تأثیر یک دوره تمرین مقاومتی همراه با مصرف کافئین بر شاخص آنتی اکسیدانی سوپراکسید دیسموتاز(SOD)و ترکیب بدن در مردان مبتلا به دیابت نوع ۲

مهدی جلوداران[۱] ، مهسا محسن زاده [۲*]

ص.ص: ۵۸-۴۴
تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۰۴
تاریخ تصویب: ۹۸/۰۴/۱۷

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیرهشت هفته تمرین مقاومتی و مصرف کافئین بر SOD مردان غیرفعال مبتلا به دیابت نوع ۲ شهرستان همدان بود. روش تحقیق حاضر نیمه تجربی بود.بدین منظور ۳۲ آزمودنی (با میانگین قد ۷/۲۰±۱۶۹/۹۲ سانتی‌متر، وزن ۶/۳۴±۸۲/۴۱ کیلوگرم، سن ۵±۵۰ سال و محدوده قند خون ۱۵۰-۲۰۰ میلی گرم در دسی لیتر به‌صورت هدفمند و در دسترس انتخاب و به‌صورت تصادفی به چهار گروه، کافئین، تمرین مقاومتی ، تمرین مقاومتی با مصرف کافئین و گروه کنترل قرار گرفتند. آزمودنی‌های گروه کافئین روزانه سیصد میلی گرم کافئین را به مدت ۸ هفته دریافت کردند. گروه کنترل از دارونما استفاده کردند.آزمودنی‌های گروه‌های تمرین یک پروتکل تمرین مقاومتی پیش‌رونده را که شامل هشت هفته (سه جلسه در هفته) و جلسه‌ای هشت حرکت را باشدت ۶۵-۸۰ درصد 1RM اجرا کردند. قبل و ۴۸ ساعت بعد از هشت هفته تمرین، نمونه‌های خونی از ورید پیش آرنجی جمع‌آوری شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از طریق آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی توکی در سطح معناداری $\alpha \geq ۰.۰۵$ توسط نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام گرفت.بر اساس یافته های تحقیق شاخص سوپراکسیددیسموتاز پس از هشت هفته تمرین مقاومتی، مصرف مکمل کافئین، تمرین مقاومتی و مصرف مکمل کافئین افزایش معنی داری نشان داد اما در گروه کنترل تفاوت معناداری نشان نداد.به طور کلی با توجه به تاثیر تمرینات مقاومتی بر میزان سوپراکسیددیسموتاز پیشنهاد می شود از این نوع تمرینات جهت تقویت سیستم ایمنی و حفظ توده عضلانی در افراد مبتلا به دیابت نوع دو استفاده گردد.همچنین با توجه به تاثیر مکمل کافئین بر سیستم

[۱] . استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران
[۲] . کارشناس ارشد گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران
[*]ایمیل نویسنده مسئول: m.mohsenzadeh@kiau.ac.ir

آنتی‌اکسیدانی درونی مخصوصاً سوپراکسیددیسموتاز، می توان از مکمل کافئین جهت بهبود سیستم آنتی‌اکسیدانی در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو بهره برد.

واژه های کلیدی: تمرین مقاومتی، کافئین، سوپراکسیددیسموتاز، دیابت نوع ۲ ، مردان غیرفعال

مقدمه

بیماری دیابت یکی از مهم‌ترین مشکلات بهداشتی- درمانی و اجتماعی- اقتصادی جهان محسوب می‌شود (۱۴). شیوه‌ی زندگی جدید که با کاهش فعالیت بدنی، تغذیه نامناسب و استرس مداوم توأم شده، از مهم‌ترین علل افزایش دیابت است. افزایش قند خون به دنبال ابتلا به دیابت دلیل اصلی بیشتر عوارض ناشی از دیابت معرفی شده است. شاخص های آنتی اکسیدانی نقش مهمی در آسیب سلولی ناشی از قند خون ایفا می‌کند و سطح قند خون بالا می‌تواند تولید رادیکال‌های آزاد را تحریک کند (۲۷). محققان معتقدند که دیابت باعث تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS)[1] می‌شود و افزایش رادیکال‌های آزاد باعث اختلال در یکپارچگی اجزای سلولی و درنهایت منجر به عوارض دیابت می‌شود (۱۳).اگرچه عوامل گوناگونی در ایجاد و پیشرفت دیابت و ضایعات ناشی از آن دخیل‌اند، امروزه نقش استرس اکسایشی و رادیکال‌های آزاد در پاتوژنز این ضایعات به‌شدت موردتوجه قرارگرفته است .آتشک و همکاران در سال ۲۰۱۵ اعلام کردند در شرایط طبیعی همیشه یک توازن بین تولید گونه‌های فعال اکسیژن، نیتروژن و دفاع ضد اکسایشی در افراد سالم وجود دارد. اما درصورتی‌که توازن اکسایشی‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها از بین برود وضعیتی به نام فشار اکسایشی به وجود می‌آید که باعث آسیب به ماکرو مولکول‌های زیستی از قبیل اسیدهای هسته‌ای، غشای فسفولیپیدی و پروتئین‌های داخل و خارج سلول و درنهایت بروز بیماری‌های استحاله‌ای مختلف (از قبیل بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت قندی، سرطان‌ها، آلزایمر، پارکینسون و...) و پیری می‌شود (۶). آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از قبیل سوپراکسیددیسموتاز(SOD)[2]، گلوتاتیون پراکسیداز(GPX)[3] و کاتالاز (CAD)[4] در داخل بدن و به‌صورت درون‌زا فعالیت می‌کنند. دستگاه آنتی‌اکسیدانی بدن انسان وظیفه دارد تا با تولید و به‌کارگیری مواد آنتی‌اکسیدانی موجب قطع زنجیره واکنش‌های ایجادشده به‌وسیله بنیان‌های آزاد شود. این دستگاه، تعادل زیستی (هومئوستاز) عملکرد طبیعی بدن را حفظ کرده و فشار اکسایشی ناشی از افزایش بنیان‌های آزاد را تعدیل می‌کند(۱۸). فینود[5] و همکاران در سال ۲۰۰۶ بین کردند که با توجه به اثرات مفید فعالیت‌های ورزشی بر کیفیت زندگی، افزایش تولید بنیان‌های آزاد در طی فعالیت بدنی کوتاه و طولانی‌مدت، با کاهش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی همراه است و این کاهش باعث خستگی، التهاب و آسیب‌های بافتی خواهد شد. تحت شرایط فیزیولوژیک و پاتولوژیک گوناگونی ازجمله ورزش شدید،

1. Reactive oxygen species
2. Superoxide dismutase(SOD)
3. Glutathione peroxidase
4. Catalase
5. Finuad

تمرین در ارتفاع زیاد، عدم تحرک و خیلی از بیماری‌ها ظرفیت ضد اکسایشی کل بدن نمی‌تواند به‌طور کامل از پراکسیداسیون لیپیدی و آسیب عضلانی جلوگیری کنند. یکی از راه‌های جلوگیری و کاهش فشار اکسایشی و عواقب آن استفاده از مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی است(۱۶).تحقیقات نشان داده اند که ترکیبات موجود در قهوه به سوخت و ساز قند در بدن کمک می‌کند. از این رو موجب کاهش خطر دیابت می شود. همچنین کوتا[1] و همکاران (۲۰۰۸) اثرات یک ماه مصرف پودر زنجبیل را بر پراکسیداسیون لیپیدی و آنزیم‌های ضد اکسایشی موش‌ها مورد ارزیابی قرارداده و بیان کردند زنجبیل باعث افزایش معنی‌داری در فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز و کاهش معنی‌داری در MDA موش‌های تیمار شده با زنجبیل در مقایسه با گروه کنترل شد(۲۱). فنینگ [2]و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهشی با تعداد نمونه ۴۲ مرد دیابتی به مدت ۸۴ جلسه به بررسی اثرگذاری تمرینات مقاومتی بر کاهش فشار اکسایشی افراد چاق مبتلا به دیابت نوع دو با نمونه ۳۳ نفر نتایج مثبت و معنی داری را گزارش کرده‌اند(۱۵). بلومر[3] و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهشی اظهار داشتند که مصرف حاد۴ میلی گرم در وزن بدن کافئین هیچ تأثیری روی TAC سرمی در حالت پایه (۶۰ دقیقه پس از قطع مصرف) ۵ و ۳۰ دقیقه پس از دویدن مسافت ۱۰کیلومتر ندارد.حتی در برخی از موارد منجر به افزایش پاسخ مارکرهای استرس اکسایشی از جمله MDA می شود(۱۱). مکنزی[4] و همکاران(۲۰۰۷) به طور جامع به بررسی نوشیدنی های با و بدون کافئین پرداخته و نتایج تاثیرات مثبت کافئین بر کاهش قند خون گذارش کرد(۲۳).قرنی و همکاران ۱۳۹۶ در پژوهشی تأثیر مصرف طولانی مدت کافئین و تمرینات هوازی بر سطوح سرمی اینترلوکین-۶ و ترکیب بدن در مردان چاق را مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه۴۰ مرد چاق به صورت تصادفی در ۴ گروه ۱۰ نفری دارونما، مکمل، دارونماتمرین، مکمل‌تمرین قرار گرفتند. برنامه تمرین‌هوازی شامل دویدن با شدت ۸۵-۶۵٪ HRmax به مدت ۸ هفته، ۴۰-۲۵ دقیقه و ۳ جلسه در هفته بود. در گروه‌های تمرین-دارونما و تمرین-کافئین، کاهش معنی‌داری در سطح سرمی اینترلوکین-۶ نسبت به گروه کافئین و دارونما در پس‌آزمون مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). همچنین کاهش معنی‌داری در ترکیب بدن گروه‌های تمرین-دارونما، تمرین-کافئین و کافئین نسبت به گروه دارونما در پس‌آزمون مشاهده شد ($p<۰/۰۵$). می‌توان نتیجه گرفت که تمرین هوازی و همچنین تمرین هوازی همراه با مصرف کافئین به واسطه کاهش عوامل التهابی، می‌تواند در کاهش التهاب و بهبود ترکیب بدن افراد چاق مؤثر باشد(۲). لی [5]و همکاران(2005) در یک پژوهش با تعداد نمونه ۳۲ مرد لاغر،چاق ، مبتلا به دیابت نوع دو و سالم به بررسی کافئین بر پارامترهای بیوشیمیایی همراه با انجام فعالیت های ورزشی منظم کردند. نتایج تاثیر مثبت کافئین را در گروه های دیابتی و همراه با فعالیت

1 .Kota
2 .Fenning
3 . Bloomer
4 . MacKenzie
5 .Lee

ورزشی نشان داد. گوزل[1] و همکاران (۲۰۰۷)، تأثیر تمرین مقاومتی با شدت بالا و پایین را بر شاخص-های CK, MDA و NOX بررسی کردند. نمونه مردان بزرگسال بودند که دو ماه مورد تمرین قرار گرفتند. نتایج نشان داد NOX در گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا افزایش داشت. سطح MDA در هر گروه نسبت به قبل از تمرین به‌طور معنی‌داری افزایش یافت(۲۲). همچنین در پژوهشهای داخلی نیز نیک خرد و همکاران (۱۳۹۵) به‌منظور تعیین اثر مکمل‌دهی کوتاه‌مدت کافئین بر پاسخ برخی از مارکرهای آنتی‌اکسایشی(GPX)،(SOD)و شاخص پراکسیداسیون لیپیدی (MDA) در سرم ۱۸ مرد فعال پس از یک جلسه فعالیت هوازی انجام شد(۱). پس از مکمل‌دهی ۱۴ روزه، آزمودنی‌ها در یک پروتکل فعالیت هوازی (دویدن روی نوارگردان در شیب منفی ۱۵٪ به‌مدت ۳۰ دقیقه با ۶۵٪ اکسیژن مصرفی بیشینه) شرکت نمودند. نتایج حاکی است که مصرف ۱۴ روزه‌ی کافئین در حالت پایه موجب افزایش معنی‌دار در ظرفیت آنزیم‌های آنتی‌اکسایشی GPx وSOD می‌گردد($P\leq$ ۰/۰۵). از طرفی، ۳۰ دقیقه فعالیت هوازی به‌ترتیب باعث کاهش معنی‌دار توان آنتی‌اکسایشی و افزایش معنی‌دار شاخص استرس اکسیداتیو (MDA) می شود. درحالی‌که، سطوح افزایش یافته‌ی مارکرهای استرس اکسایشی گروه شبه‌دارو به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه کافئین بود. براساس یافته‌های حاضر می‌توان چنین نتیجه گرفت که احتمالاً مکمل‌دهی کافئین می‌تواند با افزایش ظرفیت آنتی‌اکسایشی پایه GPX و SOD،از تغییرات نامطلوب شاخص آسیب استرس اکسایشی (MDA) ناشی از انجام یک جلسه فعالیت هوازی در مردان فعال بکاهد(۳). در تحقیق آتشک و همکاران (۱۳۹۰)، اثر یک دوره مصرف زنجبیل همراه با تمرین مقاومتی بر پراکسیداسیون لیپیدی و مقاومت به انسولین در مردان چاق نشان دادند که مصرف زنجبیل و تمرین مقاومتی می‌تواند به‌طور جداگانه شیوه درمانی مؤثری برای تغییرات مطلوب در پراکسیداسیون لپیدی و مقاومت به انسولین در مردان چاق باشد(۷). چاکر عطابک[2] و همکاران (۲۰۱۰)، اثر شش هفته شدت تمرین مقاومتی مختلف (هایپرتروفی با شدت و قدرت با شدت) بر شاخص‌های استرس اکسایشی مردان جوان سالم نشان دادند که فاکتور MDA به‌طور معناداری کاهش یافته و فاکتور GSH بدون تغییر مانده است و احتمالاً بدون تغییر ماندن GSH به مدت‌زمان تمرین بستگی دارد(۱۲). منحصربه‌فرد بودن تمرین‌های ورزشی برای افراد مبتلابه دیابت نوع دو می‌تواند توانمند شدن عضلات اسکلتی در برداشت گلوکز، بدون نیاز به انسولین باشد (۱۷). تمرین مقاومتی نوعی فعالیت بی‌هوازی است که در طی آن از انقباض عضلانی برای افزایش قدرت و حجم عضلات استفاده می‌شود.چنانچه تمرینات مقاومتی به‌درستی به کار روند فواید زیادی در سلامتی کلی بدن همچون افزایش قدرت و چگالی استخوان، عضلات، تاندون‌ها، رباط‌ها، بهبود مفاصل، افزایش متابولیسم بدن، بهبود عملکرد قلب و تنظیم کلسترول بدن دارد (۲۰). لذا تحقیق حاضر بر آن است که تأثیر هشت هفته

[1] .Guzal
[2] . Çakir-Atabek

تمرین مقاومتی وهمراه با مصرف کافئین بر آنزیمسوپراکسیددیسموتاز(SOD)در مردان ۴۵ تا ۵۵ سال غیرفعال مبتلا به دیابت نوع دو بررسی کند.

روش شناسی تحقیق

تعداد ۳۲ نفر بیمار مرد دیابتی نوع ۲ که دارای شرایط تحقیق از قبیل دامنه سنی(۵±۵۰)سال، محدوده قند خون ۱۵۰ تا ۲۰۰ بودند، به‌صورت نمونه در دسترس در این پژوهش شرکت کردند. آزمودنی ها داری بیماری مفصلی و نرمی استخوان، شکستگی استخوان، عوارض دیابتی (نوروپاتی، نفروپاتی، ریتینوپاتی)، داشتن چاقی نوع ۳ نبودند. از داروهای هورمونی و هورمون درمانی، مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی (ازجمله کافئین، ویتامین C، ویتامین E)استفاده نمی کردند. در شش ماه گذشته از سیکار و الکل استفاده نکردند. سابقه تمرین مقاومتی در یک سال گذشته نداشتند. پس از تکمیل اساس ارزیابی، افراد با آرایش تصادفی در چهار گروه تقسیم شدند. سپس آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی به چهار گروه، کنترل (۸نفر)، تمرینات مقاومتی به همراه مصرف کافئین (۸نفر)، تمرین مقاومتی بدون مصرف کافئین (۸نفر)، و دارو نما(۸ نفر) تقسیم شدند. لذا افرادی که در گروه مصرف‌کننده کافئین قرار گرفتند (گروه کافئین و گروه تمرین مقاومتی با کافئین) روزانه سه وعده ۱۰۰ میلی گرم در روز به مدت هشت هفته دریافت کردند. به‌علاوه افرادی که در گروه تمرینات ورزشی قرار گرفتند پروتکل ورزشی به مدت هشت هفته انجام شد.

پروتکل تمرینی

گرم کردن عمومی شامل پنج دقیقه دویدن یا پیاده‌روی سریع بر روی تردمیل با سرعت ۵-۷ کیلومتر در ساعت و انجام حرکات کششی، و گرم کردن اختصاصی شامل یک نوبت (۱۰ تکرار) با وزنه سبک بود. سپس برای تعیین 1RM، با استفاده از فرمول برزیسکی، با استفاده از میزان وزنه جابجا شده و تعداد تکرار به دست آمد.برنامه تمرین مقاومتی هشت هفته (سه جلسه در هفته) با ریکاوری ۷۲-۴۸ ساعته بین جلسات تمرینی برای بیماران دیابت نوع دو بود که شدت تمرینات با استفاده از یک تکرار بیشینه[1] تعیین شد. تمرین مقاومتی به‌صورت ایستگاهی و دایره‌ای اجرا شد. حرکات شامل پرس پا، پرس سینه، زیر بغل سیم‌کش از بالا، پشت بازو، جلو ران با دستگاه، حرکت پارویی، جلو بازو با هالتر و کرانچ است (۷،۹). شرکت‌کنندگان درطی دو هفته اول هر ایستگاه را در ۳-۲ دوره (set) با ۲۰-۱۵ تکرار درشدت۴۰تا ۵۰ درصد 1RM انجام دادند. از هفته ۶-۳ هر ایستگاه را سه دوره با ۱۵-۱۲ تکرار، شدت۵۰ تا ۷۵درصد 1RM و در مدت دو هفته آخر ایستگاه‌ها را با تکرار ۱۲-۸ و با شدت ۶۵ تا ۸۰ درصد 1RM اجرا کردند. به‌منظور اصل اضافه‌بار 1RM آزمودنی‌ها درتمامی ایستگاه‌ها هر دو هفته یک‌بار موردمحاسبه قرار گرفتند و در هر جلسه بار تمرینی به‌دقت کنترل شدند.

[1]. One repetition maximum(1RM)

اندازه‌گیری فاکتور خونی SOD

اولین نمونه خون استراحتی ۷۲-۴۸ ساعت قبل از پروتکل، از ورید سیاهرگ بازویی در حالت نشسته به میزان ۱۰-۵ سی‌سی رأس ساعت ۸ صبح و پس از حداقل ۱۲ ساعت ناشتایی به‌منظور ارزیابی سطوح سرمی SOD جمع‌آوری شد. قبل از خون‌گیری اول، آزمودنی‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در آزمایشگاه استراحت کردند. گروه کنترل در طی این هشت هفته فعالیت بدنی منظمی نداشته و فقط به فعالیت‌های روزمره می‌پردازد. گروه کنترل در قبل و بعد از پروتکل همانند بقیه گروه‌ها جهت خون‌گیری به آزمایشگاه مراجعه کرده و مشابه بقیه گروه‌ها از آن‌ها خون‌گیری به عمل آمد. پس از هر بار جمع‌آوری نمونه‌های خونی از ورید بازویی، مقدار ده سی‌سی خون را در لوله‌های حاوی EDTA به‌منظور تهیه پلاسما ریخته شد و نمونه‌های پلاسما بلافاصله سانتریفوژ شد. نمونه‌های پلاسما به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفوژ و سپس در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان اندازه‌گیری پارامترها نگهداری شد. اندازه‌گیری سطوح سرمی SOD با استفاده از روش الیزا ریدر و با کیت مخصوص ZellBioGmbh ساخت کشور آلمان و ضریب تغییرات درون آزمودنی‌ها ٪۲/ ۷ و با درجه حساسیت U/ml1 است (دامنه تخمینی5-U/mL100) و به کمک دستگاه state fax مدل۲۱۰۰ شرکتAWARENESکشور سازنده آمریکاجهت ارزیابی نمونه‌های سرمی انجام شد.

در جدول۱ شاخص‌های آماری مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها درگروه‌های مختلف آورده شده است.

گروه متغیر	تمرین مقاومتی با کافئین	تمرین مقاومتی با دارونما	کافئین	دارونما
	N=8	N=11	N=10	N=10
	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD
سن (سال)	۵۰/۷۵±۲/۸۷	۴۵/۲۷±۱/۹۹	۴۴/۶۰ ±۱/۵۹	۴۶±۱/۸۷
قد(سانتیمتر)	۱۷۱±۱/۹۶	۱۷۱±۲/۱۸	۱۷۰±۱/۸۳	۱۶۷±۳/۰۹
وزن(کیلوگرم)	۸۰/۷۸±۲/۱۷	۸۲/۵۹±۱/۱۲	۸۳/۵۵±۱/۲۷	۸۲/۳۰±۳/۲۴
BMI(kg/m2)	۲۷/۶۱±۰/۱۷	۲۸/۲۶±۰/۴۶	۲۸/۹۸±۰/۷۲	۲۹/۲۷±۰/۹۱
چربی بدن(%)	۲۶/۵۲±۰/۴۵	۵۲/۲۶±۰/۵۹	۲۷/۶۵±۰/۸۷	۲۸/۶۵±۰/۷۲

به‌منظور توصیف داده‌ها، محاسبهٔ میانگین و انحراف معیار از آمار توصیفی و برای نرمال بودن توزیع داده های هر متغیر از آزمون شاپیروویلک استفاده شد. همچنین، برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از آزمون تی وابسته برای تغییرات متغیرها از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون و تفاوت بین گروه‌ها از تحلیل واریانس آنوای

یک‌راهه و آزمون تعقیبی توکی در سطح معنی‌داری (P≤۰/۰۵) استفاده شد؛ و تجزیه‌وتحلیل آماری داده ها با استفاده از نرم‌افزار spss نسخه ۱۸ انجام شد.

هشت هفته تمرین مقاومتی و مصرف مکمل کافئین بر SOD بیماران دیابت نوع دو اثر معنی‌داری ندارد.

جدول ۲ اطلاعات آزمون t همبسته مربوط به SOD در گروه‌های مختلف

مرحله	شاخص آماری	
گروه	T	معنی‌داری
تمرین مقاومتی با کافئین	-۴/۵۹	۰/۰۰۲
تمرین مقاومتی با دارونما	-۳/۵۱	۰/۰۰۷
کافئین	-۴/۷۲	۰/۰۰۱
دارونما	-۰/۰۷	۰/۹۴

نتایج آزمون t همبسته نشان داد که SOD در گروه‌های تمرین و کافئین نسبت به گروه دارونما تفاوت معنادار بود(P≤۰/۰۵)، (جدول۲).

جدول ۳- نتایج آزمون تحلیل واریانس مربوط به SOD در گروه‌های مختلف

متغیر		مجموع مجذورات	درجات آزادی	میانگین مجذورات	نسبت F	سطح معناداری
SOD	بین گروه‌ها	۱۶۴/۳۳	۳	۵۴/۷۷	۵/۴۷	۰/۰۰۴
	بین گروه‌ها	۳۴۰/۳۹	۳۴	۱۰/۰۱		
	مجموع	۵۰۴/۷۲	۳۷			

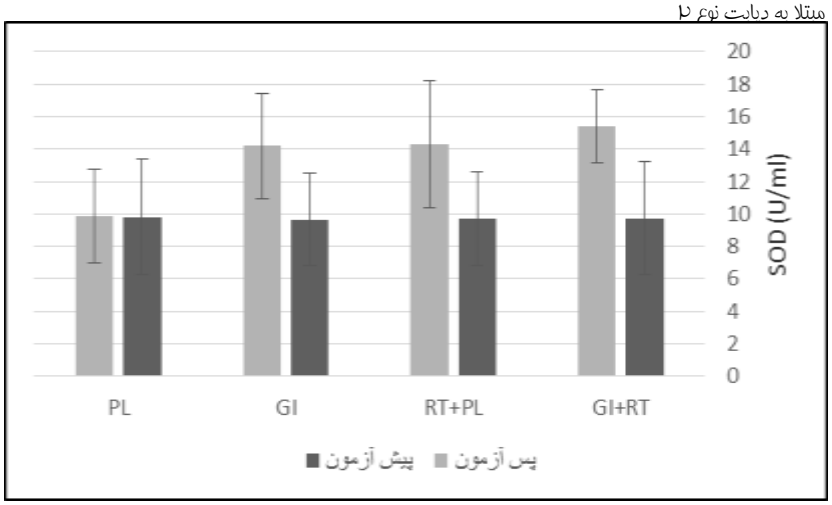
نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه در مرحله پس‌آزمون نشان داد SOD که بین گروه‌های پژوهش تفاوت معناداری بود($P\leq ۰/۰۵$)،(جدول۳).

همچنین با استفاده از آزمون تعقیبی توکی در جدول ۴ تفاوت تغییرات SOD در بین گروه‌های مختلف و سطح معناداری آن‌ها نشان داده‌شده است.

جدول ۴- خلاصه نتایج آزمون توکی تغییرات SOD در گروه‌های مختلف

گروه	گروه	اختلاف میانگین	سطح معناداری
تمرین مقاومتی با کافئین	تمرین مقاومتی با دارونما	۱/۱۳	۰/۸۶
	کافئین	۱/۲۴	۰/۸۲
	دارونما	۵/۵۷	۰/۰۰۴
تمرین مقاومتی با دارونما	کافئین	۰/۱۱	۱/۰۰
	دارونما	۴/۴۴	۰/۰۲۱
کافئین	دارونما	۴/۳۳	۰/۰۲۶

مطابق جدول ۴ نتایج مقایسه دوبه‌دو با استفاده از آزمون توکی نشان داد در مرحله پس‌آزمون گروه تمرین مقاومتی نسبت به گروه‌های تمرین مقاومتی با دارونما و کافئین تفاوت معنادار نبود ولی نسبت به گروه دارونما تفاوت معناداری بود ($P\leq ۰/۰۵$). همچنین گروه تمرین مقاومتی با دارونما نسبت به گروه کافئین تفاوت معنادار نبود($P\leq ۰/۰۵$). ولی نسبت به گروه دارونما تفاوت معنادار بود. ولی گروه کافئین نسبت به گروه دارونما تفاوت معنادار بود ($P\leq ۰/۰۵$).



نمودار۱-مقایسه تغییرات سطح SOD در گروه‌های مختلف

یافته ها نشان داد شاخص سوپراکسیددیسموتاز پس از هشت هفته تمرین مقاومتی افزایش معنی داری داشت.همچنین این شاخص پس از هشت هفته مصرف مکمل کافئین نیز افزایش معنی داری نشان داد.شاخص سوپراکسیددیسموتاز پس از هشت هفته تمرین مقاومتی و مصرف مکمل کافئین افزایش معنی داری نشان داد.اما این شاخص در گروه کنترل تفاوت معناداری نشان نداد($p\geq ۰/۰۵$).

بحث و نتیجه گیری

بررسی‌های آماری تحقیق حاضر نشان داد که صرف‌نظر از نوع مکمل، تمرین مقاومتی به‌صورت معنادار عامل تأثیرگذار بر غلظت SOD است، بطوریکه در مرحله دوم خون‌گیری نسبت به مرحله اول خون‌گیری تفاوت معناداری بود. همچنین تحلیل آماری نشان داد، که مکمل کافئین باعث افزایش سطوح سرمی (SOD) می‌شود. فعالیت بدنی شدید اکسیژن مصرفی و تولید بنیان‌های آزاد داخل سلولی را به‌طور قابل‌توجهی افزایش می‌دهد، تمرینات مقاومتی شدید از طریق فرایند ایسکمی- خون‌رسانی مجدد و فعال کردن مسیرگزانتین اکسیداز، به تولید گونه‌های اکسیژن واکنشی ROS و فشار اکسایشی منجر می‌شوند. این امر به عدم تعادل درهومئوستاز اکسایشی- ضد اکسایشی و افزایش تولید ROS هنگام تمرین می‌انجامد(۱). بنیان‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن، مولکول‌های خیلی واکنش‌پذیری هستند که درنتیجه متابولیسم طبیعی در سلول‌ها به‌طور مداوم تولید می‌شوند، اما توسط دستگاه‌های دفاع ضد اکسایشی آنزیمی (کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز) و غیر آنزیمی (ویتامینC وE,A) خنثی می‌شوند (۱). تمرینات مقاومتی به مدت شش هفته مستقل از شدت تمرین مقاومتی موجب افزایش سطح پلاسمایی آنزیم آنتی‌اکسیدانی می‌شود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هشت هفته تمرین

مقاومتی و مصرف مکمل کافئین تأثیر معناداری بر شاخص SOD بیماران دیابت نوع دو دارد که این تغییرات در گروه دارونما دیده نشد(۱۲). پژوهش حاضر با نتایج شی[1] و همکاران (۲۰۰۸) که گزارش نمودند که اجرای ۱۲ هفته برنامه ورزشی افزایش معنی‌داری سوپراکسیددیسموتاز در زنان میان‌سال همراه بوده است(۲۵) و عزیزبیگی و همکاران (۲۰۱۳) که نشان دادند اثر تمرین مقاومتی پیش‌رونده روی استرس اکسایشی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در گلبول‌های قرمز خون مردان تمرین نکرده، سبب کاهش معنی دار غلظت مالون‌دی‌آلدئید و افزایش آنزیم آنتی‌اکسیدانی SODمی گردد(۱۰)، همسو است . همچنین کوتا و همکاران (۲۰۰۸)اثرات یک ماه مصرف پودر کافئین را بر پراکسیداسیون لیپیدی و آنزیم‌های ضد اکسایشی موش‌ها مورد ارزیابی قرارداده و بیان کردند که کافئین باعث افزایش معنی‌داری در فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز و کاهش معنی‌داری در MDA موش‌های تیمار شده با کافئین در مقایسه با گروه کنترل شد(۲۱). عبدل‌سانی[2] و همکاران (۲۰۱۴)، اثر ترکیبی کافئین و عسل بر استرس اکسایشی و مشخصات متابولیک دراستریتوزوتوسین موش‌های صحرایی دیابتی نشان دادند که سطوح MDA به‌طور معناداری کاهش‌یافته و سطوح SOD و CAT به‌طور معناداری افزایش‌یافته است(۴). اولکینا و همکاران (۲۰۰۸)، مدولاسیون آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و سایتوکاین‌های التهابی: مکانیسم التهابی عصاره کافئین با اثر ضد دیابتی نشان دادندکه عصاره کافئین فعالیت درون‌سلولی CAT وSOD و GSH را افزایش می‌دهد و سطح MDAرا کاهش می‌دهد(۲۴). لذا پژوهش حاضر با مطالعات فوق همسو است. از طرفی نتایج تحقیق بلومر و همکاران حاکی است مصرف حاد ۴ میلی گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن در ۱۲مرد تمرین کرده متعاقب ۱۰ کیلومتر دویدن هیچ گونه تأثیری بر شاخص های فشار اکسایشیMDA ندارد(۱۱).تحقیقات استیفانی[3] و همکاران (۲۰۱۴) با تحقیق حاضر ناهمسو بود(۲۶)، چرا که اعتقاد داشتند که تمرین مقاومتی به همراه مکمل کراتین در بافت موش‌ها، استرس اکسایشی کاهش و آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز وکاتالاز تغییری در عضلات اسکلتی ندارد، که شاید بتوان دلایل تناقض این یافته‌ها را در سن، دوز مصرف مکمل، وضعیت جسمانی، و مقادیر متفاوت شاخص توده‌ی بدنی آزمودنی‌ها، شدت، مدت تمرینات و شاخص‌های متفاوت در تحقیقات ذکر کرد.از یافته‌های این پژوهش چنین برمی‌آید که هشت هفته تمرین مقاومتی به‌طور معناداری سبب افزایش در میزان SOD شده است. این تغییر احتمالا می‌تواند به این دلیل باشد که افزایش فشار تمرینی در هر جلسه نسبت به جلسه قبلی توانسته فشار زیادی بر مسیرهای تولید رادیکال‌های آزاد وارد کند. .به‌علاوه، یافته های برخی مطالعات اظهار دارند که مصرف حاد مکمل های کافئینی با بهبود کمی زمان فعالیت (افزایش فرآیند لیپولیز و حفظ ذخایر گلیکوژن عضلانی)و

[1]. Shi
[2].Abdul Sani
[3]. Stefani

افزایش انقباض پذیری(فراخوانی بیشتر واحدهای حرکتی و رهایش کلسیم از شبکه سارکوپلاسمیک)ممکن است با افزایش تحمل شدت های بالای تمرین، باعث افزایش فشار مکانیکی-متابولیکی بیشتری بر سارکولما شده و منجر به‌تشدید آسیب و التهاب شود(۲۴). اطلاعات موجود نشان می‌دهد عمدتاً افزایش فعالیت اکسایشی در گروه تمرین-مکمل و تمرین، توسط تغییرات بیوشیمیایی و هیستولوژیکی ناشی از رادیکال‌های آزاد در بافت‌های عضلانی رخ می‌دهد. این افزایش نشان می‌دهد که مکمل و تمرین به‌تنهایی و ترکیب تمرین-مکمل می‌تواند باعث تحریک تولید رادیکال های آزاد شود، آنچه در تأثیر متفاوت استفاده مکمل بین گروه تمرین و تمرین-مکمل مشاهده می‌شود، کاهش کمتر فعالیت رادیکال‌های آزاد در بازه‌ی زمانی ۴۸ ساعت پس از پایان تمرینات در گروه تمرین-مکمل است، که می‌تواند ناشی از نقش آنتی‌اکسیدانی کافئین در بالا بردن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بدن باشد که در گروه‌های تمرین و مکمل مشاهده شد.

نتیجه گیری:

نتایج تحقیق حاضر نشان می دهد که هشت هفته تمرین مقاومتی، مصرف مکمل آنتی‌اکسیدانی کافئین و ترکیبی از این دو، فعالیت آنتی‌اکسیدانی بدن را در جهت مقابله با رادیکال‌های آزاد بهبود می‌بخشد و به‌طور قابل‌توجهی باعث افزایش در میزان SODمی شود.

تشکر و قدردانی:

از تمامی دوستانی که در انجام این تحقیق همکاری نمودند، تشکر و قدردانی می شود .

منابع

۱- فلاحی، ز. (۱۳۹۵). تأثیر مکمل عصاره چای سبز بر شاخص های استرس اکسیداتیو و التهابی متعاقب یک جلسه فعالیت مقاومتی حاد در مردان با اوزان چاق و نرمال. پایاننامه کارشناسی ارشد دانشگاه کردستان.

۲- قرنی،ه.ذوالفقاری،م.ر.، رسول پور، ج. شریفان،ص.
(۱۳۹۶).تأثیر هشت هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل کافئین بر برخی از شاخص‌های التهابی و ترکیب بدن در مردان چاق. مجله علوم ورزش .شماره ۲۸(۹).ص۱۰-۲۶ .

۳- نیک خرد،ج.ضرغامی،ع.ملکی راد، ع.ا و حسینی حوری پسند، ا.(۱۳۹۵). پاسخ بیومارکرهای آنتی اکسیدانی و استرس اکسیداتیو سرم به مکمل دهی کوتاه مدت کافئین و یک جلسه فعالیت هوازی در مردان فعال.مجله علوم تغذیه و صنایه غذایی ایران. شماره ۲. ص ۵۵-۶۳.

4- Abdul Sani, N .F., Belani, L .K., Pui Sin, C., Abdul Rahman, S. N. A., Das, S., Zar Chi, T.,Yusof, Y.A. M. (2014). Effect of the combination of gelam honey and ginger on oxidative stress and metabolic profile in

streptozotocin-induced diabetic Sprague-Dawley rats. BioMed research international.

5- Ahmadi,H,. Rajabi,H,. Motamedi,P,. Bapiran,.M.(2016). The effect of acute caffeine consumption on strength and muscle endurance in resistant exercise with different intensity in trained men.Journal of exercise physiology,8(29), 45-56.

6- Atashak, S. (2015). A review of the antioxidant effects of medicinal plants in athletes. Journal of Medicinal Plants, 2(54), 1-14.

7- Atashak,S,. Azarbayjani,M,A,. Peeri,M,. Jafari,A. (2011).Effects of ginger supplementation and resistance training on lipid profiles and insulin sensivity in obese men.journal of medicinal plant research,11(42),179-189.

8- Atashak, S,. Niloufari, A,. and Azizbeigi, K.(2014). Effect of Extract of Blackberry on Total Antioxidant Capacity and Lipid Peroxidation after Acute Resistance Exercise in Obese Men. Journal of Food Technology & Nutrition, 11 (2), 55 - 62.

9- Atashak, S., Peeri, M., Azarbayjani, M. A,. & Stephen R. (2014). Effects of ginger (Zingiber officinale Roscoe) supplementation and resistance training on some blood oxidative stress markers in obese men. Journal of Exercise Science & Fitness, 12(1), 26-30. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.jesf.2014.01.002

10- Azizbeigi, K,. Azarbayjani, M. Ali., Peeri, M,. Agha-Alinejad, H,. & Stephen, R. (2013). The effect of progressive resistance training on oxidative stress and antioxidant enzyme activity in erythrocytes in untrained men. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 23(3), 230-238.

11- Bloomer RJ, Schilling BK, Karlage RE, Ledoux MS, Pfeiffer RF, Callegari J. (2008). Effect of resistancetraining on blood oxidative stress in Parkinson disease. . Med Sci Sports Exerc, 40((8).), 1385-1389.

12- Çakir-Atabek, Hayriye, Demir, Süleyman, PinarbaSili, Raziye D, & Gündüz, Nihat. (2010). Effects of different resistance training intensity on indices of oxidative stress. The Journal of Strength & Conditioning Research, 24(9), 2491-2497.

13- Fakoori Jouibari, M, Farzanegi, P, & Barari, AR. (2014). The Effect of 8-week Aerobic Exercise with Purslane Supplementation Consumption on Peroxidant and Antioxidants Indicators in Women with Type 2 Diabetes. SSU_Journals, 22(1), 928-939.

14- Feldman, Stephen M, Rosen, Ronald, & DeStasio, Jonathan. (2009). Status of diabetes management in the nursing home setting in 2008: a retrospective chart review and epidemiology study of diabetic nursing home residents and nursing home initiatives in diabetes management. Journal of the American Medical Directors Association, 10(5), 354-360.

15- Fenning A, Voss A, Nabiollahi F, Reaburn P. (2008). . The Reduction of Oxidative Stress and Inflammation in Obese, Type II Diabetic Patients Following Resistance Training. Heart, Lung and Circulation, 17.(S239).

16- Finaud, J., Lac, G., & Filaire, E. (2006). Oxidative stress : relationship with exercise and training. Sports Med, 36(4), 327-358.

17- Goodpaster, F H, & Brown, F F. (2005). Skeletal muscle lipid and its association with insulin resistance: what is the role for exercise? Exercise and sport sciences reviews, 33(3), 150-154.

18- Gordon, L., McGrowder, D. A., Pena, Y. T., Cabrera, E., & Lawrence-Wright, M. B. (2013). Effect of yoga exercise therapy on oxidative stress indicators with end-stage renal disease on hemodialysis. Int J Yoga, 6(1), 31-38. doi: 10.4103/0973-6131.105944

19- Guzel, NA, Hazar, Serkan, & Erbas, Deniz. (2007). Effects of different resistance exercise protocols on nitric oxide, lipid peroxidation and creatine kinase activity in sedentary males. J Sports Sci Med, 6(4), 417-422.

20- Hunter, Gary R, Wetzstein, Carla J, Fields, David A, Brown, Amanda, & Bamman, Marcas M. (2000). Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults. Journal of Applied Physiology, 89(3), 977-984.

21- Kota, Nirmala, Krishna, Prasanna, & Polasa, Kalpagam. (2008). Alterations in antioxidant status of rats following intake of ginger through diet. Food chemistry, 106(3), 991-996.

22- Lee .S,. Hudson. R,. Katherin. K,.Terry. E., RobbertRoss.G. (2005). Caffeine Ingestion Is Associated With Reductions in Glucose Uptake Independent of Obesity and Type 2 Diabetes Before and After Exercise Training.Diabetes Care 28:566–572.

23- Mackenzie.K. T., Comi, R., Sluss, P., Keisari, R., Manwar, S., Kim, J., et al. 2007. Metabolic and hormonal effects of caffeine: Randomized, double-blind, placebo-controlled crossover trial. Metabolism, 56(12): 1694–1698. doi:10. 1016/j.metabol.2007.07.013. PMID:17998023.

24- Olcina GJ, Timón R, Muñoz D, Maynar J, Caballero M, Maynar M. (2008).Caffeine ingestion effects on oxidative stress in a steady-state test at 75% vo2max. Sci Sport; 23: 87-90.

25- Shi M, Wang X, Yamanaka T, Ogita F, Nakatani K, Takeuchi T.(2007). Effects of anaerobic exercise and aerobic exercise on biomarkers of oxidative stress. Environ Health Prev Med;12:202-8.

26- Stefani.G.P,. Ramiro Barcos Nunes.R.B., Dornelles.A.Z.,Alves.J.P., OdyPiva.M., Domenico.M.D., et al.(2014). Effects of creatine

supplementation associated with resistance training on oxidative stress in different tissues of rats. J Int Soc Sports Nutr.11.

27- Wang.H.M, Tsai-Shu. Liu,.Chi-Feng.L,. et al. (2008). Effects of Baduanjin exercise on oxidative stress and antioxidant status and improving quality of life among middle-aged women. The American journal of Chinese medicine, 36(05), 815-826.