مطالعات کاربردی
علوم زیستی در ورزش

تاثیر هشت هفته تمرین HIIT همراه با مکمل یاری چای سبز بر سطوح سرمی استیل کولین استراز، آمیلوئید بتا-۴۲ و مالون دی آلدئید در مردان سالمند چاق تمرین نکرده

حسن نقی زاده، فائزه حیدری، زهرا رستمی

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

چکیده

زمینـــه و هـــدف: استفاده از گیاهان دارویی همراه با تمرین به دلیل تعدیل پاسخ‌های التهابی و اکسایشی به ویژه در افراد چاق بسیار مورد توجه قرار گرفته است. لذا هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر توامان هشت هفته تمرین تناوبی شدید (HIIT) و مکمل یاری چای سبز بر سطوح سرمی استیل کولین استراز (AChE)، آمیلوئید بتا-۴۲ (Aβ42) و مالون دی آلدئید (MDA) در مردان سالمند چاق تمرین نکرده بود.

روش تحقیـــق: بدین منظور، ۴۸ نفر مرد سالمند چاق (میانگین سنی ۳/۱۶±۶۵/۴۲ سال و شاخص توده بدنی ۱/۱۵±۳۰/۹۳ کیلوگرم بر متر مربع) به طور تصادفی به چهار گروه ۱۲ نفره شامل HIIT، مکمل چای سبز، HIIT+مکمل چای سبز و کنترل - دارونما تقسیم شدند. مداخله HIIT به صورت هشت هفته و سه جلسه در هفته انجام شد. مکمل چای سبز در قالب ۶ کپسول در روز به میزان ۴۵۰ میلی‌گرم توسط گروه‌های هدف دریافت شد. نمونه‌گیری ۴۸ ساعت قبل و بعد از آخرین جلسه تمرین انجام شد. AChE و Aβ42 به روش الایزا و MDA به روش TBA سنجش شد. نتایج با استفاده از تحلیل کوواریانس دو راهه و آزمون تعقیبی توکی در سطح معنی‌داری p<۰/۰۵ استخراج گردید.

یافته‌هـــا: بیشترین تغییرات (کاهش) معنی‌دار در شاخص توده بدن (p=۰/۰۱۱، ۳/۵۰ درصد) و درصد چربی بدن (p=۰/۰۰۰۱، ۱۱/۰۷ درصد)؛ و افزایش معنی‌دار در حداکثر اکسیژن مصرفی (p=۰/۰۲۳، ۹/۲۲ درصد) بعد از هشت هفته تمرین HIIT+مکمل چای سبز مشاهده شد. اثر توامان HIIT و مکمل چای سبز سبب کاهش معنی‌دار AChE (p=۰/۰۰۰۱، ۱۹/۹۱ درصد)، Aβ42 (p=۰/۰۰۰۱، ۲۷/۹۹ درصد)، MDA (p=۰/۰۱۴، ۲۸/۵۹ درصد) شد. اثر اصلی HIIT به طور معنی‌داری AChE (p=۰/۰۲۴، ۱۵/۶۷ درصد)، Aβ42 (p=۰/۰۱۳، ۱۶/۲۲درصد) و MDA (p=۰/۰۱۰، ۱۴/۳۳ درصد) را کاهش داد و مکمل چای سبز باعث کاهش معنی‌دار Aβ42 (p=۰/۰۲۳، ۶/۱۹ درصد) شد. **نتیجه-گیـــری:** مداخله توامان HIIT با مکمل چای سبز نسبت به اثر هر کدام به تنهایی، باعث کاهش بیشتر شاخص‌های التهابی و اکسایشی در مردان سالمند چاق می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تمرین ورزشی، مکمل یاری چای سبز، التهاب، استرس اکسایشی، سالمندی.

مطالعات کاربردی
علوم زیستی در ورزش

The effect of eight weeks of HIIT training with green tea supplement on serum levels of acetylcholinesterase, amyloid beta-42 and malondialdehyde in untrained obese elderly men

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

Abstract

Background and Aim: The use of medicinal plants along with exercise especially in obese people has received much attention due to the modulation of inflammatory and oxidative responses. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of eight weeks of HIIT and green tea supplement on serum levels of AChE, Aβ42 and MDA in untrained obese elderly men. **Materials and Methods:** For this purpose, 48 obese elderly men (average age 65.42±3.16 years and body mass index 30.93±1.15 kg/m^2) were randomly divided into four groups of 12 people including HIIT, supplement green tea, HIIT+ green tea supplement and control-placebo. HIIT training was carried out for eight weeks and 3 sessions per week. Green tea supplement in the form of 6 capsules per day in the amount of 450 mg was received by the target groups. Testing was done 48 hours before and after the last training session. AChE and AB42 were measured by ELISA and MDA by TBA method. Results were extracted using analysis of covariance and Tukey's post hoc tests at a significance level of $p<0.05$. **Result:** The most significant changes (decrease) in body mass index (p=0.011, 3.50%) and percent body fat (p=0.0001, 11.07%); and a significant increase in maximum oxygen consumption (p=0.023, 9.22%) was observed in the HIIT+ green tea group. The combined effect of HIIT and green tea supplementation caused a significant decrease in AChE (p=0.0001, 19.91%), Aβ42 (p=0.0001, 27.99%), and MDA (p=0.014, 28.59%). The main effect of HIIT significantly decreased AChE (p=0.024, 15.67%), Aβ42 (p=0.013, 16.22%) and MDA (p=0.010, 14.33%); and green tea supplement caused a significant decrease in Aβ42 (p=0.023, 6.19%). **Conclusion:** The combined intervention of HIIT with green tea supplement compared to the effect of each one alone, causes a further reduction of inflammatory and oxidative indices in obese elderly men.

Keywords: Exercise training, Green tea supplement, Inflammation, Oxidative stress, Aging.

مقدمه

اپیدمی جهانی چاقی در دوران پیری به یک "هنجار" و مشکل بزرگ و اثر گذار در سلامت عمومی سالمندان تبدیل شده است (جیانگ[1] و دیگران، ۲۰۲۳). چاقی در حال حاضر به عنوان یک حالت التهاب سیستمیک مزمن یا درجه پایین شناخته می‌شود که یک عامل مستعدکننده برای آترواسکلروز، بیماری عروق کرونر قلب، آلزایمر، دیابت و سندرم متابولیک است (لیسگنگ[2] و دیگران، ۲۰۱۹). شناسایی التهاب درجه پایین (التهاب مزمن خفیف همانند آنچه که در چاقی حاکم است) ممکن است برای شناسایی افراد در معرض خطر بالای ابتلا به بیماری‌های التهابی و به ویژه برای جلوگیری از عوارض جانبی آن کمک کننده باشد (هوقس[3] و دیگران، ۲۰۲۲). آنزیم استیل کولین استراز[4] (AChE) سطوح استیل کولین را تنظیم می‌کند و استیل کولین خود نقش‌های ضدالتهابی دارد و تولید سایتوکاین‌های ضدالتهابی را مهار می‌کند. بنابراین، هنگامی‌که فعالیت آنزیم AChE افزایش می‌یابد، منجر به کاهش سطوح استیل کولین شده و سبب تعدیل یا کنترل فعالیت‌های ضدالتهابی اعمال شده توسط استیل کولین می‌گردد (سیبرا[5] و دیگران، ۲۰۲۳). لذا پیشنهاد شده است که فعالیت آنزیم AChE ممکن است نشانگری قابل اعتماد برای درجه پایین التهاب سیستمیک باشد و شاید اندازه‌گیری فعالیت آن در خون بتواند به عنوان شاخصی مفید برای ارائه پیش آگهی از وخامت وضعیت التهابی و ارزیابی مقدار پاسخ به اقدامات درمانی مانند تمرین بدنی در سالمندان چاق، در نظر گرفته شود. التهاب ناشی از چاقی از عوامل مهم اثرگذار بر عملکرد دستگاه‌های حیاتی بدن، بویژه در دوران سالمندی است. پیامد چنین رخدادی با کاهش متابولیسم پایه، آتروفی عضلانی، سارکوپنی[6]، تولید مهار نشده رادیکال‌های آزاد، افزایش استرس اکسیداتیو، تخریب غشاهای سلولی، افزایش شاخص‌های پراکسایشی لیپیدی از قبیل مالون دی آلدئید[7] (MDA)، پروتئین کربونیل[8] و ۸- هیدروکسی دزوکسی گوانوزین[9] در بدن همراه است (کروز-آویلا[10] و دیگران، ۲۰۲۲). یکی دیگر از چالش‌های اثرگذار چاقی و التهاب ناشی از آن بر وضعیت سلامتی، بویژه در سالمندان، کاهش قابلیت‌های عملکردی مغز می‌باشد (وفایی و غلامی، ۲۰۲۱)، که به صورت اختلالات حسی و حرکتی و کاهش یادگیری و یادداری نمایان می‌شود (هوقس و دیگران، ۲۰۲۲). از دیدگاه فیزیولوژیک، تجمع پپتید آمیلوئید بتا[11] (Aβ) در مغز، با اختلال در عملکرد شناختی و بیماری آلزایمر همراه است (جک[12] و دیگران، ۲۰۱۸). پپتید Aβ42 اولین و اصلی‌ترین پپتید برای تشکیل پلاک‌های آمیلوئیدی می‌باشد و نشان داده شده است که با افزایش سن و فرآیند رو به رشد چاقی، سطح Aβ پلاسمایی سالمندان افزایش می‌یابد و این که ارتباط نزدیکی بین Aβ پلاسما و کاهش عملکرد شناختی در تحقیقات مقطعی و دوره‌ای طولانی مدت، مشاهده شده است (لادو-ساز[13] و دیگران، ۲۰۱۵). بنابراین، آنچه حائز اهمیت است توجه به بر هم کنش شرایط التهابی و اکسایشی بر دستگاه عصبی نسبت به سایر دستگاه‌های بدن در دوره سالمندی است؛ چرا که افزایش وضعیت پراکسایشی (MDA) و تخریب غشاهای سلولی و بافتی منجر به تشدید آزادسازی شاخص‌های التهابی از جمله AChE می‌شود و پیامد این وضعیت در سالمندان، یعنی تجمع پلاک‌های آمیلوئیدی و کلاف‌های رشته‌ای داخل نورونی که دو نشانه اصلی بیماری آلزایمر هستند. درک

[1] Jiang
[2] Leisegang
[3] Hughes
[4] Acetylcholinesterase
[5] Seabra
[6] Sarcopenia
[7] Malondialdehyde
[8] Protein carbonyl
[9] 8-hydroxy-deoxyguanosine
[10] Cruz-Ávila
[11] Amyloid β
[12] Jack
[13] Llado-Saz

بهتر مکانیسم‌های دخیل در ایجاد اختلال در عملکرد دستگاه عصبی و شناسایی هر چه دقیق‌تر ارتباط بین نشانگرهای زیستی حساس و اختصاصی می‌تواند نقش مهمی را در پیشگیری، کنترل و ارتقاء سلامت و تندرستی سالمندان ایفاء نماید.

سازوکارهای ضداکسایشی از جمله مصرف گیاهان دارویی با خواص ضد اکسایشی - ضد التهابی و اجرای تمرینات ورزشی منظم در پیشگیری و کاهش بروز استرس اکسایشی و اختلالات نورولوژیک و عملکرد شناختی؛ مورد تاکید قرار گرفته است (وانگ[1] و دیگران، ۲۰۲۳؛ نوبری و دیگران، ۲۰۲۱). امروزه استفاده از تمرینات تناوبی شدید[2] (HIIT) نسبت به تمرینات استقامتی سنتی، در بین عموم مردم جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است. تحقیقات نشان می‌دهد که تمرین HIIT سازگاری‌های عضلانی و عروقی را تحریک می‌کند که قبلاً با تمرینات استقامتی سنتی مرتبط بود. شاید برجسته ترین ویژگی تمرینات HIIT این واقعیت باشد که این تمرینات نیاز به زمان و حجم تمرین هفتگی کمتری در مقایسه با تمرینات استقامتی سنتی دارند (پوسناکیدیس[3] و دیگران، ۲۰۲۲). امروزه از HIIT با توجه به تنوع، جذابیت، سازگاری متابولیکی بالاتر، مفید در کاهش وزن و کارآیی بیشتر آن در کاهش چربی؛ بیشتر از تمرینات استقامتی سنتی استفاده می‌شود. یو[4] و دیگران (۲۰۱۳) نشان داده‌اند که تمرین ورزشی از طریق کاهش معنی‌دار سطوح شاخص‌های Aβ42 و MDA و تقویت دستگاه آنتی اکسیدانی، سبب بهبود حافظه و سلامت مغز می‌گردد. نشان داده شده است که ۱۲ هفته تمرین ورزشی با کاهش معنی‌دار سطوح Aβ42 در زنان سالمند همراه است (قره باشلویی و دیگران، ۲۰۲۲). با این حال، آزالی علمداری و صابری (۲۰۱۹) گزارش داده‌اند که سطح AChE سرم در زنان میانسال مبتلا به سندرم متابولیک به دنبال هشت هفته تمرین هوازی، تغییر معنی‌دار نمی‌کند. همچنین عزیزبیگی و دیگران (۲۰۱۹) اظهار داشته اند که اثر ترکیبی مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم چای سبز همراه با تمرینات مقاومتی، موجب کاهش معنی‌دار MDA در مردان چاق نمی‌شود. تمرین بدنی از نظر نوع، شدت و مدت زمان، پیام آور استرس فیزیولوژیکی بر دستگاه‌های بدن به ویژه دستگاه عصبی است. در این راستا، بررسی‌های دنیلا[5] و دیگران (۲۰۲۲) در مطالعه مروری حاکی از آن است که تمرین ورزشی با ایجاد سازگاری‌هایی که عملکرد دستگاه عصبی مرکزی و محیطی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، باعث تعدیل و کاهش زایش شاخص‌های التهابی می‌گردد. این محققین اظهار کرده اند که تمرین ورزشی منظم باعث افزایش فعالیت دستگاه عصبی محیطی و تنظیم مثبت محور هیپوتالاموس – هیپوفیز - آدرنال می‌شود و به دنبال این سازگاری‌ها نورون زایی، بهبود وضعیت ضداکسایشی و التهابی اتفاق می‌افتد.

یکی از گیاهان دارویی غنی از پلی فنول‌ها، چای سبز می‌باشد. اثربخشی چای سبز در درجه اول به دلیل وجود کاتچین‌ها و پلی فنول‌ها، به ویژه اپی‌گالوکاتچین گالات[6]، اپی‌کاتچین گالات[7]، گالوکاتچین گالات[8]، اپی‌کاتچین[9] و کافئین است که دارای خواص ضد اکسایشی، ضد التهابی و ضد سمیت ژنی می‌باشند. نشان داده شده است که ترکیبات فنولی چای سبز با مهار کاتکول O-متیل ترانسفراز[10] (آنزیمی که نوراپی‌نفرین را تجزیه می‌کند) و مهار فسفودی استراز[11] (آنزیمی که آدنوزین مونو فسفات حلقوی[12] درون سلولی را تخریب می‌کند)؛ مصرف انرژی و اکسیداسیون چربی را ظرف ۲۴ ساعت افزایش می‌دهند (نوبری و دیگران، ۲۰۲۱). استفاده از چای سبز علاوه بر خنثی نمودن استرس اکسایشی ناشی از ورزش، می‌تواند استراتژی مناسبی در جهت مقابله با استرس اکسیداتیو ناشی از چاقی هم باشد (کیم[13] و دیگران، ۲۰۱۹). مکانیسم مهار رادیکال‌های آزاد توسط چای سبز ممکن است شامل تغییر مکان الکترون‌ها، تشکیل پیوندهای هیدروژنی درون و بین مولکولی

---

1. Wang
2. High-intensity interval training
3. Posnakidis
4. Yu
5. Daniela
6. Epigallocatechin gallate
7. Epicatechin gallate
8. Gallocatechin gallate
9. Epicatechin
10. Catechol O-methyltransferase
11. Phosphodiesterase
12. AMP
13. Kim

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

و بازآرایی مولکول‌هایی باشد که ممکن است در اکسیداسیون دخیل باشند. به دلیل تعداد و آرایش گروه‌های هیدروکسیل در چای سبز، ترکیبات فنولی چای سبز اهدا کننده‌های عالی الکترون و جذب‌کننده کارآمد رادیکال‌های آزاد، مانند آنیون‌های سوپراکسید، اکسیژن منفرد، نیتریک اکساید (NO) و پراکسی نیتریت هستند (چن[1] و دیگران، ۲۰۲۳؛ ازجا[2] و دیگران، ۲۰۲۱). گزارش شده است که مصرف روغن دانه چای سبز به میزان ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن با کاهش گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن(ROS) و MDA همراه است و این رخدادها منجر به تقویت دستگاه آنتی اکسیدانی می‌شود (کیم و دیگران، ۲۰۱۹). همچنین بیان کرده‌اند که مصرف روغن دانه چای سبز، به طور معنی‌دار موجب تنظیم فعالیت AChE و بیان AChE می‌گردد و عملکرد میتوکندریایی از طریق کاهش تولید ROS و اختلال در پتانسیل غشا میتوکندری‌ها[3] (MMP) بواسطه تنظیم Aβ مرتبط با مسیرهای JNK [4] و Akt [5]؛ بهبود می‌یابد. بر اساس مبانی نظری و پیشینه تحقیق، تمرین به تنهایی تاثیر مثبتی بر بهبود شرایط التهابی و عملکرد شناختی مغز می‌گذارد و مصرف گیاهان داوریی غنی از پلی فنول از جمله چای سبز، با کاهش التهاب و پلاک‌های آمیلوئیدی همراه است و در سالمندان مصرف آن از اختلالات عملکردی مغز می‌کاهد. اما، نکته مهم و تامل برانگیز در این زمینه درک و شناخت بهتر این مسئله است که آیا اثر ترکیبی و تعاملی برنامه تمرینی منتخب همراه با دوز مصرفی چای سبز بر وضعیت التهابی (MDA، AChE) و تولید و پاکسازی Aβ در سالمندان چگونه است؟

در نهایت، همان طور که استنباط می‌شود انجام تمرین ورزشی و مصرف گیاهان دارویی یکی از سودمندترین روش‌های ارتقاء سلامت قلمداد می‌گردد. با توجه به اینکه در جامعه سالمندان در زمینه شاخص‌های ارتقاء سلامت ذهنی و فیزیولوژیکی مطالعات انجام شده اندک بوده و گاهاً نتایج ضد و نقیضی هم گزارش شده است و نظر به اهمیت ارتقاء سلامت سالمندان و گذر موفق از چالش‌های پیش رو در دوره سالمندی، پژوهش حاضر با هدف پاسخگویی به این سوال اصلی که آیا اثر اصلی و توام هشت هفته تمرین HIIT و مصرف چای سبز بر سطوح سرمی AChE، Aβ42 و MDA در مردان سالمند چاق تمرین نکرده، معنی‌دار و سودمند است؟ به مرحله اجرا درآمد تا با دستیابی به نتایج کاربردی بتوان دغدغه‌ها و نیازهای جامعه سالمندان در این زمینه را تا حدالامکان پاسخ داد و نسبت به گذشته دورنمای علمی قویتر پیش روی پژوهشگران آینده گذاشت.

روش تحقیق

نمونه‌گیری و گروه بندی: مطالعه حاضر به روش نیمه تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون با گروه کنترل - دارونما انجام شد. جامعه آماری پژوهش را مردان سالمند شهر یزد (در دامنه سنی ۷۰-۶۰ سال) تشکیل دادند. پس از اعلام فراخوان در جمعیت‌های مختلف سالمندان شهر یزد و اطلاع رسانی در مورد پژوهش، ۱۰۳ نفر داوطلب مایل به شرکت در پژوهش، ثبت نام شدند. از بین این افراد، ۴۴ نفر نمونه آماری انتخاب شدند. لازم به توضیح است که حجم نمونه با استفاده از نرم افزار جی پاور[6] بر اساس توان آماری ۸۰ درصد، میزان خطای ۰/۰۵ و اندازه اثر ۰/۹۰، ۴۴ نفر تعیین شد. با احتمال ریزش آزمودنی‌ها، تعداد ۴۸ نفر آزمودنی (هر گروه ۱۲ نفر) در نظر گرفته شد. همه آزمودنی‌ها پرسشنامه سلامت و سابقه پزشکی را به جهت اطلاع از سابقه بیماری، مصرف دارو و وضعیت سلامت جسمانی؛ تکمیل نمودند. بر اساس نتایج این پرسشنامه‌ها، آزمودنی‌ها فاقد هرگونه بیماری‌های قلبی-عروقی، مفصلی، متابولیکی و کلیوی بودند. همچنین با تکمیل پرسشنامه یادآمد غذایی یک هفته قبل از شروع مطالعه، مشخص شد که آزمودنی‌ها سابقه مصرف داروهای خاص، مکمل‌های غذایی و دارویی ندارند. از همه افراد خواسته شد قبل از شروع پروتکل تمرین، در یک جلسه توجیهی شرکت کنند. در این جلسه به تمام شرکت کنندگان توضیح داده شد که نتایج مطالعه صرفاً برای اهداف پژوهشی است و بدون ذکر نام افراد، منتشر خواهد شد. همچنین شرکت

[1]. Chen
[2]. Ezeja
[3]. Mitochondrial membrane potential
[4]. c-Jun N-terminal kinase
[5]. protein kinase B
[6]. G power software

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

داوطلبان در مطالعه کاملاً اختیاری بود و اجباری برای انجام تمرینات و آزمون‌ها وجود نداشت و شرکت کنندگان می‌توانستند در هر مرحله‌ای که بخواهند، از مطالعه خارج شوند. همچنین تعهد لازم داده شد که در صورت بروز آسیب دیدگی‌های احتمالی در طی مراحل مداخله و نیاز به مراقبت و درمان؛ بدون پرداخت هزینه، اقدامات درمانی لازم انجام شود. در نهایت، تمام شرکت کنندگان فرم رضایت نامه آگاهانه را تکمیل و امضا نمودند. معیارهای ورود به تحقیق شامل جنسیت مرد، دامنه سنی ۶۰ تا ۷۰ سال، شاخص توده بدن بالاتر از ۲۹/۹۹ کیلوگرم بر متر مربع، عدم ابتلا به بیماری‌های خاص منع کننده از فعالیت بدنی، عدم مصرف دخانیات و مشروبات الکلی، عدم مصرف مکمل‌های آنتی اکسیدانی و مولتی ویتامین و عدم تمرین ورزشی منظم در ۱۲ ماه قبل از مطالعه بود. معیارهای خروج از مطالعه شرکت در فعالیت‌های بدنی دیگر در طول پژوهش، تغییر رژیم غذایی، عدم شرکت در دو جلسه تمرین در طول برنامه، مصرف نامنظم چای سبز، ابتلا به بیماری‌های خاص یا سایر بیماری‌های منع کننده فعالیت بدنی. پس از آشنایی با کلیات اجرای طرح؛ آزمودنی‌ها به طور تصادفی در چهار گروه شامل گروه HIIT (۱۲ نفر)، گروه چای سبز (۱۲ نفر)، گروه HIIT + چای سبز (۱۲ نفر) و گروه کنترل - دارونما (۱۲ نفر) تقسیم شدند. قبل از شروع مداخله، از همه شرکت کنندگان خواسته شد تا از هرگونه تغییر در رژیم غذایی روزانه خود در طول مطالعه اجتناب کنند. از مصرف هر محصولی که حاوی چای سبز باشد و توسط متخصص تغذیه مصرف آن ها منع شده است، خودداری کنند. آزمودنی‌ها همچنین پرسشنامه یادآمد تغذیه‌ایی ۲۴ ساعته را (یک روز اول هفته و یک روز آخر هفته) قبل و بعد از مداخله، تکمیل کردند. برای به حداقل رساندن اثر سایر محصولات غذایی با محتوای پلی فنول بالا، از آزمودنی‌ها خواسته شد مصرف میوه، آب میوه، چای، شکلات و کاکائو را به مدت ۴۸ ساعت قبل از نمونه‌گیری خون محدود کنند.

اندازه‌گیری ویژگی‌های ترکیب بدنی: قبل از اجرای مداخله، شاخص‌های ترکیب بدنی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شدند. قد و وزن با استفاده از ترازوی پزشکی سکا مدل ۷۵۵ مجهز به قدسنج با دقت ۰/۱ سانتی متر و ۰/۱ کیلوگرم بدون کفش و جوراب با حداقل لباس، بعد از هشت ساعت ناشتائی اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدن و درصد چربی بدن با استفاده از دستگاه تجزیه و تحلیل ترکیبات بدن مدل jawon X scan plus 970 ساخت کره جنوبی اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max): حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2max)، به وسیله آزمون راه رفتن راکپورت ارزیابی شد. بدین منظور، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا پس از گرم کردن بدن، مسافت یک مایل (۱۶۰۹ متر) را با سرعت ممکن راه بروند. ضربان قلب آزمودنی‌ها به کمک ضربان سنج الکترونیکی مدل پولار برای مدت زمان ۱۵ ثانیه بلافاصله پس از پایان مسافت یک مایل، ثبت شد. سپس برای محاسبه VO_2max از فرمول زیر استفاده شد (های[1] و دیگران، ۲۰۲۱).

VO_2max (میلی لیتر برکیلوگرم در دقیقه) = ۱۳۲/۸۵ – (۰/۱۶۹۲ × وزن بدن) – (۰/۳۸۷۷ × سن) + (۶/۳۱۵ × جنسیت) – (۰/۱۵۶۵ × ضربان قلب) – (۳/۲۶۴۹ × زمان)

– وزن بدن فرد برحسب کیلوگرم؛ سن برحسب سال؛ جنسیت (مردان= ۱ و زنان= ۰)، زمان برحسب دقیقه؛ ضربان قلب برحسب ضربه بر دقیقه.

مصرف چای سبز: افراد گروه‌های HIIT + چای سبز و چای سبز مقدار ۴۵۰ میلی‌گرم چای سبز (شش کپسول در روز، به عبارتی دو کپسول در هر وعده صبحانه، ناهار و شام) دریافت نمودند. ترکیب کپسول چای سبز در جدول ۱ آورده شده است. در کل، مصرف کپسول‌های حاوی چای سبز روزانه ۱۰۴ میلی‌گرم کافئین و ۵۷۳ میلی‌گرم کاتچین را شامل می‌شد که ۳۲۳ میلی‌گرم آن اپی گالوکاتچین گالات بود (عزیز بیگی و دیگران، ۲۰۱۹). همچنین کپسول‌های دارونما (حاوی دکستروز) که توسط گروه کنترل-دارونما مصرف شد، از همه نظر (شکل، اندازه و رنگ) مشابه کپسول‌های چای سبز بود.

[1]. Yang

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

جدول ۱. ترکیب کپسول چای سبز و دارونما (میلی‌گرم/کپسول)

ترکیبات	چای سبز	دارونما
کافئین	۱۷/۲۵	–
کاتچین کل	۹۵/۴۶	–
کاتچین	۱/۰۱	–
اپی‌کاتچین	۵/۷۶	–
گالوکاتچین	۱/۱۱	–
اپی‌گالوکاتچین	۳/۷۷	–
کاتچین گالات	۰/۸۱	–
اپی کاتچین گالات	۲۰/۷۴	–
گالوکاتچین گالات	۸/۴۵	–
اپی گالوکاتچین گالات	۵۳/۸۱	–
بی‌اثر	۳۳۷/۲۹	۴۵۰
کل	۴۵۰	۴۵۰

برنامه HIIT: برنامه HIIT (کاروونن[1] و دیگران، ۲۰۱۶) مطابق جدول ۲ به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته در ساعت ۱۸ عصر در روزهای شنبه، دوشنبه و چهارشنبه اجرا شد. شکل اجرای تمرین به صورت دوهای تناوبی سرعتی با استراحت غیرفعال بین تکرارها و نوبت‌ها بود. تمامی شرایط از قبیل درجه حرارت محیط، زمان اجرای تمرین و طول دوره برای آزمودنی‌ها یکسان بود. قبل و بعد از شروع هر جلسه تمرینی، ۱۰ دقیقه برای گرم کردن ابتدا و ۱۰ دقیقه برای سرد کردن در انتهای هر جلسه در نظر گرفته شد.

جدول ۲. جزئیات برنامه تمرینی تناوبی شدید (HIIT)

هفته	شکل تمرین	زمان	نوبت	تکرار	شدت	استراحت بین تکرارها	استراحت بین ست‌ها
اول و دوم	دویدن تناوبی سرعتی	۳۰ ثانیه	۳	۳	%۹۰ HRR	۶۰ ثانیه-غیرفعال	۲۴۰ ثانیه-غیرفعال
سوم و چهارم	دویدن تناوبی سرعتی	۳۰ ثانیه	۴	۵	%۹۰ HRR	۶۰ ثانیه-غیرفعال	۲۴۰ ثانیه-غیرفعال
پنجم و ششم	دویدن تناوبی سرعتی	۳۰ ثانیه	۵	۶	%۹۰ HRR	۶۰ ثانیه-غیرفعال	۲۴۰ ثانیه-غیرفعال
هفتم و هشتم	دویدن تناوبی سرعتی	۳۰ ثانیه	۵	۶	%۹۰ HRR	۶۰ ثانیه-غیرفعال	۲۴۰ ثانیه-غیرفعال

اندازه‌گیری متغیرهای بیوشیمیایی: نمونه‌های خونی ۴۸ ساعت قبل و بعد از آخرین جلسه تمرینی، به میزان ۵ میلی‌لیتر از ورید بازویی آزمودنی‌ها در حالت نشسته در محل آزمایشگاه گرفته شد. نمونه‌های خونی در لوله‌های محتوی ماده ضد انعقاد EDTA[2] ریخته شدند. نمونه‌های خونی با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند و سرم جدا گردید. در ادامه، نمونه‌ها در دمای منفی ۷۰ درجه سانتی‌گراد برای آنالیزهای بعدی فریز شدند. Aβ42 به روش الایزا[3] با استفاده از کیت تحقیقاتی ایست بیوفارم[4] ساخت کشور چین با حساسیت ۱/۰۸ نانوگرم بر میلی لیتر و ضریب تغییرات ۱۰ تا ۱۲ درصد اندازه‌گیری شد. AChE با استفاده از کیت رنگ سنجی

[1]. Karvonen
[2]. Ethylenediaminetetraacetic acid
[3]. Elisa
[4]. Eastbiopharm

شرکت بایو - ویژن[1] (چین) بر مبنای دستوالعمل سنجش آنزیم در جذب ۵۷۰ نانومتر، با حساسیت ۰/۵ میلی واحد بین المللی بر میلی لیتر اندازه‌گیری شد (المان[2] و دیگران، ۱۹۶۱). MDA به عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپیدها بر مبنای واکنش با تیوباربیتوریک اسید[3] و با استفاده از دستگاه فلوریمتری[4] سنجش شد (وازویچ[5] و دیگران، ۱۹۹۳).

روش‌های تجزیه و تحلیل آماری: از آمار توصیفی برای تعیین میانگین و انحراف معیار هر متغیر و آزمون شاپیرو-ویلک[6] برای تعیین توزیع طبیعی داده‌ها استفاده شد. تجانس واریانس‌ها از طریق آزمون لون[7] بررسی شد. جهت بررسی تغییرات متغیرها در طول زمان و بین چهار گروه از آزمون تحلیل کوواریانس دو راهه[8] استفاده شد و از آزمون توکی[9] به منظور مقایسه‌های دو به دو بهره‌برداری گردید. کلیه محاسبات آماری با نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ در سطح معنی‌داری p<۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شدند.

موازین اخلاقی پژوهش: در تحقیق حاضر موازین اخلاقی حاکم بر پژوهش از جمله: رضایت آگاهانه، رازداری، رعایت حریم خصوصی شرکت کنندگان، حراست آزمودنی‌ها در برابر فشارها، آسیب‌ها و خطرهای جسمی و روانی و آگاهی از نتیجه رعایت شد. تحقیق حاضر برگرفته از پژوهش درون دانشگاهی است که دارای تاییدیه کد اخلاق از کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه یزد با کد IR.YAZD.REC.1401.028 است.

یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار مشخصات ترکیب بدنی و VO_2max شرکت کنندگان در جدول ۳ گزارش شده است. نتایج آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد که توزیع داده‌ها طبیعی هستند. همچنین نتایج آزمون تحلیل کوواریانس دو راهه نشان داد که بین چهار گروه در سطح پایه شاخص‌های سن، قد، وزن، شاخص توده بدن، درصد چربی بدن و VO2max تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (p>۰/۰۵) و چهار گروه از این نظر همگن بودند. قبل از مداخله و در سطح پایه، انرژی دریافتی روزانه گروه‌ها از لحاظ درشت مغذی‌ها (کربوهیدرات، چربی و پروتئین) بررسی شد و نتایج (جدول ۴) حاکی از عدم تفاوت معنی‌دار انرژی دریافتی روزانه بود (p>۰/۰۵)؛ هر چند در طول هشت هفته مطالعه، انرژی دریافتی در گروه‌ها افزایش داشت، اما تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده نشد (p>۰/۰۵).

نتایج درون گروهی در ارتباط با شاخص‌های ترکیب بدنی و VO2max در جدول ۳ ارایه شده است. این نتایج دال بر آن است که در گروه HIIT + چای سبز، وزن بدن و شاخص توده بدن هر کدام با ۳/۵۰ درصد کاهش، چربی بدن با ۱۱/۰۷ درصد کاهش و VO2max با ۹/۲۲ درصد افزایش نسبت به گروه HIIT، چای سبز و کنترل - دارونما؛ بیشترین تغییرات معنی‌دار را داشته‌اند (جدول ۳). همچنین، در گروه HIIT در مقایسه با گروه کنترل - دارونما، وزن و شاخص توده بدن ۲/۲۷ درصد کاهش، چربی بدن ۷/۷۱ درصد کاهش و VO2max به میزان ۶/۶۵ درصد افزایش، تغییرات معنی‌دار داشتند (جدول ۳). در گروه مصرف چای سبز در مقایسه با گروه کنترل - دارونما، وزن و شاخص توده بدن ۰/۸۶ درصد کاهش، چربی بدن ۲/۷۶ درصد کاهش و VO_2max به میزان ۰/۹۰ درصد افزایش، تغییرات غیرمعنی‌دار پیدا کردند (جدول ۳).

همچنین نتایج بین گروهی (جدول ۳) نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین چهار گروه بر اساس تفاضل میانگین‌ها (محاسبه درصد تغییرات) در شاخص‌های وزن بدن (p= ۰/۰۰۰۱)، شاخص توده بدن (p= ۰/۰۰۰۱)، درصد چربی بدن (p= ۰/۰۰۰۱) و VO2max (p= ۰/۰۱۸) وجود دارد.

نسخه پیش از انتشار ویراستی نشده

---

1. Bio-Vision
2. Ellman
3. Thiobarbituric acid
4. Fluorimetry
5. Wasowicz
6. Shapiro-Wilk
7. Leven's test
8. Two-way ANCOVA
9. Tukey's test

جدول ۳. توصیف و مقایسه ترکیب بدنی و VO2max آزمودنی‌های تحقیق (میانگین ± انحراف معیار)

متغیرها	مرحله	گروه‌ها					
		HIIT	چای سبز	HIIT+چای سبز	کنترل-دارونما	F	p
وزن بدن (کیلوگرم)	پیش	۹۸/۰۸ ± ۶/۴۲	۹۶/۸۱ ± ۴/۳۷	۹۷/۲۶ ± ۶/۸۳	۹۵/۷۱ ± ۶/۹۲	۰/۴۱	۰/۱۱۰
	پس	۹۵/۸۳ ± ۶/۳۹	۹۵/۹۷ ± ۴/۲۴	۹۳/۷۹ ± ۵/۴۶	۹۶/۲۶ ± ۶/۹۲	۶۱/۲۷	۰/۰۰۰۱$^{\eta}$
	درصد تغییرات	٪ -۲/۲۷*	٪ -۰/۸۶	٪ -۳/۵۰*	٪ ۰/۵۷		
شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	پیش	۳۲/۲۶ ± ۱/۰۷	۳۱/۵۸ ± ۱/۲۰	۳۲/۳۱ ± ۱/۲۳	۳۱/۵۴ ± ۱/۰۰	۰/۳۸	۰/۶۵۷
	پس	۳۱/۵۲ ± ۰/۹۵	۳۱/۳۶ ± ۱/۱۷	۳۱/۱۸ ± ۱/۰۵	۳۱/۷۲ ± ۰/۹۷	۶۱/۲۳	۰/۰۰۰۱$^{\eta}$
	درصد تغییرات	٪ -۲/۲۷*	٪ -۰/۸۶	٪ -۳/۵۰*	٪ ۰/۵۷		
چربی بدن (درصد)	پیش	۳۴/۵۸ ± ۲/۵۰	۳۳/۲۵ ± ۲/۴۵	۳۲/۳۳ ± ۲/۵۳	۳۳/۰۹ ± ۲/۷۰	۱/۴۸	۰/۹۲۱
	پس	۳۱/۹۲ ± ۲/۳۵	۳۲/۱۴ ± ۲/۴۰	۲۸/۷۵ ± ۲/۲۲	۳۳/۵۵ ± ۲/۷۴	۱۲۲/۱۶	۰/۰۰۰۱$^{\eta}$
	درصد تغییرات	٪ -۷/۷۱*	٪ -۲/۷۶*	٪ -۱۱/۰۷*	٪ ۱/۴۷		
VO2max (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	پیش	۳۱/۴۶ ± ۵/۱۱	۳۲/۰۸ ± ۴/۲۷	۳۰/۸۱ ± ۴/۳۵	۳۱/۶۵ ± ۵/۰۹	۰/۴۱	۰/۱۰۴
	پس	۳۳/۷۰ ± ۵/۸۶	۳۲/۳۷ ± ۴/۳۵	۳۳/۹۴ ± ۵/۱۰	۳۱/۶۰ ± ۵/۰۷	۷۳/۱۶	۰/۰۱۸$^{\eta}$
	درصد تغییرات	٪ ۶/۶۵*	٪ ۰/۹۰	٪ ۹/۲۲*	٪-۰/۱۶		

* نشانه تفاوت معنی‌دار درون گروها در سطح p<۰/۰۵. $^{\eta}$ نشانه تفاوت معنی‌دار بین گروها در سطح p<۰/۰۵.

جدول ۴. تجزیه و تحلیل رژیم غذایی چهار گروه از لحاظ درشت مغذی‌ها قبل و بعد از مداخله (میانگین ± انحراف معیار)

درشت مغذی‌ها	مرحله	گروه‌ها				
		HIIT	چای سبز	HIIT +چای سبز	کنترل-دارونما	p
کربوهیدرات (گرم در روز)	پیش	۳۸۸/۱۳ ± ۳۳/۴۰	۳۸۴/۱۱ ± ۳۷/۴۹	۳۸۶/۳۱ ± ۳۵/۱۱	۳۸۲/۰۷ ± ۳۸/۰۷	۰/۰۸۶
	پس	۳۹۴/۴۳ ± ۳۵/۷۷	۳۸۶/۰۸ ± ۳۷/۷۵	۳۸۸/۴۸ ± ۳۶/۴۵	۳۸۴/۱۱ ± ۳۹/۸۷	۰/۰۷۲
پروتئین (گرم در روز)	پیش	۸۲/۵۳ ± ۱۹/۸۲	۸۴/۶۸ ± ۲۲/۵۰	۸۴/۷۰ ± ۲۱/۶۸	۸۶/۱۹ ± ۲۴/۳۰	۰/۰۹۷
	پس	۸۴/۴۲ ± ۲۰/۷۹	۸۳/۱۴ ± ۲۱/۴۱	۸۵/۱۴ ± ۲۲/۴۱	۸۵/۲۰ ± ۲۳/۴۸	۰/۱۴۲
چربی (گرم در روز)	پیش	۹۲/۱۷ ± ۲۶/۶۵	۹۴/۳۶ ± ۲۹/۳۰	۹۰/۶۵ ± ۲۸/۱۰	۹۱/۲۲ ± ۲۹/۱۶	۰/۱۰۴
	پس	۹۳/۶۰ ± ۲۷/۴۸	۹۴/۷۰ ± ۲۹/۴۵	۹۱/۲۷ ± ۲۹/۰۹	۹۱/۰۳ ± ۲۸/۹۸	۰/۴۱۶
انرژی کل (کیلوکالری)	پیش	۲۷۱۲/۱۷ ± ۷۸/۸۶	۲۷۲۴/۵۰ ± ۸۹/۲۹	۲۶۹۹/۸۹ ± ۸۴/۸۹	۲۶۹۴/۰۲ ± ۹۱/۵۳	۰/۰۷۲
	پس	۲۷۳۷/۸۰ ± ۸۴/۰۴	۲۷۲۹/۱۸ ± ۸۸/۶۱	۲۷۱۴/۹۹ ± ۸۷/۹۵	۲۶۹۶/۵۱ ± ۹۲/۳۳	۰/۱۱۷

نتایج درون گروهی در جدول ۵ دال بر آن است که بیشترین درصد تغییرات (کاهش) معنی‌دار در مقادیر AChE (۷/۸۷ درصد)، Aβ42 (۲۳/۰۹ درصد) و MDA (۵۳/۷۵ درصد) از پیش آزمون تا پس آزمون، به گروه HIIT + چای سبز اختصاص دارد. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس دو راهه به منظور مقایسه اثرات تعاملی و اصلی در جدول ۵ دال بر آن است که اثر توامان HIIT + چای سبز باعث کاهش معنی‌دار مقادیر AChE ($F_{۱و۴۳}$ =۴۶/۰۲ و p= ۰/۰۰۰۱)، Aβ42 ($F_{۱و۴۳}$ =۱۷/۲۰ و p= ۰/۰۰۰۱) و MDA ($F_{۱و۴۳}$ =۲۶/۵۷ و p= ۰/۰۱۴) شد. اثر اصلی HIIT به تنهایی نیز باعث کاهش معنی‌دار مقادیر AChE ($F_{۱و۴۳}$ =۶۸/۱۰ و p= ۰/۰۲۴)، Aβ42 ($F_{۱و۴۳}$ =۴۸/۸۶ و p= ۰/۰۱۳) و MDA (=۵۷/۹۵

$F_{1و43}$ و ۰/۰۱۰ =p) گردید (جدول ۵). اما اثر اصلی چای سبز به تنهایی فقط باعث کاهش معنی‌دار مقادیر Aβ42 ($F_{1و43}$ =۵/۶۱ و ۰/۰۲۳ =p) شد (جدول ۵)، و مقادیر AChE ($F_{1و43}$ =۲/۴۱ و ۰/۱۲۸ =p) و MDA ($F_{1و43}$ =۸/۰۸ و ۰/۰۶۱ =p) کاهش غیرمعنی‌داری داشتند. در ادامه، نتایج مقایسه جفتی گروه‌ها با استفاده از آزمون تعقیبی توکی نشان داد که بین هر دو گروه HIIT + چای سبز و HIIT با گروه‌های چای سبز و کنترل - دارونما از لحاظ متغیرهای AChE، Aβ42 و MDA تفاوت معنی‌داری وجود دارد (۰/۰۵ >p). همچنین بین گروه HIIT + چای سبز با گروه HIIT در شاخص‌های Aβ42 و MDA تفاوت معنی‌داری مشاهده شد (۰/۰۵ >p). شایان ذکر است که اثر کاهشی مدخله HIIT همراه با مصرف چای سبز در تمام متغیرها (AChE، Aβ42، MDA) در مقایسه با اثر کاهشی مدخله HIIT، بیشتر بوده است.

جدول ۵. توصیف و مقایسه مقادیر AChE، Aβ42 و MDA در گروه‌های تحقیق

متغیرها	مرحله	گروه				نتایج آزمون کوواریانس دو راهه p		
		HIIT	چای سبز	HIIT+چای سبز	کنترل-دارونما	E	S	E×S
AChE (واحد بین المللی بر میلی‌لیتر)	پیش	۶/۳۷ ± ۱/۲۴	۷/۰۵ ± ۱/۲۰	۶/۷۱ ± ۱/۴۵	۶/۲۳ ± ۱/۳۰			
	پس	۵/۵۳ ± ۱/۱۶	۶/۸۵ ± ۱/۱۸	۵/۶۶ ± ۱/۳۶	۶/۲۵ ± ۱/۳۰	*۰/۰۲۴	۰/۱۲۸	*۰/۰۰۰۱
	درصد تغییرات	-۱۵/۶۷	-۲/۹۴	-۱۹/۹۱	۰/۳۹			
	P	*۰/۰۰۰۱	۰/۰۵۹	*۰/۰۰۰۱	۰/۲۱۶			
Aβ42 (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	پیش	۱۱۵/۴۱ ± ۵۴/۰۹	۱۱۷/۹۲ ± ۵۳/۷۰	۱۱۳/۴۲ ± ۵۴/۶۲	۱۱۶/۷۳ ± ۵۱/۴۵			
	پس	۹۸/۵۰ ± ۴۲/۸۲	۱۱۱/۰۸ ± ۵۰/۸۴	۹۰/۸۳ ± ۴۷/۷۴	۱۱۷/۳۶ ± ۵۲/۰۷	*۰/۰۱۳	*۰/۰۲۳	*۰/۰۰۰۱
	درصد تغییرات	-۱۶/۲۲	-۶/۱۹	-۲۷/۹۹	۰/۱۶			
	P	*۰/۰۰۵	*۰/۰۰۰۱	*۰/۰۰۰۱	۰/۴۰۴			
MDA (نانومول بر میلی‌لیتر)	پیش	۳/۳۹ ± ۰/۷۹	۳/۴۳ ± ۰/۸۱	۳/۴۸ ± ۰/۹۰	۳/۵۶ ± ۰/۸۶			
	پس	۲/۹۷ ± ۰/۶۹	۳/۳۶ ± ۰/۷۹	۲/۷۶ ± ۰/۸۰	۳/۵۷ ± ۰/۸۶	*۰/۰۱۰	۰/۰۶۱	*۰/۰۱۴
	درصد تغییرات	-۱۴/۳۳	-۲/۱۱	-۲۸/۵۹	۰/۴۱			
	P	*۰/۰۰۰۱	۰/۱۳۲	*۰/۰۰۰۱	۰/۱۵۸			

E: اثر اصلی تمرین، S: اثر اصلی مکمل، E×S: اثر تعاملی تمرین و مکمل، *: نشانه تفاوت معنی‌دار در سطح p<0.05.

بحث

یافته‌های حاصل از تحقیق حاضر مبین این بود که هشت هفته تمرین HIIT موجب کاهش معنی‌دار AChE، AB42 و MDA در سالمندان می‌شود. اما، مصرف چای سبز فقط کاهش معنی‌دار AB42 را به دنبال داشت. بررسی درصد تغییرات ایجاد شده دلالت بر این نکته داشت که با انجام HIIT و مصرف چای سبز (به طور توامان)، بهبودی بیشتری در عوامل التهابی و پراکسایشی سالمندان ایجاد شد. همچنین، بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، با کاهش وزن، درصد چربی و شاخص توده بدن و افزایش VO2max سالمندان؛ مقادیر AChE، AB42 و MDA آنها کاهش معنی‌دار پیدا کرد.

AChE آنزیم تجزیه کننده استیل کولین است که به غشای اریتروسیت‌ها، پلاکت‌ها، لکوسیت‌ها و سلول‌های اندوتلیال متصل می‌شود و مسئول تنظیم سطوح استیل کولین می‌باشد. بیان شده است اندازه‌گیری فعالیت AChE در خون ممکن است نشانگر قابل اعتماد برای درجه پایین التهاب سیستمیک باشد و به عنوان معیاری برای ارائه شواهدی از وضعیت التهابی و ارزیابی مقدار پاسخ به اقدامات مداخله‌ای مانند تمرین بدنی سودمند باشد

(سیبرا و دیگران، ۲۰۲۳). در این راستا، نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر در مورد سازگاری به هشت هفته تمرین HIIT و مصرف چای سبز، کاهش معنی‌دار AChE را در هر دو گروه HIIT و HIIT + چای سبز نشان داد. نتایج مطالعه آزالی عملداری و دیگران (۲۰۱۹) در زنان چاق غیرفعال میانسال نشان داد که تغییرات AChE به دنبال هشت هفته تمرین هوازی با کاهش غیر معنی‌دار همراه است. این محققین اذعان داشتند که شدت تمرین عامل مهمی در ایجاد تغییرات معنی‌دار در سطح سرمی AChE باشد. همچنین گزارش دادند که نوع تمرین ورزشی باعث تغییر غلظت سوبسترا می‌گردد به طوری که با افزایش غلظت سوبسترا، فعالیت AChE مهار می‌گردد (آزالی-عملداری و دیگران، ۲۰۱۹). AChE در بافت عصبی و گلبول‌های قرمز فعالیت بالایی دارد و هیدرولیز استیل کولین را در داخل سیناپس‌های کولینرژیک، مغز و سیستم عصبی خودمختار کاتالیز می‌کند (میندوکشف[1] و دیگران، ۲۰۱۹). با توجه به نتیجه بدست آمده در تحقیق حاضر می‌توان استنباط کرد که بررسی تغییرات AChE در سرم به دنبال تمرین HIIT می‌تواند شناخت و درک درست از وضعیت التهابی مزمن سیستمیک در سالمندان چاق را نمایان سازد. با این حال نمی‌توان با قاطعیت در این باره تصمیم‌گیری کرد و این موضوع نیازمند انجام تحقیقات گسترده در بخش‌های مختلف سلول می‌باشد. در تحقیق دیگری، افزایش غلظت AChE در افراد چاق گزارش شده است (شنهر-تصرفاتی[2] و دیگران، ۲۰۱۹). از این رو، توده چربی اضافی عامل مهم دیگری در ایجاد التهاب زیان بار و افزایش غلظت شاخص‌های التهابی از جمله AChE است. بنابراین با توجه به مبانی نظری موجود و نتایج برخی تحقیقات (لی[3] و دیگران، ۲۰۲۱)، می‌توان بیان داشت که در تحقیق حاضر، احتمالاً تمرین HIIT با ایجاد کاهش معنی‌دار در وزن بدن، شاخص توده بدن و درصد چربی بدن و افزایش معنی‌دار VO2max، باعث کاهش معنی‌دار AChE شده است. لی و دیگران (۲۰۲۱) گزارش دادند که به دنبال ۱۲ هفته تمرین HIIT (۹۰-VO2max درصد) در سالمندان چاق در مقایسه با تمرین تداومی شدید[4] (VICT) (۷۰-VO2max درصد)، VO2max، درصد چربی بدن و انتقال دهنده عصبی استیل کولین[5] (Ach) افزایش معنی‌دار داشته و AChE کاهش پیدا کرده است. لذا اظهار کردند که HIIT نسبت به VICT در ایجاد تغییرات مطلوب در ظرفیت هوازی، ترکیب بدنی و کاهش التهاب سالمندان چاق سودمندتر است. همسو با یافته‌های تحقیق حاضر، کیم و دیگران (۲۰۱۹) گزارش دادند که مصرف پلی‌فنول‌های چای سبز، علاوه بر کاهش معنی‌دار درصد چربی و وزن بدن، باعث مهار فعالیت AChE می‌شود و این در حالی است که این اثر مهاری به دوز مکمل بستگی دارد. به طوری که دوز ۸۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر، در مقایسه با دوز ۲۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر، اثر مهاری قوی‌تری را نشان می‌دهد. همچنین در تأیید یافته‌های ما، چن و دیگران (۲۰۱۶) نشان دادند که مصرف چای سبز غنی از اپی‌گالوکاتچین-۳-گالات[6]، سبب کاهش فعالیت شاخص‌های التهابی از جمله آنزیم AChE در موش‌ها می‌گردد و بیان کردند کاهش معنی‌دار در شاخص‌های التهابی همسو با بهبود شاخص‌های ترکیب بدنی و کاهش گونه‌های واکنش پذیر اکسیژن، رخ می‌دهد. با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر و نتایج پژوهش‌های قبلی به نظر می‌رسد که پلی فنول‌های چای سبز (اپی‌کاتچین، اپی‌گالوکاتچین، اپی‌کاتچین‌گالات، اپی‌گالوکاتچین‌گالات) از طریق بهبود ترکیب بدنی، تعدیل پاسخ‌های استرس اکسیداتیو سبب کاهش فعالیت آنزیم AChE می‌گردند و از این طریق، منجر به کاهش التهاب پس از تمرین ورزشی در سالمندان می‌شوند.

از نتایج دیگر پژوهش حاضر، می‌توان به کاهش معنی‌دار Aβ42 به دنبال هشت هفته تمرین HIIT و مصرف چای سبز اشاره کرد این در حالی است که اثر توامان (HIIT و چای سبز) بیشترین کاهش را در فعالیت Aβ42 نسبت به اثر اصلی HIIT و چای سبز داشت. لذا بر مبنای نتیجه بدست آمده می‌توان استنباط کرد که الگوی تمرینی اجرا شده و مداخله مصرف چای سبز در ایجاد و تعدیل پاسخ‌های کاهشی Aβ42 همسو با هم در جهت بهبود وضعیت شناختی و اختلالات نورولوژیک تاثیر سودمندی داشته‌اند. همان طور که قبلاً بیان شد پپتید Aβ42 اولین و اصلی‌ترین پپتید برای تشکیل پلاک‌های آمیلوئیدی می‌باشد و افزایش مقادیر آن، با اختلالات شناختی و بیماری آلزایمر

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

[1]. Mindukshev
[2]. Shenhar-tsarfaty
[3]. Li
[4]. Vigorous-intensity continuous training
[5]. Acetylcholin
[6]. Epigallocatechin-3-gallate

بویژه در سالمندان همراه است. نتایج مطالعات سلامت محور در این راستا حاکی از نقش سودمند تمرینات ورزشی و مصرف گیاهان دارویی در کاهش اختلالات شناختی و نورولوژیک مغزی در سالمندان است و نتیجه حاصله در تحقیق حاضر نیز بر این موضوع صحّه می‌گذارد. همسو با نتیجه تحقیق حاضر، گزارش شده است که ۱۲ هفته تمرین ورزشی (۶۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره) باعث کاهش معنی‌دار Aβ42 در زنان سالمند می‌شود (قره باشلویی و دیگران، ۲۰۲۲). این محققین اذعان داشتند که مدت زمان طولانی و شدت مناسب تمرین، از عوامل اصلی اثرگذار در بهبود وضعیت شناختی سالمندان و کاهش Aβ42 می‌باشد. مشخص گردیده است که بعد از تجمع پلاک‌های آمیلوئیدی، فعالیت بدنی از طریق کاهش Aβ42، موجب کاهش ۶۰ درصدی در شیوع آلزایمر می‌گردد (لورین[1] و دیگران، ۲۰۰۱). همچنین یو[2] و دیگران (۲۰۱۳) گزارش کردند که تمرین ورزشی از طریق کاهش معنی‌دار سطوح Aβ42 و MDA افزایش دفاع ضداکسایشی و کاهش وضعیت التهابی را در پی دارد و متعاقباً با بهبود حافظه و سلامت مغز همراه است. در پژوهش حاضر هر چند فعالیت ضداکسایشی با توجه به هدف و فرضیه پژوهشی مورد اندازه‌گیری قرار نگرفت، ولی بر مبنای کاهش معنی‌دار سطوح Aβ42 و MDA در سالمندان و همچنین کاهش معنی‌دار ترکیب بدنی و افزایش معنی‌دار VO2max، می‌توان انتظار داشت که به دنبال چنین چنین سازگاری‌هایی ظرفیت ضداکسایشی بدن سالمندان افزایش یافته باشد. این موضوع یکی از محدودیت‌های پژوهش حاضر است که جهت پاسخگویی روشن به این موضوع و نتیجه‌گیری قطعی در این زمینه، انجام تحقیقات آتی ضرورت پیدا می‌کند. از طرف دیگر، نشان داده شده است که سه هفته دویدن روی چرخ دوار، تغییرات معنی‌دار در مقادیر Aβ42 هیپوکامپ موش‌های تراریختهی آلزایمری ایجاد نمی‌کند (پاراچیکوا[3] و دیگران، ۲۰۰۸)، که با نتیجه تحقیق حاضر در این بخش ناهمسو می‌باشد. مطالعات فارماکولوژی در ارتباط با بهبود عملکرد شناختی و کاهش اختلالات نورولوژیکی که زمینه ساز بیماری‌های عصبی از جمله آلزایمر است، به نقش ترکیبات پلی فنول بالا در چای سبز تاکید فراوان دارند. از آنجائی که سیستم کولینرژیک مرکزی مهمترین انتقال دهنده عصبی است که در تنظیم عملکردهای شناختی نقش دارد؛ از دست دادن نورون کولینرژیک در ناحیه هیپوکامپ، ویژگی اصلی بیماری آلزایمر است و افزایش فعالیت کولینرژیک مرکزی از طریق استفاده از آنتی کولین استراز، در حال حاضر پایه اصلی درمان دارویی برای زوال عقل پیری نوع آلزایمر بشمار می‌رود. چندین گروه مطالعاتی سعی کرده‌اند با تجویز پیش‌سازهای ACh، آگونیست‌های کولینرژیک یا مهارکننده‌های AChE، مانند تاکرین[4] و فیزوستیگمین[5]، که از هیدرولیز ACh جلوگیری می‌کنند، سطح ACh را در محل‌های سیناپسی تکمیل کنند. اما اکثر این داروها نتوانسته‌اند به طور موثر، علائم بیماری آلزایمر را بهبود بخشند و عوارض جانبی زیادی دارند (مارتین[6] و دیگران، ۲۰۲۳). بنابراین، ضرورت داشت گیاه دارویی با خاصیت ضدالتهابی که اثر مهاری قوی بر AChE و فعالیت ضد زوال عقل (کاهش Aβ42) داشته باشد، مورد مطالعه قرار گیرد. در تحقیق حاضر، مصرف چای سبز کاهش معنی‌دار Aβ42 را موجب شد. در این راستا، کیم و دیگران (۲۰۰۴) نشان دادند که تزریق مزمن پلی فنول چای سبز در موش‌ها، بهبود وضعیت شناختی (کاهش Aβ42) و مهار AChE را به دنبال دارد که همسو با نتایج تحقیق حاضر است. ایکار و سابل[7] (۲۰۲۳) و چن و دیگران (۲۰۲۳) نیز گزارش کردند که مصرف چای سبز با ترکیبات پلی فنول بالا (اپی‌گالوکاتچین‌گالات)، با بهبود عملکرد شناختی، کاهش Aβ42، مهار AChE و بهبود وضعیت سوخت و سازی همراه است. سکر[8] و دیگران (۲۰۲۳) بیان داشتند که اپی‌گالوکاتچین‌گالات موجود در چای سبز، مستقیماً توده‌های Aβ42 را مورد هدف قرار می‌دهد. در واقع، اپی‌گالوکاتچین‌گالات منجر به افزایش فراوانی ایزوفرم‌های فعال کاتپسین B[9] و افزایش فعالیت آنزیمی درون سلولی می‌گردد. این محققین اظهار داشتند که اپی‌گالوکاتچین‌گالات به مانند مولکول‌های کوچکی به توده پروتئینی

---

1. Laurin
2. Yu
3. Parachikova
4. Tacrine
5. Physostigmine
6. Martins
7. Ikar and Sable
8. Secker
9. Cathepsin B

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

متصل می‌شود و تخریب لیزوزومی Aβ42 را تسهیل می‌کند. پویان-مجد و دیگران (۲۰۲۳) گزارش کردند که هشت هفته تمرین HIIT (۸۵ تا ۹۰ ٪ VO2max) و مصرف کوآنزیم Q10 (CoQ10) در موش‌های نر ویستار مبتلا به بیماری آلزایمر القا شده با Aβ، منجر به کاهش معنی‌دار Aβ و مانع از دست رفتن نورون‌های هیپوکامپ می‌گردد و چنین نتیجه گرفتند که اثر توام HIIT و مصرف CoQ10 احتمالاً از طریق بهبود وضعیت اکسیداتیو هیپوکامپ و جلوگیری از دست دادن نورون، می‌تواند نقایص شناختی مرتبط با Aβ را بهبود بخشد. با بررسی‌های صورت گرفته مشخص شد که اثر توام HIIT و چای سبز در مدل‌های حیوانی و انسانی در ارتباط با Aβ42 کمتر مورد مطالعه قرار گرفته و اطلاعات در این زمینه محدود است. اما در تحقیق حاضر این اثر توام به مرحله آزمایش گذاشته شد و نتایج حاکی از سودمندی بیشتر اثر توامان HIIT و چای سبز در مقایسه با اثر هر کدام به تنهایی بود. لذا بر اساس نتیجه حاصله در تحقیق حاضر و بهره‌گیری از نتایج تحقیقات تا حدود مرتبط با تمرین و گیاهان دارویی، می‌توان به این موضوع اشاره کرد که تمرین و چای سبز نقش هم افزایی همسو و اثر تعاملی موثر در جهت کاهش Aβ42 سالمندان دارند و این شیوه می‌تواند به جای دارو درمانی در حوزه سلامت سالمندان کاربرد ویژه‌ای داشته باشد.

در نهایت، سطوح MDA در سالمندان چاق به مداخله هشت هفته تمرین HIIT و مصرف چای سبز در تحقیق حاضر با کاهش معنی‌دار همراه بود. در حالی که اثر HIIT به تنهایی سبب کاهش معنی‌دار؛ ولی مصرف چای سبز به تنهایی کاهش غیرمعنی‌دار این شاخص شد. با توجه به درصد تغییرات ایجاد شده، مشخص گردید که اثر توامان HIIT و مصرف چای سبز بیشترین تغییرات سودمند را در جهت کاهش معنی‌دار در MDA سالمندان چاق در تحقیق حاضر داشته است. MDA یکی از فرآورده‌های عمده تخریب اسیدهای چرب غیراشباع توسط رادیکال‌های آزاد می‌باشد که توسط رادیکال هیدروکسیل در جریان پراکسایش چربی‌ها ایجاد می‌شود. افزایش شاخص‌های پراکسایشی در افراد مسن، ممکن است به دلیل کاهش عملکرد میتوکندریایی باشد که منجر به افزایش تولید ROS می‌گردد. در این راستا و همسو با نتایج تحقیق حاضر، علی‌خانی و شیخ الاسلامی وطنی (۲۰۱۹) در مطالعه خود به این نتیجه دست یافتند که ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی باعث کاهش معنی‌دار MDA در هر دو گروه از آزمودنی‌های مسن و جوان گردید. از طرف دیگر، قاسم‌نیان و دیگران (۲۰۲۰) نشان دادند که به دنبال هشت هفته تمرین HIIT و تمرین استقامتی شدید سطوح MDA در بافت هیپوکامپ موش‌های صحرایی تغییر معنی‌داری نمی‌کند. این محققین چنین اظهار داشتند که شاید بتوان با احتیاط عنوان کرد که تمرینات ورزشی منظم استقامتی و تناوبی شدید، با ایجاد سازگاری مفید در سیستم آنتی اکسیدانی، هیپوکامپ را در مقابل تولیدات استرس اکسایشی مقاومتر ساخته است؛ به عبارت دیگر، هیپوکامپ در مقابل این نوع تمرینات ایمن است (قاسم‌نیان و دیگران، ۲۰۲۰). در پژوهش دیگری، نادری فر و دیگران (۲۰۲۲) نشان دادند که شش هفته تمرین HIIT (۸۵ تا ۹۵ درصد ضربان قلب ذخیره) و مصرف چای سبز (۲ عدد کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی به شکل خوراکی) کاهش معنی‌دار MDA را در زنان به دنبال دارد؛ یافته‌هایی که با نتایج تحقیق حاضر همسو است. این محققین بیان کردند که مصرف چای سبز همراه با HIIT در کوتاه مدت می‌تواند اثرات مفیدی بر کاهش فشار اکسیداتیو و بالا بردن ظرفیت ضداکسایشی و کاهش وضعیت التهابی داشته باشد. همچنین یافته پژوهشی دیگر حاکی از آن بود که ۱۰ هفته تمرین HIIT و تمرین تداومی با شدت متوسط (MICT) هر دو موجب کاهش معنی‌دار MDA می‌شوند (پرستش و دیگران، ۲۰۲۲) که با نتایج تحقیق حاضر همسو می باشد. یافته‌های پژوهش اکبرزاده و دیگران (۲۰۲۲) حاکی از کاهش معنی‌دار MDA به دنبال ۱۲ هفته تمرین روی نوارگردان و مصرف چای سبز است، اما اثر توامان تمرین و مصرف چای سبز بر تغییرات MDA تاثیر معنی‌داری نداشت. این محققین چنین اظهار داشتند که تمرین و مصرف عصاره چای سبز هر کدام به تنهایی از طریق کاهش بیان ژن عامل القاکننده هیپوکسی نوع یک آلفا [1](HIF-1α)، لنفوم ۲ سلول-B [2](BCL2) و فاکتور رشد شبه انسولینی متصل به پروتئین-۳ [3](IGFBP-3) در عضله قلب یک اثر محافظتی قلبی بر آپوپتوز ناشی از پیری ایجاد می‌کنند، ولی تحقیقات بیشتری برای روشن شدن اثرات ترکیبی تمرین و چای سبز مورد نیاز است. همچنین عزیزبیگی و دیگران (۲۰۱۹) بیان کردند که اثر توام مصرف ۵۰۰ میلی‌گرم چای سبز در کنار تمرینات مقاومتی، موجب کاهش معنی‌دار MDA در مردان چاق نمی‌شود و چنین نتیجه گرفتند که احتمالاً دوز مصرفی پایین چای سبز در کنار تمرینات

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

[1]. Hypoxia-inducible factor 1-alpha

[2]. B-cell lymphoma 2

[3]. Insulin-like growth factor-binding protein-3

مقاومتی در ایجاد تغییرات مثبت در شاخص‌های استرس اکسیداتیو نمی‌تواند سودمند باشد. به نظر می‌رسد که مجموعه‌ای از عوامل در کاهش غلظت MDA به دنبال تمرینات ورزشی همراه با مداخلات تغذیه‌ایی تاثیرگذار باشند و نمی‌توان بهبود شرایط استرس اکسایشی را تنها به بهبود وضعیت ضداکسایشی نسبت داد. چرا که مقاومت غشای سلولی به ویژه سلول‌های قرمز در برابر استرس اکسایشی به دنبال تمرینات ورزشی افزایش می‌یابد و ممکن است در این امر سهیم باشد. برخی سازوکارهای دخیل در کاهش شاخص‌های التهابی و بهبود وضعیت ضداکسایشی که با مصرف چای سبز در بدن افراد ممکن است رخ دهد، شامل فعالیت ضداکسایشی، توقف چرخه سلولی تولید فشار اکسایشی، القای آپوپتوزیس، نوسان پیام رسانی سلولی، مهار بسیاری از پروتئین کینازها، سرکوب فعال‌سازی بسیاری از عوامل رونوبسی و مهار متیل‌دار شدن DNA و اثر آن بر بیان mRNA می‌باشند (خسروی و دیگران، ۲۰۱۹). همچنین پلی فنول‌های موجود در چای سبز از طریق مهار گیرنده‌های شبه گدرگاهی-۴[1](TLR4)، مبدل سیگنال و فعال کننده رونویسی-۱ [2](STAT1)، مبدل سیگنال و فعال کننده رونویسی-۳ [3](STAT3)، سیکلواکسیژناز-۲[4] (COX-2)، پروتئین فعال کننده-۱ [5](AP-1)، عامل هسته‌ای کاپا B [6](NF- kB) و فعال‌سازی محور عامل هسته-ای- مربوط به عامل اریتروئید۲/ هم اکسیژناز-۱ [7](Nrf2/HO-1)، پروتئین کیناز فعال شده با آدنوزین مونوفسفات [8](AMPK) و گیرنده لامنین ۶۷ [9](67LR)؛ عمل ضدالتهابی، ضد اکسایشی، محافظت عصبی و افزایش متابولیسم لیپید را القا می‌کنند (موکرا[10] و دیگران، ۲۰۲۳). از این رو، اثر متقابل تمرین و چای سبز بر عملکرد عضلانی به ترتیب شامل کاهش تولید ROS، کاهش آسیب DNA، کاهش Ca^{2+} ستوپلاسمی، مهار NF-κB، کاهش اکسیداسیون RNA، کاهش کربونیل شدن پروتئین می‌باشد که در نهایت منجر به بهبود عملکرد بدنی می‌گردد (نوبری و دیگران، ۲۰۲۱). پژوهش حاضر نیز به مانند دیگر تحقیقات مستثنی از محدودیت نبود. عدم اندازه‌گیری متغیرهای وابسته در سطح بافتی و سلولی و عدم دریافت عصاره چای سبز از محدودیت‌های پژوهش حاضر به شمار می‌روند. پیشنهاد می‌گردد که در تحقیقات آتی به این محدودیت‌ها پرداخته شود تا با دادن پاسخ روشن به ابهامات در این زمینه، به تعمیم پذیری یافته‌ها به جوامع هدف کمک شایانی کرد.

نتیجه‌گیری: در مجموع از یافته‌های تحقیق حاضر می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که به دنبال هشت هفته مداخله HIIT و مکمل یاری چای سبز شاخص‌های AChE، Aβ42 و MDA در سالمندان چاق کاهش می‌یابد و پیامد سودمند این سازگاری‌ها در سالمندان چاق بهبود وضعیت التهابی و اکسایشی و تقویت عملکرد دستگاه عصبی است. همچنین اثر توامان HIIT و چای سبز با بهبود بیشتر در شاخص‌های ترکیب بدنی و ظرفیت هوازی همراه است. بنابراین مردان سالمند چاق می‌توانند از این الگوی مداخله‌ای تحقیق حاضر، به عنوان یک روش سودمند در خصوص پیشگیری از آسیب‌های جدی ناشی از استرس اکسایشی و التهابی و بهبود عملکرد شناختی در سنین پیری استفاده کنند.

تعارض منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ گونه تضاد منافعی در تحقیق حاضر وجود ندارد.

قدردانی و تشکر

بدین وسیله نویسندگان مقاله از مردان سالمند شرکت کننده در این تحقیق به جهت کمک در دستیابی به نتایج کاربردی در حوزه سلامت سالمندان، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

[1]. Toll-like receptor 4
[2]. Signal transducer and activator of transcription 1 (STAT1)
[3]. Signal transducer and activator of transcription 3 (STAT3)
[4]. Cyclooxygenase-2
[5]. Activator protein 1
[6]. Nuclear factor kappa B
[7]. Nuclear factor-erythroid 2-related factor/Heme oxygenase-1
[8]. Adenosine monophosphate-activated protein kinase.
[9]. 67-Laminin receptor
[10]. Mokra

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

Alikhani, S., & Sheikholeslami-Vatani, D. (2019). Oxidative stress and anti-oxidant responses to regular resistance training in young and older adult women. *Geriatrics & Gerontology International, 19***(5), 419-422.** h**ttps://doi.org/10.1111/ggi.13636**

Arabzadeh, E., Norouzi Kamareh, M., Ramirez-Campillo, R., Mirnejad, R., Masti, Y., & Shirvani, H. (2022). Twelve weeks of treadmill exercise training with green tea extract reduces myocardial oxidative stress and alleviates cardiomyocyte apoptosis in aging rat: The emerging role of BNIP3 and HIF-1α/IGFBP3 pathway. *Journal of Food Biochemistry*, *46***(12), e14397. https://doi.org/10.1111/jfbc.14397**

Azali-Alamdari, K., & Saberi, Y. (2019). The Effects of Aerobic Training on Blood ACHE and BCHE Activities and cardiometabolic Risk Factors Level in Midlife Women. *Journal of Applied Exercise Physiology*, *15***(29). [In Persian]. 105-118. 10.22080/JAEP.2019.14774.1798**

Azizbeigi, K., Stannard, S. R., & Atashak, S. (2019). Green tea supplementation during resistance training minimally affects systemic inflammation and oxidative stress indices in obese men. *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, *14***(1). e61419. https://doi.org/10.5812/jjnpp.61419**

Chen, J., & Song, H. (2016). Protective potential of epigallocatechin-3-gallate against benign prostatic hyperplasia in metabolic syndrome rats. *Environmental toxicology and pharmacology*, 45**,315-320. https://doi.org/10.1016/j.etap.2016.06.015**

Chen, J., Ma, W., Yu, J., Wang, X., Qian, H., Li, P., ... & Huang, Y. (2023). Epigallocatechin-3-gallate, a polyphenol from green tea, regulates the liquid–liquid phase separation of alzheimer's-related protein tau. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *71***(4), 1982-1993. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.2c07799**

Cruz-Ávila, J., Hernández-Pérez, E., González-González, R., Bologna-Molina, R., & Molina-Frechero, N. (2022). Periodontal disease in obese patients; interleukin-6 and c-reactive protein study: A Systematic Review. *Dentistry Journal*, *10***(12), 225. https://doi.org/10.3390/dj10120225**

Daniela, M., Catalina, L., Ilie, O., Paula, M., Daniel-Andrei, I., & Ioana, B. (2022). Effects of exercise training on the autonomic nervous system with a focus on anti-inflammatory and antioxidants effects. *Antioxidants*, *11***(2), 350. https://doi.org/10.3390/antiox11020350**

Ellman, G. L., Courtney, K. D., Andres Jr, V., & Featherstone, R. M. (1961). A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology*, *7***(2), 88-95. https://doi.org/10.1016/0006-2952(61)90145-9**

Ezeja, E. P., Onuoha, N. O., & Ufere, E. A. (2021). Effects of green tea (Camellia sinensis) on paracetamol-induced oxidative stress markers in Wistar rats. *Journal of Dietitians Association of Nigeria, 12, 30-37.* **doi:10.4314/jdan.v12i1.5**

Gharebashloei, A., Yaghoubi, A., & Shojaeian, N. (2022). The effect of 12 weeks step-aerobics training on amyloidβ-42 (Aβ42) and mental status of elderly women. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, *10***(24), 22-31. https://doi.org/10.22077/jpsbs.2021.4562.1658. [In Persian]**

Ghasemnian, A., Sojasi Gheydari, F., Karimiasl, A., & Norouzi, H. (2020). Effects of Strenuous Endurance and High-Intensity Interval Training on Thioredoxin Reductase-1 Enzyme and Malondialdehyde in Hippocampal Tissue. *Journal of health research in community*, *6***(2), 80-86. [In Persian. http://jhc.mazums.ac.ir/article-1-480-fa.html**

Hughes, C. G., Boncyk, C. S., Fedeles, B., Pandharipande, P. P., Chen, W., Patel, M. B., ... & Girard, T. D. (2022). Association between cholinesterase activity and critical illness brain dysfunction. *Critical Care*, *26***(1), 1-12. https://doi.org/10.1186/s13054-022-04260-1**

Ikar, M., & Sable, S. (2023). Tea, coffee and green tea consumption and mental health outcomes: A systematic review and meta-analysis of observational and intervention studies on stress and related conditions. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, *12***(2), 209-221. Doi: 10.22271/phyto.2023.v12.i2c.14660**

Jack Jr, C.R., Bennett, D.A., Blennow, K., Carrillo, M.C., Dunn, B., Haeberlein, S.B., … & Sperling, R. (2018). NIA-AA research framework: toward a biological definition of Alzheimer's disease. *Alzheimer's & Dementia, 14***(4), 535-562. https://doi.org/10.1016/j.jalz.2018.02.018**

Jiang, X., Xu, J., Zhen, S., & Zhu, Y. (2023). Obesity is associated with postoperative outcomes in patients undergoing cardiac surgery: a cohort study. *BMC anesthesiology*, *23***(1), 1-7. https://doi.org/10.1186/s12871-022-01966-1**

Karvinen, S., Silvennoinen, M., Vainio, P., Sistonen, L., Koch, L.G., Britton, S.L., & Kainulainen, H. (2016). Effects of Intrinsic Aerobic Capacity, Aging and Voluntary Running on Skeletal Muscle Sirtuins and Heat Shock Proteins. *Experimental Gerontology,79***,46-54. https://doi.org/10.1016/j.exger.2016.03.015**

Khosravi, S., Tadibi, V., & SheikholeslamiVatani, D. (2019). 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, 7***(14): 141-152. [In Persian]. https://doi.org/10.22077/jpsbs.2017.773.1263 [**

Kim, H.K., Kim, M., Kim, S., Kim, M., & Chung, J.H. (2004). Effects of green tea polyphenol on cognitive and acetylcholinesterase activities. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, *68***(9), 1977-1979. ttps://doi.org/10.1271/bbb.68.1977**

Kim, J. M., Park, S. K., Kang, J. Y., Park, S. B., Yoo, S. K., Han, H. J., ... & Heo, H. J. (2019). Green tea seed oil suppressed Aβ1–42-induced behavioral and cognitive deficit via the Aβ-related Akt pathway. *International Journal of Molecular Sciences*, *20***(8), 1865. https://doi.org/10.3390/ijms20081865**

Laurin, D., Verreault, R., Lindsay, J., MacPherson, K., & Rockwood, K. (2001). Physical activity and risk of cognitive impairment and dementia in elderly persons. *Archives of Neurology, 58***(3), 498-504. doi:10.1001/archneur.58.3.498**

Leisegang, K., Henkel, R., & Agarwal, A. (2019). Obesity and metabolic syndrome associated with systemic inflammation and the impact on the male reproductive system. *American journal of reproductive immunology*, *82***(5), e13178. https:// doi.org /10.1111/aji.13178**

Li, X., Han, T., Zou, X., Zhang, H., Feng, W., Wang, H., ... & Fang, G. (2021). Long-term high-intensity interval training increases serum neurotrophic factors in elderly overweight and obese Chinese adults. *European Journal of Applied Physiology*, *121***, 2773-2785. https://doi.org/10.1007/s00421-021-04746-w**

Llado-Saz, S., Atienza, M., &, Cantero, J.L. (2015). Increased levels of plasma amyloid-beta are related to cortical thinning and cognitive decline in cognitively normal elderly subjects. *Neurobiology of Aging, 36***(10), 2791-2797. https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2015.06.023**

Martins, M. M., Branco, P. S., & Ferreira, L. M. (2023). Enhancing the Therapeutic Effect in Alzheimer's Disease Drugs: The role of Polypharmacology and Cholinesterase inhibitors. *Chemistry Select*, *8***(10), e202300461. https://doi.org/10.1002 /slct. 202300461**

Mindukshev, I. V., Skverchinskaya, E. A., Khmelevskoy, D. A., Dobrylko, I. A., & Goncharov, N. V. (2019). Acetylcholinesterase Inhibitor Paraoxon Intensifies Oxidative Stress Induced in Rat Erythrocytes In Vitro. Biochemistry (Moscow), Supplement Series A: *Membrane and Cell Biology*, *13***, 85-91. https://doi.org/10.1134/S1990747819010070**

Mokra, D., Joskova, M., & Mokry, J. (2023). Therapeutic Effects of Green Tea Polyphenol (−)-Epigallocatechin-3-Gallate (EGCG) in Relation to Molecular Pathways Controlling Inflammation, Oxidative Stress, and Apoptosis. *International Journal of Molecular Sciences*, *24***(1), 340. https://doi.org/10.3390/ijms24010340**

Naderifar, H., Mohammad khani Gangeh, M., Mehri, F., & Shamloo Kazemi, S. (2022). Effects of high intensity interval training and consumption of matcha green tea on malondialdehyde and glutathione peroxidase levels in women. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, *32***(212), 42-53. [In Persian]. http://jmums.mazums.ac.ir/article-1-18008-en.html**

Nobari, H., Saedmocheshi, S., Chung, L. H., Suzuki, K., Maynar-Mariño, M., & Pérez-Gómez, J. (2021). An overview on how exercise with green tea consumption can prevent the production of reactive oxygen species and improve sports performance. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19***(1), 218. https://doi.org/10.3390/ijerph19010218**

Parachikova, A., Nichol, K., & Cotman, C. (2008). Short-term exercise in aged Tg2576 mice alters neuroinflammation and improves cognition. *Neurobiology of Disease, 30***(1), 121-129. https://doi.org/10.1016/j.nbd.2007.12.008**

Parastesh, M., Abbasi, Y., Bayatiani, M. R., & Nadi, Z. (2023). Protective Effect of Moderate-Intensity Continuous Training and High-Intensity Interval Training on Serum Levels of Oxidative Stress Parameters in Rats Treated with Cisplatin. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, *32***(217), 32-45. [In Persian]. http://jmums.mazums.ac.ir/article-1-18595-en.html**

Posnakidis, G., Aphamis, G., Giannaki, C.D., Mougios, V., Aristotelous, P., Samoutis, G., & Bogdanis, G.C. (2022). High-intensity functional training improves cardiorespiratory fitness and neuromuscular performance without inflammation or muscle damage. *Journal of Strength and Conditioning Research. 36***(3),615-23. https://doi.org/10.1519 /JSC.0000000000003516**

Puoyan-Majd, S., Parnow, A., Rashno, M., Heidarimoghadam, R., & Komaki, A. (2023). The Protective Effects of High-Intensity Interval Training Combined with Q10 Supplementation on Learning and Memory Impairments in Male Rats with Amyloid-β-Induced Alzheimer's Disease. *Journal of Alzheimer's Disease*, **(Preprint), 1-14. doi: 10.3233/JAD-230096**

Seabra, H. F., Campello, A. C., Chagas, E. F. G., Martins, L. P. A., Suzuki, R. B., Ruiz, M. O., ... & Baleotti, W. (2023). The role of cholinesterases in chagas disease. *Parasitology International, 92*, **102659. https://doi.org/10.1016/j.parint.2022.102659**

Secker, C., Motzny, A. Y., Kostova, S., Buntru, A., Helmecke, L., Reus, L., ... & Wanker, E. E. (2023). The polyphenol EGCG directly targets intracellular amyloid-β aggregates and promotes their lysosomal degradation. *Journal of Neurochemistry*.**166(2),294-317. https://doi.org/10.1111/jnc.15842**

Shenhar-Tsarfaty, S., Sherf-Dagan, S., Berman, G., Webb, M., Raziel, A., Keidar, A., ... & Zelber-Sagi, S. (2019). Obesity-related acetylcholinesterase elevation is reversed following laparoscopic sleeve gastrectomy. *International Journal of Obesity*, *43***(2), 297-305. https://doi.org/10.1038/s41366-018-0014-4**

Vafaei., T. & Gholami, M. (2021). Effects of 8 weeks resistance training with two different intensities on plasma levels of resistin and insulin resistance in obese elderly women. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport, 9***(19), 102-112. [In Persian]. https://doi.org/10.22077/jpsbs.2020.2796.1512**

Wang, M., Zhang, H., Liang, J., Huang, J., & Chen, N. (2023). Exercise suppresses neuroinflammation for alleviating Alzheimer's disease. *Journal of Neuroinflammation*, *20***(1), 76. https://doi.org/10.1186/s12974-023-02753-6**

Wasowicz, W., Neve, J., & Peretz, A. (1993). Optimized steps in fluorometric determination of thiobarbituric acid-reactive substances in serum: Importance of extraction PH and influence of sample preservation and storage. *Clinical Chemistry*. *39***(12), 2522-6. https://doi.org/10.1093/clinchem/39.12.2522**

Yang, H. I., Cho, W., Lee, D. H., Suh, S. H., & Jeon, J. Y. (2021). Development of a New Submaximal Walk Test to Predict Maximal Oxygen Consumption in Healthy Adults. *Sensors (Basel, Switzerland)*, **21(17), 5726. https://doi.org/10.3390/s21175726**

Yu, F., Xu, B., Song, C., Ji, L., & Zhang, X. (2013). Treadmill exercise slows cognitive deficits in aging rats by antioxidation and inhibition of amyloid production. *Neuroreport, 24***(6), 342-347. doi: 10.1097/WNR.0b013e3283606c5e**

پذیرفته شده