Original article

Investigation of Lipid Peroxidation and Salivary Antioxidant Markers in Exercise Training: A Meta-analysis Study

Yazgaldi Nazari[1*]
Araz Nazari[2]

1. Department of Sports Sciences, Faculty of Humanities and Social Sciences, Golestan University, Gorgan, Iran
2. Departmant of Physical Education , Univercity of Saravan, Saravan, Iran

***Corresponding author:** Yazgaldi Nazari, Department of Sports Sciences, Faculty of Humanities and Social Sciences, Golestan University, Gorgan, Iran

Email: y.nazari53@gmail.com

Received: 30 September 2024
Accepted: 01 December 2024

ABSTRACT

Introduction and purpose: Many studies have pointed out the benefits of exercise training in preventing various diseases. In the body's physiological conditions, there is a balance between oxidants and antioxidants, which plays an important role in health. However, performing exercise training by increasing the metabolism and oxygen consumption rate causes this balance to be disturbed. In this meta-analysis, malondialdehyde as an oxidative index and the activity of catalase and superoxide dismutase enzymes as salivary antioxidant indices were investigated concerning exercise training in non-athletes.

Methods: All articles published in Persian and English until September 2024 were searched from PubMed, Google Scholar, ScienceDirect, Scientific Information Database (SID), Scopus, and Irandoc databases and included in the meta-analysis. Fixed and random effects models for meta-analysis of average effect size (difference in mean with 95% confidence interval) in research related to malondialdehyde (11 studies), catalase (9 studies), and superoxide dismutase (9 studies) were performed with the help of CMA2 software.

Results: The present meta-analysis indicated that exercise training caused a significant increase in malondialdehyde (ES=1.253, 95%CI=1.05 to 1.45, P=0.001), catalase (ES=2.235, 95%CI= 0.75 to 3.719, P=0.001), and superoxide dismutase (ES=0.894, 95%CI= 0.660 to 1.128, P=0.001).

Conclusion: The results demonstrated that exercise training increases the production of malondialdehyde, which is an indicator of oxidative stress, and on the other hand, the antioxidant defense system increases as a biological reaction of the body to neutralize the destructive effects of free radicals.

Keywords: Catalase, Exercise training, Malondialdehyde, Saliva, Superoxide dismutase

▶ **Citation:** Nazari Y, Nazari A. Investigation of Lipid Peroxidation and Salivary Antioxidant Markers in Exercise Training: A Meta-Analysis Study. Journal of Health Research in Community. Winter 2025;10(4):58-69

Copyright© 2025, Published by Mazandaran University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY) License (http://creativecommons.org/) which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made.

مقاله پژوهشی

بررسی پراکسیداسیون لیپیدی و مارکرهای آنتی‌اکسیدانی بزاقی در تمرین ورزشی: مطالعه فراتحلیلی

یازگلدی نظری[1*]
عراز نظری[2]

۱. گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران
۲. گروه تربیت بدنی، دانشگاه سراوان، سراوان، ایران

* نویسنده مسئول: یازگلدی نظری، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران

Email: y.nazari53@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۱

چکیده

مقدمه و هدف: مطالعات زیادی به فواید تمرین ورزشی در پیشگیری از بیماری‌های مختلف اشاره کرده‌اند. در شرایط فیزیولوژیکی بدن، بین اکسیدان‌ها و آنتی‌اکسیدان‌ها تعادل وجود دارد که نقش مهمی در سلامتی دارد. با وجود این، انجام فعالیت‌های ورزشی با افزایش میزان متابولیسم و مصرف اکسیژن، باعث به هم خوردن این تعادل می‌شود. در این فراتحلیل، مالون‌دی‌آلدهید به عنوان شاخص اکسایشی و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز به عنوان شاخص‌های آنتی‌اکسیدانی بزاقی نسبت به تمرین ورزشی در افراد غیر ورزشکار بررسی شده است.

روش کار: تمام مقالات منتشرشده به زبان فارسی و انگلیسی از ۲۰۱۰ تا سپتامبر ۲۰۲۴ از پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Google scholar، Science direct، SID ، Scopus و Irandoc جستجو و وارد فراتحلیل شده‌اند. مدل‌های اثرات ثابت و تصادفی برای فراتحلیل اندازه اثر متوسط (تفاوت در میانگین با فاصله اطمینان ۹۵ درصد) در پژوهش مربوط به مالون‌دی‌آلدهید (۱۱ پژوهش)، کاتالاز (۹ پژوهش) و سوپراکسید دیسموتاز (۹ پژوهش) به کمک نرم‌افزار CMA2 انجام شده است.

یافته‌ها: فراتحلیل نشان داده که تمرین ورزشی باعث افزایش معنادار مالون‌دی‌آلدهید (ES= ۱/۲۵۳، ۱/۰۵ تا ۱/۴۵ CI = ٪۹۵؛ P = ۰/۰۰۱)، کاتالاز (ES = ۲/۲۳۵، ۰/۷۵ تا ۳/۷۱۹ = CI ٪۹۵، P = ۰/۰۰۱) و سوپراکسید دیسموتاز (ES = ۰/۸۹۴، ۰/۶۶ تا ۱/۱۲۸ = CI ٪۹۵، P = ۰/۰۰۱) می‌شود.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان می‌دهد که تمرین ورزشی منجر به افزایش تولید مالون‌دی‌آلدهید به عنوان شاخص استرس اکسایشی می‌شود. از طرف دیگر سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی نیز به عنوان واکنش بیولوژیکی بدن برای خنثی‌سازی و مقابله با آثار مخرب رادیکال‌های آزاد افزایش می‌یابد.

کلیدواژه‌ها: فعالیت ورزشی، بزاق، مالون‌دی‌آلدهید، کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز

◄ **استناد:** نظری، یازگلدی؛ نظری، عراز. بررسی پراکسیداسیون لیپیدی و مارکرهای آنتی‌اکسیدانی بزاقی در تمرین ورزشی: مطالعه فراتحلیلی. مجله تحقیقات سلامت در جامعه، زمستان ۱۴۰۳؛۱۰(۴): ۶۹-۵۸

مقدمه

با وجود اطلاعات زیاد درباره فواید تمرین ورزشی از جمله درباره پیشگیری از بیماری‌های قلبی - عروقی، دیابت، سرطان و

بیماری‌های دیگر مدارکی وجود دارد که منجر به افزایش تولید گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن می‌شود که به دلیل افزایش مصرف اکسیژن است [۱]. هنگام فعالیت‌های وامانده‌ساز مصرف اکسیژن کل بدن به ۱۵ تا ۲۰ برابر افزایش می‌یابد که برخاسته از تولید انرژی از مسیر تنفسی میتوکندریایی است [۲]. این افزایش مصرف اکسیژن طی فعالیت ورزشی، می‌تواند موجب تولید گونه‌های اکسیژنی فعال شود، پس می‌توان انتظار داشت که بین اکسیژن مصرفی حین فعالیت ورزشی و ایجاد آسیب اکسیداتیو رابطه وجود داشته باشد [۳]. استرس اکسایشی با گسترش بیماری‌های غیرواگیردار زیادی ارتباط دارد که با افزایش گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن و نیتروژن شناخته می‌شود [۴]. فعالیت ورزشی نیز به طور موقت منجر به تولید گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن می‌شود که درنتیجه باعث تغییر فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها می‌شود. اثرات فعالیت ورزشی درباره مارکرهای اکسیدانی و آنتی‌اکسیدانی که بیشتر به این دلیل که تغییرات در متابولیسم با نوع فعالیت‌های ورزشی و ویژگی‌های آزمودنی‌ها متغیر است مناقشه برانگیز و موضوع بحث است و رسیدن به یک اجماع را دشوار می‌کند [۵].

شناسایی بیومارکرهای زیستی استرس اکسایشی ناشی از تمرین ورزشی به ویژه در مقیاس‌های بزرگ که مقرون به صرفه بودن و ماهیت غیر تهاجمی بودن یک ملاک مهم است، هنوز یک چالش است [۶]. اگرچه در تحقیقات زیادی برای انسان از پلاسما و سرم به عنوان نمونه‌گیری استفاده می‌کنند، بزاق یک روش جایگزین مهم برای ارزیابی اثرات فعالیت‌های ورزشی است؛ به عنوان یک روش جایگزین، بزاق دارای مزایای زیادی در مقایسه با پلاسما یا سرم است که از جمله سهولت جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و حمل و نقل و کم‌هزینه بودن در مقادیر کافی برای تجزیه و تحلیل است [۷]. همچنین تکنیک‌های غیر تهاجمی جمع‌آوری بزاق به طور چشمگیری باعث کاهش اضطراب و ناراحتی جهت نمونه‌گیری به ویژه در نمونه‌گیری‌های مکرر است؛ همچنین به دلیل لخته نشدن برای اقدامات تشخیصی راحت‌تر است [۸]. بزاق انسان شامل چندین سیستم دفاعی است که از مهم‌ترین آن‌ها سیستم دفاع ایمونولوژیکی و آنتی‌اکسیدانی است [۹]. محققان ارتباط بین مارکرهای آنتی‌اکسیدانی و اکسیدانی را در پلاسما و بزاق گزارش کرده و بیان کرده‌اند که بزاق ترکیبات بیوشیمیایی مشابهی با خون دارد و مواد از طریق اولترافیلتراسیون و انتقال غیرفعال از خون به بزاق انتقال می‌یابند و محتوای بزاق به عنوان یک نشانگر زیستی بالقوه برای ارزیابی‌های مختلف در حوزه تحقیقات پزشکی و ورزشی استفاده می‌شود [۷].

فراتحلیل‌های قبلی بیشتر بر روی نمونه‌های خونی تمرکز داشته‌اند [۵] و مطالعات کمی درباره تاثیر فعالیت ورزشی بر روی بزاق انجام شده است [۷] و از طرف دیگر، نتایج ناهمسویی درباره فعالیت ورزشی و استرس اکسایشی ارائه کرده‌اند و در این زمینه نتیجه‌گیری مشخصی نمی‌توان داشت؛ بنابراین، هدف از فراتحلیل حاضر بررسی مطالعات جدیدتر و به‌روز شده درباره انجام فعالیت ورزشی با تغییرات سطوح مارکرهای اکسایشی و آنتی‌اکسیدانی بزاق بر روی غیر ورزشکاران سالم است.

روش کار

جستجوی پیشرفته به زبان انگلیسی در سایت‌های Science Direct, google scholar و Pubmed، شامل مطالعات مربوط تا سال ۲۰۲۴ که شامل مطالعات انجام‌شده بر روی انسان بوده‌اند، انجام گرفته است. استراتژی جستجو با استفاده از اصطلاح‌نامه عنوان پزشکی Medical subject headings (MeSH) و کلیدواژه‌های مرتبط شامل «exercise training»، «antioxidant»، «oxidant»، «saliva» و «free radicals» انجام شده است. همچنین برگردان فارسی همین عناوین شامل «تمرین ورزشی»، «آنتی‌اکسیدان»، «اکسیدان»، «بزاق»، و «رادیکال‌های آزاد» تا سال ۱۴۰۳ در سایت‌های Sid، Google scholar و Magiran جستجو شده است. همچنین برخی منابع ارجاع در متن

مقالات یافته‌شده نیز دوباره جستجو و اضافه شده‌اند. شاخص‌های شمول در فراتحلیل شامل بررسی فعالیت‌های ورزشی، انجام مطالعات درباره آزمودنی‌های انسانی بدون بیماری و غیر ورزشکار، تقسیم نمونه‌ها به صورت تصادفی به گروه‌های تمرین و کنترل، اندازه‌گیری فاکتورهای مد نظر قبل و بعد از فعالیت ورزشی، استفاده نکردن از مکمل‌های تغذیه‌ای، انتشار مقالات به صورت متن کامل به زبان فارسی یا انگلیسی در نشریات معتبر و بالا بودن کیفیت مقالات (امتیاز PEDRO بیش از ۴) تا پایان سپتامبر ۲۰۲۴ بوده‌اند. معیارهای خروج از تحقیق نیز عبارت بوده‌اند از: تحقیقات مروری، مطالعه موردی، مطالعات بر روی نمونه‌های حیوانی، استفاده از مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی، آزمودنی‌های ورزشکار و افراد دارای اعتیاد به مواد مخدر یا مشروبات الکلی.

در پژوهش حاضر، کیفیت مطالعات با استفاده از مقیاس ۱۱ گزینه‌ای پدروPhysiotherapy Evidence Database Scale (PEDro) شامل: جمع‌آوری داده‌ها براساس شاخص منتخب، تقسیم تصادفی، تقسیم نامشخص آزمودنی‌ها توسط فرد غیرمرتبط به پژوهش، تشابه ویژگی‌های پیش‌آزمون، یک‌سو کور بودن برای درمانگران و پژوهشگران، یک‌سو کور بودن برای آزمودنی‌ها، جمع‌آوری متغیرهای اصلی از ۸۵ درصد از آزمودنی‌ها، تحلیل تمایل به درمان، مقایسه‌های آماری بین گروهی، ارائه اندازه‌گیری در مراحل و فواصل و اندازه‌گیری مقدار تغییرپذیری بوده است. با این حال، به دلیل عملی نبودن رعایت اصل یک‌سو کور بودن آزمودنی‌ها و درمانگران در مداخلات تمرین ورزشی، دو سوال مربوط به آن‌ها حذف شده‌اند. تمام سوالات بازبینه (چک‌لیست) بیان‌شده، دو گزینه‌ای (بله: یک و خیر: ۰) بوده‌اند. امتیاز نیز حداقل صفر و حداکثر هشت بوده که در آن ارزش عددی بالاتر، نمایانگر کیفیت بالاتر پژوهش بوده است (جدول ۱). گفتنی است که اعتبار و پایایی این مقیاس در مطالعات گذشته به اثبات رسیده است. افزون بر این، استخراج داده‌ها به صورت مستقل با دو پژوهشگر انجام شده و اطلاعات در برگه‌های ویژه ثبت شده است. برگه‌های بیان‌شده حاوی بخش‌های مختلفی از قبیل مشخصات مقاله، طرح پژوهش، ویژگی‌های آزمودنی‌ها، ویژگی‌های تمرین ورزشی و متغیرهای مختلف مورد بررسی در پژوهش بوده‌اند. در صورت نبود توافق درباره موضوعی خاص، نظر داور سوم به عنوان ملاک لحاظ شده است. همچنین تحقیقات دارای کیفیت روش‌شناسی متوسط به بالا (دارای امتیاز ۴ و بالاتر از ۴ امتیاز) در پژوهش در نظر گرفته شده‌اند. همه مقالات شناسایی‌شده را دو پژوهشگر به صورت مستقل بررسی کرده‌اند و در صورت توافق نکردن، موضوع بین دو داور به بحث گذاشته شد و نظر نهایی اعمال شد. پس از مطالعه، اطلاعات مقالات مرتبط استخراج شد و در برگه‌ای ویژه که شامل بخش‌های مختلفی مانند مشخصات مقاله، طرح پژوهش، سن، جنس، ویژگی‌های تمرین، نوع آنتی‌اکسیدان و رادیکال آزاد و ... بود ثبت شد.

در جستجوی اولیه مقالات احتمالا مرتبط، شناسایی شده و در پایگاه‌های علمی ۴۴۱ مقاله استخراج شده است. همچنین ۱۲ مقاله از مرور لیست منابع مقالات یافته شده است. سپس در ادامه ۳۶۰ مقاله بعد از مرور عنوان و چکیده حذف شده‌اند. پس از بررسی متن کامل مقالات نیز ۶۴ مقاله به دلیل نداشتن طرح آزمایشی، نداشتن تحلیل مناسب، نبود نمونه‌گیری بزاقی و ... حذف شده‌اند و در نهایت ۲۹ مقاله که دارای معیارهای مناسب برای ورود به تحقیق بوده‌اند در پژوهش حاضر قرار گرفته‌اند (شکل ۱).

یافته‌ها

تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار CMA ورژن ۲ با اندازه اثر اختلاف استاندارد در میانگین‌ها (ES) در سطح اطمینان ۰/۹۵ انجام شده است. به منظور بررسی ناهمگونی از شاخص I-square استفاده شده که مقدار I۲ بر اساس دستورالعمل آزمون کوکران تفسیر ناهمگونی شامل ناهمگونی پایین (کم) کمتر از ۲۵ درصد، ناهمگونی متوسط کمتر یا مساوی ۵۰ درصد و ناهمگونی بالا بیشتر

جدول ۱. بررسی کیفیت مطالعات با استفاده از بازبینه (چک‌لیست) PEDro

شاخص ارزیابی مطالعه	معیار اختصاصی واجد شرایط بودن	تقسیم تصادفی	تشابه ویژگی‌های پیش‌آزمون	اندازه‌گیری محقق کور	جمع‌آوری فاکتور اصلی از ۸۵٪ آزمودنی‌ها	تحلیل تمایل به درمان	مقایسه آماری بین گروهی	اندازه‌گیری در مراحل و فواصل	امتیاز کل PEDro
نظری Nazari (۱۰) ۲۰۱۶	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۵
دلوار Delvar (۱۱) ۲۰۲۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۶
بابایی Babaei (۱۲) ۲۰۱۶	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۶
آمرال Amaral (۱۳) ۲۰۲۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۷
دمیرچی Damirchi (۱۴) ۲۰۱۵	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۶
نوبری Nobari (۱۵) ۲۰۲۱	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۵
ساری صراف Sari sarraf (۱۶) ۲۰۱۶	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۷
وارمال Varmaal(۱۷) ۲۰۲۴	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۴
عبدی نژاد Abdi nejad (۱۸) ۲۰۱۷	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۷
مندز – نونز Mendoza-Núñez (۱۹) ۲۰۱۴	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۶
مهربانی Mehrabani (۲۰) ۲۰۱۷	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۶
نوری نژاد Norynejad (۲۱) ۲۰۲۴	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۷
دمینیس Deminice (۲۲) ۲۰۱۰	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۵
گاورون-شاربک Gawron-Skarbek (۲۳) ۲۰۲۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۷
آروین Arvin(۲۴) ۲۰۲۲	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۶

از ۷۰ درصد در نظر گرفته می‌شود. در فراتحلیل حاضر ملاک لازم برای ناهمگونی $P < ۰/۰۵$ ۵۰ ٪ < I ۲ در نظر گرفته شده است. از مدل اثرات تصادفی در صورت وجود ناهمگونی بین مطالعات و مدل اثرات ثابت در صورت نبود ناهمگونی استفاده شده است. همچنین برای ارزیابی کمی سوگیری انتشار، فونل پلات‌های مربوط به اندازه اثر در برابر خطای استاندارد رسم شده و با استفاده از آزمون Egger، نبود تقارن فونل پلات ارزیابی شده است، همچنین از روش چینش و تکمیل برای حذف سوگیری انتشار استفاده شده است.

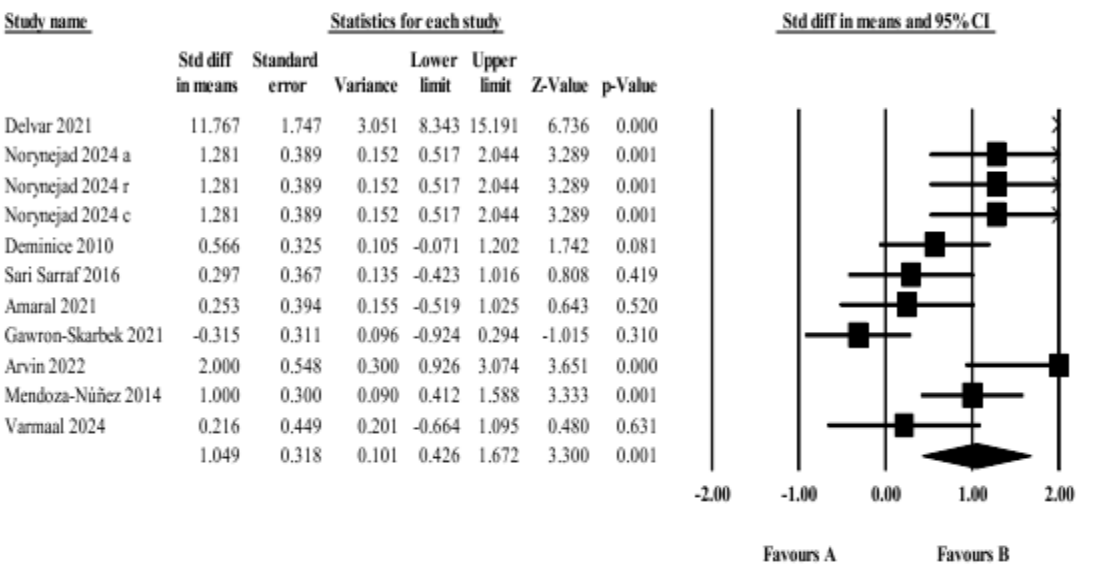
تاثیر فعالیت ورزشی بر مالون‌دی‌آلدهید Malondialdehyde بزاقی افراد غیر ورزشکار

در فراتحلیل بررسی تاثیر فعالیت ورزشی بر مالون‌دی‌آلدهید بزاقی افراد غیر ورزشکار در نهایت ۱۱ مطالعه تحلیل شده‌اند. میزان I۲ به‌دست‌آمده بیشتر از ۵۰ درصد بوده است (I۲ = ۸۵/۲)؛ بنابراین، از مدل اندازه اثر تصادفی برای تحلیل داده‌ها استفاده شده است (P= ۰/۰۰۱). نتایج نشان‌دهنده افزایش مالون دی آلدهید بزاقی است (ES = ۱/۰۴۹، ۱/۶۷۲ تا CI = ۰/۴۲۶، ۹۵٪، P = ۰/۰۰۱). با این حال، در بررسی سوگیری انتشار، نبود تقارن مشاهده شده است (Egger's regression P value= ۰/۰۰۳). پس از استفاده از روش چینش و تکمیل، سه پژوهش با نرم‌افزار به سمت راست نمودار قیفی (شکل ۲) اضافه شد و اندازه اثر اصلاح‌شده از ۱/۰۴ (شکل ۳) به ۱/۲۵۳ (با فاصله اطمینان ۹۵ درصد بین ۱/۰۵ و ۱/۴۵) رسیده است. همچنین بررسی مطالعات به صورت منفرد نشان داده است که نتایج ۵ مورد از پژوهش‌ها معنادار نیست (P > ۰/۰۵).

تاثیر فعالیت ورزشی بر میزان فعالیت کاتالاز Catalase بزاقی افراد غیر ورزشکار

در فراتحلیل بررسی تاثیر فعالیت ورزشی بر میزان فعالیت کاتالاز بزاقی افراد غیر ورزشکار در نهایت ۹ مطالعه تحلیل ش‌دند. میزان I۲ به‌دست‌آمده بیشتر از ۵۰ درصد بوده است (I۲=۹۳/۲۴)؛ بنابراین، از مدل اندازه اثر تصادفی برای تحلیل داده‌ها استفاده شده است (۰/۰۰۱

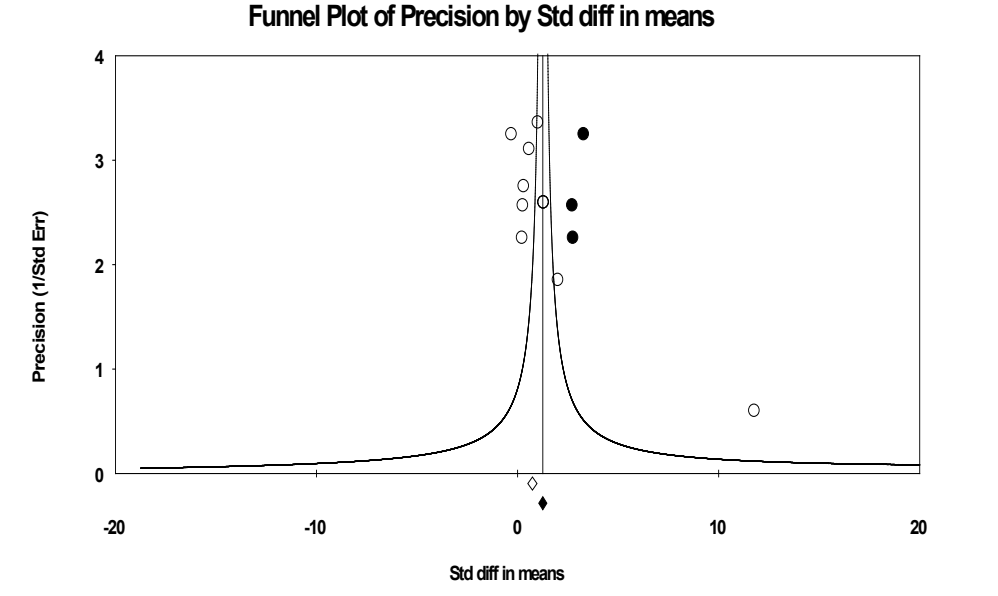
شکل ۱. طرح شماتیک فرایند انتخاب پژوهش‌های مورد بررسی



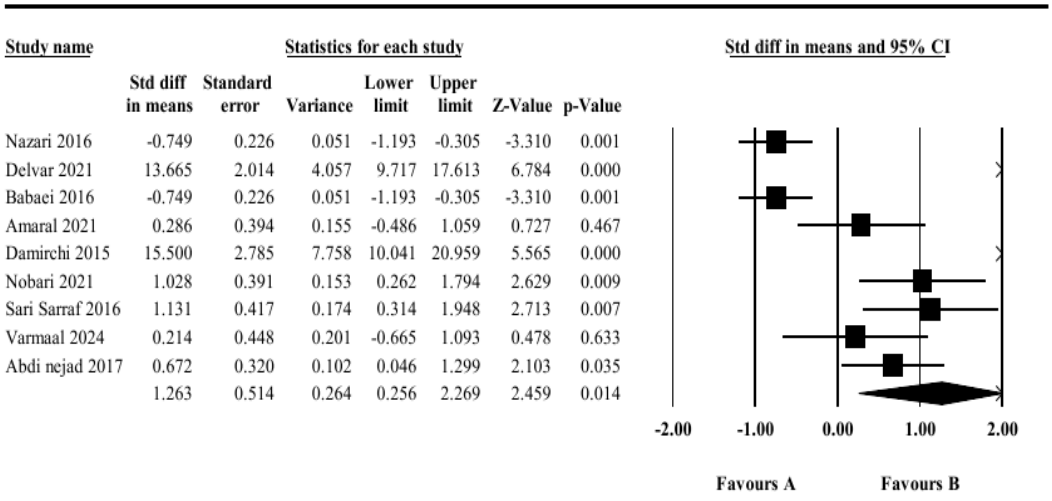
Study name	Std diff in means	Standard error	Variance	Lower limit	Upper limit	Z-Value	p-Value
Delvar 2021	11.767	1.747	3.051	8.343	15.191	6.736	0.000
Norynejad 2024 a	1.281	0.389	0.152	0.517	2.044	3.289	0.001
Norynejad 2024 r	1.281	0.389	0.152	0.517	2.044	3.289	0.001
Norynejad 2024 c	1.281	0.389	0.152	0.517	2.044	3.289	0.001
Deminice 2010	0.566	0.325	0.105	-0.071	1.202	1.742	0.081
Sari Sarraf 2016	0.297	0.367	0.135	-0.423	1.016	0.808	0.419
Amaral 2021	0.253	0.394	0.155	-0.519	1.025	0.643	0.520
Gawron-Skarbek 2021	-0.315	0.311	0.096	-0.924	0.294	-1.015	0.310
Arvin 2022	2.000	0.548	0.300	0.926	3.074	3.651	0.000
Mendoza-Núñez 2014	1.000	0.300	0.090	0.412	1.588	3.333	0.001
Varmaal 2024	0.216	0.449	0.201	-0.664	1.095	0.480	0.631
	1.049	0.318	0.101	0.426	1.672	3.300	0.001

شکل ۲. متوسط اندازه اثر خالص با فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای تاثیر فعالیت ورزشی بر مالون‌دی‌آلدهید بزاقی

P=). نتایج نشان‌دهنده افزایش فعالیت کاتالاز بزاقی است (۲۶۲/ ۱ = ES، ۲/۲۶۹ تا ۰/۲۵۶ = CI ٪۹۵، ۰/۰۱۴ = P). با این حال، در بررسی سوگیری انتشار، نبود تقارن مشاهده شده است (۰/۰۰۱ =Egger's regression P value) پس از استفاده از روش چینش



شکل ۳. نمودار قیفی مربوط به تاثیر فعالیت ورزشی بر مالون‌دی‌آلدهید بزاقی

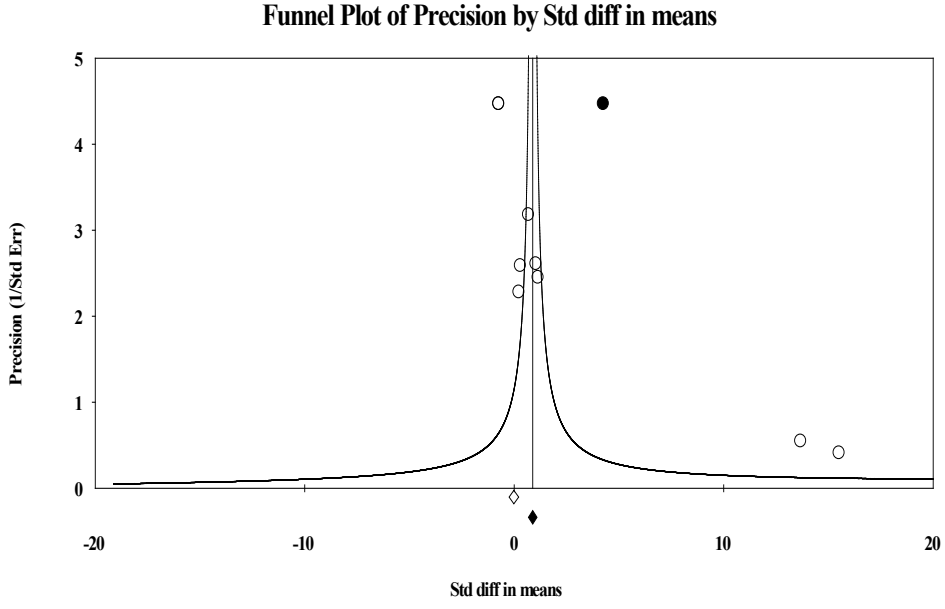


شکل ۴. متوسط اندازه اثر خالص با فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای تاثیر فعالیت ورزشی بر میزان فعالیت کاتالاز بزاقی

و تکمیل، یک پژوهش توسط نرم افزار به سمت راست نمودار قیفی (شکل ۴) اضافه شده و اندازه اثر اصلاح‌شده از ۱/۲۶۲ (شکل ۳) به ۲/۲۳۵ (با فاصله اطمینان ۹۵ درصد بین ۰/۷۵ و ۳/۷۱۹) رسیده است. همچنین بررسی مطالعات به صورت منفرد نشان داده است که نتایج دو مورد از پژوهش‌ها معنادار نیست (P > ۰/۰۵).

تاثیر فعالیت ورزشی بر میزان فعالیت سوپراکسید دیسموتاز Superoxide dismutase بزاقی افراد غیر ورزشکار

در فراتحلیل بررسی تاثیر فعالیت ورزشی بر میزان فعالیت



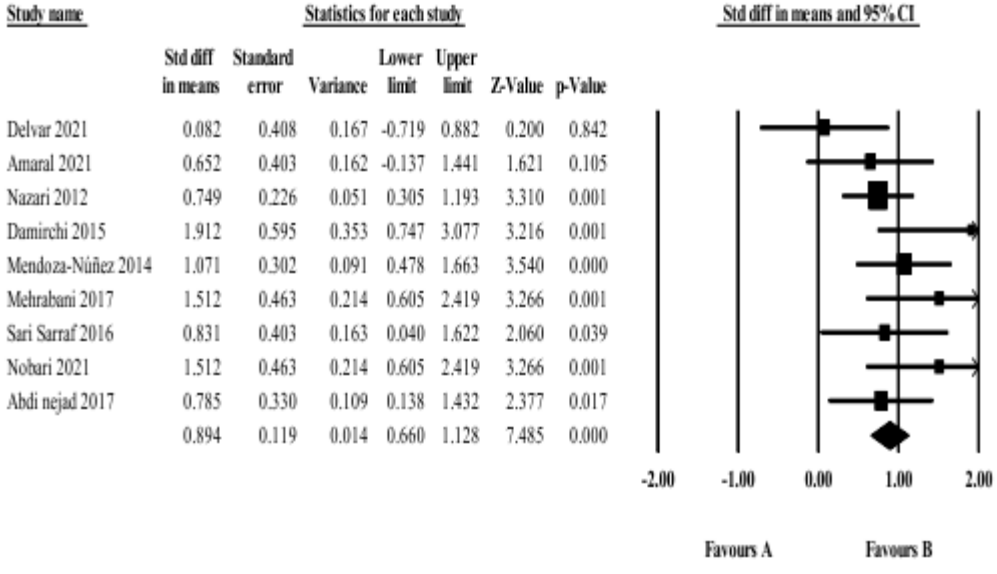
شکل ۵.. نمودار قیفی مربوط به تاثیر فعالیت ورزشی بر میزان فعالیت کاتالاز بزاقی

سوپراکسید دیسموتاز بزاقی افراد غیر ورزشکار نیز در نهایت ۹ مطالعه مورد تحلیل قرار گرفته‌اند. میزان I۲ به‌دست‌آمده کمتر از ۵۰ درصد بوده است (I۲=۳۱/۶۰)؛ بنابراین، از مدل اثرات ثابت برای تحلیل داده‌ها استفاده شده است (P = ۰/۱۶۵) (شکل ۶) نتایج نشان‌دهنده افزایش فعالیت سوپراکسید دیسموتاز بزاقی است (ES = ۰/۸۹۴، ۰/۶۶ تا CI = ۱/۱۲۸ ٪۹۵، P = ۰/۰۰۱)؛ با این حال، در بررسی سوگیری انتشار، نبود تقارن مشاهده نشده است (Egger's regression P value= ۰/۲۲۷). همچنین بررسی مطالعات به صورت منفرد نشان داده است که نتایج ۲ مورد از پژوهش‌ها معنادار نیست (P > ۰/۰۵) (شکل ۷).

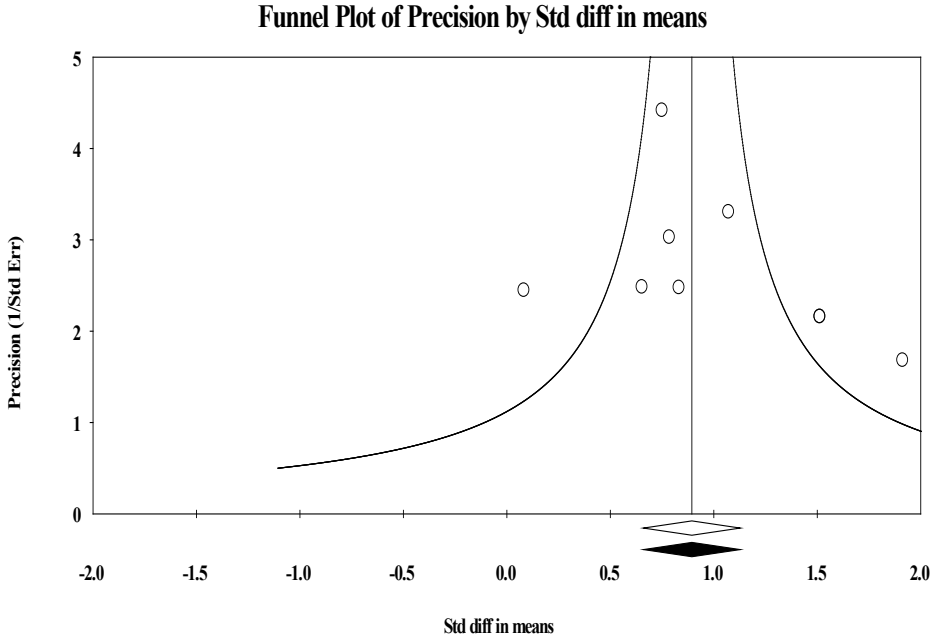
بحث و نتیجه‌گیری

نتایج فراتحلیل نشان داده است که انجام تمرین ورزشی باعث افزایش مالون‌دی‌آلدهید بزاقی به عنوان شاخص استرس اکسایشی در افراد غیر ورزشکار می‌شود (ES = ۱/۲۵۳، ۱/۰۵ تا CI = ۱/۴۵ ٪۹۵، P = ۰/۰۰۱). همچنین یافته‌ها نشان داده است که انجام تمرین ورزشی باعث افزایش سطوح آنتی‌اکسیدان‌های بزاقی کاتالاز (ES = ۲/۲۳۵، ۰/۷۵ تا CI = ۳/۷۱۹ ٪۹۵، P = ۰/۰۰۱) و سوپراکسید دیسموتاز (ES = ۰/۸۹۴، ۰/۶۶۰ تا CI = ۱/۱۲۸ ٪۹۵، P = ۰/۰۰۱) می‌شود.

هنگام انجام تمرین ورزشی، مصرف اکسیژن ۱۵ تا ۲۰ برابر حالت استراحتی افزایش می‌یابد و این افزایش مصرف اکسیژن در تارهای عضلانی منفرد به دلیل افزایش جریان خون و اختلاف خون سرخرگی - سیاهرگی به ۱۰۰ تا ۲۰۰ برابر زمان استراحت نیز می‌رسد؛ از آنجایی که ۱ تا ۳ درصد اکسیژن مصرفی به رادیکال‌های آزاد تبدیل می‌شود، افزایش مصرف اکسیژن منجر به افزایش انتقال الکترون از طریق زنجیره تنفسی و درنتیجه سبب تولید رادیکال‌های آزاد شده و آسیب اکسایشی در سلول و بافت‌ها را به همراه دارد [۲۵]. اگرچه تولید رادیکال‌های آزاد برای فرایندهای فیزیولوژیکی بدن تا حدودی لازم است اما افزایش نامنظم آن‌ها که بیشتر به شکل گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن است، برای بدن مضر است و منجر به استرس اکسایشی می‌شود [۲۴]. در واقع استرس اکسایشی به دلیل نبود تعادل بین رادیکال‌های آزاد ایجادشده از



شکل ۶. متوسط اندازه اثر خالص با فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای تاثیر فعالیت ورزشی بر میزان فعالیت سوپراکسید دیسموتاز بزاقی



شکل ۷. نمودار قیفی مربوط به تاثیر فعالیت ورزشی بر میزان فعالیت سوپراکسید دیسموتاز بزاقی

گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن و مجموع وضعیت آنتی‌اکسیدانتی ایجاد می‌شود. این وضعیتی است که در آن هیچ تعادلی بین تولید رادیکال‌های آزاد و میزان پاکسازی یا حذف آن‌ها توسط سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی بدن وجود ندارد. تحقیقات نشان داده است که رادیکال‌های آزاد سبب بسیاری از بیماری‌ها می‌شود و سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانتی می‌تواند روند آسیبی را که رادیکال‌های آزاد ایجاد می‌کند، متوقف کند [۲۶]. بیشتر رادیکال‌های آزاد گونه‌های بسیار واکنش‌پذیری هستند و نیمه عمر بسیار کوتاهی دارند (فقط چند ثانیه). در مقابل، نیمه عمر لیپیدها، پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و اسید نوکلئیک پس از اثر رادیکال‌های آزاد از چند ساعت تا چند روز باقی می‌مانند که آن‌ها را نشانگرهای پایدارتر استرس اکسایشی می‌کند [۲۷]. رادیکال‌های آزاد با لیپیدها واکنش نشان داده و باعث بروز پراکسیداسیون لیپیدی می‌شوند [۲۸]. از رایج‌ترین و پایدارترین محصولات این واکنش مالون‌دی‌آلدهید است که به عنوان یکی از اصلی‌ترین شاخص‌های استرس اکسایشی نام برده می‌شود که در نمونه‌های بیولوژیکی مختلف مانند خون، ادرار و بزاق اندازه‌گیری می‌شود [۲۹]. به طور کلی، افزایش غلظت مالون‌دی‌آلدهید وابسته به شدت فعالیت ورزشی است و متناسب با افزایش شدت فعالیت ورزشی، تولید و رهاسازی مالون‌دی‌آلدهید نیز افزایش می‌یابد [۳۰].

زمانی که وضعیت اکسایشی افزایش می‌یابد آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و غیرآنزیمی، فعالیت خود را برای مقابله با استرس سلولی افزایش می‌دهد [۳۱]. همان طور که پیشتر نیز اشاره شد، تمرین ورزشی شکل‌گیری و ایجاد گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن و درنتیجه استرس اکسایشی را افزایش می‌دهد. از طرف دیگر، بررسی مطالعات مختلف نشان می‌دهد که انجام تمرین ورزشی منظم از طریق افزایش گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن، منجر به افزایش فعالیت و به‌تنظیمیup-regulation آنتی‌اکسیدان‌ها می‌شود که این خود نیز باعث کاهش فعالیت گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن می‌شود [۲۲]. آنتی‌اکسیدان‌های بزاق را می‌توان با توجه به عملکرد آن‌ها در سه گروه طبقه بندی کرد: گروه اول) آنتی‌اکسیدان‌ها پیشگیری‌کننده که مانع تولید رادیکال‌های

آزاد می‌شوند مانند سوپراکسید دیسموتاز، کاروتنوئیدها، کاتالاز پراکسیداز و گلوتاتیون؛ گروه دوم) آنتی‌اکسیدان‌های حذف‌کننده مانند ویتامین A و E، اسید اوریک، آلبومین و بیلی روبین که رادیکال‌های آزاد را به منظور جلوگیری از شیوع و گسترش آسیب سلولی از بین می‌برند؛ گروه سوم) آنزیم‌هایی مانند پروتئازها، ترانسفرازها، لیپازها و غیره که آسیب‌های ایجادشده را در بافت‌ها ترمیم می‌کنند [۳۲]. سوپراکسید دیسموتاز نخستین آنزیم در دفاع آنتی‌اکسیدانی است که رادیکال‌های سوپراکسید را به پراکسید هیدروژن تبدیل می‌کند، همچنین کاتالاز نیز در سم‌زدایی غلظت‌های بالای پراکسید هیدروژن نقش دارد و می‌تواند در مقابل استرس اکسایشی محافظت کند [۳۳]. فعالیت آنزیم کاتالاز همزمان با افزایش پراکسید هیدروژن به مقدار بسیار زیادی افزایش می‌یابد. پراکسید هیدروژن یکی از مخرب‌ترین گونه‌های فعال اکسیژن است که با DNA، پروتئین‌ها و چربی‌ها واکنش نشان می‌دهند [۳۴] پراکسید هیدروژن برای جلوگیری از آسیب باید به سرعت به ماده کم‌خطر دیگری تبدیل شود که این کار توسط کاتالاز انجام می‌شود که در هر ثانیه می‌تواند ۴۰ میلیون مولکول پراکسید هیدروژن را به ماده بی‌خطر اکسیژن و آب تجزیه کند. همچنین عمل محافظتی کاتالاز نه فقط با پاکسازی مستقیم و سریع پراکسید هیدروژن، بلکه در ارتباط با سوپراکسید دیسموتاز است [۳۴]. به طوری که کاتالاز از سوپراکسید دیسموتاز در برابر غیر فعال شدن به دلیل افزایش سطوح بالای پراکسید هیدروژن محافظت می‌کند [۱۴].

به طور کلی نتیجه‌گیری یافته‌های فراتحلیل نشان‌دهنده آن است که در غیر ورزشکاران، با وجود افزایش سطوح مالون‌دی‌آلدهید به عنوان شاخص اکسایشی بزاقی، سطوح فعالیت آنتی‌اکسیدانی مهم بزاق از جمله سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز نیز افزایش می‌یابد تا از آثار زیان‌بار تولید گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن درنتیجه تمرین ورزشی، جلوگیری کند.

قدردانی

از نویسندگانی که داده های مطالعات خود را در اختیار ما قرار دادند، تشکر می نماییم.

تضاد در منافع

نویسندگان مقاله هیچ‌گونه تضاد منافعی را بیان نکرده‌اند.

مشارکت نویسندگان

همهٔ نویسندگان بهطور برابر در نوشتن مقاله نقش داشتند.

حامی مالی

این مقاله بصورت مستقل نوشته شده و برای نوشتن آن، از هیچ سازمانی حمایت مالی دریافت نشده است.

دسترسی داده ها

برای دسترسی به داده ها میتوان با نویسنده مسئول مکاتبه نمود.

References

1. Mastaloudis A, Leonard SW, Traber MG. Oxidative stress in athletes during extreme endurance exercise. Free Radic Biol Med. 2001;31(7):911–922.
2. Carlsohn A, Rohn S, Bittmann F, Raila J, Mayer

F, Schweigert FJ. Exercise increases the plasma antioxidant capacity of adolescent athletes. Ann Nutr Metab. 2008;53(2):96–103.
3. Judge AR, Dodd SL. Xanthine oxidase and activated neutrophils cause oxidative damage to skeletal muscle after contractile claudication. Am J Physiol Circ Physiol. 2004;286(1):H252–256.
4. Halim M, Halim A. The effects of inflammation, aging and oxidative stress on the pathogenesis of diabetes mellitus (type 2 diabetes). Diabetes Metab Syndr. 2019;13(2):1165–1172.
5. Wang Y, Luo D, Jiang H, Song Y, Wang Z, Shao L, et al. Effects of physical exercise on biomarkers of oxidative stress in healthy subjects: A meta-analysis of randomized controlled trials. Open Life Sci. 2023;18(1):20220668.
6. Biagini D, Lomonaco T, Ghimenti S, Fusi J, Cerri E, De Angelis F, et al. Saliva as a non-invasive tool for monitoring oxidative stress in swimmers athletes performing a VO_{2max} cycle ergometer test. Talanta. 2020;216:120979.
7. Alves RCC, Ferreira RO, Frazao DR, de Souza Ne YG, Mendes PFS, Maranon-Vasquez G, et al. The Relationship between Exercise and Salivary Oxidative Stress: A Systematic Review. Antioxidants. 2022;11(8):1489.
8. González D, Marquina R, Rondón N, Rodríguez-Malaver AJ, Reyes R. Effects of aerobic exercise on uric acid, total antioxidant activity, oxidative stress, and nitric oxide in human saliva. Res Sport Med. 2008;16(2):128–137.
9. Chiappin S, Antonelli G, Gatti R, Elio F. Saliva specimen: a new laboratory tool for diagnostic and basic investigation. Clin Chim acta. 2007;383(1–2):30–40.
10. Nazari Y, Damirchi A, Sariri R, Nazari A, Bai N. An Investigation of the Changes in Enzymatic and Non-Enzymatic Salivary Antioxidants Caused by Exhausting Aerobic Activity in Non-Athletic Men. Qom Univ Med Sci J. 2016;10(9):19–26.
11. Delavar R, Fazel Bakhsheshi M, Namroodi zhaleh B. Comparison of the Effect of Maximal and Submaximal Aerobic Physical Activity on Saliva Enzymatic and Non-Enzymatic Antioxidant Indices in Middle-Age Women. J Fasa Univ Med Sci. 2021;11(1):3750–3756.
12. Babaei P, Damirchi A, Tehrani BS, Nazari Y, Sariri R, Hoseini R. Effect of exercise training on saliva brain derived neurotrophic factor, catalase and vitamin c. Med J Islam Repub Iran. 2016;30:452.
13. Amaral AL, Mariano IM, Giolo JS, Dechichi JGC, Souza AV de, Batista JP, et al. Effects of combined exercise on salivary oxidative stress in hypertensive and normotensive postmenopausal women. Mot Rev Educ Física. 2021;28(spe1):e10220012321.
14. Damirchi A, Zareei AS, Sariri R. Salivary antioxidants of male athletes after aerobic exercise and garlic supplementation on: A randomized, double blind, placebo-controlled study. J Oral Biol Craniofacial Res. 2015;5(3):146–152.
15. Nobari H, Nejad HA, Kargarfard M, Mohseni S, Suzuki K, Carmelo Adsuar J, et al. The effect of acute intense exercise on activity of antioxidant enzymes in smokers and non-smokers. Biomolecules. 2021;11(2):171.
16. Sari-Sarraf V, Amirsasan R, Zolfi H R. Effects of aerobic and exhaustive exercise on salivary and serum total antioxidant capacity and lipid peroxidation indicators in sedentary men. Feyz Med Sci J . 2016;20(5):427–34.
17. Varmaal HE, Delavar R, Vahidian-Rezazadeh M. The Effect of Cold and Warm Environments on the Response of Antioxidant Capacity and Oxidative Stress to a Prolonged Running Session. Zahedan J Res Med Sci. 2024;26(1): e134111.
18. Abdinejad H, Damirchi A, Sariri R. A Comparison of the Effect of Maximal Aerobic Exercise on Salivary Antioxidant and Immunoglobulin AChanges in Athlete and Non-Athlete Middle-Aged Men. Sport Physiol Manage Ivestig. 2017;9(2):101-113.
19. Mendoza-Núñez VM, Hernández-Monjaraz B, Santiago-Osorio E, Betancourt-Rule JM, Ruiz-Ramos M. Tai Chi exercise increases SOD activity and total antioxidant status in saliva and is linked to an improvement of periodontal disease in the elderly. Oxid Med Cell Longev. 2014;2014(1):603853.
20. Mehrabani F, Mirzaei B, Mehrabani J, Ghafouri H. Effect of garlic extract supplementation and endurance exercise on salivary antioxidant enzymes and blood pressure in trained females. J Appl Exercise Physiol. 2017:12(23):99-110.
21. Norynejad H , Rostamkhany H, Dejahang M. Impact of Resistance, Aerobic, and Combined Training on Salivary Malondialdehyde Levels in Active Old Men. Sadra Med Sci J. 2024; 12(3): 370-378.
22. Deminice R, Sicchieri T, Payão PO, Jordão AA. Blood and salivary oxidative stress biomarkers following an acute session of resistance exercise in humans. Int J Sports Med. 2010;31(09):599–603.
23. Gawron-Skarbek A, Chrzczanowicz J, Nowak D, Gawor R, Kostka T. Effects of two different types of

single exercise modes on salivary C-reactive protein concentration, oxidative stress and antioxidant capacity in post-myocardial infarction patients. Redox Rep. 2021;26(1):29–34.
24. Arvin H, Rohbanfard H, Arsham S, Moghadasi M. Physical activity reduces the malondialdehyde level in boy children with intellectual disability. Pathobiol Res. 2022;25(1):51–56.
25. Halliwell B. Free radicals and antioxidants: updating a personal view. Nutr Rev. 2012;70(5):257–265.
26. Mehrabani A, Zehsaz F. The effect of combined supplementation with methyl sulfonyl methane and glucosamine on superoxide dismutase and malondialdehyde levels after a bout of plyometric exercise training in athlete males. J Appl Health Stud Sport Physiol. 2018;5(1):37–44.
27. Minic I. Antioxidant role of saliva. J Otolaryngol Res. 2019;2(1):124.
28. Finaud J, Lac G, Filaire E. Oxidative stress: relationship with exercise and training. Sport Med. 2006;36(4):327–3258.
29. Cordiano R, Di Gioacchino M, Mangifesta R, Panzera C, Gangemi S, Minciullo PL. Malondialdehyde as a potential oxidative stress marker for allergy-oriented diseases: an update. Molecules. 2023;28(16):5979.
30. Tartibian B, Baghaiee B, Baradaran B, et al.. Comparing of Cu/Zn SOD gene expression of lymphocyte cell and Malondialdehyde level in active men and women after Physical Training . Zahedan J Res Med Sci 2012; 14(7): 57-60.
31. Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MTD, Mazur M, Telser J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. Int J Biochem Cell Biol. 2007;39(1):44–84.
32. Brik R, Rosen I, Savulescu D, Borovoi I, Gavish M, Nagler R. Salivary antioxidants and metalloproteinases in juvenile idiopathic arthritis. Mol Med. 2010;16:122–128.
33. Heidarianpour A, Ghani Yaganah F. Effect of 12 Weeks of Combined Exercise Training on Oxidative Stress and Antioxidants Balance in Smoker's Football Players. Pathobiol Res. 2020;23(2):85–90.
34. Zámocký M, Koller F. Understanding the structure and function of catalases: clues from molecular evolution and in vitro mutagenesis. Prog Biophys Mol Biol. 1999;72(1):19–66.