ORIGINAL ARTICLE

Effects of High Intensity Interval Training and Consumption of Matcha Green Tea on Malondialdehyde and Glutathione Peroxidase Levels in women

Homa Naderifar[1],
Mojgan Mohammad khani Gangeh[2],
Fereshteh Mehri[3],
Saeid Shamloo Kazemi[4]

[1] PhD in Sports Pathology, Excellence Centre of Occupational Health, Occupational Health and Safety Research Center, School of Public Health, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
[2] MSc in Sports Physiology, Alborz Institute of Higher Education, Alborz, Iran
[3] Assistant Professor, Nutrition Health Research Center, Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran
[4] PhD Candidate in Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran

(Received February 9, 2022 ; Accepted July 243, 2022)

Abstract

Background and purpose: Increased production of free radicals occurs due to intense and unconventional physical activity. The present study aimed at evaluating the effect of six weeks of high intensity interval training and Matcha green tea on some cellular oxidants (MDA) and glutathione peroxidase (GPX) in women.

Materials and methods: A quasi-experimental applied research was performed in 48 untrained women aged 25-35 years in Tehran, Iran. They were randomly divided into four groups, including supplement (n=12), exercise (n=12), supplement + exercise (n=12), and placebo (n=12). High intensity interval training was performed for six weeks at 85% - 95% maximum heart rate. The supplement groups consumed two capsules of Matcha tea (500 mg) orally daily. MDA and GPX measurements were done using 5mL of blood sampling from the brachial vein at pre-test and post-test stages. Data analysis was carried out in SPSS V23.

Results: In current study, high intensity interval training had no significant effect on MDA and GPX indices in inactive women (P>0.05). But, consumption of Matcha tea alone and with exercise showed significant effects on reducing MDA and increasing GPX in women (P< 0.05).

Conclusion: It seems that consuming Matcha green tea alongside high intensity interval training in short term can have effects on oxidative stress and antioxidant capacity.

Keywords: high intensity interval training, Macha green tea, malondialdehyde, glutathione peroxidase

J Mazandaran Univ Med Sci 2022; 32 (212): 42-53 (Persian).

Corresponding Author: Saeid Shamloo Kazemi - Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamadan, Iran. (E-mail: saeidshamlou9092@gmail.com)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-21]

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره سی و دوم شماره ۲۱۲ شهریور سال ۱۴۰۱ (۵۳-۴۶)

تاثیر تمرینات تناوبی و مصرف چای سبز ماچا بر عوامل ضد اکسایشی سلولی مالون دی آلدهید و گلوتاتیون پراکسیدازدر زنان

هما نادری فر[۱]
مژگان محمد خانی گنجه[۲]
فرشته مهری[۳]
سعید شاملو کاظمی[۴]

چکیده

سابقه و هدف: افزایش تولید رادیکال‌های آزاد به دلیل انجام فعالیت‌های بدنی شدید و نامتعارف ایجاد می‌گردد. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر شش هفته تمرین تناوبی با شدت بالا و مصرف چای سبز ماچا بر برخی بیومارکرهای استرس اکسیداتیو سلولی شامل مالون دی آلدهید (MDA) و گلوتاتیون پراکسیداز (GPX) در زنان بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش نیمه تجربی و از نوع کاربردی، در مجموع ۴۸ نفر از زنان ۲۵ تا ۳۵ ساله تمرین نکرده در شهر تهران با فراخوان به روش تصادفی هدف‌دار در چهار گروه ۱۲ نفری مکمل، تمرین، مکمل+تمرین و دارونما قرار گرفتند. برای این منظور تمرینات تناوبی شدید به مدت شش هفته با شدت ۸۵ تا ۹۵ درصد ضربان قلب ذخیره اجرا گردید. گروه‌های استفاده‌کننده از مکمل نیز روزانه ۲ عدد کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی چای سبز ماچا را به‌شکل خوراکی مصرف کردند. اندازه‌گیری شاخص‌های MDA و GPX با استفاده از خونگیری به‌مقدار ۵ سی‌سی از ورید بازویی در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام شد. جهت آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار SPSS۲۳ استفاده شد.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد تمرین تناوبی با شدت بالا بر MDA و GPX در زنان تأثیر معنی‌داری نداشت ($P>0/05$). اما مصرف چای سبز ماچا و تمرین به همراه مصرف چای ماچا بر کاهش MDA و افزایش GPX در زنان تأثیر معنی‌داری داشت ($P<0/05$).

استنتاج: به نظر می‌رسد که مصرف چای سبز با انجام تمرین تناوبی با شدت بالا در کوتاه‌مدت می‌تواند اثرات مفیدی بر کاهش فشار اکسیداتیو و بالا بردن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی داشته باشد.

واژه های کلیدی: تمرین تناوبی شدید، چای سبز ماچا، مالون دی آلدهید ، گلوتاتیون پراکسیداز

مقدمه

با کاهش فعالیت بدنی مخصوصاً در زنان، اغلب ساختار و عملکرد سیستم‌های فیزیولوژیکی بدن فرسایش پیدا می‌کند. این مسئله می‌تواند به کم‌تحرکی مربوط باشد و بر عملکرد دستگاه‌های بدن، عضلات، ارگان‌ها و به طور کلی زندگی روزمره زنان موثر باشد(۱).

با این‌که اغلب پژوهش‌ها نشان دهنده این است که انجام فعالیت بدنی برای سلامتی افراد مفید است(۲)، اما برخی مطالعات بیان کرده‌اندکه اگر فعالیت بدنی به صورت

مولف مسئول: سعید شاملو کاظمی– همدان: دانشگاه بوعلی سینا همدان، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی E-mail: saeidshamlou9092@gmail.com
۱. دکتری آسیب شناسی ورزشی، مرکز تحقیقات بهداشت و ایمنی شغلی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۲. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی موسسه آموزش عالی البرز، البرز، ایران
۳. استادیار، مرکز تحقیقات بهداشت تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۴. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، همدان، ایران
تاریخ دریافت : ۱۴۰۰/۱۱/۲۰ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۴۰۱/۲/۱۱ تاریخ تصویب : ۱۴۰۱/۵/۲

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-21]

حاد و شدید انجام گیرد می‌تواند التهاب و کوفتگی بدن را به دنبال داشته باشد و در نهایت دستگاه ایمنی سرکوب گردد(۳). زمانی که فردی تمرینات را بدون آمادگی بدنی انجام دهد، سلامتی او دچار تهدید خواهد شد. انجام فعالیت بدنی بدون داشتن آمادگی لازم، سبب تولید رادیکال‌های آزاد در بدن می‌شود که در نهایت منجر به افزایش اکسایش لیپیدها و پروتئین‌ها و صدمه به سلول، یا حتی مرگ سلولی می‌شوند. یکی از تمرینات رایجی که افراد برای کسب سلامتی آن را انجام می‌دهند، اجرای تمرینات به صورت تناوبی است. در برخی اوقات این تمرینات جهت رسیدن به هدف در کم‌ترین زمان، به صورت شدید انجام می‌شوند. تمرینات شدید باعث افزایش فشار اکسایشی و کاهش دفاع سیستم‌های ضد اکسایشی می‌شوند. که معمولاً به دنبال انجام تمرینات بدنی شدید، درد عضلانی که در عضلات اسکلتی شایع است، ایجاد می‌شود. یکی از روش‌های مقابله با فشار اکسایشی ناشی از ورزش‌های پر شدت و طولانی‌مدت، شرکت در برنامه‌های ورزشی و تمرینی منظم است. در این میان تمرینات تناوبی توجه برخی پژوهشگران را به‌سوی خود جلب نموده است. فعالیت‌های تناوبی با شدت بالا به مجموعه فعالیت‌هایی گفته می‌شود که اولاً تناوبی باشند و ثانیاً شدت آن‌ها بالای ۸۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی و یا ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه باشد. تمرینات شدید با نقش مثبتی که در کنار ایجاد سازگاری‌های فیزیولوژیک دارند، ممکن است با سیستم دفاع ضد اکسایشی ناکارآمد بدن همراه شود و موجب ایجاد استرس اکسیداتیو و آسیب‌های سلولی گردد(۴). افزایش تولید رادیکال‌های آزاد به دلیل انجام فعالیت‌های بدنی شدید و نامتعارف و همچنین فشار اکسایشی ناشی از آن و خاصیت اکسیدکنندگی رادیکال‌های تولید شده، فرآیندی است که با دانسته‌های افراد در مورد تأثیرات سودمند فعالیت‌های ورزشی، مخالف است(۵). درواقع فعالیت‌های بدنی باعث تشکیل رادیکال‌های آزاد در بدن انسان می‌شوند که می‌تواند امری خطرناک و نامطلوب باشد(۶). بنابراین به دنبال فعالیت‌های بدنی تعادل بین ظرفیت دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن و تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن به هم می‌خورد که این فرایند استرس اکسیداتیو نام دارد(۷). مالون‌دی‌آلدهید (MDA:Malondialdehyde) در بین آلدهیدها، یکی از مهم‌ترین آن‌ها است که از آن به عنوان شاخصی برای ارزیابی پراکسیداسیون لیپید نام برده می‌شود. مالون‌دی‌آلدهید یکی از محصولات اصلی از بین برنده اسیدهای چرب غیراشباع به‌وسیله رادیکال‌های آزاد است و به وسیله رادیکال هیدروکسیل که گروهی از رادیکال‌های آزاد می‌باشد به وجود می‌آید. از MDA به‌عنوان یکی از شاخص‌های استرس اکسیداتیو نام برده می‌شود(۸). از طرفی آنیون‌های سوپر اکسید، رادیکال‌های هیدروکسیل و پر اکسید هیدروژن، گونه‌های فعال اکسیژن می‌باشند که توسط میتوکندری در سلول و طی فرآیند فسفوریلاسیون اکسیداتیو ایجاد می‌شوند. در سلول‌های بدن انسان سه سیستم آنزیمی حفاظتی ازجمله گلوتاتیون پراکسیداز (GPX) وجود دارد که قادر هستند رادیکال‌های آزاد را به آب تبدیل کنندکه این فرایند امری مهم در حفاظت بدن می‌باشد(۹).کاهش هیدروپراکسیدهای لیپیدی به الکل‌های مربوطه و کاهش پر اکسید هیدروژن آزاد به آب، به‌عنوان مکانیسم آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز می‌باشد. این آنزیم به وسیله گلوتاتیون، پراکسیدها را به الکل کاهیده و در نتیجه از تولید رادیکال‌های آزاد ممانعت به عمل می‌آورد(۱۰). در دهه‌های اخیر و با ارتقا دانش بشری، علوم تغذیه به عنوان یکی از راهکارهای درمانی در جهت کاهش آسیب‌های ناشی از ورزش اهمیت روزافزونی پیدا کرده است. اغلب پژوهشگران هم به اهمیت تغذیه مناسب پی برده‌اند و بر توجه ویژه به آن اتفاق نظر دارند. داشتن یک تغذیه مناسب می‌تواند در کاهش آسیب‌های ناشی از ورزش و همچنین بهبودی و کوتاه شدن دوره مصدومیت کمک شایانی نماید(۶). نتایج حاصل از مطالعات گذشته نشان دادند که یکی از شیوه‌های مقابله با اثرات نامطلوب فشار اکسایشی ناشی

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-21]

از فعالیت شدید و وامانده ساز، استفاده از مکمل یاری کوتاه‌مدت و بلندمدت مواد ضد اکسایشی است(۵). در این میان، چای به‌عنوان یک نوشیدنی پرمصرف بعد از آب در میان مردم شناخته‌شده است(۱۱). مصرف چای سبز به‌عنوان گونه‌ای از چای به روش‌ها و اشکال مختلف بین مردم رواج دارد. ماچا به‌عنوان یک‌گونه از چای سبز پودر شده ژاپنی از گونه کاملیا سینسیس (Camellia sinensis) می‌باشد(۱۲). این چای سرشار از منابع آنتی‌اکسیدانی است که با روش‌های خاص کشت به‌دست می‌آید. از ویژگی‌های یک چای سبز مقادیر طبیعی آنتی‌اکسیدانی مانند پلی‌فنول است که بیش از ۳۰ درصد از چای خشک شده را تشکیل می‌دهد. پلی‌فنول یک آنتی‌اکسیدان بسیار قوی می‌باشد که به‌طور استثنا در مقایسه با اثر آنتی‌اکسیدانی ویتامین‌های C و E، کاروتن و توکوپرون بیش‌تر می‌باشد(۱۳). ظرفیت بالای فنولیکی امکان مقابله فراگیرتر در برابر رادیکال‌های آزاد در مقایسه با ویتامین را فراهم می‌کند. از طرف دیگر کافئین به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین ترکیبات چای شناخته‌شده و به ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالقوه آن افزوده است(۱۴). نقش آنتی‌اکسیدانی کافئین مربوط به خنثی‌کردن ظرفیت فعال اکسیژن و افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی وسطوح گلوتاتیون می‌شود. در مقدارهای معمول کافئین منجر به کاهش مقاومت استرس اکسیداتیو می‌شود و همچنین از گسترش رادیکال‌های آزاد جلوگیری می‌شود. گیاه ماچا در مقایسه با سایر گونه‌های چای سبز مقادیر بالاتری از کافئین را در خود دارد(۱۵). پژوهش‌های انجام‌شده در مورد تأثیر ورزش و مصرف مکمل بر رادیکال‌های آزاد و آنتی‌اکسیدان‌ها، عمدتاً محدود به تمرینات با بار کم و مصرف مکمل‌های غیر گیاهی بوده است و در مورد اثرات انواع تمرین شدید و مصرف چای گیاهی بر فشار اُکسایشی، گزارش‌های بسیار اندکی موجود است. در این رابطه کاظمی و همکاران (۲۰۲۰)، نشان دادند که ۱۲ هفته مصرف عصاره چای سبز موجب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، کاهش سطوح مالون‌دی‌آلدهید، سوپر اکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز و کاتالاز در پاسخ به یک جلسه فعالیت حاد وامانده ساز شد(۱۶). حافظی و همکاران (۱۳۹۸)، نیز بیان کردند اجرای تمرین تناوبی با شدت بالا ومصرف عصاره آویشن می‌تواند تعادل اکسایشی و ضد اکسایشی را در موش‌های دیابتی بهبود دهد. همچنین اغلب پژوهش‌ها محدود به پروتکل‌های یک جلسه‌ای و بررسی پاسخ‌های حاد بوده است(۱۷). نظر به این‌که افراد غیرفعال بیش‌تر در معرض عوارض ناشی از فشار اکسایشی هستند، پژوهش حاضر در پی پاسخ به این سؤال است که شش هفته تمرین تناوبی با شدت بالا و مصرف چای سبز ماچا بر برخی عوامل اکسایشی سلولی شامل مالون‌دی‌آلدهید (MDA) و گلوتاتیون پراکسیداز (GPX) در زنان چه تأثیری دارد.

مواد و روش‌ها

روش مطالعه حاضر نیمه تجربی و از نوع کاربردی بود که در ۴۸ نفر از زنان با سن ۲۵ تا ۳۵ سال تمرین نکرده (حداقل ۵ سال بدون تمرین) انجام شد. همه افراد شرکت‌کننده در مطالعه از نظر وضعیت عمومی و سلامتی و تندرستی، سوابق درمانی و بیماری‌ها، مصرف دارو، رژیم غذایی مورداستفاده و میزان فعالیت بدنی روزانه مورد ارزیابی قرار گرفته و همگن شدند. کلیه مراحل پژوهش برای نمونه‌ها توضیح داده شد. پس از تکمیل و امضای رضایت‌نامه و فرم اطلاعات فردی، هماهنگی‌های لازم با افراد شرکت در مطالعه برای انجام مراحل بعدی پژوهش به عمل آمد. این مطالعه کد اخلاق به شماره IR.UMSHA.REC.1400.802 دریافت نمود. همچنین از افراد مورد مطالعه درخواست شد تا قبل از اجرای آزمون، الگوهای خواب طبیعی (حداقل ۸ ساعت خواب)، الگوهای فعالیت‌های روزانه و رژیم غذایی (۱۲ ساعت حالت ناشتا قبل از آزمون) در طول پژوهش را رعایت کنند و از هرگونه فعالیت بدنی شدید، مصرف مکمل غذایی، مصرف دارو، مصرف قهوه، دخانیات و کاکائو تا ۴۸ ساعت قبل از انجام آزمون و تا زمان

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-21]

جمع‌آوری نمونه خونی که بر روی سیستم و عملکرد ایمنی تأثیر دارد، خودداری نمایند. به‌منظور آشنایی افراد شرکت‌کننده در مطالعه با حرکات و دستگاه مورد استفاده، یک هفته قبل از شروع پروتکل تحقیق، افراد به سالن آمادگی جسمانی و بدن‌سازی فراخوانده شدند تا با روند تحقیق، نحوه صحیح استفاده از مکمل و شیوه مناسب تمرین آشنا شوند. معیارهای ورود به مطالعه محدوده سن ۵±۳۰ سال، عدم مصرف سیگار یا الکل، نداشتن بیماری‌های جسمی یا ذهنی، عدم استفاده از چای سبز در طول شش ماه گذشته، عدم داشتن رژیم غذایی و عدم حساسیت به داروهای گیاهی بود. معیارهای خروج از مطالعه علائم حساسیت به گیاهان دارویی، کامل نکردن طول مدت پژوهش، بارداری و شیردهی، وجود اضطراب شدید در طی پژوهش، مصرف هرگونه داروی دیگر در حین انجام پژوهش، عدم شرکت در تمرین ورزشی و عدم تکمیل پرسشنامه‌ها بود(۱۸). همه افراد شرکت‌کننده در مطالعه به روش تصادفی هدف‌دار در قالب چهار گروه ۱۲ نفری به شرح ذیل قرار گرفتند:

گروه مکمل: صرفاً به مصرف روزانه مکمل چای سبز ماچا می‌پرداختند.

گروه تمرین: صرفاً به انجام تمرینات منتخب می‌پرداختند.

گروه تمرین+مکمل: روزانه مکمل چای سبز ماچا مصرف می‌کردند و در برنامه تمرینی نیز شرکت می‌کردند.

گروه دارونما: صرفاً به مصرف روزانه دارونما می‌پرداختند.

اندازه‌گیری اطلاعات عمومی

سن همه افراد شرکت‌کننده با استفاده از شناسنامه آنان ثبت شد. برای اندازه‌گیری وزن بدن، آزمودنی‌ها با حداقل لباس روی ترازو می‌ایستادند. وزن بدن به‌اندازه دهم کیلوگرم ثبت می‌شد. اندازه‌گیری وزن بدن با حداقل ۳ ساعت فاصله از مصرف یک وعده غذایی انجام گرفت(۱۹). برای اندازه‌گیری قد، آزمودنی‌ها صاف، پشت به دیوار و دقیقاً زیر استادیومتر به حالتی ایستادند که پشت، کفل‌ها و پاشنه‌ها در تماس با دیوار بود. سر باید در جهت حد تراز فرانکفورت (Frankfurt plane) (حد بالایی حفره گوش و حد پایینی حفره چشمی باید بر روی یک صفحه هوریزونتال باشد) قرار می‌گرفت. آزمودنی‌ها پیش از اندازه‌گیری، یک نفس عمیق کشیده و در حین اندازه‌گیری نگه داشتند(۲۱).

برنامه تمرین تناوبی شدید

مدت برنامه تمرینی برای شرکت‌کنندگان گروه‌های تمرینی شش هفته بود که با سه جلسه در هفته و مجموعاً در ۱۲ جلسه اجرا گردید. پیش از هر جلسه تمرینی گرم کردن به مدت ۱۰ دقیقه و بعد از پایان هر جلسه تمرین، سرد کردن به مدت ۸-۷ دقیقه انجام شد. وهله‌های تمرین اصلی نیز به‌صورت چهار بخش ۴ دقیقه‌ای با شدت ۸۵ تا ۹۵ درصد HRR به‌صورت دویدن روی تردمیل بود که با وهله‌های استراحت ۳ دقیقه‌ای، با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد HRR از یکدیگر جدا می‌شد. جلسات تمرین در فاصله زمانی ۸ تا ۱۲ صبح در سالن ورزشی سرپوشیده و با رعایت پروتکل‌های بهداشتی انجام شد. به‌منظور کنترل شدت تمرین، ضربان قلب آزمودنی در طی تمرین کنترل شد. برای تعیین ضربان قلب ذخیره، از فرمول کارونن استفاده شد(۲۲). برای جلوگیری از بیش تمرینی و رعایت اصل اضافه‌بار غیرخطی یک هفته کاهش بار در هفتهٔ سوم لحاظ شد.

سن-۲۲۰ = حداکثر ضربان قلب ذخیره

ضربان‌قلب استراحت- حداکثر ضربان قلب = ضربان قلب ذخیره

+ ضربان قلب ذخیره (محدود تمرین ٪) = ضربان قلب هدف

ضربان قلب استراحت

نحوه مصرف چای سبز و دارونما

گروه‌های استفاده‌کننده از چای سبز، روزانه دو عدد کپسول چای سبز ماچا را به شکل خوراکی که محصول شرکت ماچانو ایران بود، مصرف می‌کردند. چای سبز در دو وعده صبح و شب (یک ساعت پیش از وعده غذایی اصلی)، توسط آزمودنی‌ها مصرف می‌شد. هر کپسول چای سبز ماچا حاوی ۵۰۰ میلی‌گرم پودر چای سبز ماچا بود که حاوی ۱۱۵ میلی‌گرم کاتچین و

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-21]

۶۵ میلی گرم کافئین می‌باشد. گروه‌های استفاده‌کننده از دارونما نیز روزانه دو عدد کپسول ۵۰۰ میلی گرمی را که حاوی دکسترین بود، مصرف می کردند. کپسول‌های دارونما ازنظر جنس، شکل و رنگ همانند کپسول‌های چای سبز ماچا انتخاب‌شده و داخل آن‌ها دکسترین ریخته شد. دارونما نیز همانند چای سبز در دو وعده صبح و شب و یک ساعت پیش از وعده غذایی اصلی، توسط آزمودنی‌ها مصرف گردید. کپسول‌های چای سبز و دارونما به مدت ۴ هفته توسط آزمودنی‌ها مصرف شدند(۲۳).

روش‌های اندازه‌گیری بیومارکرهای استرس اکسیداتیو

اندازه‌گیری شاخص‌ها MDA و GPX به ترتیب با استفاده از کیت TBARS شرکت chemical cayman ساخت کشور آمریکا و کیت شرکت رنسل و رندوکس انگلستان به‌وسیله خونگیری به مقدار ۵ سی‌سی از ورید بازویی در دو مرحله ۴۸ ساعت قبل و بعد از دوره تمرینات، انجام شد. نمونه‌گیری خونی ساعت ۸ صبح و با رعایت ۱۲ ساعت ناشتایی انجام گرفت. نمونه‌ها به مدت ۴۰ دقیقه با سرعت ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردید و پس از تهیه پلاسما، نمونه‌ها در ۲۰- درجه سانتی‌گراد فریز شد و در زمان مناسب توسط دستگاه اسپکتروفتومتری (CECIL، آکواریوس، کمبریج، لندن) و به ترتیب در طول‌موج‌های ۵۰۵ و ۹۱۰ نانومتر طبق دستورالعمل کیت‌های مربوطه تعیین گردید(۱۶).

روش تجزیه‌وتحلیل اطلاعات

اطلاعات به‌دست‌آمده بر اساس میانگین و انحراف استاندارد دسته‌بندی و توصیف شدند. جهت تعیین طبیعی بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد و پس از طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آمار پارامتریک استفاده شد. جهت بررسی تفاوت در مراحل مختلف و تفاوت‌های بین گروهی، از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. انجام محاسبات با استفاده از برنامه آماری SPSS نسخه ۲۵ و در سطح P<۰/۰۵ انجام گردید.

یافته ها

میانگین و انحراف معیار متغیرهای دموگرافیک شامل سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی (BMI) آزمودنی‌های چهار گروه پژوهش در جدول شماره ۱، ارائه شده است. مطابق با نتایج، گروه‌های دریافت‌کننده مکمل، تمرین، تمرین+مکمل و دارونما از لحاظ سن، قد، وزن تغییر معنی‌داری با هم نداشتند (P>۰/۰۵).

نتایج آزمون در جدول شماره۳ نشان داد افراد ۴ گروه در مرحله پیش آزمون در بررسی فاکتور ارزیابی سطح مالون‌دی‌آلدهید (MDA) و سطح گلوتاتیون پراکسیداز (GPX) در سرم تفاوت معنی‌داری نداشتند (P>۰/۰۵).

جدول شماره ۱: میانگین و انحراف معیار اطلاعات عمومی آزمودنی‌ها در گروه‌های پژوهش

گروه	سن (سال)	قد (سانتی متر)	وزن (کیلوگرم)	BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	سطح معنی داری
مکمل	۳۲/۴۰±۲/۶۸	۱۶۲/۴۰±۳/۰۱	۶۸/۷۰±۲/۵۶	۲۶/۲۲±۰/۹۵	P>۰/۰۵
تمرین	۲۹/۰۳±۳/۸۴	۱۶۵/۷۵±۳/۴۸	۷۲/۹۰±۳/۸۳	۲۶/۸۰±۱/۰۴	P>۰/۰۵
تمرین+مکمل	۲۹/۱۸±۲/۱۲	۱۶۴/۱۹±۳/۹۳	۶۸/۴۰±۳/۷۷	۲۵/۵۲±۰/۸۲	P>۰/۰۵
دارونما	۳۰/۶۴±۲/۷۷	۱۶۵/۲۷±۲/۱۵	۷۰/۱۸±۳/۲۰	۲۵/۷۹±۰/۹۰	P>۰/۰۵

جدول شماره ۲: میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر	مراحل	گروه				سطح معنی داری
		مکمل	تمرین	مکمل+تمرین	دارونما	
MDA (میکرو مول بر لیتر)	پیش آزمون	۳/۸۹±۰/۱۴	۳/۴۵±۰/۱۹	۳/۷۷±۰/۱۴	۳/۳۶±۰/۲۰	P>۰/۰۵
	پس آزمون	۳/۰۲±۰/۰۸	۳/۳۸±۰/۱۵	۲/۶۱±۰/۰۶	۳/۴۰±۰/۱۱	P>۰/۰۵
GPX (میکرو مول بر لیتر)	پیش آزمون	۱۱۹/۷۲±۱۵/۲۳	۱۲۴/۴۰±۱۲/۷۹	۱۲۳/۳۳±۱۱/۶۵	۱۲۹/۳۴±۱۷/۳۴	P>۰/۰۵
	پس آزمون	۱۳۱/۱۱±۱۴/۶۷	۱۲۶/۸۳±۱۴/۰۱	۱۳۹/۹۲±۱۶/۲۰	۱۲۷/۴۸±۱۵/۹۶	P>۰/۰۵

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-21]

نتایج آزمون در جدول شماره۳ نشان داد در مرحله پس آزمون شش هفته مصرف چای سبز ماچا به همراه تمرین تناوبی با شدت بالا (۰/۰۶±۲/۶۱) باعث کاهش معنی‌داری (P<۰/۰۵) در سطح مالون‌دی‌آلدهید در زنان نسبت به گروه مکمل (۰/۰۸±۳/۰۲)، تمرین (۰/۱۵±۳/۳۸) و دارونما (۰/۱۱±۳/۴۰) شد. در مرحله پس آزمون شش هفته مصرف چای سبز ماچا به همراه تمرین تناوبی با شدت بالا (۱۶/۲۰±۱۳۹/۹۲) باعث کاهش معنی‌داری (P<۰/۰۵) در سطح مالون‌دی‌آلدهید در زنان نسبت به گروه مکمل (۱۴/۶۷±۱۳۱/۱۱)، تمرین (۱۴/۰۱±۱۲۶/۸۳) و دارونما (۱۵/۹۶±۱۲۷/۴۸) شد.

جدول شماره ۳: نتایج آزمون بونفرونی جهت مقایسه اختلاف میانگین MDA بین گروه‌ها

متغیر	گروه (I)	گروه (J)	(I-J)	معنی‌داری
MDA	تمرین	مکمل	-۰/۸۰	*۰/۰۱
	تمرین	دارونما	۰/۰۳	۰/۲۴
	تمرین	مکمل+تمرین	-۱/۰۹	*۰/۰۰
MDA	مکمل	تمرین	۰/۸۰	*۰/۰۱
	مکمل	دارونما	۰/۸۳	*۰/۰۱
	مکمل	مکمل+تمرین	-۰/۲۹	۰/۰۸
MDA	مکمل+تمرین	تمرین	۱/۰۹	*۰/۰۰
	مکمل+تمرین	دارونما	۱/۱۲	*۰/۰۰
	مکمل+تمرین	مکمل	۰/۲۹	۰/۰۸

جدول شماره ۴: نتایج آزمون بونفرونی جهت مقایسه اختلاف میانگین GPX بین گروه ها

متغیر	گروه (I)	گروه (J)	(I-J)	معنی‌داری
	تمرین	مکمل	-۸/۹۶	*۰/۰۱
GPX	تمرین	دارونما	۰/۵۷	۰/۳۴
	تمرین	مکمل+تمرین	-۱۴/۱۶	*۰/۰۰
	مکمل	تمرین	۸/۹۶	*۰/۰۱
GPX	مکمل	دارونما	۹/۵۳	*۰/۰۱
	مکمل	مکمل+تمرین	-۵/۰۲	۰/۰۷
	مکمل+تمرین	تمرین	۱۴/۱۶	*۰/۰۰
GPX	مکمل+تمرین	دارونما	۱۴/۷۳	*۰/۰۰
	مکمل+تمرین	مکمل	۵/۰۲	۰/۰۷

متغیر MDA در آزمودنی‌های دو گروه تمرین و مکمل و همچنین بین تمرین و مکمل+تمرین تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۵)؛ اما تفاوت MDA بین گروه تمرین و دارونما معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵)؛ در نتیجه شش هفته تمرین تناوبی با شدت بالا بر MDA در زنان تأثیر معنی‌داری ندارد. همچنین شش هفته مصرف چای سبز ماچا بر کاهش MDA در زنان تأثیر معنی‌داری دارد (P<۰/۰۵). شش هفته تمرین تناوبی با شدت بالا همراه با مصرف چای سبز ماچا بر کاهش MDA در زنان تأثیر معنی‌داری دارد (P<۰/۰۵). هر دو گروه مکمل و مکمل+تمرین بر کاهش MDA تأثیر یکسانی داشتند.

نتایج آزمون در جدول شماره۴ نشان داد بین متغیر GPX در آزمودنی‌های دو گروه تمرین و مکمل و هم‌چنین بین تمرین و مکمل+تمرین تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۵)؛ اما تفاوت GPX بین گروه تمرین و دارونما معنی‌دار نبود(P>۰/۰۵)؛ در نتیجه شش هفته تمرین تناوبی با شدت بالا بر GPX در زنان تأثیر معنی‌داری ندارد. شش هفته مصرف چای سبز ماچا بر افزایش GPX در زنان غیرفعال تأثیر معنی‌داری دارد (P<۰/۰۵). شش تمرین تناوبی با شدت بالا همراه با مصرف چای سبز ماچا بر افزایش GPX در زنان تأثیر معنی‌داری دارد (P<۰/۰۵).

بین تأثیر شش هفته تمرین تناوبی با شدت بالا و مصرف چای سبز ماچا بر GPX در زنان، تفاوت معنی‌داری وجود دارد(P<۰/۰۵)، به‌گونه‌ای که تأثیر تمرین بر GPX معنی‌دار نبود اما تأثیر مکمل و مکمل+تمرین بر افزایش GPX معنی‌دار بود. هر دو گروه مکمل و مکمل+تمرین بر افزایش GPX تأثیر یکسانی داشتند.

بحث

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد شش هفته تمرین تناوبی با شدت بالا بر سطوح مالون‌دی‌آلدهید در زنان تأثیر معنی‌داری نداشت. این یافته با اغلب مطالعات قبلی ناهمسو است. برای نمونه فخری و همکاران (۱۳۹۸)، نشان دادند سطوح مالون‌دی‌آلدهید در گروه تمرین تناوبی شدید افزایش معنی‌داری داشت(۲۴). درحالی‌که حافظی و همکاران (۱۳۹۸)، گزارش کردند تمرین تناوبی با شدت بالا توانست تعادل مالون‌دی‌آلدهید را در موش‌های دیابتی بهبود دهد(۱۷). هم‌چنین گرزی و همکاران (۱۳۹۷)، نشان دادند سطوح مالون‌دی‌آلدهید بافت قلب

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-21]

در گروه تمرین تناوبی سرعتی در مقایسه با گروه کنترل به‌طور معنی‌داری افزایش یافت(۲۵). در پژوهش دیگری که Kuo و همکاران (۲۰۱۵) انجام دادند، یافته‌ها نشان داد تمرین استقامتی تولید مالون‌دی‌آلدهید ناشی از ورزش را به‌طور محسوسی کاهش می‌دهد(۲۶). از دلایل مغایرت در یافته‌ها می‌توان به تفاوت در نوع تمرین، مدت و شدت تمرینات و همچنین نوع آزمودنی‌ها اشاره کرد. به نظر می‌رسد نوع تمرین ازلحاظ درگیری متابولیسم هوازی یا بی‌هوازی و همچنین شدت آن‌ها عامل مهم‌تری در نتایج به‌دست‌آمده باشد. به‌گونه‌ای که تمرینات هوازی تا حدود زیادی تأثیر مثبتی بر شاخص مالون‌دی‌آلدهید داشته‌اند(۲۷). اغلب پژوهش‌های اخیر به این نکته اذعان داشته‌اند که ممکن است تمرینات تناوبی با شدت بالا به‌دلیل مصرف بیش‌ازحد اکسیژن و هم‌چنین درگیر شدن متابولیسم بی‌هوازی زیاد، سبب گردد تا تولید RNS از گزانتین، NADPH اکسیداز و ری پرفیوژن ایسکیمیک زیاد شده و در نتیجه منجر به تغییرات هموستاز کلسیم و آسیب عضلانی شود؛ بنابراین در این شرایط آسیب به مولکول‌های مختلف ازجمله لیپیدها، پروتئین‌ها و DNA دور از دسترس نیست(۲۸). اما در پژوهش حاضر با توجه به اینکه سطوح مالون‌دی‌آلدهید در شرایط استراحتی سنجیده شد و همچنین احتمال سازگاری پیدا کردن به تمرینات تناوبی سبب شد تا مالون دی آلدهید بیش‌ازحد زیاد نشود. در بخش دیگری از پژوهش حاضر یافته‌ها نشان داد شش هفته مصرف چای سبز ماچا بر مالون‌دی‌آلدهید در زنان تأثیر معنی‌داری داشت. به‌گونه‌ای که سطوح استراحتی مالون‌دی‌آلدهید کاهش معنی‌داری در گروه مکمل و مکمل+تمرین داشت. هرچند تفاوت بین دو گروه مکمل و مکمل+تمرین به لحاظ آماری معنی‌دار نبود. همسو با این یافته کاظمی و همکاران (۱۳۹۹)، نشان دادند ۱۲ هفته مصرف عصاره چای سبز بر کاهش سطوح مالون‌دی‌آلدهید پس از یک جلسه فعالیت حاد وامانده ساز تأثیر معنی‌داری داشت(۱۶). نتایج مطالعه Jówko و همکاران(۲۰۱۵) بیان کرد که مکمل چای سبز از استرس اکسیداتیو در دوندگان سرعت جلوگیری می‌کند. علاوه بر این، به نظر نمی‌رسد مکمل چای سبز مانع سازگاری تمرینی در سیستم آنزیم آنتی اکسیدانی شود(۲۹).

هم‌چنین قاسمی(۱۳۹۵)، تأثیر ۱۰ هفته تمرین مقاومتی در ترکیب با مکمل چای سبز بر سطوح مالون‌دی‌آلدهید در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق را بررسی کرد که یافته‌ها نشان داد تمرین مقاومتی در ترکیب با مکمل چای سبز بر کاهش سطوح مالون‌دی‌آلدهید تأثیر معنی‌داری داشت(۳۰). این یافته‌ها با پژوهش حاضر همسو بود. اما خسروی و همکاران (۱۳۹۸)، تأثیر مکمل یاری کوتاه‌مدت عصاره چای سبز بر شاخص مالون‌دی‌آلدهید را معنی‌دار گزارش نکردند(۲۸)،که با یافته پژوهش حاضر ناهمسو است. تفاوت در مدت و مقدار مصرف مکمل و همچنین تفاوت در آمادگی بدنی آزمودنی‌ها از دلایل احتمالی مغایرت می‌تواند باشد. به‌گونه‌ای که آزمودنی‌های پژوهش حاضر افراد غیرفعال بودند اما آزمودنی‌های پژوهش خسروی و همکاران (۱۳۹۸)، افراد تمرین کرده بودند(۲۸). چای سبز ماچا به‌عنوان یک مکمل آنتی‌اکسیدانی قوی در خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد و افزایش ظرفیت سیستم آنتی‌اکسیدانی بدن و کاهش پر اکسیداسیون لیپیدی، نقش مؤثری ایفا می‌کند. در تمرینات مقاومتی شدید، فرایند ایسکمی و خونرسانی مجدد و بارهای مکانیکی واردشده بر بافت‌های نرم درگیر در ایجاد پر اکسیداسیون لیپیدی و تولید رادیکال‌های آزاد نقش مؤثری دارند(۳۱). افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بدن در پی مصرف چای سبز ماچا با تأثیر بر پتانسیل مهار رادیکال‌های آزاد سبب بهبود سیستم دفاعی بدن و در نتیجه کاهش سطوح مالون‌دی‌آلدهید می‌گردد(۱۶). در بخش دیگری از مطالعه یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد شش هفته تمرین تناوبی با شدت بالا بر سطوح گلوتاتیون پراکسیداز در زنان تأثیر معنی‌داری نداشت. همسو با این یافته، حافظی و همکاران (۱۳۹۸) اثر تمرین تناوبی با شدت بالا و

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-21]

مصرف عصاره هیدرو الکلی آویشن شیرازی بر تعادل عوامل اکسیدانی و آنتی‌اکسیدانی موش‌های دیابتی شده نوع دو توسط استرپتوزوتوسین را بررسی کردند و نشان دادند اجرای تمرین تناوبی با شدت بالا و مصرف عصاره آویشن نتوانست گلوتاتیون پراکسیداز را در موش‌های دیابتی بهبود دهند(۱۷). گرزی و همکاران (۱۳۹۷)، نشان دادند که تمرین‌های تناوبی سرعتی منجر به کاهش معنی‌دار سطوح آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز در بافت قلب، کبد و عضله دوقلو نسبت به گروه کنترل شد(۲۵). تفاوت در نمونه‌های انسانی و حیوانی و هم‌چنین تفاوت در مدت تمرینات از دلایل احتمالی مغایرت می‌تواند باشد. عدم‌تغییر سطوح آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز در پژوهش حاضر ممکن است به‌دلیل باردهی تمرینات به‌صورت غیرخطی و یا احتمال بالا بودن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی اولیه در آزمودنی‌ها باشد. استفاده از روش باردهی غیرخطی در مقایسه با روش خطی تا حدود بالایی آسیب ناشی از بیش تمرینی را کم می‌کند. باید به این نکته مهم توجه داشت درصورتی‌که اجرای فعالیت بدنی به‌صورت منظم و با شدت ملایم انجام شود، می‌تواند عامل محرک تقویت دستگاه دفاع آنتی‌اُکسیدانی باشد. ازآنجاکه کاهش جریان خون موضعی و سپس افزایش مجدد گردش جریان خون بافتی یکی از سازوکارهای افزایش پر اکسیداسیون لیپیدی است و اینکه در حالت استراحت گردش خون کم‌تری نسبت به اوج فعالیت انجام می‌گیرد، بنابراین این عامل می‌تواند به‌عنوان یکی دیگر از دلایل عدم‌تغییر معنی‌دار گلوتاتیون پراکسیداز باشد(۳۲). مکمل عصاره چای سبز اثرات مثبتی بر ریکاوری عضلات پس از ورزش شدید دارد.مطابق با نتایج مطالعه حاضر، شش هفته مصرف چای سبز ماچا بر سطوح گلوتاتیون پراکسیداز در زنان تأثیر معنی‌داری داشت، به‌گونه‌ای که سطوح استراحتی گلوتاتیون پراکسیداز افزایش معنی‌داری در گروه مکمل و مکمل+تمرین داشت. هرچند تفاوت بین دو گروه مکمل و مکمل+تمرین به لحاظ آماری معنی‌دار نبود. همسو با این Ibrahim و همکاران (۲۰۱۹)، نیز اثر محافظتی عصاره چای سبز بر سطح گلوتاتیون پراکسیداز را نشان دادند(۴). یافته‌های Noronha و همکاران (۲۰۱۹)، نیز با پژوهش حاضر همسو بود(۳۳). آن‌ها نشان دادند پس از مداخله مکمل چای سبز سطوح مالون‌دی‌آلدهید کاهش معنی‌داری داشت. اما حافظی و همکاران (۱۳۹۸)، اثر تمرین تناوبی با شدت بالا و مصرف عصاره هیدرو الکلی آویشن شیرازی را بر گلوتاتیون پراکسیداز بی‌تأثیر نشان دادند(۱۷) که با یافته پژوهش حاضر ناهمسو است. تفاوت در نوع مکمل مصرف‌شده از دلایل احتمالی مغایرت می‌تواند باشد. به‌گونه‌ای که در پژوهش مذکور از عصاره هیدرو الکلی آویشن استفاده شد اما در پژوهش حاضر چای سبز ماچا به‌عنوان مکمل مصرف شد. سازوکارهای بسیاری برای فعالیت‌های بیولوژیکی چای سبز ماچا ارائه شده‌اند که ممکن است با مصرف آن در بدن افراد رخ دهد. این سازوکارها شامل فعالیت‌های ضد اکسایشی، توقف چرخه سلولی تولید فشار اکسایشی، القای آپوپتوزیس، نوسان پیام‌رسانی سلول، مهار متیل دار شدن DNA و اثر آن بر بیان mRNA می‌باشند. با مرور پژوهش‌های پیشین انتقال پیام، اپی‌گالوکاتچین گالات (Epigallocatechin gallate) به‌عنوان یک عامل اثرگذار بر بسیاری از مسیرهای متفاوت انتقال پیام، مانند مهار بسیاری از پروتئین کینازها، سرکوب فعال‌سازی بسیاری از عوامل رونویسی و مسدودکننده مسیر برخی از گیرنده‌های واسطه شناخته‌شده است(۲۸). همه این سازوکارهایی که در اثر مصرف چای سبز اتفاق می‌افتد، درنهایت منجر به تقویت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و افزایش فعالیت گلوتاتیون پراکسیداز می‌گردد.

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان گفت مصرف چای سبز ماچا و تمرین به همراه مصرف چای سبز بر کاهش MDA و افزایش GPX در زنان تأثیر معنی‌داری داشت. با این‌حال انجام تمرینات تناوبی با شدت بالا نتوانست متغیرهای مذکور را تغییر دهد.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-21]

درمجموع به نظر می‌رسد که مصرف چای سبز ماچا در کوتاه‌مدت می‌تواند اثرات مفیدی بر کاهش فشار اکسیداتیو و بالا بردن ظرفیت آنتی‌اکسیدانی داشته باشد. از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به شدت تمرینات پایین و مدت برنامه تمرین کوتاه اشاره نمود که این موارد نیز با توجه به سطح آمادگی افراد مورد مطالعه انجام شد. از نقاط قوت کار هم می‌توان در نظر گرفتن اصول برنامه‌نویسی تمرینی با توجه به شرایط آزمودنی‌ها و پایش وضعیت آن‌ها را نام برد. همچنین می‌توان اثر غلظت و مدت زمان دم‌کردن و همچنین روش‌های فراوری سنتی و صنعتی چای سبز ماچا را به همراه تمرین‌های تناوبی بر روی سطح و محتوای سایر بیومارکرهای التهابی و استرس و هم‌چنین مسیرهای آپوپتوتیک در مطالعات آتی به عنوان یک راهکار پیشنهادی مورد بررسی و ارزیابی قرار داد.

سپاسگزاری

از تمامی شرکت‌کنندگان در این مطالعه سپاسگزاریم. نویسندگان از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی همدان در قالب طرح شماره ۱۴۰۰۱۰۳۱۸۶۱۹ تشکر و قدردانی می‌نمایند.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی همدان با شناسه IR.UMSHA.REC.1400.802 تأییدیه دارد. شرکت‌کننده فرم رضایتنامه کتبی آگاهانه را قبل از ورود به مطالعه تکمیل کردند.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافعی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

References

1. Toker S, Shirom A, Shapira I, Berliner Sh, Melamed S. The association between burnout, depression, anxiety, and inflammation biomarkers: C-reactive protein and fibrinogen in men and women. J Occup Health Psychol 2005; 10(4): 344-362.
2. Sajadian M, Afrouzi M, Taghavinezhad M, Khorshidi Mehr M. The Effect of Oral Consumption of Portulaca Oleracea Extract on Delayed Muscle Contusion. Ann Romanian Soc Cell Biol 2021; 25(3): 311-316.
3. Atashak S, Sharafi H, Azarbayjani AM, Goli MA, Haghighi MM. Effect of omega-3 supplementation on the blood levels of oxidative stress, muscle damage and inflammation markers after acute resistance exercise in young athletes. Kinesiology 2013; 45(1): 22-29.
4. Ibrahim MA, Bakhaat M, Tammam HG, Mohamed RM, El-Naggar SA. Cardioprotective effect of green tea extract and vitamin E on Cisplatin-induced cardiotoxicity in mice: toxicological, histological and immunohistochemical studies. Biomed Pharmacother 2019; 113: 108731.
5. Masella R, Di Benedetto R, Varì R, Filesi C, Giovannini C. Novel mechanisms of natural antioxidant compounds in biological systems: involvement of glutathione and glutathione-related enzymes. J Nutr Biochem 2005; 16(10): 577-586.
6. Dröge W. Aging-related changes in the thiol/disulfide redox state: implications for the use of thiol antioxidants. Exp Gerontol 2002; 37(12): 1333-1345.
7. Smith A, Shenvi SV, Widlansky M, Suh JH, Hagen TM. Lipoic acid as a potential therapy for chronic diseases associated with oxidative stress. Curr Med Chem 2004; 11(9): 1135-1146.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-21]

8. Mooren FC, Blöming D, Lechtermann A, Lerch MM, Völker K. Lymphocyte apoptosis after exhaustive and moderate exercise. J Appl Physiol (1985) 2002; 93(1): 147-153.
9. Gul M, Demircan B, Taysie S, Oztasan N, Gumustekin K, Siktarc E, et al. Effects of endurance training and acute exhaustive exercise on antioxidant defense mechanisms in rat heart. Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol 2006; 143(2): 239-245.
10. Salaramoli S, Joshaghani H, Hashemy SI. Selenium Effects on Oxidative Stress-Induced Calcium Signaling Pathways in Parkinson's Disease. Indian J Clin Biochem 2022; 37(3): 257-266.
11. Pastoriza S, Mesías M, Cabrera C, Rufián-Henares J A. Healthy properties of green and white teas: an update. Food Funct 2017; 8(8): 2650-2662.
12. Zhou B, Wang Z, Yin P, Ma B, Ma C, Xu C, et al. Impact of prolonged withering on phenolic compounds and antioxidant capability in white tea using LC-MS-based metabolomics and HPLC analysis: Comparison with green tea. Food Chemistry 2022; 368: 130855.
13. Schröder L,Marahrens P, Koch J, Heidegger H, Vilsmeier Th, Phan-Brehm Th, et al. Effects of green tea, matcha tea and their components epigallocatechin gallate and quercetin on MCF-7 and MDA-MB-231 breast carcinoma cells Oncol Rep 2019; 41(1): 387-396.
14. Koláčková T, Kolofiková K, Sytařová I, Snopek L, Sumczynski D, Orsavová J. Matcha tea: analysis of nutritional composition, phenolics and antioxidant activity. Plant Foods Hum Nutr 2020; 75(1): 48-53.
15. ČížkoVá, H, Voldrich M, Mlejnecka J, Kvasnicka , et al. Authenticity evaluation of tea-based products. Czech J Food Sci 2008; 26(4): 259-267.
16. Kazemi A, Behpour N, Hematfar A. Effect of 12 weeks of green tea extract consumption on total antioxidant capacity(TAC), malondialdehyde (MDA) levels and superoxide dismutase, glutathione peroxidase and catalase activity of old rats 'heart tissue in response to a bout acute exhaustive exercise. Yafteh 2020; 22(2): 177-187 (Persian).
17. Hafezi M, Gholami M, Abednazari H. The Effect Of High Intensity Interval Training And Thyme Extract On Oxidative Stress And Antioxidative Factors In Diabetic Rats. IJDLD 2020; 19(3): 143-150.
18. Karimizadeh Ardakani M, Soroush Fard Z, Amirizadeh F, Naderifar H. Effect of Thoracic Hyper-Kyphosis Posture on Upper Extremity Function of Female Students. Journal of Rehabilitation Sciences & Research 2022; 9(1): 30-35.
19. Seyed Hoseini MA, Barati AH, Shirzad Araghi E, Akoochakian M, Naderifar H. The Comparison of Lower Extremity Malalignment during Hurdle pre-Flight and Traditional Approach at Forward Diving Straight. Journal of Rehabilitation Sciences & Research 2021; 8(3): 132-138.
20. Naderifar H, Ghanbari L. Effect of Selected Corrective Exercises on Glenohumeral Rotation range of Motion in Overhead Athletes with Scapular Dyskinesis. Studia Sportiva 2022; 16(1): 54-62.
21. Khan G, Haque SE, Anwer T, Ahsan MN, Safhi MM, Alam MF. Cardioprotective effect of green tea extract on doxorubicin-induced cardiotoxicity in rats. Acta Pol Pharm 2014; 71(5): 861-868.
22. Kim C, Choi HE, Lim MH. Effect of high interval training in acute myocardial infarction patients with drug-eluting stent.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-21]

Am J Phys Med Rehabil 2015; 94(10 Suppl 1): 879-86.

23. Willems ME, Fry HL, Belding MA, Kaviani M. Three Weeks Daily Intake of Matcha Green Tea Powder Affects Substrate Oxidation during Moderate-Intensity Exercise in Females. J Diet Suppl 2021; 18(5): 566-576.
24. Fakhri S, shakeryan S, Alizadeh A, Shahryari A. Effect of 6 weeks of high intensity interval training with nano curcumin supplement on antioxidant defense and lipid peroxidation in overweight girls-clinical trial. IJDO 2019; 11(3): 173-180.
25. Gorzi A, Ekradi S, Rahmani A. The Effect of 8 Weeks of Sprint Interval Training on Oxidative and Antioxidative Capacity of Heart, Liver and Skeletal Muscle in Male Wistar Rats. Sport Physiology 2018; 10(37): 123-138.
26. Kuo YC, Lin J, Bernard JR, Liao Yi-H. Green tea extract supplementation does not hamper endurance-training adaptation but improves antioxidant capacity in sedentary men. Appl Physiol Nutr Metab 2015; 40(10): 990-996.
27. Shahidi F, Shakeri C, Delfani Z. The effect of eight weeks interval aerobic exercise and consumption of green tea supplementation on oxidative stress indices of inactive young girls. RJMS 2019; 25(11): 72-84 (Persian).
28. Khosravi S, Tadibi V, Sheikholeslami-Vatani D. The acute effect of green tea supplementation on oxidative and antioxidant indices after resistance exercise at moderate and high intensities in trained wrestler men. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport 2019; 7(14): 141-152 (Persian).
29. Jówko E, Długołęcka B, Makaruk B, Cieśliński I. The effect of green tea extract supplementation on exercise-induced oxidative stress parameters in male sprinters. Eur J Nutr 2015; 54(5): 783-791.
30. Ghasemi E, Afzalpour ME, Zarban A. Effect of a 10 week high intensity interval training supplemented with green tea on lipid profiles and body composition in overweight women. J Birjand Univ Med Sci 2016; 23(3): 198-210 (Persian).
31. Yuan JM, Sun C, Butler LM. Tea and cancer prevention: epidemiological studies. Pharmacol Res 2011; 64(2): 123-135.
32. da Cunha MJ, Lima DD, Delwing D, Mussulini MBH, Wofchuk S, Netto CA, Wyse ATS, et al. Physical exercise reverses glutamate uptake and oxidative stress effects of chronic homocysteine administration in the rat. Int J Dev Neurosci 2012; 30(2): 69-74.
33. Noronha NY, Souza Pinhel MA, Nicoletti CF, Quinhoneiro DCG, Caressato Pinhanelli V, Parenti Oliveira BA, et al. Green tea supplementation improves oxidative stress biomarkers and modulates IL-6 circulating levels in obese women. Nutr Hosp 2019; 36(3): 583-588.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-21]