



The effect of weekly combined exercise (aerobics and pilates) on the serum level of antioxidant biomarkers in women with breast cancer

Bahloul Ghorbanian^{1*}, Yousef Saberi², Elnaz Hamidi³

1. Corresponding Author, Associate Professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Psychology and Education, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran. b.gorbanian@gmail.com
2. Ph.D, Department of Sport Sciences, Faculty of Psychology and Education, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran. saberiyousef@yahoo.com
3. M.Sc, Department of Sport Sciences, Faculty of Psychology and Education, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran. hamidielnaz92@gmail.com

Article Information

Abstract

Article type: Research Article

Vol: 16

No: 32

P: 15-27

Received: 2024-02-21

Revised: 2024-10-19

Accepted: 2024-10-29

Cite this Article:

Bahloul Ghorbanian, Yousef Saberi, Elnaz Hamidi. The effect of weekly combined exercise (aerobics and pilates) on the serum level of antioxidant biomarkers in women with breast cancer. *Journal of Sport and Biomotor Sciences*. 2024-2025; 16(32): 15-27.
doi: 10.22034/sbs.2024.445065.1084.

Publisher: Hakim Sabzevari University

Introduction and Purpose: Studies show that there is a relationship between the levels of endogenous antioxidants and the risk of breast cancer and its recurrence. Sports activity is recognized as an effective way to prevent and treat cancer. On the other hand, the role of combined sports activities, especially Pilates and aerobics, in influencing these factors in cancer patients is not clear. The aim of the present study was to investigate changes in certain endogenous antioxidants in postmenopausal women with breast cancer after 12 weeks of combined sports activity.

Materials and Methods: In this semi-experimental study, 30 women with breast cancer undergoing treatment were randomly selected as available subjects and divided into two groups: experimental and control. The experimental group participated in Pilates and aerobics for 12 weeks, with three sessions per week, while the control group did not engage in any sports program during this period. Before and after the training intervention, blood samples were taken to assess the studied variables. The data were analyzed using independent and dependent t-tests at a significance level of less than 0.05.

Results: The results showed that after 12 weeks of combined training, the levels of glutathione peroxidase ($P=0.005$) and total antioxidant capacity in the experimental group significantly increased compared to the control group ($P<0.05$). However, changes in the levels of superoxide dismutase and malondialdehyde were not significant ($P>0.05$).

Conclusion: It appears that combined aerobic and Pilates training can have beneficial effects on enzymatic antioxidant defense by increasing GPX, SOD, and TAC levels in women with breast cancer, which may help reduce the recurrence or metastasis of breast cancer.

Key Words: Combined exercise, Breast cancer, Superoxide dismutase, Glutathione peroxidase, Malondialdehyde, Total antioxidant capacity



Extended Abstract

1. Introduction and Purpose

Introduction and Purpose: Breast cancer is the most common type of cancer among women, accounting for about 32% of women's cancers in Iran and being the leading cause of death for women aged 40 to 45. Studies indicate a relationship between levels of endogenous antioxidants and the risk of breast cancer and its recurrence. Oxidative stress (OS), caused by an imbalance in the body's redox state, leads to tissue damage through the production of reactive oxygen species (ROS). These ROS can regulate various cellular processes, such as growth and proliferation, by activating different signaling pathways, including growth factors and mitogenic pathways. This stimulation of excessive cell growth contributes to the formation of tumor masses and initiates the carcinogenesis process.

One of the most reliable indicators used to assess oxidative stress in pathological conditions is total antioxidant capacity (TAC), which provides more dependable biological information than individual endogenous antioxidant factors. Additionally, malondialdehyde (MDA), the most abundant byproduct of lipid peroxidation, serves as a reliable marker for measuring oxidative stress. MDA has been identified as a mutagen by causing lesions in macromolecules, enzymes, and DNA. Furthermore, glutathione peroxidase (GPx) and superoxide dismutase (SOD) are enzyme biomarkers that change in response to redox alterations in cancer cells and are considered valid indicators for assessing redox status. Research suggests that physical activity and aerobic fitness are especially crucial for cancer patients, particularly those with breast cancer. Exercise is recognized as an effective method for preventing and treating cancer. Given that maintaining balance and muscle strength decreases in cancer patients, Pilates exercises can serve as an effective training method to enhance balance and muscle strength in these individuals. Pilates consists of a series of specialized exercises designed to improve muscle control through focused thought, increase body flexibility, and maintain balance. Additionally, it can enhance physical fitness, body composition, metabolic function, and alleviate depression. Considering the contradictory results from previous research and the fact that in Iran, the impact of exercise training on specific diseases, including breast cancer, has been minimally explored—while pharmaceutical and invasive treatments have been prioritized—most studies have primarily investigated the effects of

exercise on the quality of life for breast cancer patients. Therefore, the aim of the present study was to examine the effect of 12 weeks of combined exercise (aerobics and Pilates) on oxidative stress in female patients with breast cancer.

2. Materials and Methods

In this semi-experimental study, 30 women with breast cancer undergoing treatment were selected as available subjects and were randomly divided into two groups: an experimental group (age: 54.8 ± 5.9 years, weight: 67.3 ± 7.9 kg) and a control group (age: 52.2 ± 6.17 years, weight: 69.9 ± 8.13 kg). The training protocol included a combination of aerobic and Pilates exercises, conducted incrementally over 12 weeks with three sessions per week. Each Pilates session lasted 20 to 40 minutes and included 12 to 16 movements, while aerobic exercises lasted 20 to 35 minutes and involved running on a treadmill. Exercise intensity was monitored using the Borg RPE scale and target heart rate. Blood samples were collected from the subjects at two stages: before the implementation of the training protocol and 48 hours after the last training session, to measure blood variables. Data analysis was performed using paired and independent t-tests with SPSS version 20 software, and the significance was $P \geq 0.05$.

3. Results

The results of the independent t-test showed that, under baseline conditions, the values of serum malondialdehyde, total antioxidant capacity, glutathione peroxidase, and superoxide dismutase were not significantly different between the two groups. However, after 12 weeks of the training intervention, the values of total antioxidant capacity ($P=0.001$), glutathione peroxidase ($P=0.001$), and superoxide dismutase ($P=0.004$) showed significant changes in the training group compared to the control group, while changes in malondialdehyde were not significant ($P=0.06$).

4. Conclusions

Combined aerobic and Pilates exercise appears to have beneficial effects on enzymatic antioxidant defense by increasing glutathione peroxidase, superoxide dismutase, and total antioxidant capacity in women with breast cancer, which may help reduce the recurrence or metastasis of breast cancer. Therefore, this type of exercise can be suggested as a non-pharmacological method to assist these patients, although long-term research in this field is required to achieve definitive results.

5. Acknowledgment & Funding

Authors are thankful to all interview participants for supporting this research.

6. Ethical Consideration

This study was conducted in compliance with ethical guidelines and has the ethical approval number IR.TABRIZ.REC.1399.469 from Tabriz University of Medical Sciences.

7. Contribution of authors

All authors participated in the writing of the article and have read and approved the final article.

8. Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.



تأثیر دوازده هفته تمرین ترکیبی (هوازی و پیلاتس) بر سطوح سرمی بیومارکرهای آنتی اکسیدانی در زنان مبتلا به سرطان پستان

بهلول قربانیان^{۱*}، یوسف صابری^۲، الناز حمیدی^۳

۱. نویسنده مسئول، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهیدمدنی آذربایجان، تبریز، ایران. b.gorbanian@gmail.com
۲. دکترای، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران. saberiyousef@yahoo.com
۳. کارشناس ارشد، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهیدمدنی آذربایجان، تبریز، ایران. hamidielnaz92@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: پژوهشی	مقدمه و هدف: بررسی ها نشان می دهد بین سطوح آنتی اکسیدان های درون زاد و خطر ابتلا به سرطان پستان و بازرخداد آن ارتباط وجود دارد. فعالیت ورزشی به عنوان یک راهکار موثر در پیشگیری و درمان سرطان شناخته شده است. از طرفی نقش فعالیت های ورزشی ترکیبی بویژه ورزش پیلاتس و هوازی بر این عوامل در بیماران سرطانی مشخص نیست. هدف مطالعه حاضر بررسی تغییرات برخی آنتی اکسیدان های درون زاد زنان یائسه مبتلا به سرطان پستان متعاقب ۱۲ هفته فعالیت ورزشی ترکیبی بود.
دوره: ۱۶	مواد و روش ها: در این مطالعه نیمه تجربی ۳۰ زن مبتلا به سرطان پستان تحت درمان به عنوان آزمودنی های در دسترس انتخاب و بطور تصادفی به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت ۱۲ هفته و هر هفته ۳ جلسه به فعالیت ورزشی پیلاتس و هوازی پرداختند و گروه کنترل در این مدت در هیچ برنامه فعالیت ورزشی شرکت نکردند. قبل و بعد از مداخله تمرین نمونه خونی جهت سنجش متغیرهای مورد مطالعه اخذ شد. داده ها با استفاده از آزمون تی مستقل و وابسته در سطح معناداری کوچکتر از ۰/۰۵ تحلیل شدند.
شماره: ۳۲	یافته ها: نتایج نشان داد پس از ۱۲ هفته تمرین ترکیبی، سطوح گلوتاتیون پراکسیداز ($P=0/005$) و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل افزایش معنی داری داشتند ($P<0/05$)، اما تغییرات سطوح سوپراکسید دیسموتاز و مالون دی آلدئید معنی دار نبود ($P>0/05$).
صفحه: ۱۵-۲۷	نتیجه گیری: به نظر می رسد تمرین ترکیبی هوازی و پیلاتس می تواند اثرات سودمندی برای دفاع آنتی اکسیدانی آنزیمی از طریق افزایش گلوتاتیون پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام در زنان مبتلا به سرطان پستان داشته باشد که شاید پیامد آن کاهش بازرخداد یا متاستاز سرطان پستان باشد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲	واژه های کلیدی: تمرین ترکیبی، سرطان پستان، سوپراکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز، مالون دی آلدئید، ظرفیت آنتی اکسیدانی تام
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۷/۲۸	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۸	

نحوه ارجاع به این مقاله:

بهلول قربانیان، یوسف صابری، الناز حمیدی. تأثیر دوازده هفته تمرین ترکیبی (هوازی و پیلاتس) بر سطوح سرمی بیومارکرهای آنتی اکسیدانی در زنان مبتلا به سرطان پستان. نشریه ورزش و علوم زیست حرکتی. ۱۴۰۳؛ ۱۶(۳۲): ۱۵-۲۷.

Doi: 10.22034/sbs.2024.445065.1084

ناشر: دانشگاه حکیم سبزواری



© نویسنده(گان).

مقدمه

امروزه بیماری سرطان به عنوان یکی از معضلات اصلی سلامت جهانی شناخته شده و از علل اصلی مرگ و میر افراد در سنین مختلف از کودکی تا بزرگسالی می باشد. سرطان در واقع حاصل رشد و تکثیر بی رویه سلولی در نتیجه جهش در DNA است. سرطان در انواع مختلفی بروز می کند و بالغ بر ۲۰۰ بیماری را شامل می شود که سرطان پستان یکی از مهم ترین موارد است (۱). سرطان پستان مهم ترین عامل نگران کننده سلامتی در زنان است، زیرا شایع ترین نوع سرطان در زنان است و در کشورهای غربی در حدود یک سوم از کل سرطان های زنان را تشکیل می دهد (۲، ۳). در ایران، سرطان سومین علت مرگ و میر حساب می شود. در این میان سرطان پستان ۳۲ درصد از موارد سرطان های زنان و اولین علت مرگ زنان ۴۰ تا ۴۵ ساله را تشکیل می دهد. در ایران برخلاف کشورهای غربی زنان در سنین پایین تر، در معرض خطر بیشتری برای ابتلا به این بیماری هستند و این مساله اهمیت تشخیص، بررسی و کنترل این بیماری را در کشور ایران نشان می دهد (۴).

از طرفی استرس اکسیداتیو که ناشی از عدم تعادل در وضعیت ردوکس بدن می باشد، منجر به آسیب های بافتی در بدن می گردد. از مهم ترین رادیکال های آزاد، گونه های فعال اکسیژن است که از طریق مسیرهای مختلف متابولیکی مانند متابولیسم هوازی در زنجیره تنفسی میتوکندری، تولید می شود و نقش کلیدی در شروع و پیشرفت انواع سرطان دارد. گونه های فعال اکسیژن از طریق مسیرهای مختلف سیگنالینگ و هدایت پیام در بدن از جمله عامل های رشد و مسیرهای میتوزنیک، می تواند بسیاری از فرآیندهای سلولی مانند رشد و تکثیر را تحت کنترل خود درآورده و با تحریک رشد بی رویه سلولی در ایجاد توده های توموری و شروع فرآیند سرطان زایی، نقش مهمی ایفا کند (۵). بروز استرس اکسیداتیو ناشی از افزایش گونه های فعال و کاهش توان سیستم دفاعی آنتی اکسیدانی بدن، در سلول های سرطانی منجر به متاستاز می گردد، که این فرآیندها نیز از عوامل اصلی گسترش و توسعه سرطان محسوب می شوند. رادیکال های آزاد در بدن از طریق واکنش با مولکول های زیستی سبب ایجاد ترکیب هایی مانند مالون دی آلدید و هیدروکسی گوانوزین می گردند که از آن ها می توان بعنوان شاخصی در تشخیص سرطان ها استفاده نمود (۶).

روابط متقابل بین استرس اکسیداتیو^۱ (OS) و سرطان پیچیده است. بسیاری از انواع سلول های سرطانی می توانند تولید گونه های اکسیژن واکنش پذیر^۲ (ROS) را افزایش دهند (۷). افزایش تولید آن ها نیز می تواند سطوح استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون

لیپیدی را افزایش دهد. افزایش سطوح استرس اکسیداتیو در بیماران مبتلا به سرطان پستان گزارش شده است (۸). و مشخص شده است که تغییرات سطوح آن می تواند نقش مهمی در بروز و پیشرفت سرطان داشته باشد (۹). آسیب اکسیداتیو در سطوح سلولی و بافتی به وسیله رادیکال های آزاد و متابولیت های فعال اکسیژن در زمان ابتلا به سرطان پستان و نیز در طی روند درمان آن ایجاد می شود (۱۰). افزایش استرس اکسیداتیو می تواند دفاع آنتی اکسیدانی بدن در برابر آنژیوژنز و متاستاز سلول های سرطانی را کاهش دهد (۱۱). افزایش سطوح استرس اکسیداتیو در بیماران مبتلا به سرطان پستان با روند بیماری، آسیب بافت ها، مصرف داروهای ضد سرطانی و دوره های شیمی - پرتو درمانی ارتباط دارد (۱۲).

گرچه برای بررسی وضعیت استرس اکسیداتیو می توان تک تک آنزیم های درونزاد را اندازه گیری کرد، اما به نظر می رسد سنجش ظرفیت آنتی اکسیدانی تام^۳ (TAC) به عنوان شاخصی معتبر می تواند اطلاعات زیستی قابل اطمینان تری در مقایسه با تک تک آنتی اکسیدان های درونزاد ارائه کند (۱۳) و اغلب آن را به عنوان یک بیومارکر جهت بررسی استرس اکسیداتیو در شرایط پاتولوژیک مورد استفاده قرار می دهند و سنجش تمامی عوامل مکانیسم های دخیل در این مسیر می تواند به دلیل شناسایی عوامل مختلف دخالت کننده در مسیر حائز اهمیت باشد. همچنین پراکسیداسیون لیپیدی که نتیجه اکسیداسیون خودکار اسیدهای چرب غیراشباع است، به طور مداوم در بافت پستان رخ می دهد (۱۴) و مالون دی آلدید^۴ (MDA) که فراوانترین محصول جانبی این فرایند است (۱۵) به عنوان شاخص معتبر اندازه گیری تغییرات آن و نیز جهت اندازه گیری OS مورد استفاده قرار می گیرد. MDA با ایجاد ضایعاتی در ماکرومولکول ها، آنزیم ها و DNA به عنوان عامل جهش زا و در نتیجه سرطان زا معرفی شده است (۱۶) و در مطالعه دیزپیترین و همکاران (۲۰۱۴) سطوح بالای از MDA در مراحل ۱ و ۲ بیماری سرطان پستان و نه در مراحل ۳ و ۴ آن مشاهده شد و پژوهشگران توصیه کردند که می توان از آن به عنوان یک فاکتور تشخیصی در مراحل اولیه سرطان پستان استفاده کرد (۱۷). تمرینات ورزشی می تواند بسیاری از عوارض جانبی ناشی از درمان سرطان شامل شیمی درمانی و پرتو درمانی را کاهش دهد (۱۸). میزان فعالیت های بدنی و آمادگی هوازی بیماران مبتلا به سرطان پستان کمتر از افراد سالم است (۱۸) و حتی در مطالعه شاهار و همکاران (۲۰۱۰) گزارش شده است که عدم فعالیت فیزیکی می تواند خطر ابتلا به سرطان پستان را ۲ تا ۵ برابر افزایش دهد (۱۹). ایرون و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که خطر مرگ ناشی از سرطان پستان در زنانی که قبل از

دارویی و تهاجمی در اولویت قرار گرفته‌اند، خلل موجود در رابطه با تمرینات ورزشی بر این بیماری احساس می‌شود و همچنین تحقیقات صورت گرفته در این زمینه اکثراً تاثیر تمرینات ورزشی را بر بهبود کیفیت زندگی بیماران مبتلا به سرطان پستان بررسی کرده‌اند و مکانیزم‌های سلولی و مولکولی تاثیر مثبت ورزش بر سرطان ناشناخته مانده است. در همین راستا پژوهشگر در پژوهش حاضر به دنبال آن است که اثر ۱۲ هفته تمرین ترکیبی (هوازی و پيلاتس) بر استرس اکسیداتیو را در بیماران زن مبتلا به سرطان سینه بررسی نماید.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون با یک گروه تجربی و یک گروه کنترل بود. به لحاظ استفاده از نتایج بدست آمده کاربردی است. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل بیماران زن مبتلا به سرطان پستان مراجعه کننده به بیمارستان نور نجات شهر تبریز بود. نمونه آماری تحقیق شامل ۳۰ زن مبتلا به سرطان پستان با میانگین سنی $52/2 \pm 6/17$ سال، میانگین وزنی $69/9 \pm 8/13$ کیلوگرم و میانگین قد $167/6 \pm 4/7$ سانتی متر بودند. حجم نمونه‌ها براساس مطالعات مداخله‌ای تمرینات ورزشی به دست آمد. تمامی بیماران دارای شرایط ورود به مطالعه که شامل گذشتن حداقل شش ماه از زمان عمل جراحی بیمار و عدم ابتلا به تومورهای سرطانی در قسمت‌های مختلف بدن، از دست دادن یکی از ارگان‌های بدن (کلیه، قسمتی از کبد، کیسه صفرا و ...) و فاقد برنامه منظم ورزشی در شش ماه اخیر، عدم استعمال دخانیات، عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی - عروقی، بیماری‌های مزمن دیگر سندروم متابولیک، آسیب‌های عضلانی، بیماری‌های پوستی (به دلیل ضعف سیستم ایمنی)، تیروئیدی، ایدز، هپاتیک، عدم سابقه ابتلا به صرع، عدم ابتلا به بیماری‌های روانی، عدم داشتن سابقه بیماری‌های ارتوپدیک، عدم شرکت در برنامه فیزیوتراپی، کار درمانی و توان بخشی و معیارهای خروج از تحقیق: غیبت بیش از سه جلسه از تمرینات، تغییر روند بیماری (پیشرفت بیمار) بود. نمونه‌ها انتخاب و پس از ارزیابی‌های بالینی لازم توسط پزشک متخصص، گردآوری داده‌ها آغاز شد. سپس پرسش‌نامه‌های داده‌های شخصی، سوابق پزشکی و ورزشی و فرم رضایت‌نامه با آگاهی کامل از نحوه اجرای کار که داوطلبانه تمایل به همکاری و شرکت در پژوهش را دارا باشند تکمیل شد و نهایتاً آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی به دو گروه تجربی (تمرین ترکیبی) و گروه کنترل تقسیم شدند. ضمناً این مطالعه دارای شماره تاییدیه اخلاقی IR.TABRIZ.REC.1399.469 از دانشگاه علوم پزشکی تبریز می باشد.

تشخیص بیماری، تحرک بدنی اندکی داشته‌اند، ولی بعد از آن به فعالیت ورزشی پرداخته‌اند، ۴۵ درصد کاهش می‌یابد و در مقابل، خطر مرگ در بیمارانی که به فعالیت نپرداخته‌اند، چهار برابر افزایش می‌یابد (۲۰). کریمی و بهبودی (۱۳۹۷) نشان دادند تمرینات هوازی می‌تواند موجب کندشدن روند رشد تومور گردد (۲۱). تمرینات پيلاتس (۲۲) شامل مجموعه‌ای از تمرینات تخصصی است که استفاده از فکر را جهت کنترل عضلات تشویق می‌کند. این امر تأکید بر توانایی وضعیت عضلات جهت حفظ تعادل بدن و حمایت از بهبود وضعیت ستون مهره‌ها دارد (۲۳). ورزش پيلاتس بخشی از بدن را با تکرار انقباض‌های عضلانی اهسته و قوی با تنفس عمیق تقویت می‌کند. همچنین باعث افزایش انعطاف‌پذیری بدن و حفظ تعادل توسط عضلات می‌شود و پاسچر بدن را اصلاح می‌کند (۳۰). این ورزش شامل مجموعه‌ای از تمرینات تخصصی است و ترکیبی از دو عنصر جسم و ذهن است. تمرینات پيلاتس می‌تواند آمادگی جسمانی، ترکیب بدنی، اختلالات متابولیکی و افسردگی را بهبود بخشد. بنابراین از آنجایی که تاکنون هیچ تحقیقی در مورد تاثیر تمرین ترکیبی (هوازی و پيلاتس) بر استرس اکسیداتیو در بیماران زن مبتلا به سرطان پستان صورت نگرفته اما آثار مثبت فیزیولوژیک تمرینات ورزشی بر روی انواع بیماران در چندین پژوهش مورد مطالعه قرار گرفته است و با توجه به این که در بیماران سرطانی حفظ تعادل و قدرت عضلانی کاهش می‌یابد، تمرینات پيلاتس در کنار تمرینات هوازی می‌تواند به عنوان یک روش تمرینی مؤثر در افراد مبتلا به سرطان مورد مطالعه قرار گیرد. همچنین تمرینات پيلاتس در کنار تمرینات هوازی می‌تواند به عنوان یک عامل کمک‌کننده برای افراد سرطانی باشد که به عنوان یک عامل نوآوری تحقیق حاضر قرار می‌گیرد (۲۳).

علی‌رغم مطالعات فراوان انجام شده در رابطه با نقش روندهای اکسیداتیو در ابتلا به سرطان‌های گوناگون، مستندات اندکی در رابطه با نقش واکنش‌های اکسیداتیو و تاثیر آن در ابتلا به سرطان پستان وجود دارد. با وجود اینکه علت وقوع اکثر سرطان‌های پستان نامشخص است، نقش استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپیدی در ایجاد سرطان پستان دور از ذهن نمی‌باشد (۲۴).

نهایتاً فعالیت ورزشی به عنوان یک راهکار مؤثر در پیشگیری و درمان سرطان شناخته شده و با توجه به نقش آن در افزایش کیفیت زندگی و پیامدهای موثری که فعالیت ورزشی در طول عمر بیماران سرطانی دارد و بررسی ارتباط این دو (ورزش و سرطان) با یکدیگر نیازمند توجه بیشتری است (۲۴، ۲۵). با توجه به نتایج متناقض تحقیقات و با عنایت به اینکه در کشور ایران تاثیر تمرینات ورزشی روی بیماری‌های خاص از جمله سرطان پستان بسیار کم مورد توجه قرار گرفته است و بیشتر درمان‌های

فشار ۱۰ تا ۱۴ بود. این تمرینات از تمرین های منتخب پیلاتس با انجام تنفس پیلاتس و کشش پیلاتس انجام شد (۲۶)، بر پایه تمرینات شکمی و کشش عضلات کمر بند شانه برای بهبود دامنه حرکتی بعد از جراحی طراحی شد (جدول ۱) حرکات شامل: کشش تک پا با پای خم، اره، شانه، ضربدری، کشش یک پا صاف، خم شدن از پهلو، خط کش از جلو، بلند کردن سینه، بلند کردن پا در حالت دراز کش به پشت، کشش گربه و کشش دوبا صاف بود (۲۶).

جدول ۱. تمرینات پیلاتس

هفته ۱	هفته ۲	هفته ۳	هفته ۴	هفته ۵	هفته ۶	هفته ۷	هفته ۸	هفته ۹	هفته ۱۰	هفته ۱۱	هفته ۱۲
۲۰ دقیقه	۲۰ دقیقه	۲۵ دقیقه	۲۵ دقیقه	۳۰ دقیقه	۳۰ دقیقه	۳۵ دقیقه	۳۵ دقیقه	۴۰ دقیقه	۴۰ دقیقه	۴۰ دقیقه	۴۰ دقیقه
۱۲ حرکت	۱۲ حرکت	۱۳ حرکت	۱۳ حرکت	۱۴ حرکت	۱۴ حرکت	۱۵ حرکت	۱۵ حرکت	۱۶ حرکت	۱۶ حرکت	۱۶ حرکت	۱۶ حرکت
۵ تکرار	۶ تکرار	۶ تکرار	۷ تکرار	۷ تکرار	۸ تکرار	۸ تکرار	۹ تکرار	۹ تکرار	۱۰ تکرار	۱۱ تکرار	۱۲ تکرار

[ضربان قلب استراحت - ضربان قلب بیشینه] = ضربان قلب هدف

۵ دقیقه حرکات کششی و گرم کردن

ضربان قلب استراحت + [درصد شدت فعالیت ×
با توجه به توصیه ACSM برای بیماران سرطانی و بر اساس تحقیقات صورت گرفته و با در نظر داشتن سن آزمودنی ها، از تمرین با شدت پایین تا متوسط برای امنیت بیماران استفاده شد (۲۸). ضربان قلب با ضربان سنج پلار کنترل گردید (جدول ۲).

پروتکل تمرین ترکیبی: تمرین ترکیبی در دو بخش هوازی و پیلاتس به مدت سه ماه و ۳ جلسه در هفته به مدت ۴۰-۷۵ دقیقه انجام شد. هر جلسه شامل تمرین هوازی و پیلاتس بود که در زیر به تفکیک بیان شده است.

تمرینات پیلاتس: به مدت ۱۲ هفته، هر هفته ۳ جلسه، هر جلسه، به مدت ۲۰ تا ۴۰ دقیقه انجام شد. با پیشرفت تمرین بر زمان و تعداد حرکات افزوده می شد. شدت تمرینات با میزان درک

تمرین هوازی: از تمرین هوازی به عنوان مداخله ورزشی استفاده گردید. آزمودنی های گروه تمرین به مدت ۱۲ هفته تمرین هوازی فزاینده (دویدن بر روی تردمیل)، هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه، به مدت ۲۰ تا ۳۵ دقیقه انجام دادند. شدت تمرین نیز بر اساس ضربان قلب هدف تعیین شد، ضربان قلب هدف از طریق فرمول کارونن به شرح زیر محاسبه گردید (۲۷).

جدول ۲. پروتکل هوازی

هفته	شدت	حجم تمرین
۱	۴۵٪ ضربان قلب	۲۰ دقیقه
۲	۴۵٪ ضربان قلب	۲۰ دقیقه
۳	۵۰٪ ضربان قلب	۲۰ دقیقه
۴	۵۰٪ ضربان قلب	۲۵ دقیقه
۵	۵۵٪ ضربان قلب	۲۵ دقیقه
۶	۵۵٪ ضربان قلب	۲۵ دقیقه
۷	۶۰٪ ضربان قلب	۳۰ دقیقه
۸	۶۰٪ ضربان قلب	۳۰ دقیقه
۹	۶۵٪ ضربان قلب	۳۰ دقیقه
۱۰	۶۵٪ ضربان قلب	۳۵ دقیقه
۱۱	۷۰٪ ضربان قلب	۳۵ دقیقه

اندازه گیری های بعدی در فریزر -۲۰ درجه سانتیگراد نگهداری گردید. همچنین از کیت های البیسانس (Elabsience) چین برای اندازه گیری SOD (cat.No.E-BC-K019-S)، GPX (cat.No.E-BC-K096-S)، TAC (cat.No.E-BC-K136-S) و MDA (cat.No.E-BC-K028-M) استفاده شد که به ترتیب با حساسیت ۴/۷ U/ml، ۱۲/۶۵ U/ml، ۱۰/۶۲ U/ml و ۰/۲۹ nmol/ml بود.

نمونه گیری خون: خون گیری از آزمودنی ها در دو مرحله: قبل از اجرای پروتکل تمرین و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین در هفته دوازدهم بعمل آمد. از هر نفر در هر نوبت ۱۰ سی سی خون در حالت ناشتا (۱۲ ساعت) از ورید بازویی گرفته شد. همه اندازه گیری ها در شرایط یکسان (ساعت ۸-۱۰ صبح) انجام شد. نمونه های خونی در لوله های حاوی EDTA قرار گرفته و به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور سانتریفیوژ شد و سپس سرم به دست آمده در میکروتیوب شماره گذاری شده ریخته شد و برای

روش های آماری

برای تعیین نحوه توزیع داده ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد و با توجه به توزیع طبیعی داده ها از آزمون های پارامتریک استفاده شد. برای مقایسه درون گروهی متغیرهای پژوهش در دو گروه تمرین و کنترل از آزمون تی همبسته و برای مقایسه بین دو گروه از آزمون تی مستقل استفاده شد. تمامی روش های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام گرفت.

یافته ها

جدول ۳ میانگین متغیرهای توصیفی، سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی دو گروه کنترل و تمرین را نشان می دهد. یافته ها نشان

داد در شرایط پایه مالون دی آلدئید، ظرفیت آنتی اکسیدانی تام، گلوکاتایون پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز در دو گروه هیچ گونه تفاوت معناداری ندارند اما بعد از ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی ظرفیت آنتی اکسیدانی تام ($P=0/005$) و گلوکاتایون پراکسیداز ($P=0/02$) افزایش معنادار را نسبت به پیش آزمون در گروه تمرین نشان دادند ($P=0/005$ ، $0/02$) ولی سطوح مالون دی آلدئید ($P=0/55$) و سوپراکسید دیسموتاز ($P=0/16$) تفاوت معناداری را نشان ندادند (جدول ۴). همچنین نتایج بین گروهی برای متغیر مالون دی آلدئید معنادار نبود ($P=0/06$) ولی برای متغیرهای سوپر اکسید دیسموتاز ($P=0/004$)، ظرفیت آنتی اکسیدانی تام ($P=0/001$) و گلوکاتایون پراکسیداز ($P=0/001$) معنادار بود.

جدول ۳. مقادیر میانگین و انحراف معیار متغیرهای عمومی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گروه شاهد و تجربی در شرایط پایه (پیش آزمون)

گروه متغیر	گروه کنترل (۱۵ نفر)	گروه تمرین (۱۵ نفر)	آزمون تی مستقل
	انحراف استاندارد $\pm$	انحراف استاندارد $\pm$	P
سن (سال)	۵۲/۲۶±۱۷	۵۴/۸۵±۹	۰/۲
قد (سانتی متر)	۱۶۷/۶±۴/۷	۱۶۶/۳۷±۹/۴	۰/۱۶
وزن (کیلوگرم)	۶۹/۹±۸/۱۳	۶۷/۳±۷/۹	۱/۷
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۵/۱۲±۱/۰۱	۲۴/۴۷±۰/۹۱	۰/۴۷
مالون دی آلدئید (میکرومول بر میلی لیتر)	۱۲/۳۵±۱/۰۹	۱۲/۷۳±۱/۳۲	۰/۳۹
سوپراکسید دیسموتاز (میکرومول بر میلی لیتر)	۵/۲۳±۰/۳۶	۵/۳۱±۰/۰۳	۰/۱۶
گلوکاتایون پراکسیداز (میکرومول بر میلی لیتر)	۱/۶۴±۰/۰۳	۱/۵۹±۰/۳۳	۰/۶۷
ظرفیت آنتی اکسیدانی تام (میکرومول بر میلی لیتر)	۹/۲۶±۰/۸۸	۹/۰۴±۰/۸۲	۰/۴۹

جدول ۴. تغییرات سرمی مالون دی آلدئید، سوپراکسید دیسموتاز، گلوکاتایون پراکسیداز و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام در دو گروه شاهد و تجربی (پیش آزمون و پس آزمون)

متغیر	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	P	t	P
		انحراف استاندارد $\pm$	انحراف استاندارد $\pm$	میانگین	بین گروهی (دلتا)	درون گروهی
مالون دی آلدئید (میکرومول بر میلی لیتر)	تجربی	۱۲/۷۳ ± ۱/۳۲	۱۲/۰۰ ± ۰/۷۷	۰/۳۹	۰/۰۶	۰/۵۵
	شاهد	۱۲/۳۵ ± ۱/۰۹	۱۲/۱۸ ± ۰/۹۳	۰/۱۵		
سوپراکسید دیسموتاز (میکرومول بر میلی لیتر)	تجربی	۵/۳۱ ± ۰/۳	۵/۰۶ ± ۰/۲۱	۰/۵۲	***۰/۰۴	۰/۱۶
	شاهد	۵/۲۳ ± ۰/۳۶	۵/۲۵ ± ۰/۳۹	۰/۶۵		
گلوکاتایون پراکسیداز (میکرومول بر میلی لیتر)	تجربی	۱/۵۹ ± ۰/۳۳	۱/۹ ± ۰/۲	۰/۴۲	***۰/۰۱	*۰/۰۰۵
	شاهد	۱/۶۴ ± ۰/۰۳	۱/۶۶ ± ۰/۲۴	۰/۶۷		
ظرفیت اکسیدانی تام (میکرومول بر میلی لیتر)	تجربی	۹/۳۷ ± ۱/۱	۱۰/۲۹ ± ۰/۹۲	۰/۴۹	***۰/۰۱	*۰/۰۲
	شاهد	۹/۲۶ ± ۰/۸۸	۹/۳۷ ± ۱/۱	۰/۶۹		

*تفاوت معناداری درون گروهی، ** تفاوت معنادار بین گروهی

بحث

نتیجه بررسی آماری نشان داد که ۱۲ هفته تمرین اثر معنی داری بر سطوح مالون دی آلدئید در بیماران زن مبتلا به سرطان سینه نداشته است. از نتایج ناهمسو می توان به نتیجه تحقیق کریمی و همکاران (۲۰۱۳)، اعظمیان جزی و همکاران (۲۰۱۷) و رپیکا و همکاران (۲۰۱۶) اشاره کرد (۲۹-۳۱). در تمامی این پژوهش ها سطح MDA کاهش معنی داری یافته بود. از علل ناهمسویی می توان به شدت تمرینات اشاره کرد. گمان می رود که در این پژوهش شدت تمرینات یا فشار وارد آمده بر آزمودنی ها به اندازه ای نبوده که بتواند تغییرات معنی داری در MDA ایجاد کند (۳۲). با استناد به سایر منابع، کاهش بافت چربی را به عنوان مکانیسم موثر بر بروز سرطان سینه عنوان کرده بودند و احتمال دادند این موضوع، از علل کاهش MDA باشد زیرا با اجرای تمرینات ورزشی از مقدار بافت چربی بافتی کاسته می شود (۳۳). وجود رابطه بین تغییرات OS و توده چربی بدن در مطالعه دیگری نیز تایید شده است (۳۴).

تغییرات سطح مالون دی آلدئید بازتاب اثر رادیکال های آزاد و ناهنجاری های ایجاد شده در بدن است، زیرا رادیکال های آزاد اکسیژن آسیب های وسیعی را از طریق حمله به اسیدهای نوکلئیک، پروتئین ها و لیپیدها در سلول به جای می گذارد که برخی از این تغییرات در DNA منجر به سرطان سینه می شود (۳۵). MDA در طی فرآیند پراکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع به دنبال یک واکنش آنزیمی ایجاد شده و در این روند رادیکال های آزاد به اسیدهای چرب اشباع شده که در واقع ترکیبات اصلی غشاء سلولی هستند آسیب رسانده و به دنبال لیپید پراکسیداسیون تغییراتی در سطوح مالون دی آلدئید ایجاد می شود (۳۶).

از دیگر اهداف این پژوهش، بررسی اثر ۱۲ هفته تمرین ترکیبی (هوازی و بیلاتنس) بر سوپراکسید دیسموتاز در بیماران زن مبتلا به سرطان سینه بود. نتیجه بررسی آماری نشان داد که تفاوت معنی داری بین گروه تمرین و کنترل وجود ندارد، به عبارتی دیگر ۱۲ هفته تمرین اثر معنی داری بر سطوح SOD در بیماران زن مبتلا به سرطان سینه نداشته است. گزارش ها حاکی از آن است که سطوح SOD در زنان مبتلا به سرطان سینه به طور معنی داری نسبت به زنان سالم پایین تر است (۳۷). با این حال، برخی دیگر نشان داده اند که سرطان سینه در زنان یائسه باعث افزایش قابل توجه SOD و GPx نسبت به زنان سالم یائسه می شود (۳۸). اینکه فعالیت ورزشی چه اثری بر سطوح SOD و GPx زنان مبتلا به سرطان سینه دارد، به طور دقیق مشخص نشده است و گزارشی وجود ندارد که این اثر را نشان دهد. در بیش تر پژوهش ها SOD در دیگر بافت ها مانند کبد یا عضله مورد سنجش قرار گرفته است

(۳۹). با این حال، یافته پژوهش حاضر با یافته میازاکی و همکاران (۲۰۰۱) و هاتانو و همکاران (۲۰۰۶)، گون و همکاران (۲۰۰۹) همخوانی ندارد (۳۹-۴۱). نتایج آن ها از افزایش معنی دار SOD در اثر فعالیت ورزشی حمایت کرده است. بخشی از این عدم همخوانی می تواند به نوع فعالیت ورزشی، نوع آزمودنی، محل و روش اندازه گیری و ارزیابی و ایزوزیم های متفاوت SOD مربوط باشد (۳۹). با این وجود، یافته حاضر با یافته نوری و همکاران (۱۳۹۳)، مارش و همکاران (۲۰۰۶)، لامبرتوچی و همکاران (۲۰۰۷) و سوزارابو و همکاران (۲۰۰۸) همخوانی دارد (۴۲-۴۵). این پژوهشگران نیز عدم تغییر معنی دار SOD در اثر فعالیت ورزشی و یا افزایش اندک آن را گزارش کرده بودند. به نظر می رسد، فعالیت ورزشی طولانی مدت بتواند سازوکارهای سازگاری SOD به فعالیت ورزشی را موجب شود. ممکن است این سازگاری به میتوکندری عضله مربوط باشد، زیرا غشای داخلی میتوکندری منبع مهمی برای تولید گونه های فعال اکسیژن است (۴۵). اما این سازگاری تنها به این اندامک درون سلولی و این بافت محدود نمی شود و ممکن است در سایر بافت ها نیز مشاهده شود (۴۵). به هر حال بنظر می رسد فعالیت ورزشی در زنان یائسه مبتلا به سرطان سینه، میزان SOD سرمی را اندکی افزایش دهد که پیامد این امر کاهش تولید رادیکال های آزاد، کاهش تخریب اکسایشی و سرانجام کاهش خطر باز رخداد سرطان پستان باشد. مشخص شده است، کاهش مقدار آنتی اکسیدان ها به ویژه SOD می تواند مرگ برنامه ریزی شده سلول (آپوپتوز) را مختل کرده و سبب سرطانی شدن بافت ها به ویژه بافت پستانی و یا متاستاز سرطان به دیگر بافت ها شود (۴۳).

در مطالعات مکانیسم های متعددی برای توجیه پاسخ آنزیم های آنتی اکسیدانی به ورزش ارائه شده است. در پژوهش جهانی و همکاران (۱۳۸۹) میزان SOD و MDA افزایش یافته است. این محققان بیان کردند که متعاقب تمرینات ورزشی خصوصاً تمرینات استقامتی شدید، تولید رادیکال های آزاد افزایش می یابد (۴۶). در نتیجه به دنبال آن MDA که به عنوان یکی از شاخص های پراکسیداسیون لیپیدی غشا گلبول های قرمز خون می باشد، افزایش می یابد. به دنبال افزایش استرس اکسیداتیو ها در بدن، سیستم دفاعی سلول ها مانند آنزیم های آنتی اکسیدانی جهت مقابله با استرس اکسیداتیو تولید شده تحریک و فعال می شوند (۴۶). اگر فعالیت ورزشی شدید باشد، از طریق افزایش ترشح هورمون هایی مانند اپی نفرین یا کاتکولامین های دیگر، متابولیسم پروستanoئیدها، گزانتین اکسیداز، NADPH اکسیداز و فعالیت ماکروفاژها بر فرآیندهای استرس اکسیداتیو اثرگذار بوده و موجب افزایش استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپید می شود (۴۷).

معنی‌داری بین گروه تمرین و کنترل وجود دارد، یعنی ۱۲ هفته تمرین اثر معنی‌داری بر سطوح ظرفیت اکسیدانی تام در بیماران زن مبتلا به سرطان سینه داشته است.

از پژوهش‌های همسو می‌توان به پژوهش عمادی و همکاران (۱۳۹۳) (۳۲)، اعظمیان جزی و همکاران (۲۰۱۷) (۲۹) و ریپکا و همکاران (۲۰۱۶) (۳۱) نام برد. ریپکا و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیماران نجات‌یافته از سرطان به میانگین سنی ۶۴ ساله (پنج نفر از هشت نفر گروه تجربی مبتلا به سرطان سینه بوده‌اند) پس از ۱۰ هفته تمرین ترکیبی هوازی و مقاومتی (سه روز در هر هفته) افزایش معنی‌داری یافت (۳۱). تحقیق اصلان و همکاران (۱۹۹۸) با نتایج این تحقیق ناهمسو بود (۵۰). در این تحقیق میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام کاهش یافته بود. در تحقیق اعظمیان جزی و همکاران (۲۰۱۷)، استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپیدی زنان نجات‌یافته از سرطان سینه، پس از شش هفته دویدن تداومی با شدت متوسط (سه جلسه تمرین ۲۰ دقیقه ای تحت نظارت در هر هفته) بهبود معنی‌داری داشت (۲۹). در مورد علل و چگونگی تاثیر تمرینات ترکیبی بر وضعیت ظرفیت اکسیداتیو می‌توان به این نکته اشاره کرد که قرارگیری مداوم انسان در موقعیت‌های تسهیل کننده تولید ROS می‌تواند سازگاری‌هایی ایجاد کند که دفاع سلولی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را بهبود بخشیده و فعالیت رادیکال‌های آزاد را کاهش دهد (۴۳). لازم به ذکر است که رادیکال‌های آزاد با کربوهیدرات، پروتئین، چربی و بسیاری از عوامل آسیب رسان سلول‌ها و بافت‌های مختلف واکنش داده و باعث افزایش سطوح OS می‌شوند که نتیجه آن، آسیب دیدن پروتئین‌های سلول و DNA می‌باشد (۵۱). همچنین سازگاری‌هایی که بر اثر تمرینات ورزشی منظم در عضلات اسکلتی و گلبول‌های قرمز ایجاد می‌شود ممکن است قابلیت حفاظت بدن در برابر رادیکال‌های آزاد را بهبود بخشد (۵۲). علاوه بر این، کاهش OS بر اثر تمرینات ورزشی منظم چند هفته‌ای را می‌توان به بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی درون‌زاد و یا بهبود عملکرد دستگاه انتقال الکترون (جلوگیری از نشت الکترون) نیز نسبت داد (۵۲).

نتیجه‌گیری

تمرینات ترکیبی پیلاتس و هوازی اولین تحقیق در زمینه بیماران سرطانی بود که با توجه به یافته‌های این مطالعه بنظر می‌رسد تمرینات ترکیبی هوازی و پیلاتس توانسته دفاع آنتی‌اکسیدانی را در بیماران سرطان پستان بهبود دهد. برای رسیدن به نتیجه‌گیری قطعی نیازمند تحقیقات بلندمدت در این زمینه می‌باشد. بنابراین این نوع تمرینات را می‌توان به عنوان یک شیوه غیردارویی برای کمک به این بیماران پیشنهاد نمود.

هدف دیگر این پژوهش، بررسی اثر ۱۲ هفته تمرین ترکیبی (هوازی و پیلاتس) بر گلوکوتاتیون پراکسیداز در بیماران زن مبتلا به سرطان سینه بود. بررسی آماری نشان داد تفاوت معنی‌داری بین گروه تمرین و کنترل وجود دارد، یعنی ۱۲ هفته تمرین ترکیبی (هوازی و پیلاتس) اثر معنی‌داری بر سطوح گلوکوتاتیون پراکسیداز در بیماران زن مبتلا به سرطان سینه داشته است.

برخلاف SOD، سازگاری‌های پایداری در مورد GPx نسبت به فعالیت ورزشی گزارش شده است (۳۹). به عنوان نمونه، میازاکی و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند، ۱۲ هفته تمرین شدید می‌تواند فعالیت GPx را در زمان استراحت پس از تمرین به طور معنی‌دار افزایش دهد (۳۹). کارانت و جوارناتام (۲۰۰۵) گزارش کردند فعالیت ورزشی در موش نر می‌تواند GPx را افزایش دهد (۴۸). مارش و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند فعالیت ورزشی به همراه مصرف مکمل می‌تواند فعالیت GPx را به طور قابل توجهی افزایش دهد (۴۲). همچنین، گون و همکاران اذعان داشتند که اجرای تمرینات تای‌چی به مدت شش ماه می‌تواند سبب افزایش فعالیت GPx شود (۴۱).

گلوکوتاتیون یک نقش محوری در حفظ و نگهداری وضعیت ردوکس داخل سلولی و عملکرد آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در طول تمرینات حاد و کوتاه مدت شدید و تمرینات طولانی مدت با شدت کم بازی می‌کند (۴۹). تغییرات آنتی‌اکسیدان‌ها نه تنها به نوع، مدت و شدت ورزش بستگی دارد، بلکه وضعیت دفاع آنتی‌اکسیدانی از اندامی به اندام دیگر نیز متفاوت است (۴۹). برخی بر این باورند GPx نسبت به دیگر آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی سازگاری تمرینی بهتری را ایجاد می‌کند (۴۳). دلیل این موضوع این است که GPx، فراورده نهایی مسیر تولید ROS یعنی پراکسید هیدروژن را از بین می‌برد و به همین دلیل فعالیت آن نسبتاً پایین است (۴۳). از این‌رو این آنتی‌اکسیدان آنزیمی بهترین سازگاری را با فعالیت ورزشی به نمایش می‌گذارد. از آنجایی که GPx به مقدار ROS بسیار حساس است و با توجه به این که بهترین سازگاری را با فشار اکسایشی دارد (۴۱، ۴۳). بنابراین به نظر می‌رسد، برای حفظ پایداری سلول مهم‌ترین آنتی‌اکسیدان آنزیمی باشد (۴۱). یک سازوکار احتمالی برای توجیه افزایش مقادیر GPx و SOD به پاسخ سازگاری به فشار اکسایشی ناشی از افزایش تولید رادیکال‌های آزاد و افزایش بیوسنتز آنزیمی مربوط است. افزون بر این، با افزایش اکسایش، همراه با افزایش مقادیر نیتریک اکساید (NO)، مقادیر و فعالیت SOD افزایش می‌یابد تا از سلول‌ها در برابر فشار اکسایشی تحمیلی مراقبت کند (۴۳).

آخرین هدف این پژوهش، بررسی اثر ۱۲ هفته تمرین ترکیبی (هوازی و پیلاتس) بر ظرفیت اکسیدانی تام در بیماران زن مبتلا به سرطان سینه بود. نتیجه بررسی آماری نشان داد که تفاوت

تشکر و قدردانی

این مطالعه برگرفته از پایانامه کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزشی گروه علوم ورزشی دانشگاه شهیدمدنی آذربایجان می باشد. بدینوسیله از آزمودنی های شرکت کننده در پژوهش نهایت تشکر و قدردانی را به عمل می آید.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله، هیچ نفع متقابلی از انتشار آن ندارند.

حمایت مالی

این مطالعه با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان انجام شده است.

منابع

1. Rajendra C, Kedari G. Role of antioxidant levels and lipid peroxidation in patients with breast cancer. *Biomedicine*. 2020;40:170-174. doi.org/10.1016/j.phrs.2023.106777.
2. Kangari P, Farahany T. Z, Golchin A, Ebadollahzadeh S, Salmaninejad A, Mahboob S. A, et al. Enzymatic antioxidant and lipid peroxidation evaluation in the newly diagnosed breast cancer patients in Iran. *Asian Pacific journal of cancer prevention*. 2019; 19: 351. doi: 10.31557/APJCP.2018.19.12.3511.
3. Youssef H, Salem H. Oxidative stress parameters in patients with breast cancer before and after radiotherapy. *Egyptian Journal of Radiation Sciences and Applications*. 2019;32:177-185. doi: 10.21608 /EJRSA.2019.15164.1079.
4. Shamshirian A, Heydari K, Shams Z, Aref A. R, Shamshirian D, Tamtaji O. R, et al. Breast cancer risk factors in Iran: a systematic review & meta-analysis. *Hormone molecular biology and clinical investigation*. 2020; 41: 21. doi: 10.1515/hmbci-2020-0021.
5. Harris I. S, DeNicola G. M, The complex interplay between antioxidants and ROS in cancer. *Trends in cell biology*. 2002; 30: 40-451. doi: 10.1016/j.tcb.2020.03.002.
6. Cui Q, Wang J. Q, Assaraf Y. G, Ren L, Gupta P, Wei L, et al. Modulating ROS to overcome multidrug resistance in cancer. *Drug Resistance Updates*. 2018; 41: 1-25. doi: 10.1016/j.drug.2018.11.001.
7. Brenneisen P, Reichert A. S. Nanotherapy and reactive oxygen species (ROS) in cancer: a novel perspective. *Antioxidants*. 2018; 7: 31.. doi: 10.3390/antiox7020031.
8. Khan A. Q, Rashid K, AlAmodi A, Agha M. V, Akhtar S, Hakeem I, et al. Reactive oxygen species (ROS) in cancer pathogenesis and therapy: An update on the role of ROS in anticancer action of benzophenanthridine alkaloids. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2021; 143: 112-142. doi: 10.1016/j.biopha.2021.112142.
9. Martínez-Reyes I, Chandel N. S. Cancer metabolism: looking forward. *Nature Reviews Cancer*. 2021; 21: 669-680. doi: 10.1038/s41568-021-00378-6.
10. Niu B, Liao K, Zhou Y, Wen T, Quan G, Pan X, et al. Application of glutathione depletion in cancer therapy: Enhanced ROS-based therapy, ferroptosis, and chemotherapy. *Biomaterials*. 2021; 277: 110-121. doi: 10.1016/j.biomaterials. 2021.121110.
11. Hernansanz-Agustín P, Enríquez J. Generation of reactive oxygen species by mitochondria. *Antioxidants*. 2021;10: 415. doi: 10.3390/antiox10030415.
12. Encarnación-Rosado J, Kimmelman A. C. Harnessing metabolic dependencies in pancreatic cancers. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*. 2021; 18: 482-492. doi: 10.1038/s41575-021-00431-7.
13. Buico A, Cassino C, Ravera M, Betta P. G, Osella D. Oxidative stress and total antioxidant capacity in human plasma. *Redox Report*. 2009; 14: 125-131. doi: 10.1179/135100009X392557.
14. Cecchini S, Fazio F. Assessment of total antioxidant capacity in serum of healthy and stressed hens. *Animals*. 2020;10(11):2019. doi:10.3390/ani10112019.
15. Omar ME A. S, Eman R. Y, Hafez H. F. The antioxidant status of the plasma in patients with breast cancer undergoing chemotherapy. *Open Journal of Molecular and Integrative Physiology*. 2011;1(3):29-35. doi: 10.4236/ojmip.2011.13005.
16. Tas F, Hansel H, Belce A, Ilvan S, Argon A, Camlica H, Topuz E. Oxidative stress in breast cancer. *Medical Oncology*. 2005;22(1):11-5. doi: 10.1385/MO:22:1:011.
17. Didziapetriene J, Smailyte G, Bublevic J, Kazbariene B, Kasiulevicius V, Stukas R. Relationship of MDA plasma concentrations to long-term survival of breast cancer patients. *Tumori Journal*. 2014; 100(3):333-7. doi:10.1700/1578.17220.
18. Qi Y, Min H, Mujeeb A, Zhang Y, Han X, Zhao X, et al. Injectable hexapeptide hydrogel for localized chemotherapy prevents breast cancer recurrence. *ACS applied materials & interfaces*. 2018;10(8):6972-6981. doi: 10.1021/acsami.7b19258.
19. Shahar S, Salleh R. M, Ghazali A. R, Koon P. B, Mohamud W. Roles of adiposity, lifetime physical activity and serum adiponectin in occurrence of breast cancer among Malaysian women in Klang Valley. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*. 2010;11(1):61-6. PMID: 20593932.
20. Irwin M. L, Smith A. W, McTiernan A, Ballard-Barbash R, Cronin K, Gilliland F. D, et al. Influence of pre- and postdiagnosis physical activity on mortality in breast cancer survivors: the health, eating, activity, and

- lifestyle study. *Journal of clinical oncology*. 2008 Aug 20; 26(24): 3958–3964 .doi: 10.1200/JCO.2007.15.9822.
21. Karimi F. Behboudi Tabrizi L. The Effects of Six Weeks of Aerobic Training on the Tumor Volume and Oncostatin-M Serum Level in Mice with Breast Cancer. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*. 2018; 17(2): 105-14. URL: <http://journal.rums.ac.ir/article-1-3839-en.html> [in persian]
 22. Suner-Keklik S, Numanoglu-Akbas A, Cobanoglu G, Kafa N, Guzel NA. An online pilates exercise program is effective on proprioception and core muscle endurance in a randomized controlled trial. *Irish Journal of Medical Sciences*. 2022;191(5):2133-2139. doi: 10.1007/s11845-021-02840-8.
 23. Fernández-Rodríguez R, Álvarez-Bueno C, Cervero-Redondo I, Torres-Costoso A, Pozuelo-Carrascosa DP, Reina-Gutiérrez S, et al. Best Exercise Options for Reducing Pain and Disability in Adults With Chronic Low Back Pain: Pilates, Strength, Core-Based, and Mind-Body. A Network Meta-analysis. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2022; 52(8):505-521. doi: 10.2519/jospt.2022.10671.
 24. Gou Y, Lei H, Zeng Y, Tao J, Kong W, Wu J. The effect of Pilates exercise training for scoliosis on improving spinal deformity and quality of life: Meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine (Baltimore)*. 2021;100(39):e27254. doi: 10.1097/MD.00000000000027254.
 25. Wang Y, Chen Z, Wu Z, Ye X, Xu X. Pilates for overweight or obesity: a meta-analysis. *Frontiers in physiology*. 2021 Mar 11;12:643455. doi: 10.3389/fphys.2021.643455.
 26. Ferguson B. AC'''' s uu ddnns for Exrrreee iii ng nnd Prrrrr ppon 9hhEd. 2014. J Cnn <hrropr As5o.. 2014;58(3):328. PMID: PMC4139760.
 27. Yadav, Alok Kumar; Bagi, Jayasheela G. A study to evaluate cardiovascular responses by using treadmill and ergometer bicycle exercise in young adults. *Indian Journal of Health Sciences and Biomedical Research (KLEU)*. 2018; 11(1):p 81-85. doi: 10.4103/kleuhsj.kleuhsj 8917
 28. Courneya KS, Segal RJ, Mackey JR, Gelmon K, Reid RD, Friedenreich CM, et al. Effects of aerobic and resistance exercise in breast cancer patients receiving adjuvant chemotherapy: a multicenter randomized controlled trial. *Journal of Clinical Oncology*. 2007;25(28):4396-404. doi: 10.1200/JCO.2006.08.2024.
 29. Azamian Jazi A, Emd S, Hemati S. Effect of six weeks of continuous running on oxidative stress, lipid peroxidation and aerobic power in female survivors of breast cancer. *Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility*. 2017; 19(38): 24-32. doi: 10.22038/ijogi.2017.8278.
 30. Karimi N, Roshan VD. Change in adiponectin and oxidative stress after modifiable lifestyle interventions in breast cancer cases. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*. 2013;14(5):2845-50. doi: 10.7314/apjcp.2013.14.5.2845.
 31. Repka CP, Hayward R. Oxidative stress and fitness changes in cancer patients after exercise training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2016 Apr;48(4):607-14. doi:10.1249/MSS.0000000000000821.
 32. Emadi S, Azamian Jazi A, Hemati S. Effect of 6 Weeks of Low-volume High-intensity Interval Training on Antioxidant Defense and Aerobic Power in Female Survivors of Breast Cancer 2018; 60(6): 779-791. doi: 10.22038/mjms.2018.10742 [in persian]
 33. Pandey KB, Rizvi SI. Biomarkers of oxidative stress in red blood cells. *Olomouc Czech Republic*. 2011;155(2):131-6. doi: 10.5507/bp.2011.027. PMID: 21804621.
 34. Park SY, Kwak YS. Impact of aerobic and anaerobic exercise training on oxidative stress and antioxidant defense in athletes. *Journal of Exercise Rehabilitation*. 2016;12(2):113-7. doi: 10.12965 /jer.
 35. Taghiyar S, Shahanipoor K, Razmi N A. Comparison of the Serum Level of Carcinoembryonic antigen, Prolactin, and Malondialdehyde in Patients Suffering from Breast Cancer and in Healthy individuals in Isfahan. *Journal of Advanced Biomedical Sciences*. 2014; 4 (3) :362-370. URL: <http://jabs.fums.ac.ir/article-1-180-en.html>.
 36. Mazdak H, Mirkheshti N, Movahedian A, Yazdekhesti F, Behzad E, Shafieian M. Study of the oxidative stress markers in bladder cancer patients in comparison with healthy subjects. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2009; 16 :167-172. URL: <http://rjms.iuums.ac.ir/article-1-1180-en.html>.
 37. Negahdar M, Jalali M, Abtahi H, Sadeghi M, Javadi E, Aghvami T, et al. Blood superoxide dismutase and catalase activities in women affected with breast cancer . *Iran Journal Public Health*. 2005; 1;34(3):39-43.
 38. Rajneesh CP, Manimaran A, Sasikala KR, Adaikappan P. Lipid peroxidation and antioxidant status in patients with breast cancer. *singapore medical journal*. 2008;49(8):640-3. PMID: 18756349.
 39. Miyazaki H, Oh-ishi S, Ookawara T, Kizaki T, Toshinai K, Ha S, et al. Strenuous endurance training in humans reduces oxidative stress following exhausting exercise. *European Journal of Applied Physiology*. 2001;84(1-2):1-6. doi: 10.1007/s004210000342.
 40. Hatao H, Oh-ishi S, Itoh M, Leeuwenburgh C, Ohno H, Ookawara T, et al. Effects of acute exercise on lung antioxidant enzymes in young and old rats. *Mechanisms of Ageing and Development*. 2006; 4: 384-390. <https://doi.org/10.1016/j.mad.2005.12.008> .
 41. Goon JA, Aini AH, Musalmah M, Anum MY, Nazaimoon WM, Ngah WZ. Effect of Tai Chi exercise on DNA damage, antioxidant enzymes, and oxidative stress in middle-age adults. *Journal of Physical Activity and Health*. 2009; 6(1):43-54. doi: 10.1123/jpah.6.1.43.

42. Marsh SA, Laursen PB, Coombes JS. Effects of antioxidant supplementation and exercise training on erythrocyte antioxidant enzymes. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*. 2006; 76(5):324-31. doi: 10.1024/0300-9831.76.5.324.
43. Nori R, |Mahmoudyeh B, Rahmaninia F, Damirchi A. Changes in the levels of endogenous antioxidants in postmenopausal women with breast cancer after 15 weeks of combined sports activity; A randomized clinical trial. *Journal of Applied Exercise Physiology (JAEP)* 2016; 11(22): 53-6 , doi: 10.22080/jaep.2016.1208. [In Persian].
44. Souza-Rabbo MP, Silva LF, Auzani JA, Picoral M, Khaper N, Belló-Klein A. Effects of a chronic exercise training on oxidative stress and mitochondrial hypertrophy in mononuclear mitochondria. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*. 2008; 35(8):944-8. doi: 10.1111/j.1440-1681.2008.04936.x. Epub 2008 Apr 21.
45. Lambertucci RH, Levada-Pires AC, Rossoni LV, Curi R, Pithon-Curi TC. Pithon-Curi. Effects of aerobic exercise training on antioxidant enzyme activities and mRNA levels in soleus muscle from young and aged rats. *Mechanisms of Ageing and Development*. 2007;128(3):267-75. doi: 10.1016/j.mad.2006.12.006. Epub 2006 Dec 23.
46. Robertson JD, Maughan RJ, Duthie GG, Morrice PC. Increased blood antioxidant systems of runners in response to training load. *Clinical science (Lond)*. 1991;80(6):611-8. doi: 10.1042/cs0800611.
47. Chevion S, Moran DS, Heled Y, Shani Y, Regev G, Abbou B, et al. Plasma antioxidant status and cell injury after severe physical exercise. *Proceedings of the National Academy of Sciences U S A*. 2003;100(9):5119-23. doi: 10.1073/pnas.0831097100.
48. Jyothisna K, Kadirvelu J. Oxidative stress and antioxidant status in rat blood, liver and muscle: effect of dietary lipid, carnitine and exercise. *International journal for vitamin and nutrition research*. 2005; 75(5): 333–339. doi.org/10.1024/0300-9831.75.5.333
49. Paine SK, Basu A, Mondal LK, Sen A, Choudhuri S, Chowdhury IH, et al. Association of vascular endothelial growth factor, transforming growth factor beta, and interferon gamma gene polymorphisms with proliferative diabetic retinopathy in patients with type 2 diabetes. *Molecular Vision*. 2012;18:2749-57. PMID: 23213275.
50. Aslan R, Mehmet R, Tarakcioglu M. Effect of acute and regular exercise on antioxidant enzymes, tissue damage markers and membrane lipid peroxidation of erythrocytes in sedentary students. *Turkish Journal of Medical Sciences*. 1998;28: 411-414 .
51. Tupurani M. A, Padala C, Kumar R. G, Puranam K, Kumari S, Rani S. H. Oxidative stress/Nitrosative stress in breast cancer. *International Journal of Analytical Bio-Science*. 2020;13(1):46-54.
52. Thirupathi A, Wang M, Lin JK, Fekete G, István B, Baker JS, Gu Y. Effect of different exercise modalities on oxidative stress: a systematic review. *BioMedical Research International*. 2021; 1947 92 . doi: 10.1155/2021/1947928.