یک هفته قبل از شروع فرآیند تمرین، ضمن آموزش نحوه استفاده از چوب دستی‌ها، با اندازه‌گیری ضربان قلب استراحت و با به کارگیری فرمول محاسباتی کارونن، حداکثر ضربان قلب و ضربان قلب ذخیره آزمودنی‌ها محاسبه شد و جلسات تمرینی با شدت ۵۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره زیر نظر مربی کار آزموده شروع و هر هفته حدود ۵ تا ۷ درصد با بالا بردن سرعت پیاده‌روی به تعداد ضربان قلب هدف اضافه می‌شد، تا در نهایت در هفته هشتم به محدوده شدت تمرینی ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره رسید. با استفاده از متر و ترازوی دیجیتالی به ترتیب قد و وزن آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. از بلیت و ساعت پلار برای کنترل فشار تمرین بر روی بدن آزمودنی‌ها استفاده شد.

دو گروه مکمل + تمرین و گروه مکمل، روزانه ۳ عدد قرص ۵۰۰ میلی گرمی چای سبز را که از شرکت کشت و صنعت و داروسازی گیاه اسانس دکتر سلیمانی، واقع در شهرستان گرگان تهیه شده بود، بعد از هر وعده غذایی میل کردند. از آرد بو داده گندم به عنوان دارونما برای گروه تمرین + دارونما استفاده شد.

برای اندازه‌گیری سطوح اپلین، گلوکز و انسولین، مقدار ۵ سی‌سی خون از سیاهرگ بازویی آزمودنی‌ها، پس از ۱۲ ساعت ناشتایی، در دو مرحله پیش آزمون و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین بین ساعت ۸ الی ۱۰ صبح گرفته شد. نمونه‌ها بلافاصله درون لوله‌های محتوی EDTA ریخته و با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه، در ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ و در شرایط انجماد ۳۰- درجه سانتی‌گراد جهت انجام مراحل بعدی نگهداری شد. از دستگاه الایزایدر و روش الایزا، ارزیابی سطوح پلاسمایی اپلین، با استفاده از کیت ZELL BIO، انجام شد. ارزیابی سطوح قند خون ناشتا،

جدول شماره ۲: مقایسه میانگین آپلین، گلوکز، انسولین و مقاومت انسولینی در دو مقطع زمانی به تفکیک گروه های مختلف

منبع و بسته	گروه	میانگین (انحراف معیار)	میانگین (انحراف معیار)	سطح معنی داری
اپلین (Pg/ml)	کنترل	۲/۴۷ (۰/۵۹)	۲/۷۲ (۰/۳۷)	۰/۲۴۹
	مکمل ورزش	۲/۰۰ (۰/۴۶)	۲/۶۰ (۰/۳۵)	۰/۰۰۳
	مکمل	۲/۰۶ (۰/۴۷)	۲/۷۴ (۰/۲۵)	۰/۰۰۱
	تمرین + دارونما	۲/۲۸ (۰/۴۵)	۲/۷۲ (۰/۴۲)	۰/۰۲۰
گلوکز (mg/dl)	کنترل	۱۲۱/۵۵ (۲۴/۸۹)	۱۱۹/۴۹ (۲۴/۱۷)	۰/۰۰۲
	تمرین + مکمل	۱۳۳/۵۵ (۱۹/۹۵)	۱۰۷/۹۱ (۱۸/۰۰)	۰/۰۰۳
	مکمل	۱۲۳/۹۰ (۲۶/۱۶)	۱۳۳/۵۰ (۲۱/۵۷)	۰/۸۹۲
	تمرین + دارونما	۱۰۹/۳۶ (۲۰/۴۶)	۱۰۲/۴۵ (۲۰/۹۶)	۰/۰۲۸
انسولین (mg/dl)	کنترل	۲۵/۸۹ (۵/۳۰)	۲۶/۷۱ (۴/۹۲)	۰/۱۳۱
	تمرین + مکمل	۲۶/۳۱ (۴/۲۵)	۲۳/۰۰ (۳/۴۸)	۰/۰۰۱
	مکمل	۲۶/۴۰ (۵/۵۷)	۲۵/۱۴ (۴/۳۹)	۰/۰۷۹
	تمرین + دارونما	۲۳/۲۹ (۴/۳۶)	۲۰/۸۴ (۴/۲۷)	۰/۰۰۱
مقاومت انسولینی	کنترل	۸/۰۶ (۳/۲۵)	۸/۹۲ (۳/۲۱)	۰/۰۱۲
	تمرین + مکمل	۷/۹۶ (۳/۲۰)	۶/۳۶ (۳/۲۵)	۰/۰۰۹
	مکمل	۸/۱۷ (۳/۳۳)	۷/۵۳ (۲/۸۹)	۰/۱۱۲
	تمرین + دارونما	۶/۵۸ (۲/۲۷)	۵/۴۱ (۲/۰۹)	۰/۰۰۱

پس از بررسی و تایید مفروضات تحلیل واریانس تک و چند متغیره، نتایج تحلیل واریانس چند متغیره، تاثیر معنی دار گروه بر متغیر پنهان که متشکل از متغیرهای آپلین، گلوکز، انسولین و مقاومت انسولینی می باشد مشاهده شد ($wilks\lambda = ۰/۴۸$ ، $Partial\ Eta\ Square = ۰/۲۲$ ، $p = ۰/۰۰۵$). با توجه به معناداری تحلیل واریانس چند متغیره، اثر گروه با استفاده از تحلیل واریانس تک متغیره بر تک تک متغیرهای آپلین، گلوکز، انسولین و مقاومت انسولینی بررسی شد. نتایج تحلیل واریانس تک متغیره، نشان از معنی داری آماری اثر گروه در سه متغیر گلوکز، انسولین و مقاومت انسولینی با $p < ۰/۰۰۱$ و عدم معناداری آماری در متغیر آپلین با $p = ۰/۳۳۳$ داشت. بررسی برآورد پارامتر، اندازه اثر و معنی داری آماری مقایسه هر گروه با در نظر گرفتن گروه کنترل به عنوان رسته مرجع در جدول شماره ۳ نشان داده شده است.

هم چنین نمودار شماره ۱، روند تغییر آپلین، گلوکز، انسولین و مقاومت انسولینی در دو زمان پیش آزمون و پس آزمون به تفکیک گروه نشان می دهد.

با استفاده از روش اندازه گیری آنزیمی - کالری متری و کیت پارس آزمون، انجام شد. ارزیابی سطوح مقاومت به انسولین، با استفاده از فرمول مدل همئوستاز (HOMA-IR) به صورت زیر محاسبه شد:

مقاومت به انسولین = غلظت گلوکز * ($\mu\text{mol/l}$) / غلظت انسولین ($\mu\text{U/ml}$) / 5/2

برای تجزیه و تحلیل آماری داده ها، از نرم افزار IBM SPSS Statistics نسخه ۲۴ و بسته MVN نرم افزار R نسخه ۳.۲.۳، استفاده گردید. ابتدا مفروضات تحلیل واریانس چند متغیره با استفاده از آزمون ماردیا برای طبیعی بودن داده ها و آزمون Box's M برای همگنی ماتریس واریانس - کوواریانس بررسی گردید (۱۸). هم چنین مفروضات تحلیل واریانس تک متغیره با استفاده از آزمون دی آگوستینو برای نرمال بودن داده های تک متغیره و آزمون لون برای بررسی همگنی واریانس ها استفاده گردید. پس از محاسبه اختلاف میانگین پیش و پس آزمون، از آزمون های تحلیل واریانس تک و چند متغیره برای بررسی تاثیر گروه بر متغیرهای تحقیق استفاده شد. از آزمون تعقیبی توکی برای مشخص شدن تغییر فاکتورهای اندازه گیری شده در پس آزمون نسبت به پیش آزمون استفاده گردید. در تمام آزمون ها سطح معنی داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته ها

تحلیل های اولیه اختلاف معنادار آماری میان سن، قد و وزن در ابتدای مطالعه چهار گروه مطالعه نشان نداد (جدول شماره ۱).

جدول شماره ۱: مقایسه ویژگی های توصیفی میان گروه های مختلف مطالعه

ویژگی های توصیفی	تمرین + دارونما	مکمل	تمرین + مکمل	کنترل	سطح معنی داری *
سن (سال)	۶۰/۹۱ ± ۶/۹۳	۶۲/۵۲ ± ۵/۳۶	۶۲/۵۵ ± ۶/۱۰	۶۰/۸۳ ± ۴/۹۰	۰/۸۰۵
قد (سانتی متر)	۱۵۹/۰۸ ± ۴/۹۰	۱۵۷/۸۰ ± ۵/۳۸	۱۵۷/۵۴ ± ۵/۱۴	۱۵۸/۵۰ ± ۴/۹۶	۰/۹۲۱
وزن (کیلوگرم)	۶۹/۸۵ ± ۲/۸۸	۶۶/۱۲ ± ۲/۹۶	۶۸/۳۵ ± ۱۵/۲۶	۶۷/۱۲ ± ۱۱/۲۲	۰/۸۶۱

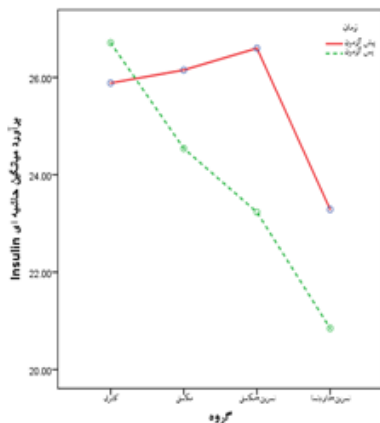
* بر اساس آزمون آنالیز واریانس آمار توصیفی مربوط به متغیرهای آپلین، گلوکز، انسولین و مقاومت انسولینی در دو مقطع زمانی پیش آزمون و پس آزمون در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

جدول شماره ۳: برآورد پارامتر و اندازه اثر هر گروه بر متغیرهای

اپلین، گلوکز، انسولین و مقاومت انسولینی

متغیر وابسته	گروه	β (S.E)	اندازه اثر	سطح معنی داری
اپلین (Pg/ml)	کنترل		رسته مرجع	
	تمرین + مکمل	۰/۳۳ (۰/۲۴)		۰/۱۶۹
	مکمل	۰/۴۲ (۰/۲۴)		۰/۰۹۲
گلوکز (mg/dl)	تمرین + دارونما	۰/۱۸ (۰/۲۴)		۰/۴۶۰
	کنترل		رسته مرجع	
	تمرین + مکمل	-۲۵/۳۶ (۵/۴۸)		<۰/۰۰۱
انسولین (mg/dl)	مکمل	-۱۰/۱۳ (۵/۶۱)		۰/۰۷۹
	تمرین + دارونما	-۱۶/۶۴ (۵/۴۸)		۰/۰۰۴
	کنترل		رسته مرجع	
مقاومت انسولینی	تمرین + مکمل	-۴/۱۳ (۰/۸۳)		<۰/۰۰۱
	مکمل	-۲/۰۹ (۰/۸۴)		۰/۰۱۸
	تمرین + دارونما	-۳/۲۷ (۰/۸۳)		<۰/۰۰۱
مقاومت انسولینی	کنترل		رسته مرجع	
	تمرین + مکمل	-۲/۴۵ (۰/۵۰)		<۰/۰۰۱
	مکمل	-۱/۵۰ (۰/۵۲)		۰/۰۰۶
	تمرین + دارونما	-۲/۰۲ (۰/۵۰)		<۰/۰۰۱

* β : مقدار برآورد پارامتر، S.E: خطای معیار پارامتر

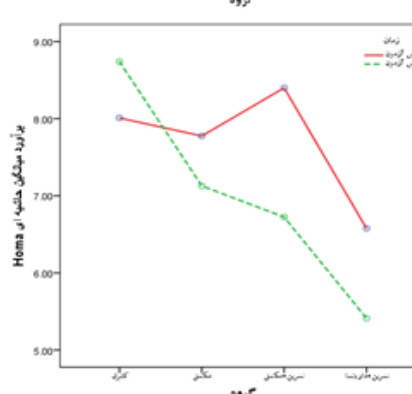
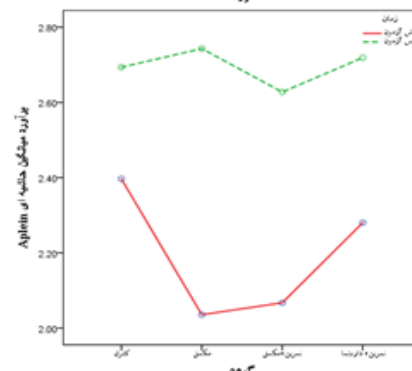
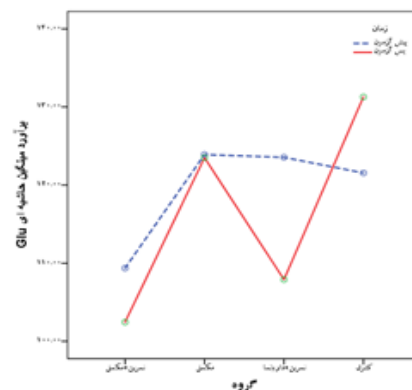


نمودار شماره ۱: روند تغییر اپلین، گلوکز، انسولین و مقاومت انسولینی در دو زمان پیش آزمون و پس آزمون به تفکیک گروه

بحث

نتایج تحلیل واریانس تک متغیره، اثر معنادار گروه بر سه متغیر گلوکز، انسولین و مقاومت انسولینی را نشان داد، اما در متغیر اپلین تأثیر معنی داری مشاهده نشد. بررسی برآورد پارامتر، اندازه اثر و معنی داری آماری مقایسه هر گروه با در نظر گرفتن گروه کنترل به عنوان رسته مرجع در جدول شماره ۳ نشان داده شده است. همان طور که در نمودار شماره ۱ و جدول شماره ۳ مشاهده می شود، به ترتیب هشت هفته تمرین، تمرین + مکمل و سپس مصرف مکمل چای سبز تأثیر بیش تری بر متغیر اپلین داشته اند که این تأثیر از لحاظ آماری معنی دار نبود. اما در سه متغیر دیگر یعنی گلوکز، انسولین و مقاومت انسولینی گروه تمرین + مکمل، سپس تمرین و بعد مکمل بیش ترین تأثیر را داشته اند و در واقع این نتایج نشان می دهد که ترکیب هشت هفته تمرین پیاده روی نورودیک و مکمل چای سبز تأثیر بیش تری بر گلوکز، انسولین و مقاومت انسولینی زنان سالمند مبتلا به دیابت نوع ۲ دارد، اما در رابطه با اپلین تأثیر تمرین بیش تر می باشد.

در همین راستا Kadoglou و همکاران (۲۰۱۲)، نشان دادند که ۱۲ هفته تمرین استقامتی باعث افزایش اپلین در افراد دیابتی چاق شد که شاید بتوان اظهار



داشت که طول مدت تمرین برای تغییر در میزان آپلین مؤثر می‌باشد (۱۵). شیبانی و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقی مشابه پژوهش حاضر و با آزمودنی‌های زن چاق اما جوان‌تر، افزایش میزان آپلین را مشاهده نمودند که تفاوت در نتایج را می‌توان مربوط به مدت تمرین و تفاوت سن آزمودنی‌ها دانست (۳۰). در پژوهش حاضر مصرف مکمل چای سبز تا حدودی بر گلوکز و انسولین تأثیر گذار بود و ترکیب آن با تمرین تأثیر بیش‌تری داشت. در همین راستا نشان داده شده است که مصرف منظم چای سبز برای بهبود چاقی رژیم غذایی ناشی از چربی بالا و دیابت نوع ۲ مفید است (۳۱).

اجزای تشکیل دهنده چای سبز از جمله کافئین، تئانین به عنوان مواد ضد التهاب و آنتی اکسیدانی شناخته شده است که در بهبود مقاومت به انسولین و کاهش چاقی نقش دارد (۳۲). اصلی‌ترین مکانیسم اثر چای سبز بر دیابت به این صورت است که باعث مهار فعالیت آنزیم آمیلاز بزاق در روده (آنزیم مسئول هضم نشاسته) می‌شود. با مهار فعالیت این آنزیم، نشاسته با سرعت بسیار آهسته‌ای می‌شکند و در نتیجه قند خون با سرعت کمی بالا می‌رود. مصرف چای سبز به همراه یک وعده غذایی سرشار از کربوهیدرات منجر به کاهش سرعت رها شدن گلوکز و کاهش جذب آن می‌شود و به این وسیله از ترشح انسولین جلوگیری می‌کند (۳۳).

Shehata (۲۰۱۵) در تحقیقی که بر روی اثر آپلین بر سطح سرمی گلوکز و انسولین، انجام داد، نشان داد آپلین سطح گلوکز خون را در بیماران دیابتی کاهش می‌دهد (۳۴)، اما در پژوهش حاضر علی‌رغم تغییر در گلوکز و انسولین، تغییری در آپلین مشاهده نشد. البته باید به زمان دریافت چای سبز و دوز مصرفی آن نیز توجه داشت. چنانچه در رابطه با تأثیر عصاره چای سبز در کاهش وزن همراه با تمرینات ورزشی گزارش شده است که مصرف عصاره چای سبز پیش از تمرینات

بدنی باعث از دست دادن ۱۷ درصد چربی بیش‌تر از گروه کنترل شده بود و حساسیت به انسولین و تحمل گلوکز در گروهی که عصاره چای سبز مصرف کرده بودند افزایش یافت (۳۵)، که تاییدی بر یافته‌های پژوهش حاضر می‌باشد. هم‌چنین نشان داده شده است که مصرف کوتاه مدت چای سبز و ورزش تأثیری بر گلوکز و انسولین ندارد (۳۶). در این پژوهش به علت بالا بودن سن آزمودنی‌ها و شرایط جسمانی ایشان از پروتکل تمرینی پیاده روی نورودیک استفاده شد. هم‌چنین به علت اینکه شرکت کنندگان سالمند بودند و در معرض آسیب‌های مفصلی قرار داشتند و احتمال داشت که عدم تعادل در آن‌ها به وجود بیاید، برای کمک به آن‌ها از وسایل حمایتی استفاده شد، که سبک تمرینی نورودیک این امکان را فراهم می‌آورد و می‌تواند بسیار کمک‌کننده باشد.

در نهایت یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که ترکیب مکمل چای سبز و تمرین پیاده روی نورودیک در زنان سالمند مبتلا به دیابت نوع ۲ با تنظیم قند خون و انسولین و به دنبال آن کاهش مقاومت به انسولین می‌تواند سبب بهبود وضعیت این افراد گردد. هرچند به دلایلی امکان بررسی این پروتکل در ۸ هفته فراهم گردید، ولی چنانچه طول مدت استفاده از چای سبز و تمرین افزایش یابد چه بسا بتوان فواید بیش‌تری را مشاهده نمود.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل کار پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش در دانشگاه سمنان می‌باشد. در پایان نویسندگان مقاله از کلیه افراد شرکت‌کننده در مطالعه و هم‌چنین جناب آقایان حمید دهقان و محمد اصلانی و باشگاه تخصصی انرژی واقع در شهرستان بابل تحت مدیریت خانم دکتر هدی عبدی به خاطر همکاری در این پژوهش تشکر و قدردانی به عمل می‌آورد.

References

1. Moradi-Lakeh M, Forouzanfar MH, El Bcheraoui C, Daoud F, Afshin A, Hanson SW, et al. High fasting plasma glucose, diabetes, and its risk factors in the eastern mediterranean region, 1990–2013: findings From the Global Burden of Disease Study 2013. *Diabetes Care* 2017; 40(1): 22-29 (Persian).
2. Taheri S, Chagoury O, Zaghloul H, Elhadad S, Ahmed SH, Omar O, et al. Diabetes Intervention Accentuating Diet and Enhancing Metabolism (DIADEM-I): a randomised controlled trial to examine the impact of an intensive lifestyle intervention consisting of a low-energy diet and physical activity on body weight and metabolism in early type 2 diabetes mellitus: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* 2018; 19(1): 284.
3. Armstrong AC, Ambale-Venkatesh B, Turkbey E, Donekal S, Chamera E, Backlund JY, et al. Association of cardiovascular risk factors and myocardial fibrosis with early cardiac dysfunction in type 1 diabetes: The diabetes control and complications trial/Epidemiology of diabetes interventions and complications study. *Diabetes Care* 2017; 40(3): 405-411.
4. Peterson MC. Circulating transforming growth factor β -1: a partial molecular explanation for associations between hypertension, diabetes, obesity, smoking and human disease involving fibrosis. *Med Sci Monit* 2005; 11(7): RA229-RA232.
5. Ghafarian-Alipour F, Ziaee S, Ashoori MR, Zakeri MS, Boroumand MA, Aghamohammadzadeh N, et al. Association between FTO gene polymorphisms and type 2 diabetes mellitus, serum levels of apelin and androgen hormones among Iranian obese women. *Gene* 2018; 641: 361-366.
6. Yang M, Yang G, Dong J, Liu Y, Zong H, Liu H, et al. Elevated plasma levels of chemerin in newly diagnosed type 2 diabetes mellitus with hypertension. *J Investig Med*. 2010; 58(7): 883-886.
7. Zhong JC, Zhang ZZ, Wang W, McKinnie SM, Vederas JC, Oudit GY. Targeting the apelin pathway as a novel therapeutic approach for cardiovascular diseases. *Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis*. 2017; 1863(8): 1942-1450.
8. Chen H, Liu C, Cheng C, Zheng L, Huang K. Effects of Apelin Peptides on Diabetic Complications. *Curr Protein Pept Sci* 2018; 19(2): 179-189.
9. Meral C, Tascilar E, Karademir F, Tanju IA, Cekmez F, Ipcioglu OM, et al. Elevated plasma levels of apelin in children with type 1 diabetes mellitus. *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2010; 23(5): 497-502.
10. Ringström C, Nitert MD, Bennet H, Fex M, Valet P, Rehfeld JF, et al. Apelin is a novel islet peptide. *Regul Pept* 2010; 162(1):44-51.
11. Boulé NG, Haddad E, Kenny GP, Wells GA, Sigal RJ. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *JAMA* 2001; 286(10): 1218-1227.
12. Mughal A, O'Rourke ST. Vascular effects of Apelin: Mechanisms and therapeutic potential. *Pharmacol Ther* 2018; 190: 137-147.
13. Boucher J, Masri B, Daviaud D, Gesta S, Guigné C, Mazzucotelli A, et al. Apelin, a newly identified adipokine up-regulated by insulin and obesity. *Endocrinology* 2005; 146(4): 1764-1771.
14. Yue P, Jin H, Aillaud M, Deng AC, Azuma J, Asagami T, et al. Apelin is necessary for

- the maintenance of insulin sensitivity. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2010; 298(1): E59-E67.
15. Kadoglou NP, Vrabas IS, Kapelouzou A, Lampropoulos S, Sailer N, Kostakis A, et al. The impact of aerobic exercise training on novel adipokines, apelin and ghrelin, in patients with type 2 diabetes. *Med Sci Monit* 2012; 18(5): CR290-CR295.
 16. Besse-Patin A, Montastier E, Vinel C, Castan-Laurell I, Louche K, Dray C, et al. Effect of endurance training on skeletal muscle myokine expression in obese men: identification of apelin as a novel myokine. *Int J Obes (Lond)* 2014; 38(5): 707-713.
 17. Afshounpour MT, Habibi A, Ranjbar R. Impact of combined exercise training on plasma concentration of Apelin, resistin and insulin resistance in patients with type 2 diabetes' male. *Hormozgan Med J* 2016; 20(3): 158-169.
 18. Krist J, Wieder K, Klötting N, Oberbach A, Kralisch S, Wiesner T, et al. Effects of weight loss and exercise on apelin serum concentrations and adipose tissue expression in human obesity. *Obes Facts* 2013; 6(1): 57-69.
 19. Kazemi A, Rahmati M, Akhondi M. Effect of 6 Weeks of High-Intensity Interval Training with Cinnamon Supplementation on Serum Apelin Concentration and Insulin Resistance in Overweight Boys. *Horizon of Medical Sciences (Ofogh-e-Danesh)* 2016; 22(3): 177-183.
 20. Işık H, Çevikbaş A, Gürer ÜS, Kıran B, Üresin Y, Rayaman P, et al. Potential adjuvant effects of *Nigella sativa* seeds to improve specific immunotherapy in allergic rhinitis patients. *Med Princ Pract* 2010; 19(3): 206-211.
 21. Haque AM, Hashimoto M, Katakura M, Hara Y, Shido O. Green tea catechins prevent cognitive deficits caused by A β 1–40 in rats. *J Nutr Biochem* 2008; 19(9): 619-626.
 22. Sree VHS, Kumar CSH, Devi AS. Green tea tablets- a Review. *Am J Pharm Res* 2016; 6(01).
 23. ŁuczajW, Waszkiewicz E, Skrzydlewska E, Roszkowska-Jakimiec W. Green tea protection against age-dependent ethanol-induced oxidative stress. *J Toxicol Environ Health A* 2004; 67(7): 595-606.
 24. Arab L, Liu W, Elashoff D. Green and black tea consumption and risk of stroke. *Stroke* 2009; 40(5): 1786-1792.
 25. Fassina G, Vene R, Morini M, Minghelli S, Benelli R, Noonan DM, et al. *Clin Cancer Res* 2004;10(14): 4865-4873.
 26. Wu LY, Juan CC, Ho LT, Hsu YP, Hwang LS. Effect of green tea supplementation on insulin sensitivity in Sprague–Dawley rats. *J Agric Food Cem* 2004; 52(3): 643-648.
 27. Kim MJ, Yoo KH, Park HS, Chung SM, Jin CJ, Lee Y, et al. Plasma adiponectin and insulin resistance in Korean type 2 diabetes mellitus. *Yonsei Med J* 2005; 46(1): 42-50.
 28. Namita P, Mukesh R, Vijay KJ. *Camellia Sinensis* (green tea): a review. *Global J Pharmacol* 2012; 6(2): 52-59.
 29. Kortas J, Kuchta A, Prusik K, Prusik K, Ziemann E, Labudda S, et al. Nordic walking training attenuation of oxidative stress in association with a drop in body iron stores in elderly women. *Biogerontology* 2017; 18(4): 517-524.
 30. Sheibani S, Hanachi P, Refahiat MA. Effect of aerobic exercise on serum concentration of apelin, TNF α and insulin in obese women. *Iran J Basic Med Sci* 2012; 15(6): 1196 (Persian).

31. Jiao H, Hu G, Gu D, Ni X. Having a promising efficacy on type II diabetes, it's definitely a green tea time. *Curr Med Chem* 2015; 22(1):70-79.
32. Potenza MA, Marasciulo FL, Tarquinio M, Tiravanti E, Colantuono G, Federici A, et al. EGCG, a green tea polyphenol, improves endothelial function and insulin sensitivity, reduces blood pressure, and protects against myocardial I/R injury in SHR. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2007; 292(5): E1378-E1387.
33. Liu K, Zhou R, Wang B, Chen K, Shi LY, Zhu J-D, et al. Effect of green tea on glucose control and insulin sensitivity: a meta-analysis of 17 randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr* 2013; 98(2): 340-348.
34. Shehata MI, Ahmed SA, Gomaa RS, Abulmeaty MM. Effect of apelin on insulin resistance, beta cell function and lipid profile in healthy and diabetic rat models. *Zagazig University Medical Journal* 2015; 19(1).
35. Venable MC, Hulston CJ, Cox HR, Jeukendrup AE. Green tea extract ingestion, fat oxidation, and glucose tolerance in healthy humans. *Am J Clin Nutr* 2008; 87(3): 778-784.
36. Jordan SL, Deemer SE, Benezra V, Nichols D. Effects of Acute Exercise and Green Tea Supplementation on Glucose Homeostasis in Overweight/obese Postmenopausal Women. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2018; 50(5S): 220.