

اثر مکمل رزوراترول بر تغییرات سطوح سرمی سرلوپلاسمین و مالون دی
آلدهید در پاسخ به یک جلسه فعالیت ورزشی شدید در مردان جوان دارای
اضافه وزن غیر فعال

محمد خرم دل^۱، نجمه رضائیان^{۲*}

ص.ص: ۱۰۴-۸۵

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۵/۱۲

تاریخ تصویب: ۹۹/۰۹/۱۱

چکیده

آنتی‌اکسیدان‌ها اولین خط دفاعی جهت مقابله با فشار اکسایشی تولید شده طی فعالیت ورزشی شدید را تشکیل می‌دهند. از آنجا که چاقی نیز با برهم خوردن تعادل سیستم اکسایشی-ضد اکسایشی بدن همراه است، هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی تاثیر ۱۴ روز مکمل‌سازی رزوراترول بر تغییرات سطوح سرمی سرلوپلاسمین و مالون-دی‌آلدهید در پاسخ به یک جلسه فعالیت ورزشی شدید در مردان جوان دارای اضافه وزن غیرفعال بود. بدین منظور، ۲۰ مرد جوان دارای اضافه وزن غیرفعال انتخاب و به طور تصادفی به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند. آزمودنی‌های هر دو گروه در یک وهله فعالیت ورزشی تا سرحد واماندگی (آزمون بروس) شرکت کردند. سپس، آزمودنی‌ها در گروه تجربی (مکمل) به مدت ۱۴ روز و هر روز یک وعده کپسول مکمل رزوراترول ۴۰۰ میلی‌گرمی و در گروه کنترل (دارونما) نیز طی ۱۴ روز، روزانه یک عدد کپسول ۴۰۰ میلی‌گرمی لاکتوز مصرف کردند. اولین خونگیری قبل از شروع دوره پژوهش و دومین خونگیری بلافاصله بعد از اجرای آزمون بروس انجام گرفت. در روز پانزدهم و پس از پایان مکمل‌دهی، سومین خونگیری انجام شد. سپس آزمودنی‌ها آزمون بروس را اجرا کرده و مجدداً بلافاصله خونگیری چهارم انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر و تی زوجی و در سطح معنی‌داری آماری $P < 0.05$ انجام شد. یافته‌ها نشان داد ۱۴ روز مکمل-سازی رزوراترول بر تغییرات سطوح سرمی سرلوپلاسمین در پاسخ به یک جلسه فعالیت ورزشی شدید تاثیر معنی-دار داشت ($P = 0.043$). چنین به نظر می‌رسد ۱۴ روز مکمل‌سازی رزوراترول در بهبود عملکرد آنتی‌اکسیدانی بدن در مردان جوان غیرفعال دارای اضافه وزن تاثیر معنی‌دار داشته است. مع‌هذا، انجام تحقیقات بیشتر جهت درک ساز و کار میانجی ضروری به نظر می‌رسد.

اژه های کلیدی: سرلوپلاسمین، مالون دی آلدهید، رزوراترول، فعالیت ورزشی شدید، مردان دارای اضافه وزن

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی، واحد بجنورد، دانشگاه آزاد اسلامی، بجنورد، ایران. (خراسان شمالی، بجنورد، بلوار امام علی (ع)، دانشگاه آزاد اسلامی بجنورد، دانشکده علوم انسانی، گروه تربیت بدنی؛ khoramdel.873@gmail.com)

۲. دکتری فیزیولوژی ورزشی، استادیار، گروه تربیت بدنی، واحد بجنورد، دانشگاه آزاد اسلامی، بجنورد، ایران. (خراسان شمالی، بجنورد، بلوار امام علی (ع)، دانشگاه آزاد اسلامی بجنورد، دانشکده علوم انسانی، گروه تربیت بدنی؛

۳. دانشیار گروه مدیریت ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران

ایمیل نویسنده مسئول: Rezaeian.n@gmail.com

Effect of Resveratrol Supplementation on Changes in Serum Levels of Ceruloplasmin and Malondialdehyde in Response to One Session of High Intensity Exercise in Sedentary Young Overweight Men

Khorramdel, M¹., Rezaeian , N²

Abstract

Antioxidants are first line of defense against the oxidative stress produced during high intensity exercise. Since, obesity is also related to imbalance of oxidative- antioxidative system of body; purpose of this study was to investigate the effect of 14 days of resveratrol supplementation on changes in serum levels of ceruloplasmin and malondialdehyde in response to one bout of high intensity exercise in sedentary overweight young men. For this purpose, twenty sedentary overweight young men selected and randomly divided into two groups (experimental and control). Subjects in both experimental and control groups participated in one bout of exhaustive exercise (Bruce Test). Then, subjects in experimental group (supplementation) consumed one capsule of 400-mg resveratrol per day for 14 days. In control group (placebo), subject consumed one capsule of 400-mg lactose per day for 14 days. First blood sample was taken before the study and second one was done immediately after Bruce test. At the fifteenth day and at the end of 14 days of supplementation, subjects in both groups perform the exhaustive exercise again and forth blood sample was taken immediately following their performance. Data analysis was done using repeated measures ANOVA, and paired t-test, and $P < 0.05$ was considered statistically significant. Finding showed 14 days of resveratrol supplementation had significant effect on serum levels of ceruloplasmin in response to one bout of high intensity exercise ($P = 0.043$). It seems that 14 days of resveratrol supplementation has a significant effect on the improvement of function of antioxidant system of body in in sedentary overweight young men. Nevertheless, further research is necessary to understand the mediated mechanism.

Keywords: Ceruloplasmin, High Intensity Exercise, Malondialdehyde, Overweight men, Resvera

¹. Msc in Exercise Physiology, Department of physical education, Bojnourd branch, Islamic azad university, Bojnourd, Iran. khoramdel.873@gmail.com

². PhD in Exercise Physiology, Assistant Professor, Department of physical education, , Bojnourd branch, Islamic azad university Bojnourd, Iran. Corresponding author: an.n@gmail.com

مقدمه

مطالعات اخیر چاقی یا تجمع بافت چربی را علت اصلی و محوری در بروز بیماری‌های متابولیکی و قلبی عروقی دانسته‌اند؛ اما، سازوکار ارتباط دهنده چاقی با افزایش خطر بروز این بیماری‌ها هنوز به درستی مشخص نشده است (فوروکاوا^۱ و همکاران، ۲۰۰۴). برخی مطالعات، ترشح از تنظیم خارج شده آدیپوسایتوکاین‌های ضدالتهابی و پیش‌برنده التهاب و مترشحه از بافت چربی را از جمله عوامل میانجی معرفی کردند. علاوه بر این، با توجه به تشدید فشار اکسایشی در شرایط چاقی از یک سو و از سوی دیگر ارتباط مستقیم بین فشار اکسایشی و بروز بیماری‌های متابولیکی و قلبی-عروقی، این احتمال وجود دارد که فشار اکسایشی دیگر عامل موثر در افزایش خطر بروز این قبیل بیماری‌ها در افراد چاق و دارای اضافه وزن باشد (فوروکاوا و همکاران، ۲۰۰۴).

فشار اکسایشی در نتیجه عدم تعادل بین سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن و تولید عوامل پیش‌اکسیدانی مانند رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن^۲ (ROS) رخ می‌دهد؛ این فرایند که در حین سوخت و ساز اتفاق می‌افتد، ضمن تولید بیش از حد رادیکال‌های آزاد، به آسیب بسیاری از ماکرومولکول‌ها و ضعف سیستم دفاعی بدن منجر می‌شود (احمدی و همکاران، ۲۰۱۲).

رادیکال‌های آزاد یا به عبارتی اکسیدان‌ها، مولکول‌هایی ناپایدار با یک یا چندین الکترون جفت نشده هستند که با جفت شدن با مولکول‌های دیگر به حالت پایدار می‌رسند (قربانی و همکاران، ۲۰۱۷). رادیکال‌های آزاد مولکول‌هایی با قابلیت تولید در تمامی سلول‌های زنده هستند؛ اما جایگاه اصلی تولید آن‌ها در میتوکندری است (ترتیبیان و همکاران، ۲۰۱۳). نتایج تحقیقات نیز نشان داده که بیشترین اثر تخریبی رادیکال‌های آزاد متوجه غشای سلولی نظیر غشای میتوکندری‌ها خواهد بود (دبیدی و همکاران، ۲۰۰۹). رادیکال‌های آزاد با غشای لیپیدی واکنش زنجیره‌ای مخربی را شروع می‌کنند. به این صورت که اکسیداسیون لیپیدی باعث تولید رادیکال بسیار فعال آلکیل می‌شود که به سرعت با اکسیژن واکنش داده و رادیکال پراکسید تولید می‌کند. رادیکال‌های پراکسید نیز می‌توانند باعث اکسید شدن لیپید شوند و لیپید پراکسیدهایی تولید کنند که به ترکیبات متعددی نظیر آلکیل‌ها، آلدئیدها، کتون‌ها و ترکیباتی از این قبیل، تجزیه می‌شوند. یکی از ترکیبات حاصل از پراکسیداسیون لیپید، مالون دی‌آلدئید^۳ (MDA) است که در نتیجه تجزیه لیپید پراکسیدها در حضور آهن و مس تولید شده (فیروززای و همکاران، ۲۰۰۷) و امکان اندازه‌گیری غیرمستقیم فشار اکسایشی را فراهم می‌کند (حقیقی و همکاران، ۲۰۱۵). مطالعات انجام شده نشان دادند سطوح MDA در آزمودنی‌های چاق افزایش یافته و با افزایش خطر بیماری‌های متابولیکی و قلبی-عروقی همراه خواهد بود (وینسنت و تیلور^۴، ۲۰۰۶). جهت مقابله با فشار اکسایشی تولید شده، سلول به خوبی به سیستم دفاع ضد اکسایشی مجهز شده و اجزای سلول را در برابر رادیکال

¹ Furukawa

² Reactive oxygen species (ROS)

³ Malondialdehyde (MDA)

⁴ Vincent and Taylor

آزاد محافظت می نماید (فیروززای و همکاران، ۲۰۰۷). آنتی اکسیدان‌ها اولین خط دفاعی در برابر حمله انواع رادیکال‌های فعال اکسیژن را تشکیل می‌دهند که بر اساس نحوه عملکرد به دفاع آنزیمی و غیر آنزیمی تقسیم می‌شوند (فیروززای و همکاران، ۲۰۰۷).

سرولوپلاسمین یکی از انواع آنتی اکسیدان‌ها بوده که وزن مولکولی آن به‌طور متوسط ۱۳۲ کیلودالتون می‌باشد. سرولوپلاسمین یک گلیکوپروتئین حمل‌کننده مس مربوط به بخش آلفا گلوبولین سرم خون است که غلظت آن در سرم انسان به ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلی گرم در لیتر می‌رسد (گوتریچ^۱، ۱۹۸۷). سرولوپلاسمین علاوه بر کبد، در دیگر ارگان‌ها نظیر مغز، ریه، طحال و بیضه نیز بیان می‌شود؛ اما نهایتاً سنتز این پروتئین توسط کبد صورت می‌گیرد (واسیلیو، هریس و زاتا^۲، ۲۰۰۵). اگرچه به دلیل وجود عنصر مس در ساختار شیمیایی سرولوپلاسمین (قربانی و همکاران، ۲۰۱۷) و عملکرد فواکسیدازی آن (گاواره^۳ و همکاران، ۲۰۱۰)، تاثیر ضداکسایشی سرولوپلاسمین تایید شده است؛ مع‌هذا، عملکرد سرولوپلاسمین در شرایط چاقی دوگانه و متناقض است. به‌طوری‌که، مطالعات متعدد نشان داده‌اند سطوح سرولوپلاسمین در شرایط چاقی و بیماری‌های همراه با آن مانند بیماری‌های قلبی- عروقی افزایش یافته و حتی می‌تواند ابزاری مفید در شناسایی افراد در معرض خطر سکته قلبی نیز باشد (سیگنارلی^۴ و همکاران، ۱۹۹۶). علاوه بر چاقی و شرایط التهابی مرتبط با چاقی، سرولوپلاسمین به عنوان یک پروتئین واکنش‌دهنده در فاز حاد از شرایط تنش‌زا نیز تاثیر می‌پذیرد. فعالیت بدنی از جمله مهمترین شرایط تنش‌زا است که نه تنها در تعادل سیستم اکسایشی- ضداکسایشی بدن نقش تنظیمی دارد؛ بلکه یکی از درمان‌های پیشنهادی در شرایط چاقی نیز هست. بنابراین، این امکان وجود دارد که فعالیت بدنی و ورزش بتواند با تاثیر بر اجزای تشکیل‌دهنده سیستم اکسایشی- ضداکسایشی بدن نظیر MDA و سرولوپلاسمین، در کنترل چاقی و سندرم متابولیک نقش داشته باشد. با این‌حال، عملکرد و سطوح اجزای تشکیل‌دهنده سیستم اکسایشی- ضداکسایشی بدن به شدت از شدت و حجم فعالیت ورزشی تاثیر می‌پذیرد. به طوری که انتظار می‌رود یک وهله فعالیت ورزشی شدید سبب تضعیف سیستم دفاع اکسایشی بدن شده و در مقابل اجرای تمرینات ورزشی منظم به بهبود عملکرد این سیستم کمک کند (گائینی و همکاران، ۲۰۱۳). شاید کاهش دو برابری سطوح سرولوپلاسمین سرم در موش‌ها پس از هفت دقیقه شنا کردن در آب ۲۱ درجه سانتی‌گراد (ایوانز^۵ و همکاران، ۱۹۷۰) و افزایش معنی‌دار سطوح MDA بعد از یک جلسه فعالیت ورزشی هوازی در زنان دانشجو (کاراندیش و همکاران، ۲۰۰۸) بتواند موید این نکته نیز باشد. مع‌هذا، شاید بتوان با کمک دیگر مداخله‌درمانی موثر در کنترل عوارض همراه با چاقی، مانند تغذیه، بر تغییرات عملکرد سیستم اکسایشی- ضداکسایشی بدن در پاسخ به شرایط تنش‌زا نظیر فعالیت‌های بدنی پرشدت اثر گذاشت (دوئاد^۶ و همکاران، ۲۰۰۶).

¹ Gutteridge


² Vassiliev, Harris and Zatta

³ Gaware

⁴ Cignarelli

⁵ Evans

⁶ Daud

اثر مکمل رزوراترول بر تغییرات سطوح سرمی سرلوپلاسمین و مالون دی آلدئید در پاسخ به یک بلسه فعالیت ورزشی  شدید در مردان جوان دارای اضافه وزن غیر فعال

در سال‌های اخیر استفاده از طب گیاهی به عنوان یک روش درمانی، در بهبود شرایط ضداکسایشی و یا پاک‌سازی رادیکال‌های آزاد، توجه فراوانی را به خود معطوف ساخته است (باسو و پنوگوندا^۱، ۲۰۰۹). مطالعات متعدد به بررسی تاثیر انواع عصاره‌های گیاهی بر عملکرد سیستم اکسایشی- ضداکسایشی بدن پرداخته و نتایج متفاوت ارائه شده است. رزوراترول^۲ از جمله عصاره‌های گیاهی با عملکرد ضداکسایشی و ضدالتهابی است (دی لا لاسترا و ویلگاس^۳، ۲۰۰۷؛ جائو^۴ و همکاران، ۲۰۰۱) که در پیشگیری و بهبود بسیاری از بیماری‌ها نقش دارد. این ماده در ۳۲ نوع ماده گیاهی وجود دارد. پوست و آب انگور غنی‌ترین منبع حاوی رزوراترول می باشند و از آن مکمل رزوزین^۵ تهیه می‌شود (یزدخواستی، ۲۰۱۳). رزوراترول موجود در مکمل رزوزین اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی خود را با القاء آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، تعدیل متابولیسم چربی و کاهش پراکسیداسیون چربی اعمال می‌کند (برگس^۶ و همکاران، ۲۰۱۱؛ جینگ^۷ و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین، فیتوفنول موجود در رزوراترول نیز به‌واسطه مهار رادیکال‌های آزاد، به عملکرد ضداکسایشی رزوراترول کمک می‌کند. از آن جایی که رزوراترول هیچ گونه آثار سمی و عوارض جانبی برای بدن نداشته و در خوراکی‌های طبیعی نیز وجود دارد می‌تواند گزینه خوبی به منظور دفع رادیکال‌های آزاد موجود در بافت‌ها و تخفیف شرایط بیماری‌زا باشد (هائو و هیلی^۸، ۲۰۰۴). ضمن اینکه، رزوراترول قادر است با کاهش محتوای بافت چربی و چاقی نیز خطر بروز بیماری‌های متابولیکی و قلبی را کاهش دهد (شودلزکا و شودلزکی^۹، ۲۰۱۰).

تعداد بسیار معدودی از مطالعات به بررسی تاثیر مکمل‌سازی رزوراترول بر تغییرات مارکرهای مختلف سیستم اکسایشی- ضداکسایشی بدن در پاسخ به فعالیت‌های ورزشی شدید پرداخته‌اند. از جمله، ریان^{۱۰} و همکاران (۲۰۰۵) بر تاثیر معنی‌دار ۱۰ روز مکمل‌دهی رزوراترول بر کاهش سطوح پراکسید هیدروژن و افزایش فعالیت گزانتین اکسیداز و نسبت گلوکوتاتیون به گلوکوتاتیون اکسیداز پس از انقباضات ایزومتریک شدید در موش‌های پیر اذعان داشتند. با این حال، زامبیتو^{۱۱} و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند ۱۴ روز مکمل‌دهی رزوراترول تغییر معنی‌داری در شرایط اکسایشی اسب‌های تمرین‌کرده ایجاد نمی‌کند. تعداد مطالعات انجام شده در نمونه‌های انسانی انگشت شمارند؛ و در این میان، به جامعه افراد چاق که خود به دلیل برهم خوردن تعادل سیستم اکسایشی و ضداکسایشی بدن بیشتر در معرض ابتلا به بیماری‌های مرتبط با چاقی نظیر بیماری‌های قلبی- عروقی و متابولیکی هستند، کمتر توجه شده است. بنابراین، نظر به نتایج متناقض مطالعات موجود از یک سو و از سوی دیگر فقدان اطلاعات کافی من باب تاثیر مکمل-

¹ Basu and Penugonda

² Resveratrol

³ De la Lastra and Villegas

⁴ Gao

⁵ Rezvin

⁶ Burgess

⁷ Jing

⁸ Hao and Hili

⁹ Szkudelska and Szkudelski

¹⁰ Ryan

¹¹ Zambito

سازی رزوراترول بر دو عامل پیش‌اکسایشی MDA و ضداکسایشی سرولوپلاسمین آن هم در نمونه‌های انسانی چاق و دارای اضافه وزن، پژوهش حاضر در نظر دارد ضمن مطالعه تغییرات سطوح سرمی MDA و سرولوپلاسمین پس از یک وهله فعالیت ورزشی شدید در مردان جوان غیرفعال دارای اضافه وزن، به بررسی تاثیر مکمل‌سازی رزوراترول بر تغییرات سطوح سرمی MDA و سرولوپلاسمین در پاسخ به یک وهله فعالیت ورزشی شدید در مردان جوان غیرفعال دارای اضافه وزن بپردازد.

پژوهش حاضر از نوع کاربردی با روش نیمه تجربی و با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون و به صورت دو سویه کور بود که در تابستان ۱۳۹۶ انجام شد. در ابتدا از طریق فراخوان، مردان چاق یا دارای اضافه وزن که مایل به اجرای تمرینات ورزشی جهت تعدیل وزن و بهبود وضعیت فیزیولوژیک خود بودند، به یکی از مجموعه‌های ورزشی شهرستان مانه و سملقان (واقع در استان خراسان شمالی) مراجعه و توسط محقق شناسایی شدند. در روز معین از افراد داوطلب دعوت به عمل آمد و پس از ارائه توضیحات کامل درباره روند اجرای پژوهش و فواید و خطرات و مضرات احتمالی مطالعه و با کسب رضایت جهت قبول شرکت در پژوهش حاضر و پس از پرکردن پرسشنامه بین‌المللی میزان فعالیت بدنی (هاگسترومر، آجا و جوستروم^۱، ۲۰۰۶) و سلامت عمومی (کوله، فریمن و پریس^۲، ۱۹۹۵)، و انجام معاینات پزشکی موردنیاز جهت ورود به مطالعه توسط پزشک، از بین واجدین شرایط، ۲۰ نفر از مردان سنین ۳۰-۴۰ سال، دارای اضافه وزن (شاخص توده بدنی بزرگتر از ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع) (که اضافه وزن آن‌ها با کم‌کاری غده تیروئید مرتبط نبود)، سالم (نداشتن سابقه بیماری قلبی - عروقی، کبدی، کلیوی، ریوی، دیابت و نیز نداشتن گزارشی از هر نوع ضایعه جسمی و ارتوپدی که با اجرای تمرینات تداخل داشته باشد)، و غیرفعال (عدم مشارکت در فعالیت‌های ورزشی منظم طی سه سال گذشته) و بدون سابقه اجرای فعالیت ورزشی یا محدودیت کالریک، به صورت هدفمند انتخاب و در دو گروه [یک گروه تجربی (۱۰ نفر) و یک گروه کنترل (۱۰ نفر)] مورد مطالعه قرار گرفتند (جدول ۱).

جدول ۱: میانگین \pm انحراف استاندارد ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها در گروه‌های تحقیق (شهرستان مانه و سملقان، سال ۱۳۹۶)

متغیر	گروه‌ها	مکمل (n=۱۰)	دارونما (n=۱۰)
سن (سال)		۳۵/۵۰ \pm ۳/۳۷	۳۵/۹۰ \pm ۳/۳۱
قد (سانتی‌متر)		۱۷۹/۰۰ \pm ۵/۱۲	۱۷۸/۸۰ \pm ۶/۷۶
وزن (کیلوگرم)		۹۲/۸۱ \pm ۵/۰۴	۹۲/۱۶ \pm ۷/۲۵
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)		۲۹/۰۰ \pm ۰/۸۱	۲۸/۴۶ \pm ۱/۴۶
چربی بدن (درصد)		۲۵/۸۷ \pm ۱/۸۶	۲۴/۹۱ \pm ۱/۸۷

¹ Hagströmer, Oja and Sjöström

² Cole, Freeman and Preece

اثر مکمل رزوراترول بر تغییرات سطوح سرمی سرلوپلاسمین و مالون دی آلدئید در پاسخ به یک بسته فعالیت ورزشی
شدید در مردان جوان دارای اضافه وزن غیر فعال

آزمودنی‌های شرکت کننده در دو گروه تجربی و کنترل با توجه به ارزش‌های ترکیب بدنی همسان گردیدند.

قبل از آغاز روند پژوهش شاخص‌های آنتروپومتری همچون قد و وزن اندازه‌گیری شد. با جایگذاری مقادیر قد و وزن هر آزمودنی در فرمول مربوط به شاخص توده بدنی^۱ (BMI) (لالی، عابدی و کجیاف، ۲۰۱۲)، مقدار BMI هر آزمودنی تعیین شد:

$$\text{متر مربع} \text{ } \overset{\text{آ}}{\text{قد}} / (\text{کیلوگرم}) \text{ وزن} = \text{شاخص توده بدنی}$$

به منظور تعیین درصد چربی بدن آزمودنی‌ها ابتدا ضخامت چربی زیر پوستی در سه نقطه سه سر بازو، شکم و فوق خاصره با استفاده از کالیپر اندازه‌گیری شد (کرامر و فلک^۲، ۲۰۰۷). ان‌گاه، مقادیر عددی به دست آمده در معادله عمومی جکسون و پولاک^۳ برای تعیین چگالی بدن در مردان (جکسون و پولاک، ۱۹۸۷) جای‌گذاری گردید. آنگاه با قرار دادن مقدار عددی محاسبه شده در معادله سیری^۴، درصد چربی بدن محاسبه شد (سیری، ۱۹۹۳).

$$۴۵۰ - (\text{چگالی بدن} / ۴۹۵) = \text{درصد چربی بدن}$$

هم‌چنین، محیط کمر، محیط لگن و نسبت اندازه محیط کمر به لگن نیز اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری محیط کمر^۵ بر طبق روش ارائه شده توسط انجمن ملی سلامت^۶ کانادا انجام گرفت (لا^۷ و همکاران، ۲۰۰۷). اولین مرحله خونگیری، قبل از شروع پروتکل تحقیق، در شرایط آزمایشگاهی به مقدار ۵ سی سی و از شریان بازوی راست انجام شد. آنگاه، آزمودنی‌ها در هر دو گروه تجربی و کنترل در یک وهله فعالیت ورزشی وامانده ساز (آزمون بروس) شرکت کردند (کامینسکی و والی^۸، ۱۹۹۸). پس از آن، آزمودنی‌ها در گروه تجربی (مکمل) به مدت ۱۴ روز و هر روز یک وعده کپسول مکمل رزوراترال ۴۰۰ میلی گرمی مصرف کردند [هر کپسول شامل ۴۰۰ میلی گرم عصاره گیاه هفت بند ژاپنی^۹ (که حداقل ۲۴۰ میلی گرم آن را ترانس رزوراترول تشکیل می‌داد، ساخت شرکت HerbaFit کشور انگلیس]. آزمودنی‌ها در گروه کنترل (دارونما) نیز طی ۱۴ روز، روزانه یک عدد کپسول محتوی ۴۰۰ میلی گرم لاکتوز مصرف کردند (ملکیان و همکاران، ۲۰۱۶). مصرف کپسول از طریق پیامک یا تلفنی یادآوری و کنترل شد. در روز پانزدهم و پس از پایان دوره ۱۴ روزه مکمل دهی، مجدداً از آزمودنی‌ها خونگیری به عمل آمد. سپس آزمودنی‌ها آزمون بروس را اجرا کرده و مجدداً بلافاصله پس از اجرای آزمون عملی خونگیری چهارم انجام شد (شکل ۱) (باسو و پنوگوندا، ۲۰۰۹).

^۱ Body Mass Index (BMI)

^۲ Kraemer and Fleck

^۳ Jackson and Pollock

^۴ Siri

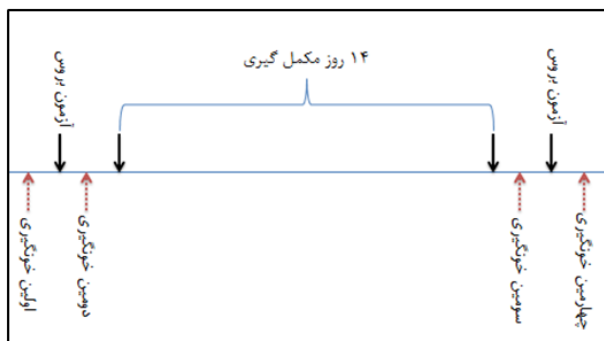
^۵ Waist Circumference (WC)

^۶ National Institutes of Health

^۷ Lau

^۸ Kaminsky and Whaley

^۹ Polygonum-cuspidatum



شکل ۱: شماتیک روش پژوهش

قبل و بعد از اجرای آزمون بروس، ۷-۵ دقیقه گرم کردن و ۷-۵ دقیقه سرد کردن شامل تمرینات کششی و نرمشی منظور شد.

جهت اطمینان از اجرای آزمون تا حد واماندگی از مقیاس درک خستگی و فشار بورگ^۱ استفاده گردید. جهت کنترل تغذیه آزمودنی ها در طول طرح تحقیق از پرسش نامه یادآمد ۲۴ ساعته رژیم غذایی استفاده شد (حسینی اصفهانی وهمکاران، ۲۰۱۰).

در تمامی مراحل خونگیری، نمونه‌های خونی در لوله‌های محتوی ماده ضدانعقادی اتیلین دی‌آمین تترا استیک اسید^۲ (EDTA) ریخته شد. سپس، جهت جداسازی پلاسما به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید و در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد منجمد گشت و برای آنالیزهای بعدی ذخیره شد. آنالیز بیوشیمیایی و سنجش مقادیر سرمی سرلوپلاسمین و MDA به روش الایزا^۳ و با استفاده از کیت پژوهشی شرکت Eastbiopharm چین انجام شد. حساسیت کیت سرلوپلاسمین یا حداقل سطوح قابل‌شناسایی سرلوپلاسمین در سرم کمتر از ۲/۵۲ میلی‌گرم بر لیتر بود. دقت درون‌سنجی کیت از ضریب تغییرات کمتر از ده درصد و دقت میان‌سنجی آن نیز از ضریب تغییرات کمتر از ۱۲ درصد برخوردار بود. در ارتباط با MDA، نیز دقت درون‌سنجی کیت از ضریب تغییرات کمتر از ده درصد و دقت میان‌سنجی آن نیز از ضریب تغییرات کمتر از ۱۲ درصد برخوردار بود. اما حساسیت کیت MDA یا حداقل سطوح قابل‌شناسایی آن در سرم کمتر از ۰/۲۲ نانومول بر میلی‌لیتر بود.

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها؛ طبیعی بودن داده‌ها با استفاده از آزمون آماری شاپیر و ویلک تعیین گردید. جهت بررسی تغییرات درون‌گروهی پس‌آزمون درمقایسه با پیش‌آزمون نیز آزمون تی زوجی مورداستفاده قرار گرفت. جهت بررسی معنی‌دار تغییرات درون‌گروهی و بین‌گروهی متغیرهای وابسته در دو گروه تجربی و کنترل و در مراحل چهارگانه تحقیق، از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر و در صورت معنی‌داری از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. همچنین، روابط هم‌بستگی با کمک آزمون

^۱ Borg Rating of Perceived Exertion Scale

^۲ Ethylene diamine tetraacetic acid (EDTA)

^۳ ELISA

اثر مکمل رزوراترول بر تغییرات سطوح سرمی سرلوپلاسمین و مالون دی آلدئید در پاسخ به یک جلسه فعالیت ورزشی شدید در مردان یوان دارای اضافه وزن غیر فعال هم‌بستگی پیرسون مورد بررسی قرار گرفت و کلیه آزمون‌ها توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ و در سطح معنی‌داری $P < 0.05$ انجام شد.

نتایج

در جدول ۲ و ۳ به ارزش‌های میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های آنتروپومتری و فاکتورهای خونی مورد بررسی، در مراحل چندگانه تحقیق و در دو گروه کنترل و تجربی اشاره شده است.

جدول ۲: اطلاعات توصیفی شاخص‌های آنتروپومتری (میانگین \pm انحراف استاندارد) در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌های تحقیق (شهرستان مانه و سملقان، سال ۱۳۹۶)

ارزش P	دارونما (n=10)	مکمل (n=10)	گروه‌ها	متغیر
0/148	92/16 \pm 7/25	92/81 \pm 5/04	پیش‌آزمون	وزن (کیلوگرم)
	91/94 \pm 7/02	92/58 \pm 5/00	پس‌آزمون ۳	
	-0/21	-0/32	درصد تغییرات [†]	
0/149	28/46 \pm 1/46	29/00 \pm 0/81	پیش‌آزمون	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)
	28/49 \pm 1/43	28/93 \pm 0/78	پس‌آزمون ۳	
	0	-0/34	درصد تغییرات	
* 0/048	24/91 \pm 1/87	25/87 \pm 1/84	پیش‌آزمون	چربی بدن (درصد)
	25/28 \pm 1/42	25/76 \pm 1/86	پس‌آزمون ۳	
	1/48	-0/38	درصد تغییرات	

* معنی‌داری در سطح $P < 0.05$ ، با توجه به نتایج آزمون تی زوجی
[†] درصد تغییرات پس‌آزمون ۳ در مقایسه با پیش‌آزمون

جدول ۳: اطلاعات توصیفی متغیرهای خونی (میانگین \pm انحراف استاندارد) در پیش‌آزمون و پس‌آزمون‌ها در گروه‌های تحقیق (شهرستان مانه و سملقان، سال ۱۳۹۶)

گروه	مکمل (n=10)	دارونما (n=10)	متغیر
پیش‌آزمون	21/80 \pm 5/07	23/10 \pm 5/42	مالون دی آلدئید (نانومول بر میلی لیتر)
پس‌آزمون ۱	22/60 \pm 6/83	24/40 \pm 5/52	
پس‌آزمون ۲	21/10 \pm 4/77	23/80 \pm 4/26	
پس‌آزمون ۳	21/40 \pm 5/92	24/50 \pm 3/43	
درصد تغییرات	0/46	0/62	

† _۱		
درصد تغییرات	-۳/۲۱	۳/۰۳
‡ _۲		
درصد تغییرات	۱/۴	۶/۰۶
‡ _۳		
پیش آزمون	۳۶۹/۸۰ ± ۶۲/۴۹	۳۳۲/۰۰ ± ۸۷/۲۵
پس آزمون ۱	۳۸۳/۹۰ ± ۶۰/۶۰	۳۵۹/۷۰ ± ۸۱/۸۹
پس آزمون ۲	۳۲۰/۵۰ ± ۹۶/۰۸	۳۳۷/۳۰ ± ۱۰۰/۷۱
پس آزمون ۳	۳۳۱/۸۰ ± ۸۲/۰۶	۳۶۲/۵۰ ± ۷۵/۸۱
درصد تغییرات ۱	۳/۸	۸/۱۳
درصد تغییرات ۲	-۱۳/۲۸	۱/۵
درصد تغییرات ۳	۳/۳۲	۷/۴۱

سرلوپلاسمین (میلی گرم بر میلی لیتر)

† درصد تغییرات پس آزمون ۱ در مقایسه با پیش آزمون ‡ درصد تغییرات پس آزمون ۳ در مقایسه با پس آزمون ۲
 ‡ درصد تغییرات پس آزمون ۲ در مقایسه با پیش * معنی داری در سطح $P < 0.05$

بن:

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد ۱۴ روز مکمل‌سازی رزوراترول بر تغییر سطوح مالون دی آلدئید در پاسخ به یک جلسه فعالیت ورزشی شدید در مردان جوان غیر فعال دارای اضافه وزن تاثیر معنی‌دار ندارد ($F=0.877, P=0.431$) (جدول ۴). اما، ۱۴ روز مکمل‌سازی رزوراترول بر تغییر سطوح سرمی سرلوپلاسمین در پاسخ به یک جلسه فعالیت ورزشی شدید در مردان جوان غیر فعال دارای اضافه وزن تاثیر معنی‌دار دارد ($F=3.527, P=0.043$) (جدول ۴). به‌طوری‌که، نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد بین سطوح سرمی سرلوپلاسمین اولین مرحله خونگیری (قبل از اولین اجرای آزمون بروس در پیش آزمون) و سومین مرحله خون گیری (پس از ۱۴ روز مکمل گیری) ($P=0.036$)، بین دومین (پس از اولین اجرای آزمون بروس و قبل از شروع مکمل گیری) و سومین مرحله خون گیری (پس از ۱۴ روز مکمل گیری و قبل از دومین اجرای آزمون بروس) ($P=0.005$) و بین دومین (پس از اولین اجرای آزمون بروس و قبل از شروع مکمل گیری) و چهارمین مرحله خون گیری (پس از دومین اجرای آزمون بروس) ($P=0.009$) تفاوت معنی‌داری وجود داشت.

بنابر نتایج آزمون تی زوجی در گروه تجربی، ۱۴ روز مکمل گیری سبب تغییر معنی‌دار در وزن ($P=0.148$) و شاخص توده بدنی ($P=0.149$) نشد، اما کاهش معنی‌دار درصد چربی بدن مشاهده گردید ($P=0.048$).

نتایج آزمون تی مستقل نشان داد تفاوت معنی‌داری بین تغییرات وزن ($P=0.817$)، شاخص توده بدنی ($P=0.403$) و درصد چربی بدن ($P=0.615$) بین دو گروه کنترل و تجربی وجود ندارد.

اثر مکمل رزوراترول بر تغییرات سطوح سرمی سرلوپلاسمین و مالون دی آلدئید در پاسخ به یک جلسه فعالیت ورزشی شدید در مردان جوان دارای اضافه وزن غیر فعال

جدول ۴: تغییرات سطوح سرمی سرلوپلاسمین و مالون دی آلدئید در پاسخ به یک جلسه فعالیت ورزشی شدید پس از ۱۴ روز مکمل سازی رزوراترول در گروه های تحقیق (شهرستان مانه و سملقان، سال ۱۳۹۶)

ارزش P	ارزش F	مربع میانگین	درجه آزادی	نوع سوم جمع مربعات		
۰/۰۱	۸/۴۴۶	۱۶۳۹۹/۹۷۹	۱/۸۹۱	۳۱۰۰۵/۳۳۷	سرلوپلاسمین	
* ۰/۰۴۳	۳/۵۲۷	۶۸۴۷/۵۲۵	۱/۸۹۱	۱۲۹۴۵/۷۳۸	گروه × سرلوپلاسمین	سرلوپلاسمین (میلی گرم بر میلی لیتر)
		۱۹۴۱/۶۴۳	۳۴/۰۳۰	۶۶۰۷۴/۶۷۵	خطا	
۰/۲۸۵	۱/۳۰۱	۷/۰۱۱	۲/۱۴۵	۱۵/۰۳۸	مالون دی آلدئید	مالون دی آلدئید (نانومول بر میلی لیتر)
۰/۴۳۱	۰/۸۷۷	۴/۷۲۷	۲/۱۴۵	۱۰/۱۳۸	گروه × مالون دی آلدئید	
		۵/۳۹۰	۳۸/۶۰۶	۲۰۸/۰۷۵	خطا	

* معنی داری در سطح $P < 0.05$ ، نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه گیری مکرر

بحث

با توجه به بررسی های انجام شده، پژوهش حاضر اولین مطالعه انجام شده با هدف بررسی تاثیر ۱۴ روز مکمل رزوراترول بر تغییرات سطوح سرمی سرلوپلاسمین و مالون دی آلدئید در پاسخ به یک جلسه فعالیت ورزشی شدید در مردان جوان غیر فعال دارای اضافه وزن می باشد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد اجرای یک وهله فعالیت ورزشی وامانده ساز سبب افزایش غیرمعنی دار سطوح سرلوپلاسمین سرم در هر دو گروه تجربی و کنترل شده است. فعالیت بدنی و ورزش بسته به مدت و شدت می تواند بر سلامت و تندرستی تاثیر بگذارد. به طوری که فعالیت های ورزشی طولانی مدت می توانند عمدتاً به بهبود سلامت بدن کمک کنند و در مقابل فعالیت های ورزشی کوتاه مدت و شدید به واسطه سازوکارهای مختلف ممکن است به عملکرد سیستم های مختلف بدن آسیب برسانند. یکی از سازوکارهای میانجی در توجیه این عملکرد دوگانه فعالیت بدنی، تاثیری است که شدت و مدت فعالیت و تمرین ورزشی بر تعادل سیستم اکسایشی و ضداکسایشی بدن می گذارد. به طوری که تمرینات ورزشی طولانی مدت و با شدت میانه به بهبود تعادل و موازنه اجزای تشکیل دهنده سیستم کمک می کنند و برعکس فعالیت های ورزشی شدید با افزایش عوامل اکساینده از یک سو و کاهش عوامل ضداکساینده از سوی دیگر، ممکن است این موازنه را برهم زده و بدن را به سوی شرایط پاتولوژیک سوق می دهند (آلیسو^۱ و همکاران، ۲۰۰۰). در این پژوهش، شاهد افزایش غیرمعنی دار MDA به عنوان یکی از عوامل اکسایشی نیز بودیم که خود موید کننده تئوری توضیح داده شده است. اما، در مقابل انتظار می رفت سطوح سرلوپلاسمین به عنوان یک ضداکسیدان در پاسخ به یک وهله فعالیت ورزشی شدید وامانده ساز کاهش یابد. بنابراین، محقق در ابتدا در صدد توجیه این تغییر دور از انتظار سطوح سرلوپلاسمین است.

همان‌گونه که اشاره شد، یکی از عوامل مهم در تعیین چگونگی تغییر سیستم اکسایشی و ضداکسایشی بدن در پاسخ به یک پروتکل ورزشی، ویژگی آن پروتکل از لحاظ حجم و شدت می‌باشد. اما شدت و مدت فعالیت بدنی از چه طریق بر سیستم اکسایشی و ضداکسایشی بدن تاثیر می‌گذارد؟ یکی از مهمترین سازوکارها تغییر در نیم‌رخ التهابی بدن است.

نیم‌رخ التهابی بدن در پاسخ به استرس‌های مختلف از جمله فعالیت ورزشی بسیار واکنش‌پذیر بوده و سریعاً دستخوش تغییر می‌شود. در این میان شدت فعالیت ورزشی یکی از عواملی است که تغییر در نیم‌رخ التهابی بدن را میانجی‌گری می‌کند. به‌طوری که فعالیت ورزشی شدید سبب تشدید شرایط التهابی بدن شده و در مقابل تمرینات ورزشی در شدت‌های پایین‌تر به بهبود شرایط التهابی بدن کمک می‌کنند. مطالعات اخیر نشان دادند فعالیت و تمرینات ورزشی احتمالاً به واسطه تاثیر بر سطوح آدیپوکاین‌های ضد التهابی و یا پیش برنده التهاب، در این مهم نقش دارند (پدرسون^۱ و همکاران، ۱۹۹۸؛ فاتوروس^۲ و همکاران، ۲۰۰۵). یعنی فعالیت ورزشی شدید سبب کاهش آدیپوکاین ضد التهابی مانند آدیپونکتین (جوریما^۳ و همکاران، ۲۰۰۵) و افزایش سطوح آدیپوکاین‌های پیش‌التهابی مانند فاکتور نکروزکننده تومور آلفا^۴ (TNF- α) می‌شود. اگرچه سطوح آدیپونکتین و یا TNF- α در مطالعه حاضر اندازه‌گیری نشد؛ اما با توجه به ارتباط منفی بین آدیپونکتین و MDA (الوتریو^۵ و همکاران، ۲۰۱۶) از یک طرف و از طرف دیگر ارتباط مثبت بین TNF- α و MDA (سوندراوالی^۶ و همکاران، ۲۰۱۴)، می‌توان افزایش غیرمعنی-دار سطوح MDA را توجیه نمود. در ارتباط با تاثیر آدیپوکاین‌ها در تنظیم سرلوپلاسمین، مطالعات اخیر نشان دادند آدیپوکاین‌های پیش‌التهابی اینترلوکین-۱^۷ (IL-1) (باسو و پنوگوندا، ۲۰۰۹) و به ویژه اینترلوکین-۱^۸ بتا^۸ (IL-1 β) (زولی^۹ و همکاران، ۱۹۹۸)، اینترلوکین-۶^{۱۰} (IL-6) (مولمنتی، زیامباراس و پرلموتر^{۱۱}، ۱۹۹۳)، TNF- α (مولمنتی، زیامباراس و پرلموتر، ۱۹۹۳؛ مازومدر^{۱۲} و همکاران، ۱۹۹۷) و اینترفرون گاما^{۱۳} (IFN γ) (مازومدر و همکاران، ۱۹۹۷) سبب افزایش سنتز سرلوپلاسمین می‌شوند. این افزایش با توجه به نقش سرلوپلاسمین در عملکرد سیستم ایمنی (گیتلین^{۱۴}، ۱۹۸۸) و

¹ Pedersen

² Fatouros

³ Jurima

⁴ Tumor Necrosis Factor alpha (TNF- α)

⁵ Eleuterio

⁶ Soundravally

⁷ Interleukin-1 (IL-1)

⁸ Interleukin-1 β (IL-1 β)

⁹ Zoli


¹⁰ Interleukin-6 (IL-6)

¹¹ Molmenti, Ziambaras and Perlmutter

¹² Mazumder

¹³ Interferon gamma (IFN γ)

¹⁴ Gitlin

اثر مکمل رزوراترول بر تغییرات سطوح سرمی سرلوپلاسمین و مالون دی آلدئید در پاسخ به یک بلسه فعالیت ورزشی  شدید در مردان یوان دارای اضافه وزن غیر فعال

بهبود التهاب (دنکو^۱، ۱۹۷۹) قابل توجیه است. البته، با توجه به عملکرد سرلوپلاسمین به عنوان یک پروتئین فاز حاد در شرایط التهابی همراه با چاقی نیز افزایش سطوح سرلوپلاسمین به عنوان یک آدیپوکاین پیش‌برنده التهاب در پاسخ به یک وهله فعالیت ورزشی وامانده ساز، هم‌چون دیگر آدیپوکاین-های پیش‌برنده التهاب نظیر $TNF-\alpha$ ، محتمل است. علاوه بر این، از آنجا که سرلوپلاسمین به عنوان یک عامل پیشگوکننده بروز مقاومت به انسولین در افراد چاق نیز معرفی شده (آگویلار^۲ و همکاران، ۲۰۱۳)، این احتمال وجود دارد که انسولین همان عامل تنظیم‌کننده باشد.

افزایش سطوح انسولین در پاسخ به یک وهله فعالیت ورزشی شدید گزارش شده است؛ بنابراین، با توجه به همبستگی مثبت بین انسولین و سرلوپلاسمین (آگویلار و همکاران، ۲۰۱۳)، می‌توان افزایش سرلوپلاسمین را تا حدودی توضیح داد. البته، مطالعات اخیر بر اثر تحریکی فاکتور القا شونده با هیپوکسی-۱-آلفا^۳ ($HIF-1\alpha$) در بیان و سنتز سرلوپلاسمین اذعان داشتند (مارتین^۴ و همکاران، ۲۰۰۵). از آن جا که سطوح $HIF-1\alpha$ به دنبال فعالیت ورزشی شدید و وامانده ساز افزایش می‌یابد، شاید یکی از علل افزایش سرلوپلاسمین تغییرات $HIF-1\alpha$ نیز باشد.

- بنابر نتایج پژوهش حاضر، ۱۴ روز مصرف مکمل رزوراترول سبب کاهش معنی‌دار سطوح سرلوپلاسمین به میزان ۱۳/۲۸ درصد در گروه تجربی گردید. هم‌چون سرلوپلاسمین، سطوح MDA نیز پس از مکمل سازی رزوراترول کاهشی ۳/۲۱ درصدی داشت؛ اگرچه این کاهش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. رزوراترول مکملی گیاهی با عملکرد ضد التهابی و ضد اکسایشی است. مطالعات انجام شده نشان دادند رزوراترول قادر است از طریق کاهش تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن و یا با پاکسازی آن‌ها و افزایش تولید آنزیم‌های ضد اکسایشی به کاهش فشار اکسایشی کمک کند (براسنیو^۵ و همکاران، ۲۰۱۱). به عنوان مثال، رزوراترول با افزایش ترجمه و نسخه برداری فاکتور مرتبط با اریثروئید هسته‌ای^۶ ($Nrf2$) سبب افزایش سنتز گلوکوتایون (کده^۷ و همکاران، ۲۰۰۸) و افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، سوپراکسیداز دسموتاز، گلوکوتایون پراکسیداز، نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید فسفات^۸ ($NADPH$) اکسیدوردوکتاز و گلوکوتایون-اس- ترانسفراز (روبیولو، میتیئوکس و وگا^۹، ۲۰۰۸) و متعاقباً تعدیل فشار اکسایشی می‌شود. البته، مکمل سازی رزوراترول در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو به واسطه بهبود عملکرد مسیرهای وابسته

¹ Denko

² Aguilar

³ Hypoxia-Inducible Factor 1-alpha ($HIF-1\alpha$)

⁴ Martin

⁵ Brasnyó

⁶ Nuclear erythroid-related factor 2 ($Nrf2$)

⁷ Kode

⁸ Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate ($NADPH$)

⁹ Rubiolo, Mithieux and Vega

به پروتئین کیناز فعال شده با AMP/ سیرتوئین-1^۱ (AMPK/SIRT1) (انگوری^۲ و همکاران، ۲۰۱۰) و مستقل از آن (کیتادا^۳ و همکاران، ۲۰۱۱)، در بهبود فشار اکسایشی نقش دارد. بنابراین، در این پژوهش، کاهش هرچند غیرمعنی‌دار عامل اکساینده MDA به دنبال مصرف مکملی با خاصیت ضد اکسایشی دور از انتظار نیست. اما، از آن جا که، عملکرد رزوراترول به دوز مصرفی و میزان جذب آن پس از مصرف بستگی دارد (بوکوک^۴ و همکاران، ۲۰۰۷)، این احتمال می‌رود که دوز مصرفی جهت اعمال تغییرات بزرگتر و چه بسا معنی‌دار در MDA کافی نبوده‌است. ضمن این که، تفاوت‌های فردی، دیگر عامل موثر بر عملکرد و جذب رزوراترول است (بوکوک و همکاران، ۲۰۰۷). ولی، در ارتباط با تغییرات سرولوپلاسمین، انتظار می‌رفت مصرف مکمل رزوراترول سبب افزایش سطوح سرولوپلاسمین به عنوان یک آنتی‌اکسیدان گردد که برخلاف انتظار شاهد کاهش سرولوپلاسمین بودیم. شاید تنها عامل توجیه کننده این کاهش همان تغییرات نیم‌رخ التهابی باشد. به طوری که مکمل سازی رزوراترول با کاهش سطوح آدیپوکاین‌های ضد التهابی سبب کاهش سطوح سرولوپلاسمین شده باشند؛ که البته همین توضیح نیز بر عملکرد سرولوپلاسمین به عنوان یک آدیپوکاین پیش‌برنده التهاب در چاقی صحه می‌گذارد.

- نتایج مطالعه حاضر نشان داد پس از ۱۴ روز مکمل‌گیری رزوراترول سطوح سرولوپلاسمین و MDA در پاسخ به یک وهله فعالیت ورزشی و امانده ساز به ترتیب ۳/۳۲ و ۱/۴ درصد افزایش داشت؛ اگرچه این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود؛ ولی، با انجام یک محاسبه ساده می‌بینیم که میزان تغییر سطوح سرولوپلاسمین (۳/۸ درصد در مقایسه با ۳/۳۲ درصد) و به‌ویژه MDA (۴/۶ درصد در مقایسه با ۱/۴ درصد) پس از مکمل‌گیری در مقایسه با قبل از مکمل‌گیری تعدیل شده است. با توجه به دلایلی که پیش از این به تفصیل شرح داده شد، افزایش در سطوح MDA به عنوان یک اکساینده قابل پیش‌بینی بود؛ اما، افزایش سطوح سرولوپلاسمین به عنوان یک آنتی‌اکسیدان دور از انتظار است. با توجه به عواملی که بیان ژنی، سنتز و عملکرد سرولوپلاسمین را تنظیم می‌کنند، باز هم به این نتیجه می‌رسیم که احتمالاً در شرایط چاقی و اضافه وزن عملکرد سرولوپلاسمین به عنوان یک آدیپوکاین پیش‌التهابی و تشدید کننده فشار اکسایشی بر عملکرد نوظهور آن یعنی یک آنتی‌اکسیدان پیشی گرفته است.

نتیجه گیری

در مجموع، چنین به نظر می‌رسد ۱۴ روز مصرف مکمل رزوراترول بر سطوح سرمی سرولوپلاسمین و MDA تاثیری معنی‌دار داشته است. با این‌همه، در مقایسه تغییرات سطوح شاخص‌های خونی پس از یک وهله فعالیت ورزشی در مانده ساز مرحله اول و دوم، تنها شاهد معنی‌داری تفاوت این تغییرات برای سطوح سرولوپلاسمین بودیم. اما این پژوهش محدودیت‌هایی نیز دارد. از جمله مدت زمان مکمل‌گیری رزوراترول؛ اگرچه مدت زمان مکمل‌گیری با توجه به منابع موجود در نظر گرفته شده بود اما با توجه به ویژگی‌های آزمودنی‌های پژوهش حاضر، شاید بتواند یکی از دلایل بروز نتایج دور از انتظار باشد. ضمن

¹ AMP-activated protein kinase (AMPK) and the histone/protein deacetylase SIRT1 (AMPK/SIRT1)

² Ungvari

³ Kitada

⁴ Boocock

اثر مکمل روزانه بر تغییرات سطوح سرمی سرلوپلاسمین و مالون دی آلدئید در پاسخ به یک جلسه فعالیت ورزشی
شدید در مردان جوان دارای اضافه وزن غیر فعال

این که تعداد آزمودنی‌ها نیز می‌تواند دیگر عامل محدود کننده باشد. بنابراین، انجام مطالعات بیشتر جهت درک ساز و کار میانجی و عملکرد سرلوپلاسمین در شرایط چاقی و اضافه وزن توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

این مطالعه برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد رشته تربیت بدنی و علوم ورزشی - فیزیولوژی ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد است. نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند بدین‌وسیله از آزمودنی‌های تحت مطالعه که در اندازه‌گیری‌های ترکیب بدن، مصرف مکمل و خون‌گیری در آزمایشگاه، همکاری و یاری کردند، قدردانی نمایند.

منابع

- احمدی کانی گزار، ف.، وطنی، د. ش.، مجتهدی، ح.، مرندي، م.، مشهدي اکبر بوجار، م. (۱۳۹۰). نقش تمرین مقاومتی و مکمل پروتئینی whey بر وضعیت آنتی‌اکسیدانی در مردان جوان دارای اضافه وزن. علوم زیستی ورزشی. ۱۱: ۱۲۱-۱۰۳.
- ترتیبیان، ب. ف. بقایی، ب.، برادران، ب. (۱۳۹۲). اثر اکسیدان‌ها بر بیان ژن آنزیم سوپراکسیداز دسموتاز میتوکندریایی در مردان و زنان فعال: تحت تاثیر فعالیت‌های شدید ورزشی. مجله علوم پزشکی رازی. ۲۰(۱۱۶): ۷۸-۸۷.
- حقیقی، ا. ح.، دریبانی، ع.، حامدنی، م. ر. (۱۳۹۰). تاثیر یک جلسه ورزشی هوازی وامانده ساز با دو شدت متفاوت بر مقدار MDA سرمی در مردان سیگاری. علوم زیستی ورزشی. ۹: ۱۱۲-۹۵.
- دبیدی روشن، و. ا.، محمودی، ع. ا.، جولازاده، ط. (۱۳۸۸). مقایسه تاثیر ۳ و ۵ جلسه تمرین تناوبی هوازی بر HS - CRP موش‌های صحرایی ماده ویستار. فصلنامه المپیک. ۱۱(۱)، پیاپی ۴۵: ۱۱۹-۱۰۵.
- فیروززای، م.، سراسکانی، ر.، حسابی، ب.، بندگی، ا. ر. (۱۳۸۶). تاثیر ورزش مستمر بر کاهش آسیب‌پذیری غشا سلولی، وضعیت دفاع آنتی‌اکسیداتیو و استرس اکسیداتیو. مجله دانشگاه علوم پزشکی ایران. ۱۲۵(۵۶): ۱۳۶-۱۲۵.
- قربانی، ر.، توفیقی، ا.، بابایی بناب، س. (۲۰۱۷). پاسخ مکمل یاری روی - مس بر پراکسیداسیون لیپیدی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام در دختران غیرفعال به دنبال فعالیت وامانده ساز. مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزشی. ۴(۱): ۷۴-۸۱.
- کاراندیش، م.، رهیده، ط.، زند مقدم، ا.، حقیقی زاده، م. ح. (۱۳۸۷). تأثیر ویتامین C بر مارکرهای استرس اکسیداتیو پس از ۳۰ دقیقه ورزش با شدت متوسط در زنان جوان سالم. مجله غدد درون ریز و متابولیسم ایران. ۲: ۱۳۲-۱۲۷.

- گائینی، ع. ع، ارباب، گ.، کردی، م.، قربانی، پ. (۱۳۹۲). پاسخ پراکسیداسیون لیپید و دستگاه ضد اکسایشی بازیکنان زنده فوتبال به یک جلسه فعالیت ورزشی خیلی شدید HIE. مجله پزشکی هرمزگان. ۱۷(۱): ۲۹-۲۳.
- لعلی، م.، عابدی، ا.، کجیاف، م.، ب. (۱۳۹۱). ساخت و اعتباریابی پرسشنامه سبک زندگی (LSQ). پژوهش‌های روانشناختی. ۱۵(۱): ۸۰-۶۴.
- ملکیان فینی، ا.، شوندی، ن.، نجاتی، م.، حسینی، ن. (۱۳۹۴). تاثیر مکمل سازی کوتاه مدت رزوراترال بر پروتئین واکنشگر C در بازیکنان والیبال زن نخبه. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی ایلام. ۲۳(۷): ۷۸-۸۹.
- یزدخواستی، ا.، شوندی، ن.، محمودی، ا.، صارمی، ع. (۱۳۹۳). تأثیر مصرف مکمل رزوبین بر سطح سرمی IL-۶ و CRP و مقاومت به انسولین زنان مبتلا به دیابت نوع ۲. طب مکمل. ۳۲(۳۲۰): ۲۴۹۰-۲۴۸۴.
- Aguilar, M. J., González, Jiménez. E., Antelo, A., Perona, J. S. (2013). Insulin resistance and inflammation markers: correlations in obese adolescents. *Journal of Clinical Nursing*. 22(13-14): 2002-10.
- Alessio, H. M., Hagerman, A. E., Fulkerson, B. K., Ambrose, J., Rice, R. E., Wiley, R.L. (2000). Generation of reactive oxygen species after exhaustive aerobic and isometric exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 32(9):1576-81.
- Basu, A., Penugonda, K. (2004). Pomegranate juice: a heart-healthy fruit juice. *Nutrition Reviews*. 67(1): 49-56.
- Boocock DJ, Faust GE, Patel KR, Schinas AM, Brown VA, Ducharme MP, Booth, T. D., Crowell, J. A., Perloff, M., Gescher, A.J., Steward, W. P., Brenner, D. E. (2007). Phase I dose escalation pharmacokinetic study in healthy volunteers of resveratrol, a potential cancer chemoprotective agent. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*. 16: 1246-1252.
- Brasnyó, P., Molnár, G. A., Mohás, M., Markó, L., Laczy, B., Cseh, J., Mikolás, E., Szijártó, E. A., Mérei, A., Halmai, R., Mészáros, L. J., Sümegi, B., Wittmann, I. (2011). Resveratrol improves insulin sensitivity, reduces oxidative stress and activates the Akt pathway in type 2 diabetic patients. *British Journal of Nutrition*. 106(3):383-9.
- Burgess, T. A., Robich, M. P., Chu, L. M., Bianchi, C., Sellke, F. W. (2011). Improving glucose metabolism with resveratrol in a swine model of metabolic syndrome through alteration of signaling pathways in the liver and skeletal muscle. *Archives of Surgery*. 146:556-64.
- Cignarelli, M., DePergola, G., Picca, G., Sciaraffia, M., Pannacciulli, N., Tarallo, M., Laudadio, E., Turrisi, E., Giorgino, R. (1996). Relationship of obesity and body fat distribution with ceruloplasmin

- serum levels. *International journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*. 20(9):809-13.
- Cole, T. J., Freeman, J. V., Preece, M. A. (1995). Body mass index reference curves for the UK, 1990. *Archives of Disease in Childhood*. 73: 25-29.
 - Daud, D. M., Karim, A. A. H., Mohamad, N., Hamid, N. A. A., Wan, N. W. Z. (2006). Effect of exercise intensity on antioxidant enzymatic activities in sedentary adults. *Malaysian Journal of Biochemistry and Molecular Biology*. 13: 37-47 .
 - De la Lastra, C. A., Villegas, I. (2007). Resveratrol as an antioxidant and pro-oxidant agent: mechanisms and clinical implications. *Biochemical Society Transactions*. 35(Pt 5):1156-60.
 - Denko, C. W. (1979). Protective role of ceruloplasmin in inflammation. *Agents Actions*. 9(4):333-6.
 - Dong, H. H., Ren, H. L. (2004). New progression in the study of protecties of resveratrol in anticardiovascular disease. *Bratislavske Lekarske Listy*. 105:225-9.
 - Eleuterio, N. M., Palei, A. C., Machado, J. S., Tanus-Santos, J. E., Cavalli, R. C., Sandrim, V. C. (2016). Role of adiponectin on antioxidant profile: evaluation during healthy and hypertensive disorders of pregnancy. *Blood Pressure*. 25(4):241-3.
 - Evans, G. W., Majors, P. F., Cornatzer, W.E. (1970). Induction of ceruloplasmin synthesis by copper. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 41(5): 1120-1125
 - Fatouros, I. G., Tournis, S., Leontsini, D., Jamurtas, A. Z., Sxina, M., Thomakos, P., Manousaki, M., Douroudos, I., Taxildaris, K., Mitrakou, A. (2005). Leptin and adiponectin responses in overweight inactive elderly following resistance training and detraining are intensity related. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 90(11):5970-7.
 - Furukawa S, Fujita T, Shimabukuro M, Iwaki M, Yamada Y, Nakajima Y, Nakayama, O., Makishima, M., Matsuda, M., Shimomura I. (2004). Increased oxidative stress in obesity and its impact on metabolic syndrome. *Journal of Clinical Investigation*. 114(12): 1752-61.
 - Gao, X., Xu, Y. X., Janakiraman, N., Chapman, R. A., Gautam, S. C. (2011). Immunomodulatory activity of resveratrol: suppression of lymphocyte proliferation, development of cell-mediated cytotoxicity, and cytokine production. *Biochemical Pharmacology*. 62(9):1299-308.

- Gaware, V., Kotade, K., Dhamak, K., Somawanshi, S. (2010). Ceruloplasmin, its role and significance: a review. *International Journal of Biomedical Research*. 1(4): 153-162.
- Gitlin, J. D. (1988). Transcriptional Regulation of Ceruloplasmin Gene Expression during Inflammation. *Journal of Biological Chemistry*. 263(13): 6281-6287.
- Gutteridge, J. M. C. (1987). Antioxidant activity of ceruloplasmin In: William NJ, CRC Hand book of Methods for Oxygen Radical Research . 2nd ed . London, CRC Press, 303-307.
- Hagströmer, M., Oja, P., Sjöström, M. (2006). The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): a study of concurrent and construct validity. *Public Health Nutrition*. 9(6):755-62.
- Hosseini-Esfahani, F., Asghari, G., Mirmiran, P., Jalali Farahani, S., Azizi F. (2010). Reproducibility and Relative Validity of Food Group Intake in a Food Frequency Questionnaire Developed for the Tehran Lipid and Glucose Study. *Journal of Epidemiology*. 20(2): 150-158.
- Jackson, A. S., Pollock, M., L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*. 40(3):497-504.
- Jurima, J., Rembel, K., Jurimae, T., Rehand, M. (2005). Adiponectin is associated with bone mineral density in perimenopausal women. *Hormone and Metabolic Research*. 37:297-302.
- Kaminsky, L. A., Whaley, M. H. (1998). Evaluation of a new standardized ramp protocol: the BSU/Bruce Ramp protocol. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*. 18(6):438-44.
- Kitada, M., Kume, S. H., Imaizumi, N., Koya, N. (2011). Resveratrol Improves Oxidative Stress and Protects Against Diabetic Nephropathy Through Normalization of Mn-SOD Dysfunction in AMPK/SIRT1-Independent Pathway. *Diabetes*. 60(2): 634-643.
- Kode, A., Rajendrasozhan, S., Caito, S., Yang, S. R., Megson, I. L., Rahman, I. (2008). Resveratrol induces glutathione synthesis by activation of Nrf2 and protects against cigarette smoke-mediated oxidative stress in human lung epithelial cells. *American Journal of Physiology Lung Cellular and Molecular Physiology*. 294(3):L478-88.
- Kraemer, W. J., Fleck, S. J. (2007). Optimizing strength training: designing nonlinear periodization work out/ chapter 7 assessment. 1st ed. Mike Bahrke JPHMT, editor. United States: Human Kinetics.
- Lau, D. C., Douketis, J. D., Morrison, K. M., Hramiak, I. M., Sharma, A. M., Ur, E. (2007). 2006 Canadian clinical practice guidelines on the management and prevention of obesity in adults and children [summary]. *Canadian Medical Association Journal*. 176(8): S1-13.

- Martin, F., Linden, T., Katschinski, D. M., Oehme, F., Flamme, I., Mukhopadhyay, C. K., Eckhardt, K., Tröger, J., Barth, S., Camenisch, G., Wenger, R. H. (2005). Copperdependent activation of hypoxia-inducible factor (HIF)-1: implications for ceruloplasmin regulation. *Blood*. 105(12):4613-9.
- Mazumder, B., Mukhopadhyay, C. K., Prok, A., Cathcart, M. K., Fox, P. L. (1997). Induction of ceruloplasmin synthesis by IFN-gamma in human monocytic cells. *Journal of Immunology*. 159(4):1938-44.
- Molmenti, E. P., Ziambaras, T., Perlmutter, D. H. (1993). Evidence for an acute phase response in human intestinal epithelial cells. *Journal of Biological Chemistry*. 268(19):14116-24.
- Pedersen, B. K., Ostrowski, K., Rohde, T., Bruunsgaard, H. (1998). The cytokine response to strenuous exercise. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. 76(5):505-11.
- Rubiolo, J. A., Mithieux, G., Vega, F.V. (2008). Resveratrol protects primary rat hepatocytes against oxidative stress damage: activation of the Nrf2 transcription factor and augmented activities of antioxidant enzymes. *European Journal of Pharmacology*. 591(1-3):66-72.
- Ryan, M. J., Jackson, J. R., Hao, Y., Williamson, C. L., Dabkowski, E. R., Hollander, J. M., Always, S.E. (2010). Suppression of Oxidative Stress by Resveratrol After Isometric Contractions in Gastrocnemius Muscles of Aged Mice. *Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*. 65A(8): 815–831.
- Shang, J., Chen, L. I., Xiao, F. X, Sun, H., Ding, H. C., Xiao, H. (2008). Resveratrol improves nonalcoholic fatty liver disease by activating AMP-activated protein kinase1. *Acta Pharmacologica Sinica*. 29: 698-706 .
- Siri, W. E. (1993). Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. *Nutrition*. 9(5):480-91.
- Soundravally, R., Hoti, S. L., Patil, S. A., Cleetus, C. C., Zachariah, B., Kadiravan, T., Narayanan, P., Kumar, A. (2014). Association between proinflammatory cytokines and lipid peroxidation in patients with severe dengue disease around defervescence. *International Journal of Infectious Diseases*. 18:68-72.
- Szkudelska, K., Szkudelski, T. (2010). Resveratrol, obesity and diabetes. *European Journal of Pharmacology*. 635(1-3):1-8.
- Ungvari, Z., Bagi, Z., Feher, A., Recchia, F. A., Sonntag, W. E., Pearson, K., de Cabo, r., Csiszar,a. (2010). Resveratrol confers endothelial protection via activation of the antioxidant transcription factor Nrf2. *American Journal of Physiology, Heart and Circulatory Physiology*. 299(1): H18–H24.

- Vassiliev, V., Harris, Z. L., Zatta, P. (2005). Ceruloplasmin in neurodegenerative diseases. *Brain Research Reviews*. 49(3):633-40.
- Vincent, H. K., Taylor, A. G. (2006). Biomarkers and potential mechanisms of obesity-induced oxidant stress in humans. *International Journal of Obesity (Lond)*. 30(3):400-18.
- Zambito, J. L. (2011). Effects of Resveratrol Supplementation on Glycemic Response and Oxidant Status in Moderately Exercised Mature Quarter Horse Geldings. [M.S. Thesis]. West Virginia University.
- Zoli, A., Altomonte, L., Caricchio, R., Galossi, A., Mirone. L., Ruffini, M. P., Magaró, M. (1998). Serum zinc and copper in active rheumatoid arthritis: correlation with interleukin 1 beta and tumour necrosis factor alpha. *Clinical Rheumatology*. 17(5):378-82.