



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

Bahloul Ghorbanian<sup>1\*</sup>, Yousef Saberi<sup>2</sup>, Elnaz Hamidi<sup>3</sup>

1. Corresponding Author, Associate Professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Psychology and Education, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran. [b.gorbanian@gmail.com](mailto: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](mailto:saberiyousef@yahoo.com)
3. M.Sc, Department of Sport Sciences, Faculty of Psychology and Education, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran. [hamidielnaz92@gmail.com](mailto: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

© The Author(s)



10.22034/sbs.2024.445065.1084

## **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:  $54.8 \pm 5.9$  years, weight:  $67.3 \pm 7.9$  kg) and a control group (age:  $52.2 \pm 6.17$  years, weight:  $69.9 \pm 8.13$  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 level was set at  $P \geq 0.05$ .

### **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 آنتی‌اکسیدانی در زنان مبتلا به سرطان پستان

بهلول قربانیان<sup>۱\*</sup>، یوسف صابری<sup>۲</sup>، الناز حمیدی<sup>۳</sup>

۱. نویسنده مسئول، دانشیار، 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. saberiyoucef@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	<b>مقدمه و هدف:</b> بررسی‌ها نشان می‌دهد بین سطوح آنتی‌اکسیدان‌های 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 فعالیت‌های ورزشی ترکیبی بویژه ورزش پیلاتس و هوازی بر این عوامل در بیماران سرطانی مشخص نیست. هدف مطالعه حاضر بررسی تغییرات برخی آنتی‌اکسیدان‌های درون‌زاد زنان یائسه مبتلا به سرطان پستان متعاقب ۱۲ هفته فعالیت ورزشی ترکیبی بود.
دوره: ۱۶	<b>مواد و روش‌ها:</b> در این مطالعه نیمه تجربی ۳۰ زن مبتلا به سرطان پستان تحت درمان به عنوان آزمودنی‌های 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. داده‌ها با استفاده از آزمون تی مستقل و وابسته در سطح معناداری کوچکتر از ۰/۰۵ تحلیل شدند.
شماره: ۳۲	<b>یافته‌ها:</b> نتایج نشان داد پس از ۱۲ هفته تمرین ترکیبی، سطوح گلوتاتیون پراکسیداز ( $P=0/005$ ) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل افزایش معنی‌داری داشتند ( $P<0/005$ )، اما تغییرات سطوح سوپراکسید دیسموتاز و مالون‌دی‌آلدئید معنی‌دار نبود ( $P>0/005$ ).
صفحه: ۱۵-۲۷	<b>نتیجه‌گیری:</b> به نظر می‌رسد تمرین ترکیبی هوازی و پیلاتس می‌تواند اثرات سودمندی برای دفاع آنتی‌اکسیدانی آنزیمی از طریق افزایش گلوتاتیون پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی 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	<b>واژه‌های کلیدی:</b> تمرین ترکیبی، سرطان پستان، سوپراکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز، مالون دی‌آلدئید، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی 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 آنتی‌اکسیدانی 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).

doi 10.22034/sbs.2024.445065.1084

## 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 می‌باشد. سرطان در واقع حاصل رشد و تکثیر بی‌رویه سلولی در نتیجه جهش در DNA است. سرطان در انواع مختلفی بروز می‌کند و بالغ بر ۲۰۰ بیماری را شامل می‌شود که سرطان پستان یکی از مهم‌ترین موارد است (۱). سرطان پستان مهم‌ترین عامل نگران‌کننده سلامتی در زنان است، زیرا شایع‌ترین نوع سرطان در زنان است و در کشورهای غربی در حدود یک سوم از کل سرطان‌های زنان را تشکیل می‌دهد (۲، ۳). در ایران، سرطان سومین علت مرگ و میر حساب می‌شود. در این میان سرطان پستان ۳۲ درصد از موارد سرطان‌های زنان و اولین علت مرگ زنان ۴۰ تا ۴۵ ساله را تشکیل می‌دهد. در ایران برخلاف کشورهای غربی زنان در سنین پایین‌تر، 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 می‌دهد (۴).

از طرفی استرس اکسیداتیو که ناشی از عدم تعادل در وضعیت ردوکس بدن می‌باشد، منجر به آسیب‌های بافتی در بدن می‌گردد. از مهم‌ترین رادیکال‌های آزاد، گونه‌های فعال اکسیژن است که از طریق مسیرهای مختلف متابولیکی مانند متابولیسم هوازی در زنجیره تنفسی میتوکندری، تولید می‌شود و نقش کلیدی در شروع و پیشرفت انواع سرطان دارد. گونه‌های فعال اکسیژن از طریق مسیرهای مختلف سیگنالینگ و هدایت پیام در بدن از جمله عامل‌های رشد و مسیرهای میتوزنیک، می‌تواند بسیاری از فرآیندهای سلولی مانند رشد و تکثیر را تحت کنترل خود درآورده و با تحریک رشد بی‌رویه سلولی در ایجاد توده‌های توموری و شروع فرآیند سرطان‌زایی، نقش مهمی ایفا کند (۵). بروز استرس اکسیداتیو ناشی از افزایش گونه‌های فعال و کاهش توان سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی بدن، در سلول‌های سرطانی منجر به متاستاز می‌گردد، که این فرآیندها نیز از عوامل اصلی گسترش و توسعه سرطان محسوب می‌شوند. رادیکال‌های آزاد در بدن از طریق واکنش با مولکول‌های زیستی سبب ایجاد ترکیب‌هایی مانند مالون‌دی‌آلدهید و هیدروکسی‌گوانوزین می‌گردند که از آن‌ها می‌توان بعنوان شاخصی در تشخیص سرطان‌ها استفاده نمود (۶).

روابط متقابل بین استرس اکسیداتیو<sup>۱</sup> (OS) و سرطان پیچیده است. بسیاری از انواع سلول‌های سرطانی می‌توانند تولید گونه‌های اکسیژن واکنش‌پذیر<sup>۲</sup> (ROS) را افزایش دهند (۷). افزایش تولید آن‌ها نیز می‌تواند 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 می‌تواند نقش مهمی در بروز و پیشرفت سرطان داشته باشد (۹). آسیب اکسیداتیو در سطوح سلولی و بافتی به وسیله رادیکال‌های آزاد و متابولیت‌های فعال اکسیژن در زمان ابتلا به سرطان پستان و نیز در طی روند درمان آن ایجاد می‌شود (۱۰). افزایش استرس اکسیداتیو می‌تواند دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن در برابر آنژیوژنز و متاستاز سلول‌های سرطانی را کاهش دهد (۱۱). افزایش سطوح استرس اکسیداتیو در بیماران مبتلا به سرطان پستان با روند بیماری، آسیب بافت‌ها، مصرف داروهای ضد سرطانی و دوره‌های شیمی - پرتو درمانی ارتباط دارد (۱۲).

گرچه برای بررسی وضعیت استرس اکسیداتیو می‌توان تک تک آنزیم‌های درون‌زاد را اندازه‌گیری کرد، اما به نظر می‌رسد سنجش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام<sup>۳</sup> (TAC) به عنوان شاخصی معتبر می‌تواند اطلاعات زیستی قابل اطمینان‌تری در مقایسه با تک تک آنتی‌اکسیدان‌های درون‌زاد ارائه کند (۱۳) و اغلب آن را به عنوان یک بیومارکر جهت بررسی استرس اکسیداتیو در شرایط پاتولوژیک مورد استفاده قرار می‌دهند و سنجش تمامی عوامل و مکانیسم‌های دخیل در این مسیر می‌تواند به دلیل شناسایی عوامل مختلف دخالت‌کننده در مسیر حائز اهمیت باشد. همچنین پراکسیداسیون لیپیدی که نتیجه اکسیداسیون خودکار اسیدهای چرب غیراشباع است، به طور مداوم در بافت پستان رخ می‌دهد (۱۴) و مالون دی‌آلدئید<sup>۴</sup> (MDA) که فراوانترین محصول جانبی این فرایند است (۱۵) به عنوان شاخص معتبر اندازه‌گیری تغییرات آن و نیز جهت اندازه‌گیری OS مورد استفاده قرار می‌گیرد. MDA با ایجاد ضایعاتی در ماکرومولکول‌ها، آنزیم‌ها و DNA به عنوان عامل جهش‌زا و در نتیجه سرطان‌زا معرفی شده است (۱۶) و در مطالعه دیزپترین 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 می‌توان از آن به عنوان یک فاکتور تشخیصی در مراحل اولیه سرطان پستان استفاده کرد (۱۷). تمرینات ورزشی می‌تواند بسیاری از عوارض جانبی ناشی از درمان سرطان شامل شیمی‌درمانی و پرتو درمانی را کاهش دهد (۱۸). میزان فعالیت‌های 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 می‌تواند 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

3. Total Antioxidant Capacity  
4. Malondialdehyde

1. Oxidative stress  
2. Reactive Oxygen Species

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 پیلاتس) بر استرس اکسیداتیو را در بیماران زن مبتلا به سرطان سینه بررسی نماید.

### روش شناسی

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 می‌باشد.

تشخیص بیماری، تحرک بدنی اندکی داشته‌اند، ولی بعد از آن به فعالیت ورزشی پرداخته‌اند، ۴۵ درصد کاهش می‌یابد و در مقابل، خطر مرگ در بیماری 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 پیلاتس (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 پیلاتس بخشی از بدن را با تکرار انقباض‌های عضلانی آهسته 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 پیلاتس 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 پیلاتس) 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 پیلاتس در کنار تمرینات هوازی می‌تواند به عنوان یک روش تمرینی مؤثر در افراد مبتلا به سرطان مورد مطالعه قرار گیرد. همچنین تمرینات پیلاتس 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، شنا، ضربدری، کشش یک پا صاف، خم شدن از پهلو، خطکش از جلو، بلند کردن سینه، بلند کردن پا در حالت دراز کش به پشت، کشش گربه و کشش دو پا صاف بود (۲۶).

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 می‌شد. شدت تمرینات با میزان درک

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

۵ دقیقه حرکات کششی و گرم کردن

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

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 آزمودنی‌ها، از تمرین با شدت پایین تا متوسط برای امنیت بیماران استفاده شد (۲۸). ضربان قلب با ضربان سنج پلار کنترل گردید (جدول ۲).

تمرین هوازی: از تمرین هوازی به عنوان مداخله ورزشی استفاده گردید. آزمودنی‌های 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 گیری‌های بعدی در فریزر -۲۰ درجه سانتیگراد نگهداری گردید. همچنین از کیت‌های الیسیانس (Elabsience) چین برای اندازه‌گیری 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 و ۰/۶۲ U/ml و ۰/۲۹ nmol/ml بود.

نمونه‌گیری خون: خون‌گیری از آزمودنی‌ها 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 سی‌سی خون در حالت ناشتا (۱۲ ساعت) از ورید بازویی گرفته شد. همه اندازه‌گیری‌ها در شرایط یکسان (ساعت ۸-۱۰ صبح) انجام شد. نمونه‌های خونی در لوله‌های حاوی EDTA قرار گرفته و به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور سانتریفیوژ شد و سپس سرم به دست آمده در میکروتیوب شماره‌گذاری شده ریخته شد و برای

## روش های آماری

برای تعیین نحوه توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد و با توجه به توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون‌های 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 روش‌های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام گرفت.

## یافته‌ها

جدول ۳ میانگین متغیرهای توصیفی، سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی دو گروه کنترل و تمرین را نشان می‌دهد. یافته‌ها نشان

داد در شرایط پایه مالون دی آلدئید، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام، گلوتاتیون پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز در دو گروه هیچ گونه تفاوت معناداری ندارند اما بعد از ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام ( $P=0/005$ ) و گلوتاتیون 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 آنتی‌اکسیدانی تام ( $P=0/001$ ) و گلوتاتیون 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	انحراف استاندارد ±	انحراف استاندارد ±	گروه تمرین (۱۵ نفر)	آزمون تی مستقل	P
متغیر	میانگین	میانگین	میانگین		
سن (سال)	۵۲/۲±۶/۱۷	۵۴/۸±۵/۹			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
گلوتاتیون پراکسیداز (میکرومول بر میلی لیتر)	۱/۶۴±۰/۰۳	۱/۵۹±۰/۳۳			۰/۶۷
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (میکرومول بر میلی لیتر)	۹/۲۶±۰/۸۸	۹/۰۴±۰/۸۲			۰/۴۹

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

متغیر	گروه	پیش آزمون		پس آزمون	
		انحراف استاندارد ±	t	انحراف استاندارد ±	P
مالون دی آلدئید (میکرومول بر میلی لیتر)	تجربی	۱۲/۷۳ ± ۱/۳۲	۰/۸۵	۱۲/۰۰ ± ۰/۷۷	۰/۳۹
	شاهد	۱۲/۳۵ ± ۱/۰۹		۱۲/۱۸ ± ۰/۹۳	
سوپراکسید دیسموتاز (میکرومول بر میلی لیتر)	تجربی	۵/۳۱ ± ۰/۳	۰/۶۵	۵/۰۶ ± ۰/۲۱	۰/۵۲
	شاهد	۵/۲۳ ± ۰/۳۶		۵/۲۵ ± ۰/۳۹	
گلوتاتیون پراکسیداز (میکرومول بر میلی لیتر)	تجربی	۱/۵۹ ± ۰/۳۳	۰/۴۲	۱/۹ ± ۰/۲	۰/۶۷
	شاهد	۱/۶۴ ± ۰/۰۳		۱/۶۶ ± ۰/۲۴	
ظرفیت اکسیدانی تام (میکرومول بر میلی لیتر)	تجربی	۹/۳۷ ± ۱/۱	۰/۶۹	۱۰/۲۹ ± ۰/۹۲	۰/۴۹
	شاهد	۹/۲۶ ± ۰/۸۸		۹/۳۷ ± ۱/۱	

\*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 می‌توان به نتیجه تحقیق کریمی و همکاران (۲۰۱۳)، اعظمیان جزئی و همکاران (۲۰۱۷) و ریپکا و همکاران (۲۰۱۶) اشاره کرد (۲۹-۳۱). در تمامی این پژوهش‌ها سطح MDA کاهش معنی‌داری یافته بود. از علل ناهمسویی می‌توان به شدت تمرینات اشاره کرد. گمان می‌رود که در این پژوهش شدت تمرینات یا فشار وارد آمده بر آزمودنی‌ها به اندازه‌ای نبوده که بتواند تغییرات معنی‌داری 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 می‌شود (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 رادیکال‌های آزاد و ناهنجاری‌های ایجاد شده در بدن است، زیرا رادیکال‌های آزاد اکسیژن آسیب‌های وسیعی را از طریق حمله به اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها و لیپیدها در سلول به جای می‌گذارد که برخی از این تغییرات در DNA منجر به سرطان سینه می‌شود (۳۵). MDA در طی فرآیند پراکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع به دنبال یک واکنش آنزیمی ایجاد شده و در این روند رادیکال‌های 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 می‌شود (۳۶).

از دیگر اهداف این پژوهش، بررسی اثر ۱۲ هفته تمرین ترکیبی (هوازی و پیلاتس) بر سوپراکسیددیسموتاز 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. گزارش‌ها حاکی از آن است که سطوح SOD در زنان مبتلا به سرطان سینه به‌طور معنی‌داری نسبت به زنان سالم پایین‌تر است (۳۷). با این حال، برخی دیگر نشان داده‌اند که سرطان سینه در زنان یائسه باعث افزایش قابل توجه SOD و GPx نسبت به زنان سالم یائسه می‌شود (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 بیش‌تر پژوهش‌ها SOD در دیگر بافت‌ها 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 آن‌ها از افزایش معنی‌دار SOD در اثر فعالیت ورزشی حمایت کرده است. بخشی از این عدم هم‌خوانی می‌تواند به نوع فعالیت ورزشی، نوع آزمودنی، محل و روش اندازه‌گیری و ارزیابی و ایزوزیم‌های 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 معنی‌دار SOD در اثر فعالیت ورزشی و یا افزایش اندک آن را گزارش کرده بودند. به نظر می‌رسد، 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 گونه‌های فعال اکسیژن است (۴۵). اما این سازگاری تنها به این اندامک درون‌سلولی و این بافت محدود نمی‌شود و ممکن است در سایر بافت‌ها نیز مشاهده شود (۴۵). به هر حال بنظر می‌رسد فعالیت ورزشی در زنان یائسه مبتلا به سرطان سینه، میزان SOD سرمی را اندکی افزایش دهد که پیامد این امر کاهش تولید رادیکال‌های آزاد، کاهش تخریب اکسایشی و سرانجام کاهش خطر باز رخداد سرطان پستان باشد. مشخص شده است، کاهش مقدار آنتی‌اکسیدان‌ها به ویژه SOD می‌تواند مرگ برنامه ریزی شده سلول (آپوپتوز) را مختل کرده و سبب سرطانی شدن بافت‌ها به ویژه بافت پستانی و یا متاستاز سرطان به دیگر بافت‌ها شود (۴۳).

در مطالعات مکانیسم‌های متعددی برای توجیه پاسخ آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی 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 رادیکال‌های آزاد افزایش می‌یابد (۴۶). در نتیجه به دنبال آن MDA که به عنوان یکی از شاخص‌های پراکسیداسیون لیپیدی غشا گلبول‌های قرمز خون می‌باشد، افزایش می‌یابد. به دنبال افزایش استرس اکسیداتیو‌ها در بدن، سیستم دفاعی سلول‌ها مانند آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی جهت مقابله با استرس اکسیداتیو تولید شده تحریک و فعال می‌شوند (۴۶). اگر فعالیت ورزشی شدید باشد، از طریق افزایش ترشح هورمون‌هایی مانند اپی‌نفرین یا کاتکولامین‌های دیگر، متابولیسم پروستانتوئیدها، گزانتین اکسیداز، NADPH اکسیداز و فعالیت ماکروفاژها بر فرآیندهای استرس اکسیداتیو اثرگذار بوده و موجب افزایش استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپید می‌شود (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 جزئی 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 جزئی 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 تسهیل‌کننده 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 آسیب‌رسان 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 پایدارتری 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 این‌که 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 می‌باشد. بدینوسیله از آزمودنی‌های شرکت کننده در پژوهش نهایت تشکر و قدردانی را به عمل می‌آید.

## 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

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Brenneisen P, Reichert A. S. Nanotherapy and reactive oxygen species (ROS) in cancer: a novel perspective. *Antioxidants*. 2018; 7: 31.. doi: 10.3390/antiox7020031.
- 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.
- Martínez-Reyes I, Chandel N. S. Cancer metabolism: looking forward. *Nature Reviews Cancer*. 2021; 21: 669-680. doi: 10.1038/s41568-021-00378-6.
- 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.
- Hernansanz-Agustín P, Enríquez J. Generation of reactive oxygen species by mitochondria. *Antioxidants*. 2021;10: 415. doi: 10.3390/antiox10030415.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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, Cavero-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. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 9th Ed. 2014. J Can Chiropr Assoc. 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, Yazdekhasti F, Behzad E, Shafeian 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.iums.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 protocol on oxidative stress and right ventricular hypertrophy in monocrotaline-treated rats. *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. Jyothsna 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 membran 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.