



## تأثیر مکمل عصاره چای سبز بر غلظت سرمی هموسیستئین و ox-LDL پس از فعالیت ورزشی مقاومتی در مردان تمرین نکرده

رحمان رحیمی<sup>۱\*</sup>، علی جلالی<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۲/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۹/۷

### چکیده

**هدف:** در این پژوهش تأثیر مصرف عصاره چای سبز بر غلظت هموسیستئین (Hcy) و لیپو پروتئین با چگالی پائین اکسید شده (ox-LDL) متعاقب یک جلسه فعالیت مقاومتی حاد در مردان تمرین نکرده مورد بررسی قرار گرفت.

**روش‌شناسی:** بدین منظور ۸ مرد غیرفعال (سن ۳۶/۱۲±۳/۱۱ سال؛ BMI ۲۲/۵۹±۲/۱۱ کیلوگرم بر مترمربع) به صورت تصادفی انتخاب و در یک طرح مطالعه تصادفی، دو سوکور، کنترل شده با دارونما و متقاطع به مدت ۲ هفته به مصرف عصاره چای سبز (۲ کیپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی در روز) و دارونما (۲ کیپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی در روز مالتودکستروزین) پرداختند و پس از این دوره در فعالیت مقاومتی که شامل سه ست با شدت ۷۵٪ یک تکرار بیشینه (1RM) و ۲ دقیقه استراحت بین ست‌ها و حرکات بود، شرکت کردند. نمونه‌های خون در قبل و بلافاصله بعد از فعالیت مقاومتی از ورید بازویی جهت تعیین غلظت سرمی Hcy و ox-LDL گرفته شد.

**یافته‌ها:** نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در رابطه با غلظت ox-LDL حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار در زمان اندازه‌گیری و بین شرایط مصرف عصاره چای سبز و دارونما بود ( $p < 0.05$ ) که برای بررسی بیشتر از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده گردید که حاکی از کاهش معنی‌دار غلظت ox-LDL در بلافاصله پس از فعالیت مقاومتی در شرایط مصرف چای سبز نسبت به دارونما بود ( $p = 0.039$ ) و همچنین افزایش معنی‌دار در غلظت ox-LDL در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در شرایط دارونما مشاهده گردید ( $p = 0.001$ ). در ارتباط با غلظت سرمی Hcy یافته‌ها حاکی از افزایش معنی‌دار این شاخص در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون تنها در شرایط مصرف دارونما بود ( $p = 0.016$ ).

**نتیجه‌گیری:** به طور کلی یافته‌ها حاکی از اثر سودمند ۲ هفته مصرف عصاره چای سبز در جلوگیری از افزایش معنی‌دار غلظت سرمی ox-LDL پس از فعالیت مقاومتی حاد می‌باشد که به عنوان یکی از فاکتورهای کلیدی در ایجاد آتروسکلروز شناخته شده است. با این وجود، مصرف عصاره چای سبز تأثیر معنی‌داری بر غلظت Hcy سرمی پس از فعالیت مقاومتی حاد نداشت.

**واژگان کلیدی:** صاره چای سبز، هموسیستئین، ox-LDL، فعالیت مقاومتی.

۱. استادیار دانشگاه کردستان، ۲. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی

\* نشانی الکترونیک نویسنده مسئول: r.rahimi@uok.ac.ir

## مقدمه

شده توسط گیرنده‌های رفتگر (اسکاونچر)<sup>۵</sup> ماکروفازها تشخیص داده شده و باعث انتقال مقدار زیادی کلاسترول بداخل این سلول‌ها می‌گردد که در اثر این فرایند ماکروفازها به سلول‌های فوم<sup>۶</sup> تبدیل می‌گردند (۲۵،۲۸).

در طول چند سال اخیر، تعداد قابل زیادی از تحقیقات نشان داده‌اند که سطح پلاسمایی Hcy پس از فعالیت ورزشی حاد افزایش می‌یابد (۹،۱۰). در پژوهش‌های قبلی، افزایش سطح Hcy پس از فعالیت مقاومتی دایره‌ای حاد با شدت ۴۰٪ یک تکرار بیشینه (IRM) در زنان دارای اضافه وزن (۱) و پس از فعالیت مقاومتی دایره‌ای حاد با شدت ۳۵٪ یک تکرار بیشینه (IRM) در مردان تمرین نکرده مشاهده شده است (۴). مکانیسم افزایش تولید Hcy ناشی از فعالیت ورزشی حاد ممکن است بدلیل افزایش جریان متیلناسیون و نهایتاً تولید Hcy ناشی از فعالیت ورزشی باشد. اگرچه، در ارتباط با اثر فعالیت مقاومتی حاد بر غلظت ox-LDL پژوهشی صورت نگرفته است اما یافته‌های پژوهشی حاکی از افزایش اکسیداسیون LDL در اثر تولید رادیکال‌های آزاد می‌باشد (۳۳).

گزارش شده است که آنتی‌اکسیدان‌های مانند بتا-کاروتن و آلفا-توکوفرول سبب پیشگیری از اکسیداسیون LDL و به تاخیر انداختن توسعه پلاک‌های آتروسکلروزی در حیوانات می‌گردند (۲۰،۳۳). میورا<sup>۷</sup> و همکاران (۱۹۹۵) نشان دادند که اپی‌گالوکاتاجین گالات (EGCG) که بیشترین کاتاجین موجود در چای سبز می‌باشد منجر به مهار اکسیداسیون LDL ناشی از یون

بیماری قلبی عروقی به ویژه آتروسکلروز<sup>۱</sup> با میزان بالایی مرگ و میر<sup>۲</sup> در جهان همراه است که ناشی از تجمع پلاک چربی در عروق خون می‌باشد (۱۰). فاکتورهای خطر اصلی جهت توسعه آتروسکلروز با چاقی، دیابت، فشار خون بالا، بی‌تحریکی، فقر رژیم غذایی و سیگار مرتبط هستند که همه این موارد به طور بالقوه سبب افزایش کلاسترول تام، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین با چگالی بسیار پایین (VLDL)، لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL) و کاهش لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) می‌گردند. علاوه بر موارد مذکور، هموسیستئین (Hcy) نیز یکی از فاکتورهای خطر برای توسعه آتروسکلروز می‌باشد که یک اسید آمینه حاوی تیول<sup>۳</sup> است و در طی متابولیسم متیونین در کبد تولید می‌گردد (۷). افزایش سطح Hcy با فاکتورهای فیزیولوژیکی، ژنتیکی و تغذیه‌ای مرتبط می‌باشد (۲۷). چندین مکانیسم جهت توضیح چگونگی اختلال عملکرد سلول‌های اندوتلیال ناشی از Hcy پیشنهاد شده است که شامل افزایش تولید سایتوکاین‌های پیش التهابی، اختلال در رگ-گشایی<sup>۴</sup>، تجمع پلاکتی و افزایش استرس اکسیداتیو می‌باشند (۲۳). از سوی دیگر، نشان داده شده که Hcy منجر به اکسیداسیون LDL و تولید لیپوپروتئین با چگالی پایین اکسید شده (ox-LDL) می‌گردد (۲۹) که یکی از فاکتورهای کلیدی در شروع و سرعت بخشیدن به آتروسکلروز می‌باشد (۲۲). Ox-LDL تولید

1. Atherosclerosis
2. Mortality
3. Thiol - Containing Amino Acid
4. Vasodilation

5. Scavenger
6. Foam
7. Miura

آزمودنی‌ها انصراف داند و نهایتاً نمونه آماری را ۸ نفر تشکیل می‌دادند. در ابتدا، از آزمودنی‌ها دعوت به عمل آمد تا در جلسه‌ی هماهنگی و توجیهی با حضور محقق در سالن ورزشی شرکت کنند. سپس شرح کامل اهداف و روش‌های اندازه‌گیری، تکمیل فرم رضایت نامه شرکت در پژوهش و پرسشنامه‌های سلامتی و یادآمد ۲۴ ساعته‌ی رژیم غذایی در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت. معیارهای ورود به مطالعه شامل نداشتن سابقه بیماری قلبی، پرفشاری خون، دیابت، و عدم انجام فعالیت ورزشی منظم بود. دو هفته قبل از شروع مصرف مکمل و دارونما، ویژگی‌های آنترپومتریکی (جدول ۱) در هفته اول اندازه‌گیری گردید و در همین هفته آزمودنی‌ها با دستگاه‌ها و حرکات فعالیت مقاومتی آشنا شدند. در هفته دوم یک تکرار بیشینه (IRM) آن‌ها در حرکات پرس سینه، زیر بغل سیم‌کش، جلو پا و پشت پا با دستگاه، جلو بازو و پشت بازو ایستاده، پرس پا در باشگاه بدنسازی اندازه‌گیری گردید. از آزمودنی‌ها خواسته شد که ۲۴ ساعت قبل از شروع جلسه آزمون از مصرف مواد حاوی کافئین (چای، قهوه، نسکافه، شکلات کاکائو، و هر ماده غذایی دارای کافئین) بدلیل تاثیر بر متغیرهای وابسته پژوهش و فعالیت‌های ورزشی خودداری کنند. لازم به یادآوری است که افراد مذکور غیر از فعالیت عادی روزانه در این مدت نبایستی هیچ گونه فعالیت ورزشی انجام دهند و در طی دوره مذکور از مصرف هر گونه مکمل، سیگار و غیره بدور باشند. در هفته دوم پس از اندازه‌گیری IRM، آزمودنی‌ها در یک مطالعه تصادفی، دوسوکور، کنترل شده با دارونما، متقاطع به دو گروه تقسیم شده و قوطی‌های حاوی

$Cu^{+2}$  می‌گردد (۲۶). تیناهانس<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان دادند که چای سبز منجر به کاهش اکسیداسیون LDL و بهبود عملکرد عروق می‌گردد (۳۳). از آنجایی که فعالیت ورزشی حاد ممکن است سطح تولید رادیکال‌های آزاد مانند گونه فعال اکسیژن (ROS) و گونه فعال نیتروژن (RNS) را فراتر از ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بدن افزایش دهد، بنابراین؛ ممکن است تحت چنین شرایطی استرس اکسیداتیو ایجاد گردد و منجر به آسیب پروتئین، لیپید و DNA سلول گردد. پژوهش‌های قبلی نشان داده‌اند که مصرف چای سبز (۲۵۰ میلی گرم کاتچین) منجر به تقویت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و جلوگیری از آسیب اکسیداتیو در افراد سالم می‌گردد (۱۱). با این وجود، در هیچ پژوهشی اثر مصرف عصاره چای سبز بر شاخص‌های آتروسکلروز پس از فعالیت مقاومتی صورت نگرفته است. بنابراین، در پژوهش حاضر اثر مصرف عصاره چای سبز بر غلظت سرمی هموسیستئین و ox-LDL پس از فعالیت مقاومتی با شدت IRM ۷۵٪ در مردان تمرین نکرده مورد بررسی قرار گرفت.

### روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی است که به روش پیش‌آزمون-پس‌آزمون به صورت مطالعه تصادفی، دوسوکور، کنترل شده با دارونما، متقاطع انجام شد. جامعه آماری شامل افراد غیر ورزشکار سالم با دامنه سنی ۴۰-۳۰ سال بودند که هیچ گونه فعالیت ورزشی منظمی را نداشتند و از میان آنها به صورت تصادفی ۱۰ انتخاب شدند که در مراحل مختلف پژوهش ۲ نفر از

خون در لوله‌های آزمایشی فاقد ماده ضد انعقاد جهت جداسازی سرم به آزمایشگاه منتقل شده و در آنجا پس از جداسازی سرم در دمای منهای ۲۰ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. غلظت سرمی هموسیستئین به روش الایزا و با کیت شرکت اکسیس - شیلدا (انگلستان) با شماره کاتالوگ FHCY100 و با حساسیت ۰/۵ میکرومول بر لیتر اندازه‌گیری گردید برای اندازه‌گیری غلظت سرمی ox-LDL نیز از روش الایزا و کیت شرکت ایستیبیوفارم (چین) با شماره کاتالوگ CK-E10869 و با حساسیت ۲۰/۰۲ نانوگرم بر لیتر استفاده گردید. جهت بررسی توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون شاپیروویلیک استفاده گردید. همچنین، از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون آزمون تعقیبی بونفرونی جهت بررسی تفاوت بین گروهی و آزمون و آزمون T وابسته (تفاوت درون گروهی) استفاده گردید. سطح معنی‌داری آماری  $P < 0/05$  در نظر گرفته شد. داده‌ها با نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

### یافته‌های پژوهش

نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر حاکی از تاثیر مصرف عصاره چای سبز بر غلظت سرمی ox-LDL در مردان تمرین نکرده پس از فعالیت مقاومتی می‌باشد ( $F = 4/07$  و  $P = 0/04$ ، شکل ۱)؛ همچنین، تفاوت معنی‌دار بین گروهی نیز در غلظت سرمی ox-LDL مشاهده شد ( $F = 15/75$  و  $P = 0/001$ ) که برای بررسی تفاوت بین گروهی از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده گردید و نتایج آن حاکی

کپسول‌های عصاره چای سبز (۳۰ کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی) و دارونما (۳۰ کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی مالتودکسترین) را دریافت کردند (۱۱). آزمودنی‌ها روزانه دو کپسول مکمل یا دارونما را در وعده‌های پس از نهار و شام به مدت ۱۴ روز با آب کافی مصرف کردند و در روز ۱۵ جهت انجام فعالیت مقاومتی در سالن ورزشی حاضر شدند، صبح روز پانزدهم یک کپسول مکمل یا دارونما و یک ساعت قبل از انجام فعالیت ورزشی نیز یک کپسول دیگر مصرف می‌کردند. کپسول‌های عصاره چای سبز و دارونما از نظر شکل ظاهری، رنگ و طعم همسان بودند. مکمل عصاره چای سبز (Green Tea extract) از شرکت Olimp لهستان خریداری گردید که هر کپسول حاوی ۲۵۰ میلی‌گرم EGCG می‌باشد. قبل و بلافاصله بعد از انجام فعالیت مقاومتی نمونه خون از ورید بازویی آزمودنی‌ها جهت تعیین غلظت سرمی هموسیستئین و ox-LDL گرفته شد. فعالیت مقاومتی شامل ۳ ست پرس سینه، زیر بغل سیم‌کش، جلو پا و پشت پا با دستگاه، جلو بازو و پرس پا با 1RM ۷۵٪ و ۲ دقیقه استراحت بین ست‌ها و حرکات بود که قبل از انجام آن آزمودنی‌ها برنامه گرم کردن عمومی و اختصاصی را که ۱۰ دقیقه طول می‌کشید، انجام می‌دادند. بعد از اتمام دور اول (۲ هفته مصرف عصاره چای سبز یا دارونما)، آزمودنی‌ها به مدت ۲ هفته جهت پاکسازی<sup>۱</sup> استراحت کردند، سپس با تغییر مکمل و دارونمای آنها به مدت ۲ هفته دیگر با همان شرایط قبلی به مصرف مکمل و دارونما پرداختند و دوباره در فعالیت مقاومتی با همان شرایط قبلی شرکت کردند. نمونه‌های

2. Axis-Shield  
3. EASTBIOPHARM

1. Wash Out

پس از فعالیت مقاومتی می‌باشد ( $F=0/612$ ) و ( $P=0/44$ ) اما تفاوت معنی‌دار درون گروهی ( $F=6/5$  و  $P=0/027$ ) مشاهده شد (شکل ۲) که نتایج آزمون T وابسته (زوجی) حاکی از افزایش معنی‌دار این شاخص در شرایط مصرف دارونما در پس آزمون نسبت به پیش آزمون بود ( $T=-3/14$  و  $P=0/016$ ). همچنین، آزمون تعقیبی بونفرونی در ارتباط با تغییرات درصدی حاکی از عدم تفاوت معنی‌دار غلظت هموسیستئین بین شرایط مصرف عصاره چای سبز ( $11/88 \pm 30/84$  درصد) و دارونما ( $20/51 \pm 19/72$  درصد) بود ( $P=0/641$ ).

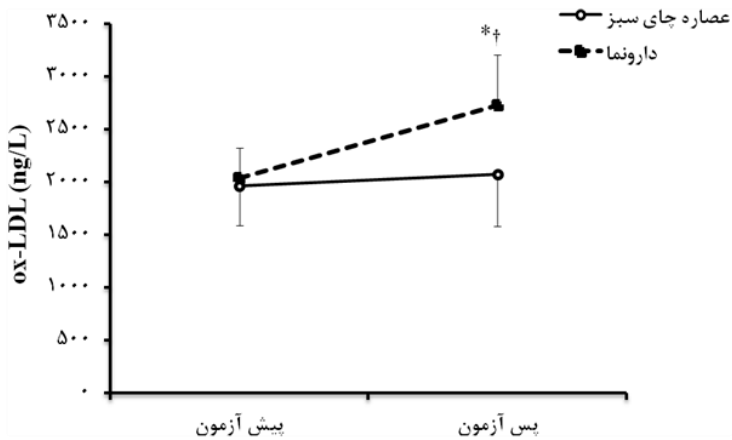
از پایین بودن غلظت ox-LDL در شرایط مصرف عصاره چای سبز نسبت به دارونما در بعد از فعالیت مقاومتی بود ( $P=0/039$ ). همچنین، آزمون تعقیبی بونفرونی در ارتباط با تغییرات درصدی حاکی از بالا بودن تغییرات درصدی غلظت ox-LDL در شرایط مصرف دارونما ( $34/51 \pm 15/63$  درصد) نسبت به عصاره چای سبز ( $7/01 \pm 22/48$  درصد) بود ( $P=0/018$ ). جهت بررسی تفاوت درون گروهی از آزمون T وابسته (زوجی) استفاده گردید و نتایج حاکی از افزایش معنی‌دار غلظت ox-LDL در شرایط مصرف دارونما در پس آزمون نسبت به پیش آزمون بود ( $T=-5/81$  و  $P=0/001$ ).

نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر حاکی از عدم تاثیر مصرف عصاره چای سبز بر غلظت سرمی هموسیستئین در مردان تمرین نکرده

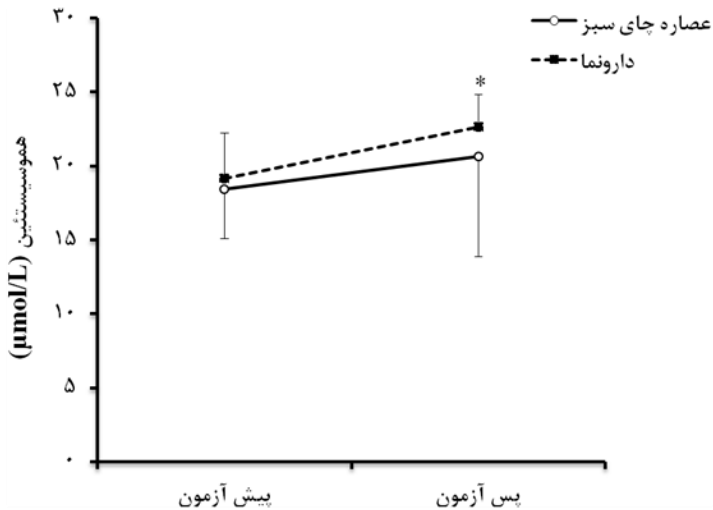
جدول ۱. ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌ها در افراد چاق و وزن نرمال در شرایط مصرف چای سبز و دارونما

متغیر	گروه	میانگین $\pm$ انحراف استاندارد
سن (سال)	عصاره چای سبز	$36/12 \pm 3/11$
	دارونما	$36/12 \pm 3/11$
قد (متر)	عصاره چای سبز	$1/80 \pm 0/05$
	دارونما	$1/80 \pm 0/05$
وزن (کیلوگرم)	عصاره چای سبز	$75/25 \pm 5/23$
	دارونما	$78/42 \pm 4/25$
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	عصاره چای سبز	$22/59 \pm 2/11$
	دارونما	$23/55 \pm 1/53$

\* اختلاف معنی‌دار بین دو گروه در سطح معنی‌داری  $P < 0/05$



شکل ۱. تغییرات غلظت سرمی ox-LDL در قبل و بلافاصله پس از فعالیت مقاومتی در دو شرایط مصرف مکمل عصاره چای سبز و دارونما در مردان تمرین نکرده (میانگین ± انحراف استاندارد).  
\* تفاوت معنی دار با قبل از انجام فعالیت مقاومتی ( $P < 0.05$ ).  
† تفاوت معنی دار با شرایط مصرف مکمل عصاره چای سبز پس از فعالیت مقاومتی ( $P < 0.05$ ).



شکل ۲. تغییرات غلظت سرمی هموسیستئین (Hcy) در قبل و بلافاصله پس از فعالیت مقاومتی در دو شرایط مصرف مکمل عصاره چای سبز و دارونما در مردان تمرین نکرده (میانگین ± انحراف استاندارد).  
\* تفاوت معنی دار با قبل از انجام فعالیت مقاومتی ( $P < 0.05$ ).

## بحث و نتیجه‌گیری

Hcy در بسیاری از تحقیقات به عنوان فاکتور خطر مستقل بیماری قلبی عروقی (CVD) گزارش شده است (۵). بوشی<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۵) در یک مقاله فراتحلیل که شامل ۲۷ مقاله و بیشتر از ۴۰۰۰ هزار آزمودنی با بیماری انسداد عروقی<sup>۲</sup> (عروق قلبی، محیطی و مغزی) و تقریباً به همان تعداد افراد سالم (کنترل) را شامل می‌شد، نشان دادند که هموسیستئین یک فاکتور خطر مستقل برای بیماری آتروسکلروز در عروق کرونری، مغزی و محیطی می‌باشد و هر  $5 \mu\text{mol/L}$  افزایش در غلظت کل پلاسمایی هموسیستئین با  $60\%$  افزایش خطر برای بیماری عروق کرونر در مردان و  $80\%$  افزایش خطر در زنان همراه است (۵). والد و همکاران (۲۰۰۲) نیز گزارش کردند که کاهش  $3 \mu\text{mol/L}$  هموسیستئین از سطح فعلی آن منجر به کاهش ۱۶ درصدی خطر بیماری ایسکمی قلبی می‌گردد (۳۵). افزایش غلظت هموسیستئین از طریق مکانیسم‌های مختلفی خطر ابتلا به CVD را افزایش می‌دهد که شامل مهار واکنش‌های ضدانعقادی وابسته به اندوتلیوم، تجمع پلاکتی و ترومبوز از طریق استرس اکسیداتیو و فعالسازی مسیرهای انتقال سیگنال که منجر به التهاب و آپوپتوز می‌گردند، می‌باشند (۲۲). در پژوهش حاضر مردان غیرفعال به مدت ۲ هفته به مصرف مکمل عصاره چای سبز و دارونما به شیوه متقاطع، دو سوکور کنترل شده با دارونما پرداخته و پس از پایان این دوره در یک جلسه فعالیت مقاومتی با شدت IRM  $75\%$  شرکت کرده که قبل و بلافاصله پس از فعالیت مقاومتی غلظت

هموسیستئین و ox-LDL مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تغییرات درصدی غلظت هموسیستئین پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی با شدت IRM  $75\%$  در افراد تمرین نکرده در دو شرایط مصرف عصاره چای سبز (۱۱/۸۸ درصد) و دارونما (۲۰/۵۱ درصد) وجود ندارد اما، غلظت هموسیستئین در شرایط مصرف چای سبز به مقدار  $8/62$  درصد پایین‌تر از شرایط مصرف دارونما بود. در هیچ پژوهشی اثر مصرف چای سبز بر غلظت هموسیستئین پس از فعالیت ورزشی به‌ویژه فعالیت مقاومتی مورد بررسی قرار نگرفته است؛ با این وجود، تنها در یک پژوهش اثر یک ماه مصرف نوشیدنی چای سبز بر غلظت هموسیستئین، فیبرینوژن، آنتی‌اکسیدان‌ها و پروپایل لیپید در بیماران عروق کرونری مورد بررسی قرار گرفته که حاکی از کاهش معنی‌دار غلظت هموسیستئین، فیبرینوژن و DL و افزایش معنی‌دار سطح آنتی‌اکسیدان‌ها بود (۱۷). یافته‌های قبلی حاکی از اثر مکمل‌سازی کوتاه مدت چای سبز در افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام و کاهش معنی‌دار استرس اکسیداتیو (شاخص مالون دی‌آلدئید) پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی با شدت IRM  $85\%$  در زنان تمرین نکرده می‌باشد (۲). در پژوهش حاضر افزایش‌های  $11/88$  و  $20/51$  درصدی در غلظت هموسیستئین پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی در مردان تمرین نکرده پس از ۱۴ روز مصرف چای سبز و دارونما (به ترتیب) مشاهده گردید که نشان دهنده افزایش این شاخص در اثر فعالیت مقاومتی

1. Boushey
2. Occlusive Vascular

هموسیستئین را در متابولیسم انرژی پیشنهاد کرده‌اند (۲۱،۳۷). فعالیت‌های ورزشی شدید مانند فعالیت مقاومتی نیاز به کراتین جهت تولید انرژی را افزایش می‌دهند که وابسته به کراتین فسفات جهت بازسازی ADP و تولید ATP برای حفظ انقباض‌های عضلانی شدید هستند. تقریباً ۷۵٪ از تولید هموسیستئین روزانه به سنتز کراتین در کبد نسبت داده می‌شود (۳۱) که در این فرایند S-آدنوزیل متیونین گروه متیل خود را به گوانیدینواستات جهت تولید کراتین و S-آدنوزیل هموسیستئین می‌دهد که در واکنش بعدی آدنوزین از S-آدنوزیل هموسیستئین جدا شد و به هموسیستئین تبدیل می‌گردد (۲۲). در پژوهشی اخیراً تاثیر ۴ هفته مصرف مکمل کراتین (۲ تا ۵ گرم در روز) در افراد سالم با دامنه سنی ۲۱ تا ۵۸ سال بر غلظت هموسیستئین مورد بررسی قرار گرفت که نشان دهنده کاهش ۰/۹ میکرومول بر لیتر در گروه کراتین در مقایسه با افزایش ۰/۲ میکرومول بر لیتر در گروه دارونما بود که تائیدی است بر این واقعیت که هر زمان تولید کراتین اندوژن<sup>۳</sup> افزایش یابد سطح هموسیستئین خون نیز افزایش می‌یابد (۲۴).

پایین‌تر بودن غلظت هموسیستئین پس از فعالیت مقاومتی در مردان تمرین نکرده در طی مصرف عصاره چای سبز (۸/۶۲ درصد پایین‌تر) نسبت به مصرف دارونما حاکی از اثر مثبت چای سبز در کاهش تغییرات این فاکتور خطر بیماری قلبی عروقی می‌باشد. بعد از فعالیت مقاومتی در مردان تمرین نکرده می‌باشد. مکانسیم اثر چای سبز در کاهش هموسیستئین بعد از فعالیت مقاومتی به

می‌باشد که با یافته‌های قبلی (۱۰۴) همسو می‌باشد. در این دو تحقیق افزایش سطح Hcy پس از فعالیت مقاومتی دایره‌ای حاد با شدت-های 1RM ۴۰٪ و ۳۵٪ در زنان دارای اضافه وزن و مردان تمرین نکرده مشاهده گردید (۱۰۴). در پژوهش‌های دیگری اثر حاد فعالیت ورزشی بر غلظت هموسیستئین در افراد تمرین کرده مورد بررسی قرار گرفته است که در سه پژوهش فعالیت ورزشی بدون اثر (۸،۳۹)، در چهار پژوهش افزایش معنی‌دار (۱۴،۱۵،۱۶،۲۳) و در یک پژوهش کاهش غلظت Hcy پس از فعالیت ورزشی حاد گزارش گردید (۱۳). در پژوهش ایگلسیاس<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۲) افزایش ۲۵/۷ درصدی در غلظت هموسیستئین پس از فعالیت دوچرخه سواری با شدت  $VO_{2Peak}$  ۸۵٪ در ۸ مرد تمرین نکرده مشاهده گردید که تقریباً با افزایش غلظت Hcy (۲۰/۵۱ درصدی) در شرایط مصرف دارونما در پژوهش حاضر مشابه می‌باشد (۱۶).

چندین مکانسیم در جهت توضیح افزایش غلظت هموسیستئین پس از فعالیت مقاومتی گزارش شده است (۱۸،۳۴). ونتا<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۹) کاهش موقتی در جریان خون کلیوی را در طی فعالیت ورزشی با افزایش غلظت هموسیستئین در طی فعالیت ورزشی پیشنهاد کردند (۳۴). مکانسیم دیگری که برای توضیح افزایش غلظت هموسیستئین پس از فعالیت ورزشی پیشنهاد شده است ممکن است مربوط به متابولیسم انرژی و استفاده از سوپسترا باشد (۱۸) که نسبت به شدت و مدت فعالیت ورزشی تغییر می‌کنند (۱۸) و چندین محقق نیز نقش

1. Iglesias  
2. Venta



با اینحال، پژوهش‌های قبلی نشان داده‌اند EGCG موجود در چای سبز منجر به مهار اکسیداسیون LDL ناشی از یون  $Cu^{+2}$  (۲۶) و کاهش ox-LDL و بهبود عملکرد قلب و عروق می‌گردد (۳۳). همچنین پژوهش‌های زیادی نقش لیپواکسیژناز<sup>۳</sup> در اکسیداسیون LDL ناشی از سلول‌های اندوتلیال و ماکروفاژها را تأیید می‌کنند (۳،۱۲). کاتاجین‌های موجود در چای سبز می‌توانند آنزیم لیپواکسیژناز را مهار کنند و همچنین به عنوان رفتگر<sup>۴</sup> رادیکال‌های آزاد و آنتی‌اکسیدان‌های شکستن-زنجیره<sup>۵</sup> عمل کند (۳۰). در پژوهشی تأثیر چای سبز چینی بر ox-LDL در سلول‌های اندوتلیال عروق بند ناف انسان مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاکی از کاهش تولید ox-LDL در سلول‌های مذکور بود (۴۰). همچنین، مصرف چهار هفته نوشیدنی چای سبز (۶۰۰ میلی لیتر روزانه) توسط ۱۲ مرد تمرین نکرده سالم منجر به کاهش معنی‌داری سطح ox-LDL گردید (۳۲).

مکانیسم‌های درگیر در تولید ROS در طی فعالیت بی‌هوازی مانند فعالیت مقاومتی شامل مسیر گزانتین-گزانتین اکسیداز، انفجار تنفسی نوتروفیل‌ها، خوداکسیداسیونی کاتکولامین‌ها، هیپوکسی-ایسکمی موضعی عضله و تبدیل سوپراکسید به رادیکال هیدروکسیل می‌باشد (۱۹). این امر ممکن است منجر به اکسیداسیون LDL در اثر افزایش تولید ROS گردد. در پژوهش حاضر، افزایش اکسیداسیون LDL پس از فعالیت مقاومتی در شرایط مصرف دارونما مشاهده گردید که با پژوهش قبلی همسو می‌باشد که اثر فعالیت ورزشی حاد بر

درستی مشخص نمی‌باشد اما چندین مکانیسم برای این امر پیشنهاد شده است که شامل وجود فولاسین (اسید فولیک) در چای سبز و خاصیت آنتی‌اکسیدانی کاتاجین (EGCG) موجود در چای سبز می‌باشد (۴۰). فولات به عنوان یک کوفاکتور در متابولیسم هموسیستئین به متیونین نقش دارد که سطح پایین آن منجر به افزایش سطح هموسیستئین خون می‌گردد (۲۲). افزایش غلظت فولات خون منجر به افزایش فعالیت آنزیم ۵-متیل-انتترفولات<sup>۱</sup> می‌گردد که به نوبه خود منجر به افزایش سرعت فرایند رمتیلاسیون<sup>۲</sup> هموسیستئین به متیونین می‌گردد (۶).

پژوهش‌های قبلی نشان داده‌اند که افزایش سطوح هموسیستئین خون منجر به اکسیداسیون LDL و تولید ox-LDL می‌گردد که آن هم به نوبه خود در مراحل اولیه تشکیل ضایعه آتروسکلروز نقش دارد (۳۸). در چند پژوهش اثر مکمل آنتی‌اکسیدانی بر اکسیداسیون LDL مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی منجر به کاهش حساسیت LDL به اکسیداسیون و تولید ox-LDL می‌گردند (۲۰). در پژوهش حاضر، مصرف ۱۴ روز مکمل عصاره چای سبز از افزایش غلظت سرمی ox-LDL پس از فعالیت مقاومتی در مردان تمرین کرده جلوگیری کرد و تفاوت معنی‌داری در غلظت این شاخص بین شرایط مصرف مکمل عصاره چای سبز و دارونما مشاهده گردید. در هیچ پژوهشی اثر عصاره چای سبز بر غلظت ox-LDL پس از فعالیت ورزشی مورد بررسی قرار نگرفته است،

3. Lipoxigenase  
4. Scavengers  
5. Chain-Breaking Antioxidants

1. 5-Methylenetetrahydrofolate  
2. Remethylation

علاوه، تغییرات غلظت Hcy در اثر فعالیت مقاومتی در شرایط مصرف عصاره چای سبز به میزان ۸/۶۲ درصد نسبت به شرایط دارونما پایین‌تر بود که معادل ۱/۲۹ میکرومول بر لیتر می‌باشد و این مقدار کاهش در غلظت Hcy تقریباً برابر با کاهش ۱۰٪ فاکتور خطر بیماری قلبی عروقی می‌باشد. بنابراین، به افراد تمرین نکرده که قصد شروع تمرینات ورزشی به ویژه فعالیت‌های مقاومتی را دارند توصیه می‌گردد که حداقل دو هفته قبل از شروع تمرینات ورزشی جهت مهار اکسیداسیون LDL و کاهش در غلظت Hcy اقدام به مصرف عصاره چای سبز نمایند.

#### تقدیر و تشکر

نویسندگان مقاله از تمامی شرکت کنندگان که همکاری صمیمانه در انجام این پژوهش را داشتند، سپاسگزاری می‌نمایند.

حساسیت LDL به اکسیداسیون را مورد بررسی قرار داده که نتایج آنها حاکی از افزایش اکسیداسیون LDL پس از فعالیت ورزشی حاد می‌باشند (۳۸). ox-LDL توسط گیرنده-۱- ox-LDL شبه لکتین<sup>۱</sup> (LOX-1) بیان شده بر سلول‌های اندوتلیال عروق جذب شده و تولید ROS درون سلولی را افزایش می‌دهد که منجر به فعالسازی فاکتور هسته‌ای-کاپا B (NF-KB) می‌گردد (۲۸). همچنین، ox-LDL بیان پروتئین جاذب شیمیایی مونوسیت (MCP-1) در ماکروفاژها (۳۶) و سلول‌های اندوتلیال را افزایش می‌دهد (۲۵) که بیان MCP-1 ناشی از ox-LDL بر روی سلول‌های اندوتلیال نقش مهمی در مهاجرت مونوسیت‌ها به فضای زیر اندوتلیوم دارد (۲۵). در طی این فرایند مونوسیت‌ها به ماکروفاژ تبدیل شده و مقدار زیادی LDL-کلیسترول توسط ماکروفاژها جذب شده و به سلول‌های فوم تبدیل می‌گردند. با توجه به مطالب ذکر شده، از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به عدم اندازه‌گیری NF-KB و MCP-1 اشاره کرده که از فاکتورهای کلیدی تنظیم سیستم ایمنی هستند؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آیند اثرات مصرف عصاره چای سبز بر بیان و غلظت NF-KB و MCP-1 پس از فعالیت مقاومتی در افراد تمرین نکرده مورد بررسی قرار گیرد. به طور کلی، در پژوهش حاضر مصرف عصاره چای سبز به مدت ۱۴ روز منجر به کاهش غلظت ox-LDL پس از فعالیت مقاومتی گردید که ممکن است فرایند آتروسکلروز را به تاخیر بیندازد و خطر بیماری کرونری را با مهار اکسیداسیون LDL و تشکیل سلول فوم کاهش دهد. به

## منابع

۱. بیژه ناهید، قره چلو لیلا. (۱۳۹۲). پاسخ غلظت سرمی هموسیستین و مقاومت به انسولین به یک جلسه تمرین مقاومتی دایره ای در زنان دارای اضافه وزن، مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، ۱۵(۳): ۷-۹.
۲. قاسمی الهام، افضل پور محمد اسماعیل، ثاقب جو مرضیه، زربان اصغر. (۱۳۹۱). تاثیر مکمل سازی کوتاه مدت چای سبز بر ظرفیت آنتی اکسیدانی تام و پراکسیداسیون لیپیدی زنان جوان پس از یک جلسه تمرین مقاومتی شدید، مجله دانشکده پزشکی اصفهان، ۳۰: ۱۲۶۷-۱۲۷۶.
3. Bailey JM, Makheja AN, Lee R, Simon TH. (1995). Systemic activation of 15-lipoxygenase in heart, lung, and vascular tissues by hypercholesterolemia: relationship to lipoprotein oxidation and atherogenesis. *Atherosclerosis*, 113: 247-58.
4. Bizheh N, Jaafari M. (2011). The effect of a single bout circuit resistance exercise on homocysteine, hs-CRP and fibrinogen in sedentary middle aged men. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 14(6):568.
5. Boushey CJ, Beresford SA, Omenn GS, Motulsky AG. (1995). A quantitative assessment of plasma homocysteine as a risk factor for vascular disease: probable benefits of increasing folic acid intakes. *JAMA*, 274(13): 1049-57.
6. Brattström LE, Israelsson B, Jeppsson JO, Hultberg BL. (1988). Folic acid-an innocuous means to reduce plasma homocysteine. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 48(3): 215-21.
7. Brustolin S, Giugliani R, Félix TM. (2010). Genetics of homocysteine metabolism and associated disorders. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 43(1): 1-7.
8. De Cree, C., M.R. Malinow, G.P. Van Kranenburg, P.G. Geurten, N.T. Longford, and H.A. Keizer. (1999). Influence of exercise and menstrual cycle phase on plasma homocystine levels in young women-a prospective study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 9: 272-278.
9. Deminice R, Ribeiro DF, Frajacom FT. (2016). The Effects of Acute Exercise and Exercise Training on Plasma Homocysteine: A Meta-Analysis. *PloS one*, 11(3): 0151653.
10. Silva Ade S, da Mota MP. (2014). Effects of physical activity and training programs on plasma homocysteine levels: a systematic review. *Amino acids*. 46: 1795-804.
11. Erba D, Riso P, Bordoni A, Foti P, Biagi PL, Testolin G. (2005). Effectiveness of moderate green tea consumption on antioxidative status and plasma lipid profile in humans. *The Journal of Nutritional Biochemistry*. 31;16(3):144-9.
12. Folcik VA, Nivar-Aristy RA, Karjewski LP, Cathcart MK. (1995). Lipoxygenase contributes to the oxidation of lipids in human atherosclerotic plaques. *Journal of Clinical Investigation*, 96:504-10.
13. Gaume V, Mougín F, Figard H, Simon-Rigaud ML, N'guyen UN, Callier J, Kantelip JP, Berthelot A. (2005). Physical training decreases total plasma homocysteine and

- cysteine in middle-aged subjects. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 49(2): 125-31.
14. Gelecek N, Teoman N, Ozdirenc M, Pinar L, Akan P et al (2007) Influences of acute and chronic aerobic exercise on the plasma homocysteine level. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 51:53-58
  15. Herrmann M, Schorr H, Obeid R, Scharhag J, Urhausen A, Kindermann W, Herrmann W. (2003). Homocysteine increases during endurance exercise. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*. 17;41(11):1518-24.
  16. Iglesias-Gutierrez E, Egan B, Diaz-Martínez A'E, Pen˜alvo JL, González-Medina A, et al. (2012) Transient Increase in Homocysteine but Not Hyperhomocysteinemia during Acute Exercise at Different Intensities in Sedentary Individuals. *PLoS ONE*, 7(12): 51185.
  17. Jalali F, Hajian-Tilaki KO, Pouramir M, Farzadi M. (2008). The effects of green tea on serum lipids, antioxidants, and coagulation tests in stable coronary artery disease: A prospective interventional study. *Iranian Heart Journal*, 9(3): 47-52.
  18. Jeukendrup AE. (2003). Modulation of carbohydrate and fat utilization by diet, exercise and environment. *Biochemical Society Transactions*, 31: 1270-1273.
  19. Ji, LL. Free radicals and antioxidants in exercise and sports. (2000). In: *Exercise and Sport Science*. W.E. Garrett and DT. Kirkendall, eds. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins, 299-317.
  20. Jialal I, Grundy SM. (1993). Effect of combined supplementation with alpha-tocopherol, ascorbate, and beta carotene on low-density lipoprotein oxidation. *Circulation*, 88(6): 2780-6.
  21. Joubert LM, Manore MM. (2008). The role of physical activity level and B-vitamin status on blood homocysteine levels. *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 40(11):1923-31.
  22. Joubert LM. and Manore MM. (2006). Exercise, Nutrition, and Homocysteine. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 16: 341-361
  23. König D, Bisse E, Deibert P, Müller HM, Wieland H, Berg A. (2003). Influence of training volume and acute physical exercise on the homocysteine levels in endurance-trained men: interactions with plasma folate and vitamin B12. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 47(3-4): 114-8.
  24. Korzun WJ. (2004). Oral creatine supplements lower plasma homocysteine concentrations in humans. *Clinical Laboratory Science*, 17: 102-106.
  25. Li D, Mehta JL. (2000). Antisense to LOX-1 inhibits oxidized LDL-mediated upregulation of monocyte chemoattractant protein-1 and monocyte adhesion to human coronary artery endothelial cells. *Circulation*, 101(25):2889-95.
  26. Miura S, Watanabe J, Sano M, Tomita T, Osawa T, Hara Y, Tomita I. (1995). Effects of various natural antioxidants on the Cu mediated oxidative modification of low density lipoprotein. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 18:1-4.

27. Neves LB, Macedo DM, Lopes AC. (2004). Homocysteine. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, 40(5):311-20.
28. Nishimura S, Akagi M, Yoshida K, Hayakawa S, Sawamura T, Munakata H, Hamanishi C. (2004). Oxidized low-density lipoprotein (ox-LDL) binding to lectin-like ox-LDL receptor-1 (LOX-1) in cultured bovine articular chondrocytes increases production of intracellular reactive oxygen species (ROS) resulting in the activation of NF- $\kappa$ B. *Osteoarthritis and Cartilage*, 12(7): 568-76.
29. Pfanzagl B, Tribl F, Koller E, Möslinger T. (2003). Homocysteine strongly enhances metal-catalyzed LDL oxidation in the presence of cystine and cysteine. *Atherosclerosis*, 168(1):39-48.
30. Salah N, Miller NJ, Paganga G, Tijburg L, Bolwell GP, RiceEvans C. (1995). Polyphenolic-avanols as scavengers of aqueous phase radicals and as chain-breaking antioxidants. *Archives of biochemistry and biophysics*, 322: 339-46.
31. Selhub J. (1999). Homocysteine metabolism. *Annual Review of Nutrition*, 19(1):217-46.
32. Sung H, Min WK, Lee W, Chun S, Park H, Lee YW, Jang S, Lee DH. (2005). The effects of green tea ingestion over four weeks on atherosclerotic markers. *Annals of Clinical Biochemistry*, 42(4): 292-297.
33. Tinahones FJ, Rubio MA, Garrido-Sanchez L, Ruiz C, Gordillo E, Cabrerizo L, Cardona F. (2008). Green tea reduces LDL oxidability and improves vascular function. *Journal of the American College of Nutrition*, 27(2): 209-13.
34. Venta R, Cruz E, Valcarcel G, Terrados N. (2009). Plasma vitamins, amino acids, and renal function in postexercise hyperhomocysteinemia. *Medicine Science in Sport Exercise*, 41: 1645-51.
35. Wald, D.S., M. Law, and J.K. Morris. (2002). Homocysteine and cardiovascular disease: evidence on causality from a meta-analysis. *BMJ*. 325:1202.
36. Wang GP, Deng ZD, Ni J, Qu ZL. (1997). Oxidized low density lipoprotein and very low density lipoprotein enhance expression of monocyte chemoattractant protein-1 in rabbit peritoneal exudate macrophages. *Atherosclerosis*, 133(1): 31-6.
37. Wang Z, Pini M, Yao T, Zhou Z, Sun C, et al. (2011) Homocysteine suppresses lipolysis in adipocytes by activating the AMPK pathway. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 301: 703-712.
38. Wetzstein C, Shern-Brewer R, Santanam N, Green N, White-Welkley J, Parthasarathy S. (1998). Does acute exercise affect the susceptibility of low density lipoproteins to oxidation? *Free Radical Biology and Medicine*, 24: 679-682.
39. Wright, M., K. Francis, and P. Cornwell. (1998). Effect of acute exercise on plasma homocysteine. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 38:262-265.
40. Yang TT, Koo MW. (2000). Inhibitory effect of Chinese green tea on endothelial cell-induced LDL oxidation. *Atherosclerosis*, 148(1):67-73.





**Metabolism and Exercise**  
A bioannual journal

**Vol 6, Number 2, 2015-2016**



## **Effect of Green Tea Extract on Serum Concentration of Homocysteine and Ox-LDL after Resistance Exercise in Untrained Men**

**Rahimi R<sup>1\*</sup>, Jalali A<sup>2</sup>**

Received: 27/11/2016

Accepted: 3/5/2017

### **Abstract**

**Aim:** In this study, the effect of green tea extract consumption on plasma Homocysteine (Hcy) and oxidized low-density lipoprotein (ox-LDL) was evaluated after acute resistance exercise in untrained men.

**Method:** For this purpose, 8 sedentary males (age  $36.12 \pm 3.11$  year; BMI  $22.59 \pm 2.11 \text{ kgm}^2$ ) randomly selected and, in a randomized, double-blind, placebo-controlled crossover study consumed green tea extract (two capsules of 500 mg per day) or placebo (2 capsules of 500 mg per day maltodextrin) for 2 weeks. After this period, they participated in resistance exercise that involves three sets with 75% of one repetition maximum (1RM) and 2 minutes rest between sets and exercises. Blood samples were collected from the brachial vein before and after the resistance exercise to determine the concentration of Hcy and ox-LDL.

**Results:** The result of for ANOVA Repeated Measures showed significant differences in ox-LDL concentration in time and between conditions of green tea extract and placebo ( $P < 0.05$ ), Bonferroni post hoc test was used to check further evaluation, revealed a significant decrease in the concentration of ox-LDL immediately after resistance exercise in green tea compared with placebo ( $p < 0.05$ ) and t-test showed a significant increase in this index in pre-test compared to post-test in the placebo condition ( $p < 0.01$ ). In relation to serum concentration of Hcy, findings suggest a significant increase in this Index at post-test compared to pre-test only in terms of taking placebo ( $p < 0.01$ ).

**Conclusion:** In general, the findings suggest a beneficial effect of 2 weeks green tea extract to prevent a significant increase in serum levels of ox-LDL after acute resistance exercise which is known as one of the key factors in the development of atherosclerosis. However, consumption of green tea extract did not have significant effect on serum Hcy concentration after acute resistance exercise.

**Keywords:** Green tea extract, Homocysteine, ox-LDL, resistance exercise.

1. Assistant Professor, University of Kurdistan , 2. MSc in Exercise Physiology

\*Email: r.rahimi@uok.ac.ir