The effect of intermittent exercise and rice bran supplement consumption on total oxidant capacity (TOS) and total antioxidant capacity (TAC) of obese women

Zahra Zariyeh[1], Alireza Elmieh[2*1], Shahram Gholamrezaei Darsara [3]

1. Department of Physical Education, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
2. Associate Professor*, Department of Physical Education, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
3. Assistant Professor, Department of Physical Education, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

Received: 05 August 2024; Accepted: 16 September 2024, Published: 20 December 2024

Abstract

Background and Purpose: Obesity causes oxidative stress and is a risk factor for cardiovascular diseases. Exercises and diet modification can affect oxidant and antioxidant factors. The aim of this study was to investigate the effect of high intensity interval training (HIIT) and rice bran (RB) supplementation on total oxidant status (TOS) and total antioxidant capacity (TAC) of obese women.

Materials and methods: 60 obese women participated in this study voluntarily and considering the criteria for entering the research (age 38.8±3.46 and BMI 34.2±2.8) and randomly in There were four control groups, intense intermittent exercise group, rice bran supplement consumption group, and intense intermittent exercise group with rice bran supplement consumption. Oxidative stress indices (TAC and TOS) were checked before and after the exercises and rice bran supplementation and were measured through the commercial kit of pasargad tissue and gene company. ANOVA test was used to check the intra-group changes of the research groups, and if there was a significant difference between the groups, Tukey's post hoc test was used to compare the two-by-two means of the groups.

Results: Statistical analysis showed that high-intensity interval training along with high-intensity interval training with rice bran supplementation increased TAC and decreased TOS in the subjects of the experimental group ($p<0.05$).

Conclusion: according to the results of high intensity interval training with rice bran supplement improves TAC and TOS. It seems that high-intensity interval training with rice bran supplement strengthens the antioxidant system and reduces oxidative stress in obesity conditions.

Keywords: intense interval training, rice bran supplementation, TOS, TAC, obese women

[1] . **Corresponding author:**
Alireza Elmieh
Address: Department of Physical Education, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
Tel:09111359121
Email: elmieh@iaurasht.ac.ir

اثر تمرین تناوبی و مصرف مکمل سبوس برنج بر ظرفیت اکسیدانی (TOS) و آنتی‌اکسیدانی تام (TAC) زنان چاق

زهرا ذرئیه[1]، علیرضا علمیه[1*2]، شهرام غلامرضایی[3]

[1] گروه تربیت بدنی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

[2] دانشیار گروه تربیت بدنی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

[3] استادیارگروه تربیت بدنی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۵/۱۵ ، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۶/۲۶، تاریخ چاپ: ۳۰/ ۹/ ۱۴۰۳

چکیده

مقدمه و هدف: چاقی باعث بروز استرس اکسایشی و یک عامل خطر برای ایجاد بیماری‌های قلبی- عروقی می‌باشد. تمرینات ورزشی و اصلاح رژیم غذایی می‌تواند بر عوامل اکسیدانی و آنتی‌اکسیدانی تاثیرگذار باشد. هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر تمرین تناوبی شدید (HIIT) و مصرف مکمل سبوس برنج (RB) بر وضعیت اکسیدانی تام (TOS) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (TAC) زنان چاق بود.

مواد و روش‌ها: ۶۰ زن چاق به طور داوطلبانه و با در نظر گرفتن معیارهای ورود به تحقیق در این مطالعه شرکت داشتند (سن ۸/۴۶±۳۸/۳ و شاخص توده بدن ۲/۸±۳۴/۲) و به صورت تصادفی در چهار گروه کنترل، گروه تمرین تناوبی شدید، گروه تمرین تناوبی شدید با مصرف مکمل سبوس برنج و گروه مصرف مکمل سبوس برنج قرار گرفتند. قبل و بعد از اتمام تمرینات و مصرف مکمل سبوس برنج، بررسی شاخص‌های استرس اکسیداتیو (TAC و TOS) به عمل آمد و از طریق کیت تجاری شرکت سازنده فن‌آوران بافت و ژن پاسارگاد اندازه گیری شد . برای بررسی میزان تغییرات درون گروهی گروه‌های تحقیق از آزمون ANOVA و در صورت مشاهده تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی جهت مقایسه دو به دوی میانگین گروه‌ها استفاده شد.

نتایج: تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که تمرینات تناوبی با شدت زیاد به همراه تمرینات تناوبی با شدت زیاد با مصرف مکمل سبوس برنج سبب افزایش میزان TAC (p =۰/۰۰۱) و کاهش میزان TOS (p =۰/۰۰۱) در آزمودنی‌های گروه تجربی شده است .

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج تمرینات تناوبی با شدت شدید با مصرف مکمل سبوس برنج باعث بهبود TAC و TOS می‌شود. به نظر می‌رسد تمرینات تناوبی با شدت شدید با مصرف مکمل سبوس برنج تقویت کننده سیستم ضد اکسایشی و کاهنده فشار اکسایشی در شرایط چاقی می‌باشد.

کلمات کلیدی: تمرین تناوبی شدید، مکمل سبوس برنج، TOS، TAC، زنان چاق

[1] . **نویسنده مسوول**

علیرضا علمیه

نشانی: گروه تربیت بدنی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

تلفن: ۰۹۱۱۱۳۵۹۱۲۱

ایمیل: elmieh@iaurasht.ac.ir

مقدمه

اضافه وزن و چاقی امروزه به عنوان عامل خطر مهم در ارتباط با شیوه زندگی است و با توسعه اختلالات هموستاز انرژی و متابولیکی همراه است. همچنین چاقی ناشی از رژیم غذایی پر چرب باعث بروز استرس اکسایشی، التهاب، افزایش گونه‌های اکسیژن فعال (ROS)[1] می‌شود و با افزایش پراکسیداسیون لیپیدی با تولید رادیکال‌های آزاد همراه است (۱،۲). تولید گونه‌های اکسیژن و نیتروژن فعال در اثر چاقی و استرس اکسیداتیو حاصل از آن از عوامل مهم در ایجاد بیماری قلبی عروقی (CVD)[2] محسوب می‌شود. همچنین افزایش تولید ROS و استرس اکسیداتیو در قلب باعث تغییر میوکارد و در نهایت منجر به آپوپتوز و هایپرتروفی ناشی از بیماری در بافت قلب می‌شود (۳). گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن باعث تغییرات اکسیداتیو در DNA، پروتئین‌ها و سلول‌های لیپیدی می‌شود و در تنظیمات و پیام رسانی درون سلولی می‌تواند نقش ایفا کند (۴). امروزه تعیین وضعیت اکسیدانی تام (TOS)[3] و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام (TAC)[4] به عنوان روشی برای تشخیص و درمان انواع بیماری های ناشی از چاقی از جمله دیابت و CVD مورد استفاده قرار می‌گیرد. ظرفیت آنتی اکسیدانی تام به ترکیباتی گفته می‌شود که می‌توانند سیستم بیولوژیکی بدن را در مقابل تاثیرات مضر گونه‌های فعال اکسیژن و نیتروژن حفظ کنند (۵). سازوکارهای ترکیبات آنتی اکسیدانی آنزیمی و غیرآنزیمی باعث خنثی‌سازی و حذف ROS می‌شود که TAC نشان دهنده همه این ترکیبات است. همچنین بررسی ترکیبات حاصل از آسیب اکسیداتیو ارزیابی دقیقی از استرس اکسیداتیو می‌تواند در دسترس قرار دهد و با توجه به این که ارزیابی مولکول‌های اکسیداتیو مختلف عملی نیست بررسی و ارزیابی TOS می‌تواند روش مناسب و عملی باشد (۶). مشخص شده است که در افراد دارای اضافه وزن و چاق وضعیت آنتی اکسیدانی بافت قلب کاهش می‌یابد و در نهایت آسیب‌پذیری بافت قلب بیشتر می‌شود (۷).

برای کاهش عوارض شرایط اکسایشی ناشی از چاقی و رژیم غذایی پرچرب (HFD)[5] روش‌های مختلفی وجود دارد. تمرینات ورزشی می‌تواند یکی از روش‌های غیر دارویی باشد که ممکن است باعث کاهش خطر شرایط اکسایشی و تولید رادیکال‌های آزاد ناشی از چاقی و محافظت از قلب در برابر CVD شود (۸). تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT)[6]، تمریناتی برای کاهش عوارض قلبی ناشی از HFD و کاهش چربی بدن مورد توجه و استفاده افراد قرار گرفته است (۹،۱۰). با توجه به زمان کمتر برای انجام HIIT و اثرات مفید آن این تمرینات یک جایگزین اثربخش نسبت به تمرینات استقامتی مطرح شده است (۱۱). سوخت و ساز بافت های بدن در حین فعالیت ورزشی به چندین برابر نسبت به حالت استراحت افزایش می‌یابد و این امکان دارد پس از تمرین بافت ها رامستعد آسیب اکسایشی کند. از طرفی تمرینات ورزشی منظم و مداوم یکی از اصلی‌ترین محرک‌های سیستم آنتی اکسیدانی و همچنین ارتقا TAC است که نقش حفاظتی مهمی در بافت ها در برابر شرایط اکسایشی ایفا می‌کند (۱۲). در این راستا ، هشت هفته تمرین HIIT باعث کاهش معنی دار وضعیت اکسیدانی تام و و افزایش معنی دار ظرفیت آنتی اکسیدانی تام شده است (۱۳).

همچنین سبوس برنج می تواند به عنوان یک عامل ارگوژنیک عملکرد فیزیکی را بهبود بخشد و با کاهش استرس اکسیداتیو والتهاب باعث ارتقا سلامتی شود (۱۴). در مقابل تمرین با حداکثر شدت باعث افزایش مشابه در TOS و TAC در افراد با افزایش درصد جربی بدن و محتوای بالا توده بدون چربی می‌شود و صرف نظر از ترکیب بدن، نسبت غلظت TOS/TAC قبل و بعد از تمرین با شدت حداکثر، در افرادی که سطح فعالیت بدنی بالاتری دارند، مقدار کمتری دارد. (۱۵). در مطالعه دیگری

[1] . Reactive Oxygen Species
[2] . Cardiovascular Disease
[3] . Total Oxidant Statue
[4] . Total Antioxidant capacity
[5] . High Fat Food
[6] . High Intensity interval Training

مصرف سبوس برنج باعث افزایش سطوح سرمی TAC و HDL-C [1]می شود (۱۶). با توجه به حساسیت و مهم بودن نقش بافت قلب در سلامتی و از طرفی افزایش رادیکال‌های آزاد و فشار اکسایشی بر این بافت در اثر چاقی یکی از نگرانی‌ها و چالش‌های جدی است که محققین را علاقه‌مند به بررسی این موضوع کرده است و با توجه به نتایج ناهمسو در تحقیقات گذشته و عدم مطالعات کافی به ویژه در رابطه با اثرات HIIT و مصرف سبوس برنج برTAC . TOS نیاز به مطالعات گسترده تر و بیشتری وجود دارد. علاوه بر فعالیت ورزشی منظم مداخلات دیگری مانند تغییر در رژیم غذایی و مکمل‌های غذایی از دیگر راهبردهایی است که برای کاهش وزن مورد توجه قرار گرفته است. از طرف دیگر گیاهان دارویی به دلیل داشتن ترکیبات آنتی اکسیدانی غنی می‌توانند در شرایط چاقی گونه‌های فعال اکسیژن را خنثی کنند و در کنار سیستم دفاع آنتی اکسیدانی درون زاد موجب کاهش فشار اکسایشی گردند (۱۷). سبوس برنج یکی از فراورده‌های گیاهی است که اثرات سلامتی آن بسیار مورد توجه قرار گرفته است. پلی ساکارید سبوس برنج دارای طیف وسیعی از عملکردهای فیزیولوژیکی است که توجه دانشمندان در حوزه سلامت را به خود جلب نموده است. پلی ساکارید به طور قابل توجهی محتوای سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز را در سرم افزایش و محتوای مالون دی آلدئید را کاهش می دهد . پلی ساکارید می‌تواند بیان فاکتور ۲ مرتبط با فاکتور هسته‌ای E2 [2]و فاکتورهای آنتی اکسیدانی پایین دستی NQ01 و HO-۱ [3]را تنظیم کند و موجب افزایش دفاع آنتی اکسیدانی گردد (۱۸). در مطالعات دیگر نیز اثرات آنتی اکسیدانی سبوس برنج در شرایط تغذیه شده با غذای پرچرب مورد تایید قرار گرفته است (۱۹، ۲۰). از آنجایی که هم تمرین تناوبی و هم عصاره سبوس برنج از طریق مکانیسم‌های گوناگون می‌توانند اثر آنتی اکسیدانی خود را در شرایط چاقی اعمال نمایند، از نظر تئوری به نظر می‌رسد همزمانی این دو مداخله بتواند اثر یکدیگر را تقویت کند و موجب اثر گذاری بهتر در افراد چاق گردد. با این وجود بررسی مطالعات موجود نشان داد اثر همزمان این دو مداخله بر ظرفیت آنتی اکسیدانی و وضعیت اکسیدانی تام هنوز مشخص نیست. بر این اساس هدف از این مطالعه تعیین اثر تمرین تناوبی و مصرف مکمل سبوس برنج بر ظرفیت اکسیدانی (TOS) و آنتی‌اکسیدانی تام (TAC) زنان چاق بود .

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع کارآزمایی بالینی و دارای گروه شاهد و تجربی بود که شامل زنان چاق ۴۵-۳۰ ساله با شاخص توده بدن ۲/۸±۳۴/۵۲ بود که به صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند . افراد مورد مطالعه شامل زنان چاق مبتدی مراجعه کننده به یکی از باشگاه‌های آمادگی جسمانی استان گیلان بودند. در نهایت تعداد ۶۰ نفر از زنان چاق به عنوان نمونه به طور تصادفی به چهار گروه ۱۵ نفره شامل یک گروه شاهد (گروه کنترل) و سه گروه تجربی (هر کدام ۱۵ نفر) (تمرین تناوبی شدید، تمرین تناوبی شدید با مصرف مکمل سبوس برنج، مصرف مکمل سبوس برنج) تقسیم شدند. معیار ورود به تحقیق عدم ابتلا به بیماری خاص، عدم مصرف داروهای کاهنده وزن و عدم شرکت در برنامه‌های تمرین ورزشی حداقل ۶ ماه قبل از ورود به مطالعه بود.

معیارهای خروج شامل عدم شرکت در ۳ جلسه متوالی تمرین یا ۴ جلسه متناوب، آسیب‌دیدگی حین تمرینات ورزشی و ابتلا به بیماری بود. قبل از شروع تمرینات جلسه توجیهی با حضور داوطلبان جهت توضیح اهداف و روند انجام پژوهش و همچنین اخذ رضایت‌نامه تشکیل شد. همچنین، قبل از شروع تمرینات سلامتی افراد توسط پزشک عمومی مورد بررسی قرار گرفت. ۴۸ ساعت قبل از شروع و پس از اتمام تمرینات ورزشی از هر دو گروه در یکی از آزمایشگاه‌های شهر رشت و توسط پرسنل آزمایشگاه

[1] . High Density Lipoprotein –Cholesterol

[2] . nuclear factor E_2-related factor 2

[3] . Antioxidant factors NQ01 and HO-1

پس از ۲۴ ساعت ناشتایی نمونه خون جمع‌آوری شد. گروه‌های مورد مطالعه در پژوهش حاضر شامل؛ گروه تمرین تناوبی شدید- مکمل سبوس برنج: این گروه برنامه تمرینی تناوبی با شدت زیاد را انجام دادند و مکمل سبوس برنج مصرف کردند. شدت تمرین با ضربان قلب (با استفاده از نبض سرخرگ کاروتید) و میزان درک فشار (RPE)[1] کنترل شد. گروه مکمل سبوس برنج: این گروه آزمودنی سبوس برنج، بسته‌های ۱۰ گرمی مکمل سبوس برنج تهیه شده از شرکت بیجار کاواترم را برای مصرف ۸ هفته (روزانه دو نوبت) دریافت کرد. از آنها خواسته شد که یک بسته را قبل از صرف صبحانه و یک بسته را قبل از صرف شام مصرف کنند و در صورت تمایل هر بسته ۱۰ گرمی را در ماست مصرفی معمولی خویش ریخته و میل نمایند. گروه تمرین تناوبی شدید: این گروه برنامه تمرینی تناوبی با شدت زیاد را انجام دادند. گروه کنترل: این گروه برنامه تمرینی تناوبی با شدت زیاد را انجام ندادند و هیچ‌گونه مکمل سبوس برنج مصرف نکردند. پروتکل تمرینی، به مدت هشت هفته چهار جلسه در هفته در داخل سالن ورزشی با شرایط استاندارد (دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۴۰ درصد) اجرا شد. این تحقیق دارای کد اخلاق از واحد رشت به شناسه IR.IAU.RASHT.REC.۱۴۰۲.۰۲۳ و کارآزمایی بالینی به شماره IRCT20230821059214N1 می باشد .

نحوه مصرف مکمل سبوس برنج

گروه آزمودنی سبوس برنج، بسته‌های ۱۰ گرمی مکمل سبوس برنج تهیه شده از شرکت بیجار کاواترم را برای مصرف ۸ هفته (روزانه دو نوبت) دریافت کردند. از آنها خواسته شد که یک بسته را قبل از صرف صبحانه و یک بسته را قبل از صرف شام مصرف کنند و در صورت تمایل هر بسته ۱۰ گرمی را در ماست مصرفی معمولی خویش ریخته و میل نمایند. رژیم غذایی افراد با استفاده از پرسشنامه یادآمد ۲۴ ساعته در شروع و پایان مطالعه بررسی و با استفاده از نرم افزار Processor Food میزان دریافت انرژی روزانه، کربوهیدرات، پروتئین، چربی و فیبر محاسبه شد (۲۱).

پروتکل تمرین

سه هفته اول تمرین برای آماده‌سازی آزمودنی‌ها برای انجام تمرینات تمرین تناوبی شدید، به صورت تمرین‌های تداومی و تناوبی هوازی با شدت ۵۰ تا ۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره ، اجرا شد (جدول ۱). هفته چهارم تا نهم، تمرین تناوبی شدید به شکل دویدن (فعالیت) و راه رفتن (استراحت) با شدت ۸۰ تا ۱۰۰ درصد ضربان قلب ذخیره در نظر گرفته شد (جدول ۲) .گرم کردن به مدت ۱۵ دقیقه شامل کشش، دوی نرم و نرمش و سرد کردن به مدت ۱۰ دقیقه شامل کشش و راه رفتن بود (۲۲).

جدول ۱- برنامه تمرینی آماده‌سازی

هفته	اول	دوم	سوم
تمرین‌های آماده‌سازی	تداومی	تناوبی هوازی بلند	تناوبی هوازی متوسط
شدت (ضربان قلب ذخیره)	۵۰ تا ۶۰ درصد و شاخص بورگ ۱۰ تا ۱۲	۶۰ تا ۷۰ درصد و شاخص بورگ ۱۲ تا ۱۴	۷۰ تا ۸۰ درصد و شاخص بورگ ۱۰ تا ۱۲
تعداد تکرار	شش تکرار ۵ دقیقه‌ای	پنج تکرار ۳ دقیقه‌ای	شش تکرار ۲ دقیقه‌ای
تعداد ست	یک	سه	پنج
استراحت غیرفعال	۱ تا ۲ دقیقه بین تکرار		۵ دقیقه بین ست
تعداد جلسه در هفته		چهار جلسه	
مجموع زمان	۳۰ دقیقه	۴۵ دقیقه	۶۰ دقیقه

[1] . Rating of Perceived Exertion

(بدون احتساب گرم و سرد کردن)

جدول ۲- برنامه تمرینی تناوبی شدید

هفته	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم	نهم
تمرین HIIT کار (دویدن)	۲۰ ثانیه	۱۵۰:۲۰	۱۴۰:۲۰	۱۳۰:۲۰	۱۲۰:۲۰	۱۱۰:۲۰
استراحت (راه رفتن)	۱۶۰ ثانیه					
شدت (ضربان قلب ذخیره)	۸۰ تا ۹۰ درصد و شاخص بورگ ۱۶ الی ۱۸			۹۰ تا ۱۰۰ درصد و شاخص بورگ ۱۸ الی ۲۰		
تعداد تکرار	۴					
تعداد ست	۳		۴		۵	
استراحت غیرفعال	۵ دقیقه غیرفعال					
تعداد جلسه در هفته	۴ جلسه					
مجموع زمان (بدون احتساب گرم و سرد کردن)	۴۶	۴۴	۵۷	۵۵	۶۶/۶	۶۳

اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق

پس از اخذ رضایت نامه کتبی، خون‌گیری در طی دو مرحله، قبل از شروع تمرینات و ۲۴ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین، در ساعت ۸ صبح به مقدار ۵ سی‌سی و از ورید بازویی انجام شد. از آزمودنی‌ها درخواست شد که ۱۰ ساعت قبل از نمونه‌گیری خون، از مصرف مواد غذایی پرهیز کنند. نمونه‌های خونی جمع‌آوری شده با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه، سانتریفیوژ شد. سرم جدا شده، تا زمان اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش، در فریزر ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. سپس شاخص‌های سطح وضعیت اکسیدانی (TOS) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (TAC) طبق دستورالعمل کیت تجاری شرکت سازنده (فن‌آوران بافت و ژن پاسارگاد) اندازه‌گیری شد.

روش‌های آماری

برای طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون *شاپیرو-ویلک* استفاده شد. داده‌های TAC و TOS از توزیع طبیعی و برقراری فرض برابری واریانس‌ها برخوردار بودند. در نتیجه از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی توکی جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و مقایسه بین گروه‌ها استفاده شد. تمام تحلیل محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۳ و در سطح معناداری $p\leq ۰/۰۵$ صورت گرفت.

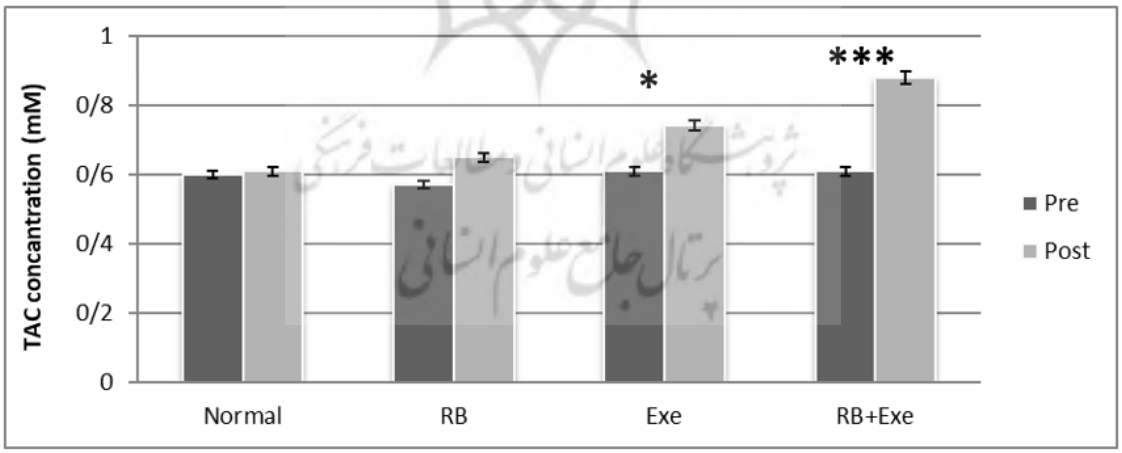
نتایج

از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه برای مقایسه میانگین‌های گروهی استفاده شد. جدول ۳ نتایج آزمون واریانس یکطرفه (ANOVA) بین گروه‌های تحقیق را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود در گروه‌های ورزش ($p=۰/۰۱۶$) و ورزش+مکمل ($p=۰/۰۰۱$) در پس آزمون نسبت به پیش آزمون پس از اجرای پروتکل تحقیق، تفاوت معنی‌داری در میزان TAC مشاهده شد. که سبب افزایش معنی‌دار در گروه‌های ورزش و ورزش+مکمل گردید. اما هیچگونه تفاوت معنی‌داری در گروه‌های کنترل و مکمل مشاهده نشد. لذا فرض صفر مبنی بر نبود تاثیر معنی‌دار تمرین تناوبی با شدت زیاد و مصرف سبوس برنج بر سطح TAC زنان

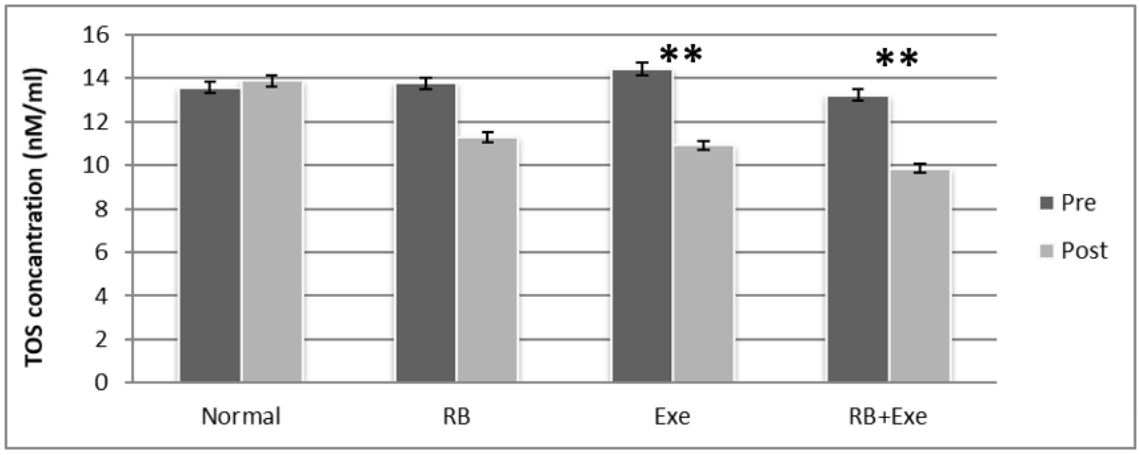
چاق رد می‌گردد و می‌توان بیان کرد که انجام تمرین تناوبی با شدت زیاد و مصرف سبوس برنج سبب افزایش میزان TAC در این افراد می‌گردد. همچنین جدول ۳ نتایج آزمون واریانس یکطرفه (ANOVA) بین گروه‌های تحقیق را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود در گروه‌های ورزش (p=۰/۰۰۸)، مکمل (p=۰/۰۴۸) و ورزش+مکمل (p=۰/۰۰۱) در پس آزمون نسبت به پیش آزمون پس از اجرای پروتکل تحقیق، تفاوت معنی‌داری در میزان TOS مشاهده شد. که سبب کاهش معنی‌دار در گروه‌های ورزش، مکمل و ورزش+مکمل گردید. اما هیچگونه تفاوت معنی‌داری در گروه کنترل مشاهده نشد. لذا فرض صفر مبنی بر نبود تاثیر معنی‌دار تمرین تناوبی با شدت زیاد و مصرف سبوس برنج بر سطح TOS زنان چاق رد می‌گردد و می‌توان بیان کرد که انجام تمرین تناوبی با شدت زیاد و مصرف سبوس برنج سبب کاهش میزان TOS در این افراد می‌گردد.

جدول ۳-نتایج پیش آزمون و پس آزمون میزان استرس اکسیداتیو (TAC و TOS) در گروه‌های مطالعه

متغیر	گروه‌ها	پیش آزمون	پس آزمون	df	t	P
		میانگین±انحراف‌معیار	میانگین±انحراف‌معیار			
TAC میلی مولار	کنترل	۰/۶۰± ۰/۰ ۳	۰/۶۱± ۰/۰۵	۴۰	۱/۱۸	۰/۵۲۷
	ورزش	۰/۶۱ ±۰/۰ ۳	۰/۷۴ ± ۰/۰۴	۴۰	۲/۵۷	۰/۰۱۶
	مکمل	۰/ ۵۷ ± ۰/۰۶	۰/۶۵± ۰/۰۵	۴۰	۲/۶۲	۰/۰۸۳
	ورزش+مکمل	۰/۶۱± ۰/۰۲	۰/۸۸± ۰/۰۴	۴۰	۵/۳۸	۰/۰۰۱
TOS میلی مولار	کنترل	۱۳/۰±۰/۰۵	۱۳/۸۸±۱/۰۴	۴۰	۰/۸۱۶	۰/۲۹۷
	ورزش	۱۴/۴۳±۱/۳۵	۱۰/۹۱±۱/۱۸	۴۰	۴/۱۶۰	۰/۰۰۸
	مکمل	۱۳/۷۶±۰/۸۰	۱۱/۳۰±۱/۵۷	۴۰	۲/۹۰۰	۰/۰۴۸
	ورزش+مکمل	۱۳/۲۲±۲/۲۸	۹/۴۸±۱/۴۰	۴۰	۴/۴۱۰	۰/۰۰۱



نمودار ۱-مقایسه میزان تغییرات TAC در گروه‌های مطالعه



نمودار ۲-مقایسه میزان تغییرات TOS در گروه‌های مطالعه

در ادامه برای درک معنادار بودن تغییر مقدار میزان TAC هر یک از گروه‌ها، میزان TAC مورد آزمایش به صورت دو به دو با یکدیگر بوسیله‌ی آزمون تعقیبی توکی مقایسه شده است.

اطلاعات ارایه شده در جدول ذیل نشان دهنده مقایسه بین گروهی میزان تغییرات TAC می‌باشد. نتایج حاکی از آن است که بین میزان تاثیرات در گروه ورزش (p=۰/۹۸۸)، مکمل (p=۰/۹۶۴) و ورزش+مکمل (p=۰/۹۸۸) با گروه کنترل تفاوت معنی‌داری در پیش آزمون وجود ندارد. همچنین بین تاثیرات مکمل (p=۰/۹۲۹) و ورزش+مکمل (p=۰/۹۹۹) با گروه ورزش تفاوت معنی‌دار در پیش آزمون مشاهده نگردید. همچنین بین تاثیرات مکمل (p=۰/۹۷۴) با گروه ورزش+مکمل تفاوت معنی‌دار در پیش آزمون مشاهده نگردید.

همچنین بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۴ نتایج حاکی از آن است که بین میزان تاثیرات در گروه ورزش (p=۰/۰۳۶) و ورزش+مکمل (p=۰/۰۰۱) با گروه کنترل تفاوت معنی‌داری در پس آزمون وجود دارد. گرچه بین میزان تاثیرات در گروه مکمل (p=۰/۹۶۹) با گروه کنترل تفاوت معنی‌داری در پس آزمون دیده نشد. همچنین بین میزان تاثیرات در گروه مکمل (p=۰/۳۶۱) و ورزش+مکمل (p=۰/۰۶۹) با گروه ورزش تفاوت معنی‌داری در پس آزمون دیده نشد. اگرچه بین تاثیرات مکمل (p=۰/۵۳۹) با گروه ورزش+مکمل تفاوت معنی‌دار در پس آزمون مشاهده شد.

بنابراین فرضیه صفر مبنی بر نبود تفاوت بین تمرین تناوبی با شدت زیاد و مصرف سبوس برنج بر میزان TAC زنان چاق رد می‌شود و همچنین می‌توان استنباط کرد اثر تمرین تناوبی با شدت زیاد و مصرف سبوس برنج و سبب کاهش میزان TAC در آزمودنی‌ها شده است.

جدول ۴-مقایسه میزان تغییرات میزان TAC گروه‌های تحقیق (آزمون تعقیبی توکی)

مقایسه گروه	اختلاف میانگین	P
پیش آزمون		
کنترل	-۰/۰۱	۰/۹۸۸
ورزش		
کنترل	۰/۰۳	۰/۹۶۴
مکمل		
کنترل	-۰/۰۱	۰/۹۸۸
ورزش+مکمل		

ورزش	۰/۰۴	۰/۹۲۹
مکمل		
ورزش	۰/۰۰	۰/۹۹۹
ورزش+مکمل		
مکمل	-۰/۰۴	۰/۹۷۴
ورزش+مکمل		
پس آزمون		
کنترل	-۰/۱۳	۰/۰۳۶
ورزش		
کنترل	-۰/۰۴	۰/۹۶۹
مکمل		
کنترل	-۰/۲۷	۰/۰۰۱
ورزش+مکمل		
ورزش	۰/۰۹	۰/۳۶۱
مکمل		
ورزش	-۰/۱۴	۰/۰۶۹
ورزش+مکمل		
مکمل	-۰/۲۳	۰/۰۰۹
ورزش+مکمل		

در ادامه برای درک معنادار بودن تغییر مقدار میزان TOS هر یک از گروه‌ها، میزان TOS مورد آزمایش به صورت دو به دو با یکدیگر بوسیله‌ی آزمون تعقیبی توکی مقایسه شده است. اطلاعات ارایه شده در جدول ذیل نشان دهنده مقایسه بین گروهی میزان تغییرات TOS می‌باشد. نتایج حاکی از آن است که بین میزان تاثیرات در گروه ورزش (p=۰/۵۶۳)، مکمل (p=۰/۷۵۴) و ورزش+مکمل (p=۰/۲۳۶) با گروه کنترل تفاوت معنی‌داری در پیش آزمون وجود ندارد. اگرچه بین تاثیرات مکمل (p=۰/۶۷۰) و ورزش+مکمل (p=۰/۰۸۶) با گروه ورزش تفاوت معنی‌دار در پیش آزمون مشاهده نگردید. همچنین بین تاثیرات مکمل (p=۰/۷۵۴) با گروه ورزش+مکمل تفاوت معنی‌دار در پیش آزمون مشاهده نگردید.

جدول ۵- مقایسه میزان تغییرات میزان TOS گروه‌های تحقیق (آزمون تعقیبی توکی)

مقایسه گروه	اختلاف میانگین	P
پیش آزمون		
کنترل	-۰/۸۶	۰/۵۶۳
ورزش		
کنترل	-۰/۱۹	۰/۷۵۴
مکمل		
کنترل	۰/۳۵	۰/۲۳۶
ورزش+مکمل		

ورزش	۰/۶۷	۰/۶۷۰
مکمل		
ورزش	۱/۲۱	۰/۰۸۶
ورزش+مکمل		
مکمل	۰/۵۴	۰/۷۴۵
ورزش+مکمل		
پس آزمون		
کنترل	۲/۹۷	۰/۰۱۹
ورزش		
کنترل	۲/۶۸	۰/۰۲۳
مکمل		
کنترل	۴/۴۰	۰/۰۰۱
ورزش+مکمل		
ورزش	-۰/۳۹	۰/۹۹۸
مکمل		
ورزش	۱/۴۳۰	۰/۰۸۶
ورزش+مکمل		
مکمل	۱/۸۲	۰/۰۹۶
ورزش+مکمل		

همچنین بر اساس نتایج ارائه شده در جدول ۵ نتایج حاکی از آن است که بین میزان تاثیرات در گروه ورزش (p=۰/۰۱۹)، مکمل (p=۰/۰۲۳) و ورزش+مکمل (p=۰/۰۰۱) با گروه کنترل تفاوت معنی‌داری در پس آزمون وجود دارد. اگرچه بین میزان تاثیرات در گروه مکمل (p=۰/۹۹۸) و ورزش+مکمل (p=۰/۰۸۶) با گروه ورزش تفاوت معنی‌داری دیده نشد. همچنین بین میزان تاثیرات گروه مکمل (p=۰/۰۹۶) با گروه ورزش+مکمل تفاوت معنی‌داری در پس‌آزمون دیده نشد. بنابراین فرضیه صفر مبنی بر نبود تفاوت بین تمرین تناوبی با شدت زیاد و مصرف سبوس برنج بر میزان TOS زنان چاق رد می‌شود و همچنین می‌توان استنباط کرد اثر تمرین تناوبی با شدت زیاد و مصرف سبوس برنج و سبب کاهش میزان TOS در آزمودنی‌ها شده است.

بحث

نتایج نشان داد که تمرینات تناوبی با شدت زیاد به همراه مکمل دانه مکمل سبوس برنج سبب افزایش میزان TAC و کاهش میزان TOS در آزمودنی‌های گروه تجربی شده است.

بلودون و همکاران در یک مقاله مروری و متاآنالیز سیستماتیک نشان دادند مصرف آنتوسیانین ها در سبوس برنج استرس اکسیداتیو و التهاب ناشی از فعالیت های بدنی را کاهش می دهد(۲۳).یافته ها کیم و همکاران نشان دار که سبوس برنج عملکرد استقامتی را با کاهش لاکتات، افزایش محتوای گلیکوژن عضلات و افزایش اسیدهای چرب آزاد و آنزیم ها آنتی اکسیدانی بهتر می کند (۲۴). سبوس برنج بر عملکرد بدنی تاثیر می گذاردو مصرف همزمان آن با فعالیت بدنی اثرات تقویت کننده سلامتی فعالیت بدنی را بیشتر می کند.اسمعیل و همکاران نشان دادند که ده هفته مصرف گاما اوریزانولموجود در سبوس برنج به همراه

تمرین شنا منجر به تنظیم مثبت بیان ژن آنتی اکسیدانی و تنظیم منفی بیان ژن اکسیداتیو می شود(۲۵). مصرف گیاهان دارویی حاوی آنتوسیانین ها (موجود در سبوس برنج) علاوه بر کاهش استرس اکسیداتیو ، التهاب و آسیب عضلانی باعث افزایش اکسیژن رسانی به عضلات و افزایش اکسیداسیون چربی می شود و عملکرد هوازی را با افزایش تولید اکسید نیتریک بهبود می بخشد(۲۶). سیزن و همکاران اثر هم افزایی تمرین مقاومتی و مصرف سبوس برنج در بهبود پایدار عملکرد بدنی، قدرت عضلات اندام تحتانی و تعدیل بیومارکرهای التهابی و غدد درون ریز را در مردان بعد از ۲۴ هفته تمرین و مصرف سبوس برنج نشان دادند (۲۷). گزارش شده آنتوسیانین موجود در سبوس برنج ، یک ترکیب فنلی است که اثر ضد التهابی در برابر تغییرات ناشی از لیپوپلی ساکارید در سلول های ایمنی دارد. با این حال، اطلاعات کمی در مورد مکانیسم های مولکولی زیربنایی اثرات ضد التهابی آن وجود دارد(۲۸).

در ارتباط با تاثیر سبوس برنج بر عملکرد بدنی باید اشاره کرد سبوس برنج دارای سه ماده موثر آنتوسیانیس ، گاما اریزانول و فلانوئیدها در ترکیب خود می باشد . آنتوسیانیس ها باعث افزایش جریان خون و کاهش تجمع اسیدلاکتیک می شود . گاما اریزانول گلیکوژن عضلانی و اکسیداسیون اسیدهای چذب را افزایش می دهد و فلانوئید های موجود در سبوس برنج خستگی را کمتر کرده و رهایی اکسیژن به بافت ها را اقزابش می دهد . همه این ترکیبات موجود در سبوس برنج باعث افزایش عملکرد ورزشی می شود (۲۹،۳۰،۳۱)

رادیکال های آزاد پیوسته براثر فرایندهای متابولیکی تولید می شوند . وقتی تجمع رادیکال های آزاد زیاد می شود سیستم دفاعی آنتی اکسیدانی نمی تواند رادیکال های آزاد را خنثی کند و استرس اکسیداتیو اتفاق می افتد (۳۲). اگرجه یک جلسه تمرین تولید رادیکال های آزاد به علت افزایش در متابولیسم را افزایش می دهد ، تحقیقات نشان می دهد که تمرین منظم می تواند ظرفیت دفاعی آنتی اکسیدانی را را افزایش دهد و تاثیر مضر رادیکال ها را کاهش دهد. تمرین بدنی منظم با افزایش ظرفیت دفاعی آنتی اکسیدانی در افراد سالم و در بیماران با تحریک تولید میوکاین های ضد التهابی می تواند التهاب را کاهش دهد (۳۳). ازطرف دیگر گیاهان دارویی به علت ترکیبات فیتوشیمیایی التهاب و استرس اکسیداتیو را کاهش می دهد و از بافت ها در مقابل رادیکال های آزاد محافظت می کند (۳۴). در این ارتباط گول و همکاران به این موضوع اشاره داشتند که سبوس برنج منبع غنی پروتئین ، ویتامین B کمپلکس و فیبر است که برای غنی کردن محصولات غذایی بهتر است به کار رود (۳۵). ساپوارو بول و همکاران به تاثیرات ضد التهابی سبوس برنج ، کاهش قند خون ، کاهش کلسترول و سلامتی سیستم گوارش بدون تاثیرات جانبی اشاره کردند (۳۶).

تحققیقات بیشتری در مورد تاثیرات تمرین و مصرف سبوس برنج در ظرفیت آنتی اکسیدانی و استرس اکسیداتیو در افراد جاق مورد نیاز است . ترکیب تمرین بدنی و سبوس برنج می تواند باعث بهبود شاخصه های سلامتی شود و باعث تاثیر هم افزایی در افزایش TAC و کاهش TOS شود . به علت خاصیت ضد التهابی ، ضد چاقی و آنتی اکسیدانی سبوس برنج ، افراد می توانند سبوس برنج را برای افزایش عملکرد بدنی به کار ببرند . نرکیبات موجود در سبوس برنج شامل گاما اوریزانول و آنتوسیانیس تاثیرا ت مثبتی در استرس اکسیداتیو و التهاب دارند و این ترکیبات همراه با تمرین می تواند تاثیرات سلامتی ناشی از تمرین را افزایش دهد(۱۴). البته تحقیقات بیشتری نیاز است تا مقدار تجویز ، زمان و طول مصرف سبوس برنج همراه با تمرین بدنی را تشخیص داده شود و همچنین تاثیرات جانبی مصرف طولانی مدت سبوس برنج بررسی شود. خاصیت ضد التهابی ، آنتی اکسیدانی و ضد چاقی سبوس برنج به همراه تمرین بدنی منظم می توان گزینه مناسبی برای کاهش چربی ، افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی و کاهش استرس اکسیداتید در افراد چاق باشد

نتیجه گیری

در مجموع مطالعه حاضر نشان داد ۶ هفته HIIT با مصرف سبوس برنج در زنان چاق باعث بالا رفتن سطح TAC می‌شود که احتمالاً ناشی از پیشبرد فرآیندهای ضد اکسایشی است. همچنین مصرف سبوس برنج و اصلاح رژیم غذایی باعث افزایش سطح TAC زنان چاق شد . از طرفی سطح TOS در اثر HIIT با مصرف RB کاهش یافت . با توجه به نتایج به نظر می‌رسد HIIT به همراه مصرف سبوس برنج می‌تواند شرایط اکسایشی ناشی از چاقی را بهبود بخشد. برای بررسی دقیق‌تر سازوکار تاثیر HIIT و مصرف سبوس برنج بر شاخص‌های TAC و TOS به مطالعات بیشتری نیاز است.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر بخشی از پایان نامه دوره دکتری مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت می باشد که نویسندگان از حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه تشکر می نماید.

حامی مالی

این مقاله حامی مالی ندارد.

تعارض منافع : این پژوهش هیچ گونه تعارض منافع را برای نویسندگان به دنبال نداشته است.

منابع

1-Attarzadeh Hosseini, S. R., Moazzami, M., Farahati, S., Bahremand, M., & Sadegh Eghbali, F. Effects of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on the total antioxidant capacity, malondialdehyde, and superoxide dismutase in obese/overweight middle-aged women. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*.2020; *22*(3), 207-213. doi:20.1001.1.16834844.1399.22.3.4.5

2-Sun, Y., Ge, X., Li, X., He, J., Wei, X., Du, J., ... & Li, Y. C. High-fat diet promotes renal injury by inducing oxidative stress and mitochondrial dysfunction. *Cell death & disease*.2020 ;*11*(10), 914. doi: 10.1038/s41419-020-03122-4

3- Kobi, J. B. B. S., Matias, A. M., Gasparini, P. V. F., Torezani-Sales, S., Madureira, A. R., da Silva, D. S., ... & Leopoldo, A. S. High-fat, high-sucrose, and combined high-fat/high-sucrose diets effects in oxidative stress and inflammation in male rats under presence or absence of obesity. *Physiological Reports*.2023; *11*(7), e15635. doi: 10.14814/phy2.15635

4-Juan, C. A., Pérez de la Lastra, J. M., Plou, F. J., & Pérez-Lebeña, E. The chemistry of reactive oxygen species (ROS) revisited: outlining their role in biological macromolecules (DNA, lipids and proteins) and induced pathologies. *International journal of molecular sciences*.2021; *22*(9), 4642. doi: 10.3390/ijms22094642

5-Klisic, A., Kavaric, N., Vujcic, S., Spasojevic-Kalimanovska, V., Kotur-Stevuljevic, J., & Ninic, A. Total oxidant status and oxidative stress index as indicators of increased Reynolds risk score in postmenopausal women. *European Review for Medical & Pharmacological Sciences*.2020; *24*(19). doi: 10.26355/eurrev_202010_23232

6-Jakubiak, G. K., Osadnik, K., Lejawa, M., Kasperczyk, S., Osadnik, T., & Pawlas, N. Oxidative stress in association with metabolic health and obesity in young adults. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. *2021*; (1), 9987352. doi: 10.1155/2021/9987352

7- Čolak, E., Pap, D., Nikolić, L., & Vicković, S. The impact of obesity to antioxidant defense parameters in adolescents with increased cardiovascular risk.2020 ;*Journal of Medical Biochemistry*, *39*(3), 346. doi: 10.2478/jomb-2019-0051

8-Alexandre-Santos, B., Machado, M. V., Menezes, A. C., Velasco, L. L., Sepulveda-Fragoso, V., Vieira, A. B., ... & Frantz, E. D. C. Exercise-induced cardiac opioid system activation attenuates apoptosis pathway in obese rats. *Life sciences*.2019 ;*231*, 116542. doi: 10.1016/j.lfs.2019.06.017
9-Ahmadi, N., Farsi, S., & Azarbayjani, M. A. The Effect of High Intensity Interval Training and Endurance Training on the cAMP Gene Expression and Glycerol in the Heart Tissue of Obese Rats. International Journal of Applied Exercise Physiology.2019; *8*(1), 159-169. doi:10.30472/ijaep.v8i1.363
10-Martinez-Huenchullan, S. F., Ban, L. A., Olaya-Agudo, L. F., Maharjan, B. R., Williams, P. F., Tam, C. S., ... & Twigg, S. M. Constant-moderate and high-intensity interval training have differential benefits on insulin sensitive tissues in high-fat fed mice. *Frontiers in physiology*. 2019; *10*, 459. doi: 10.3389/fphys.2019.00459
11-Du, L., Zhang, X., Chen, K., Ren, X., Chen, S., & He, Q. Effect of high-intensity interval training on physical health in coronary artery disease patients: A meta-analysis of randomized controlled trials. Journal of cardiovascular development and disease. 2021 *8*(11), 158 . doi: 10.3390/jcdd8110158
12-Pastor, R., & Tur, J. A. Antioxidant supplementation and adaptive response to training: a systematic review. Current pharmaceutical design. 2019; *25*(16), 1889-1912. .doi: 10.2174/1381612825666 1190701164923.
13-Rasoul Eslami1, Parham Amini, Bakhtiar Tartibian. The effects of high-intensity interval training on oxidant and antioxidant balance and motor per-formance indices in older adults. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport.2022; *1(27), 48-59*. doi.org/10.22077/jpsbs.2022.5302.1718
14- Nazanin Rahmannezhad , Mohammad Ali Azarbayjani , Saleh Rahmati , Maghsoud Peeri , Hoseyn Fatolahi . nvestigating Effects of Rice Bran on Obesity, Oxidative Stress, Inflammation, and Physical Performance . Narrative Mini-review .Hormozgan Medical Journal. 2024; *28*(1), 1-8. doi: 10.34172/hmj.8302
15- Magdalena Więcek , Marcin Maciejczyk , Jadwiga Szymura , Szczepan Wiecha , Malgorzata Kantorowicz , Zbigniew Szygula . Effect of body composition, aerobic performance and physical activity on exercise-induced oxidative stress in healthy subjects. 2017;57(7-8):942-952. doi: 10.23736/S0022-4707.16.06409-4
16- Mahdavi-Roshan M, Shoaibinobarian N, Evazalipour M, Salari A, Ghorbani Z, Savarrakhsh A, Ahmadnia Z. An open label randomized controlled trial of the effects of rice bran oil on cardiometabolic risk factors, lipid peroxidation and antioxidant status in overweight/obese adultswith metabolic syndrome. Lipids in Health and Disease. 2024 ;23(273),1-14 . doi: 10.1186/s12944-024-02260-4
17- Pérez-Torres, I., Castrejón-Téllez, V., Soto, M. E., Rubio-Ruiz, M. E., Manzano-Pech, L., & Guarner-Lans, V. Oxidative stress, plant natural antioxidants, and obesity. International journal of molecular sciences.2021; *22*(4), 1786. doi: 10.3390/ijms22041786
18- Chen, F., Huang, S., & Huang, G. Preparation, activity, and antioxidant mechanism of rice bran polysaccharide. Food & Function. 2021; *12*(2), 834-839. doi: 10.1039/D0FO02498H
19- Chung, S. I., Rico, C. W., & Kang, M. Y. Comparative study on the hypoglycemic and antioxidative effects of fermented paste (doenjang) prepared from soybean and brown rice mixed with rice bran or red ginseng marc in mice fed with high fat diet. Nutrients.2014; *6*(10), 4610-4624. doi: 10.3390/nu6104610
20- Senaphan, K., Sangartit, W., Pakdeechote, P., Kukongviriyapan, V., Pannangpetch, P., Thawornchinsombut, S., ... & Kukongviriyapan, U. Rice bran protein hydrolysates reduce arterial stiffening, vascular remodeling and oxidative stress in rats fed a high-carbohydrate and high-fat diet. European journal of nutrition.2018; *57*, 219-230. doi: 10.1007/s00394-016-1311-0
21- Tazakori Z1, Zare M, Iranparvar M, Mehrabi Y. Effect of rice bran on blood glucose levels and plasma lipids in type II diabetic patients. Iranian Journal of Endocrinology & Metabolism. Vol 8 No.2 Summer 2006. http://ijem.sbmu.ac.ir/article-1-97-en.html
22- Rostami Hashjin Z, Amirsasan R, Nikoukheslat S, Sari-Sarraf V. Effect of High Intensity Interval Training with Turmeric Supplementation on Visceral Fat, Subcutaneous Abdominal Fat and Insulin Resistance in Obese Females. Sport Physiology.2019; 43(11),55-74. doi.org/10.22089/spj.2019.7155.1881
23- Bloedon TK, Braithwaite RE, Carson IA, Klimis-Zacas D, Lehnhard RA. Impact of anthocyanin-rich whole fruit consumption on exercise-induced oxidative stress and inflammation A systematic review and meta-analysis. Nutr Rev. 2019; 77(9):630-45. doi: 10.1093/nutrit/nuz018

24- Kim S, Park J, Kim K, Jun W. Effect of rice bran supplementation on endurance exercise capacity in mice. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2019; 48(12):1317-22. doi.10.3746/jkfn.2019.48.12.1317
25-Ismail M, Al-Naqeeb G, Mamat WA, Ahmad Z. Gammaoryzanol rich fraction regulates the expression of antioxidantand oxidative stress related genes in stressed rat's liver.
Nutr Metab (Lond). 2010; 7:23. doi:10.1186/1743-7075-7-23
26- Copetti CLK, Diefenthaeler F, Hansen F, Vieira FGK, Di Pietro PF. Fruit-Derived Anthocyanins: Effects on cycling-induced responses and cycling performance. Antioxidants (Basel). 2022; 11(2):387. doi: 10.3390/antiox11020387
27- Seesen M, Semmarath W, Yodkeeree S, Sapbamrer R,Ayood P, Malasao R, et al. Combined Black Rice Germ, BranSupplement and Exercise Intervention Modulate Aging Biomarkers and Improve Physical Performance and Lower-Body Muscle Strength Parameters in Aging Population. Int J Environ Res Public Health. 2020; 17(8):2931. doi: 10.3390/ijerph17082931
28- Limtrakul P, Yodkeeree S, Pitchakarn P, Punfa W. Suppressionof inflammatory responses by black rice extract in RAW 264.7 macrophage cells via downregulation of NF-kB and AP-1 signaling pathways. Asian Pac J Cancer Prev. 2015; 16(10):4277-83. doi: 10.7314/apjcp.2015.16.10.4277
29-Fry AC, Bonner E, Lewis DL, Johnson RL, Stone MH, Kraemer WJ. The effects of gamma-oryzanol supplementation during resistance exercise training. Int J Sport Nutr. 1997; 7(4):318-29. doi: 10.1123/ijsn.7.4.318.
30- Cook MD, Willems MET. Dietary Anthocyanins: A reviewof the exercise performance effects and related physiological responses. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2019; 29(3):322-30. doi: 10.1123/ijsnem.2018-0088.
31- Ahn J, Son HJ, Seo HD, Ha TY, Ahn J, Lee H, et al. gamma- Oryzanol improves exercise endurance and muscle strength by upregulating PPARdelta and ERRgamma activity in aged mice. Mol Nutr Food Res. 2021; 65(14):e2000652. doi: 10.1002/mnfr.202000652.
32- Halliwell B. Biochemistry of oxidative stress. Biochem SocTrans. 2007; 35(Pt 5):1147-50. doi: 10.1042/BST0351147.
33- Bouzid MA, Filaire E, Matran R, Robin S, Fabre C. Lifelong voluntary exercise modulates age-related changes in oxidative stress. Int J Sports Med. 2018; 39(1):21-8 . doi: 10.1055/s-0043-119882.
34-Adegbola P, Aderibigbe I, Hammed W, Omotayo T. Antioxidantand anti-inflammatory medicinal plants have potential role in the treatment of cardiovascular disease: A review.
Am J Cardiovasc Dis. 2017; 7(2):19-32. PMID: 28533927.
35- Gul K, Yousuf B, Singh AK, Singh P, Wani AA. Rice bran: Nutritional values and its emerging potential for development of functional food-A review. Bioact Carbohydrates Diet Fibre. 2015; 6(1):24-30. doi:10.1016/j.bcdf.2015.06.002
36- Sapwarobol S, Saphyakhajorn W, Astina J. Biological functions and activities of rice bran as a functional ingredient: A review. Nutr Metab Insights. 2021; 14:11786388211058559.
doi: 10.1177/11786388211058559

پرتال جامع علوم انسانی