مجله علوم پزشکی رازی دوره ۲۷، شماره ۱۰، دی ۱۴۰۱ http://rjms.iums.ac.ir

مقاله پژوهشی

# تاثیر ۸ هفته تمرین هوازی همراه با ویتامین D بر برخی فاکتورهای اکسایشی در بافت ریه رت‌های قرار گرفته در معرض آب اکسیژنه

**زهرا شمس:** دانشجوی دکتری، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

**محمدعلی آذربایجانی:** استاد، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (* نویسنده مسئول) m_azarbayjani@iauctb.ac.ir

**مقصود پیری:** استاد، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

**حسن متین همایی:** دانشیار،گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

## چکیده

**زمینه و هدف:** ریه‌های انسان به دلیل قرارگیری مداوم در معرض اکسیژن محیط و رادیکال‌های آزاد موجود در دود سیگار و آلودگی هوا، مستعد آسیب توسط ROS هستند. ویژگی آنتی‌اکسیدانی تمرین ورزشی و ویتامین D3 نیز شناخته‌شده است. لذا، هدف از پژوهش حاضر، تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی همراه با ویتامین D بر برخی فاکتورهای اکسایشی در بافت ریه رت‌های قرارگرفته در معرض آب‌اکسیژنه بود.

**روش کار:** در یک کارآزمایی تجربی، ۳۰ سر رت نر نژاد ویستار به‌طور تصادفی به ۴ گروه کنترل آب‌اکسیژنه (تعداد= ۶ سر)، گروه آب‌اکسیژنه + ویتامین D (تعداد= ۶ سر)، گروه آب‌اکسیژنه + تمرین هوازی (تعداد= ۶ سر)، گروه آب‌اکسیژنه + تمرین هوازی + ویتامین D (تعداد= ۶ سر) تقسیم شدند و به‌مدت ۸ هفته تحت پروتکل مداخله قرار گرفتند. غلظت SOD و CAT ریوی با روش الایزا بررسی شدند. داده‌ها توسط آنوای دوسویه و آزمون تعقیبی بنفرونی تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** تعامل تمرین هوازی با ویتامین D موجب افزایش معنی‌دار غلظت SOD و CAT شد ($P<0/05$)

**نتیجه‌گیری:** به‌نظر می‌رسد، ترکیب تمرین هوازی و ویتامین D موجب بهبود فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها و کاهش استرس اکسیداتیو می‌گردد.

**تعارض منافع:** گزارش نشده است.

**منبع حمایت‌کننده:** حامی مالی ندارد.

**کلیدواژه‌ها**

تمرین هوازی،

آنتی‌اکسیدان،

CAT،

SOD

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۳۰

تاریخ چاپ: ۱۳۹۹/۱۰/۰۹

**شیوه استناد به این مقاله:**

Shams Z, Azarbayjani M, Peeri M, MatinHomaee H. Effect of 8 Weeks of Aerobic Exercise with Vitamin D on Some Oxidative Factors in Lung Tissue Exposed to Oxygenated Water. Razi J Med Sci. 2020;27(10): 178-185.

*انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است.



[ Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-18 ]

Razi Journal of Medical Sciences. 2020;27(10):178-185. http://rjms.iums.ac.ir

Original Article

# Effect of 8 Weeks of Aerobic Exercise with Vitamin D on Some Oxidative Factors in Lung Tissue Exposed to Oxygenated Water

**Zahra Shams:** PHD condidate, Department of Exercise Physiology, Central Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
**Mohammad Ali Azarbayjani:** Professor, Department of Exercise Physiology, Central Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.(* Corresponding author) m_azarbayjani@iauctb.ac.ir
**Maghsoud Peeri :** Professor, Department of Exercise Physiology, Central Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
**Hasan MatinHomaee:** Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Central Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

## *Abstract*

**Background & Aims:** Free radicals and reactive oxygen species (ROS), especially superoxide anion and hydroxyl radical, play significant roles in various pulmonary diseases. The interaction between superoxide and nitric oxide potentially produces harmful and strong oxidants such as peroxynitrite. Due to continuous exposure to environmental oxygen and exogenous free radicals, lungs are susceptible to ROS-induced damage caused by cigarette smoke or air pollutants. Hydrogen peroxide ($H_2O_2$) is a mild and relatively stable oxidant widely used as a marker of ROS to evaluate cellular responses to oxidative stress and is produced during oxidative processes. To protect against the harmful effects of ROS, an antioxidant system exists in the lung that includes superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), and glutathione peroxidase (GPx). These enzymes are endogenously produced and are known as enzymatic antioxidants. SOD converts superoxide anion to hydrogen peroxide ($H_2O_2$), and catalase converts hydrogen peroxide into water and oxygen. Besides enzymatic antioxidants, other antioxidants such as vitamins exist, known as non-enzymatic antioxidants, among which vitamin D is included. Previous studies have shown that consumption of antioxidant-rich foods such as vitamins A and E is associated with reduced pulmonary-related diseases. Vitamin D, a fat-soluble steroid hormone, can be produced under the skin by ultraviolet sunlight exposure or obtained through dietary intake. Vitamin D deficiency leads to mild oxidative stress and increased proteolysis in muscles, and based on these studies, it is recognized as a potential antioxidant. Physical inactivity is one of the major global challenges in the 21st century. Exercise induces ROS formation, acting as an important mediator of physiological signaling, cellular adaptations, muscle contraction modulation, antioxidant defense regulation, and oxidative damage repair. Aerobic exercise transiently increases ROS production but reduces oxidative stress-related diseases, and regular aerobic exercise over the long term protects the body against oxidative stress. Evidence indicates that exercise can enhance antioxidant activity in the heart, muscle, and lung. Numerous studies have investigated the effects of aerobic exercise on oxidative stress and antioxidant activity, although results have been inconsistent. Moreover, limited research has focused specifically on lung tissue. Therefore, the present study aimed to investigate the effects of aerobic exercise combined with vitamin D on the concentration of SOD and CAT in lung tissue of rats exposed to hydrogen peroxide.

**Methods:** In an experimental trial, 30 adult male Wistar rats weighing 220±20 g and aged 8 to 10 weeks were obtained from the animal center of Shiraz University. Rats were housed in polycarbonate cages (5 rats per cage) at 22±2°C temperature, 55% humidity, and a 12:12-hour light-dark cycle with free access to food and water. All animal procedures were performed according to ethical guidelines and approved by the Research Deputy of Kerman University of Medical Sciences. Rats were acclimated for two weeks before protocol initiation and then randomly divided into five groups (6 rats per group): hydrogen peroxide group, hydrogen peroxide + vitamin D group, hydrogen peroxide + aerobic exercise group, and hydrogen peroxide + aerobic exercise + vitamin D group. Aerobic exercise groups were familiarized

**Keywords**
Aerobic exercise,
antioxidant,
CAT,
SOD

Received: 22/10/2019
Published: 29/12/2020



[ Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-18 ]

with treadmill running for 10 days. This study was approved by the Ethics Committee with code IR.KMU.REC.1396.1562 from the Ministry of Health and Medical Education, Kerman University of Medical Sciences and Health Services, Research and Technology Center. To induce oxidative stress, all rats received intraperitoneal injections of hydrogen peroxide (Merck, Germany) at 0.1 mg/kg body weight, three times weekly on alternate days. Rats undergoing aerobic exercise ran daily on a treadmill for 8 weeks. During week 1, rats exercised at 8 m/min speed and 10° incline for 30 minutes. In week 2, speed increased to 12 m/min with the same incline and duration. Week 3 involved running at 16 m/min for 45 minutes. In week 4, exercise was performed at 20 m/min and similar incline for 45 minutes. From weeks 5 to 8, rats ran daily at 20 m/min with a 10° incline for 60 minutes. Vitamin D3 treatment was administered as intraperitoneal injections of 1 µg/day for 8 weeks using DITHRECOL (Caspian Vitamin, 300,000 IU/ml). Lung tissue SOD and CAT concentrations were measured by ELISA. Data were analyzed by two-way ANOVA followed by Bonferroni post hoc test.

**Results:** Interaction of aerobic exercise and vitamin D significantly increased lung SOD and CAT concentrations ($p<0.05$).

**Conclusion:** Overall, the interaction of aerobic exercise and vitamin D significantly enhanced lung SOD and CAT levels, indicating the effectiveness of aerobic exercise combined with vitamin D3 supplementation compared to inactivity in improving antioxidant status in lung tissue. Study limitations include the lack of measurement of ROS and total antioxidant capacity (TAC) in lung tissue. Given increasing air pollution and oxidative stress-related lung diseases, future studies are recommended to investigate the effects of combined aerobic exercise and vitamin D3 on apoptosis in lung tissue.

**Conflicts of interest:** None
**Funding:** None

**Cite this article as**:
Shams Z, Azarbayjani M, Peeri M, MatinHomaee H. Effect of 8 Weeks of Aerobic Exercise with Vitamin D on Some Oxidative Factors in Lung Tissue Exposed to Oxygenated Water. Razi J Med Sci. 2020;27(10): 178-185.

*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence.

[ Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-18 ]

## مقدمه

رادیکال‌های آزاد و گونه‌های واکنش اکسیژن (Reactive Oxygen Species: ROS)، به‌ویژه سوپراکسیدآنیون و رادیکال هیدروکسیل، در بیماری‌های مختلف ریوی نقش دارند (۱). تعامل بین سوپراکسید و نیتریک‌اکساید به‌طور بالقوه اکسیدان‌های مضر و قوی مانند پراکسی‌نیتریت تولید می‌کند (۲). ریه‌ها به‌دلیل قرار گرفتن مداوم در معرض اکسیژن محیطی و رادیکال‌های آزاد برون‌زا، در معرض آسیب احتمالی ROS ناشی از دود سیگار یا آلاینده‌های هوا هستند. $H_2O_2$ یک اکسیدان ملایم و نسبتاً پایدار است که به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان نشانگر ROS برای ارزیابی پاسخ سلول‌ها به استرس اکسیداتیو استفاده می‌شود (۳) و در طول فرایندهای اکسیداتیو تولید می‌شود (۴). به منظور محافظت در مقابل اثرات مضر ROS، سیستم آنتی اکسیدانی در ریه وجود دارد که شامل سوپراکسید دیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT) و گلوتاتیون پراکسیداز (GPx) می‌باشد. این آنزیم‌ها در بدن ساخته می‌شوند و به عنوان آنتی اکسیدان های آنزیماتیک نیز شناخته شده‌اند (۵). SOD، سوپراکسید آنیون را به پراکسید هیدروژن (H2O2) تبدیل می‌کند و کاتالاز پراکسید هیدروژن را به آب و هیدروژن تبدیل می‌کند (۶). علاوه‌بر آنتی‌اکسیدان‌های آنزیماتیکی، آنتی‌اکسیدان‌های دیگری مانند ویتامین‌ها نیز وجود دارند که به‌عنوان آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیماتیک شناخته شده‌اند؛ ویتامین D یکی از آن‌ها به‌شمار می‌رود. مطالعات پیشین نشان داده‌اند مصرف غذاهای غنی از آنتی‌اکسیدان‌ها، مانند ویتامین A و E، با کاهش بیماری‌های مرتبط با ریه ارتباط دارد (۷). ویتامین D ، یک هورمون استروئیدی محلول در چربی است که می‌تواند توسط اشعه ماوراءبنفش نور خورشید در زیر پوست تولید شود یا از طریق خوردن غذاهای حاوی این ویتامین تأمین گردد (۸). فقدان ویتامین D منجر به استرس اکسیداتیو خفیف و افزایش پروتئولیز در عضلات می‌شود و بر اساس نتایج این مطالعات، این ویتامین یک آنتی‌اکسیدان بالقوه شناخته شده است (۹).

عدم فعالیت بدنی یکی از مهم‌ترین مشکلات قرن بیست‌ویکم در سراسر جهان می‌باشد (۱۰). تمرین ورزشی موجب شکل‌گیری ROS می‌شود که به‌عنوان میانجی‌گر مهم سیگنال‌های فیزیولوژیکی و سازگاری‌های سلولی، مدولاسیون انقباض عضله، تنظیم حفاظت آنتی‌اکسیدانی و ترمیم آسیب اکسیداتیو عمل می‌کند (۱۱). تمرین هوازی به‌طور موقت تولید ROS را افزایش می‌دهد اما باعث کاهش بیماری‌های مرتبط با استرس اکسیداتیو می‌شود و اجرای منظم تمرین هوازی در بلندمدت، بدن را در مقابل استرس اکسیداتیو محافظت می‌نماید (۱۲). شواهد نشان داده‌اند تمرین ورزشی قادر به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در قلب، عضله و ریه می‌باشد (۱۳). مطالعات زیادی به بررسی اثر تمرین هوازی بر استرس اکسیداتیو و فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها پرداخته‌اند (۱۴). که با تناقض در یافته‌ها همراه بوده‌اند. علاوه‌بر این، مطالعات بسیار محدودی بر روی بافت ریه انجام شده است. از این‌رو، در مطالعه حاضر به بررسی اثر تمرین هوازی و ویتامین D بر غلظت SOD و CAT بافت ریه رت‌های قرارگرفته در معرض آب‌اکسیژنه پرداخته شده است.

## روش کار

در یک کارآزمایی تجربی، ۳۰ سر رت نر نژاد ویستار بالغ با وزن ۲۲۰±۲۰ گرم و سن ۸ تا ۱۰ هفته، از مرکز حیوانات دانشگاه شیراز تهیه شدند. همه رت‌ها در قفس‌های پلی‌کربنات (۵ موش در هر قفس) در دمای ۲۲±۲ درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۵۵ درصد و تحت چرخه روشنایی و تاریکی ۱۲:۱۲ ساعت، بدون محدودیت در آب و غذا نگهداری شدند. همه آزمایش‌های مربوط به حیوانات با توجه به دستورالعمل اخلاقی و مجوز معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کرمان انجام شد. رت‌ها به‌مدت دو هفته پیش از شروع پروتکل با محیط سازگار شدند و سپس به‌طور تصادفی به پنج گروه و هر گروه ۶ سر تقسیم شدند: گروه آب‌اکسیژنه، گروه آب‌اکسیژنه + ویتامین، گروه آب‌اکسیژنه + تمرین هوازی، گروه آب‌اکسیژنه + تمرین هوازی + ویتامین. گروه‌های دارای تمرین هوازی به‌مدت ۱۰ روز با دویدن بر روی تریدمیل آشنا شدند. این مطالعه دارای کد کمیته اخلاق IR.KMU.REC.1396.1562 از وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی استان کرمان، مرکز تحقیقات



[ Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-18 ]

و فناوری می‌باشد.

**القاء استرس اکسیداتیو:** همه رت‌ها، سه بار در هفته و در روزهای زوج، به‌میزان ۰/۱ میلی‌گرم به‌ازای هر کیلوگرم از وزن بدن، به‌صورت درون‌صفاقی با آب‌اکسیژنه (شرکت مرک، آلمان) تزریق شدند (۱۳, ۱۴).

**پروتکل تمرین هوازی:** رت‌های دارای تمرین هوازی به‌صورت روزانه و به‌مدت ۸ هفته بر روی تریدمیل دویدند. در هفته اول، رت‌ها با سرعت ۸ متر بر دقیقه و شیب ۱۰ درجه، به‌مدت ۳۰ دقیقه تمرین کردند. در هفته دوم، تمرین با سرعت ۱۲ متر بر دقیقه با همان شیب و زمان ادامه یافت. در هفته سوم، سرعت به ۱۶ متر بر دقیقه افزایش یافت و مدت تمرین نیز به ۴۵ دقیقه رسید. در هفته چهارم، تمرین با سرعت ۲۰ متر بر دقیقه و شیب مشابه، به‌مدت ۴۵ دقیقه انجام شد. در هفته‌های پنجم تا هشتم، رت‌ها با سرعت ۲۰ متر بر دقیقه و زاویه ۱۰ درجه، به‌مدت ۶۰ دقیقه در روز تمرین داده شدند (۹).

**ویتامین D:** از ویتامین D با نام تجاری DITHRECOL از شرکت کاسپین ویتامین با غلظت ۳۰۰۰۰۰ میکروواحد بر میلی‌لیتر به شکل تزریق درون صفاقی استفاده شد. جهت رسیدن به دوز مناسب تزریق از نورمال سالین برای رقیق کردن و از دی متیل سولفوکساید جهت حل کردن ویتامین D در سالین استفاده شد. تیمار با ویتامین D در گروه‌های دارای مداخله ویتامین D3 شامل تزریق روزانه ی درون صفاقی ۱ میکروگرم ویتامین D (۱۵) به مدت ۸ هفته بود.

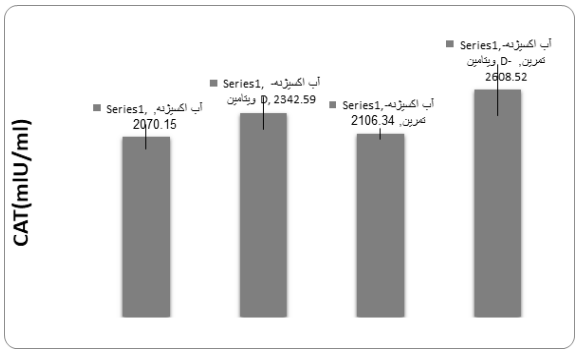
**قربانی نمودن و بافت برداری:** بعد از ۱۲ ساعت گرسنگی و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین هوازی، رت‌ها با استنشاق کلروفورم بیهوش و سپس قربانی شدند. ریه‌ها به دقت جدا و بلافاصله در ازت مایع غوطه‌ور و منجمد شدند و برای آزمایشات بعدی در دمای ۷۵- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

**سنجش CAT و SOD:** میزان غلظت CAT و SOD در مایع رویی با استفاده از کیت‌های الایزای ساخت شرکت CUSABIO اندازه گیری شد.

ابتدا طبیعی بودن داده‌ها توسط کلموگروف اسمیرنف تایید شد. جهت تعیین اثر تمرین هوازی و ویتامین D به تنهایی و اثر تعاملی تمرین و ویتامین D بر متغیر CAT و SOD از تحلیل واریانس دو راهه استفاده شد. در صورت مشاهده تفاوت، از آزمون پیگیری بن فرونی برای پیدا نمودن محل تفاوت استفاده شد. سطح معنی داری نیزبرای تمام محاسبات (P<۰/۰۵) در نظر گرفته شده است. تمام محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد.

## یافته‌ها

نتایج به دست آمده از آزمون تحلیل واریانس دوراهه نشان داد، تمرین (μ= ۰/۱۳۵، p=۰/۲۹۷، F= ۱/۲۴) و ویتامین D (μ= ۰/۰۸۳، p=۰/۴۲۱، F= ۰/۷۲) به تنهایی اثر معنی داری بر غلظت CAT ندارند اما تعامل تمرین و ویتامین D اثر معنی‌داری بر غلظت CAT داشت (μ= ۰/۵۰۶، p=۰/۰۲۱، F= ۸/۱۸). نتایج آزمون بن فرونی نشان داد غلظت CAT در گروه تمرین + ویتامین D به طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل است (P=0.021) (شکل ۱).



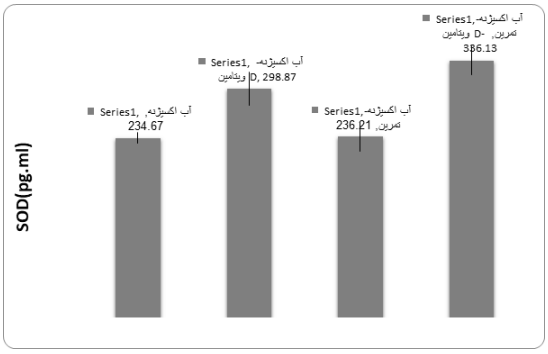

**شکل ۱-** غلظت CAT در گروه‌های مورد مطالعه

همچنین نتایج آزمون تحلیل واریانس دوراهه نشان داد، تمرین (μ= ۰/۲۳۳، p=۰/۱۵۸، F= ۲/۴۳) و ویتامین D (μ= ۰/۲۰۵، p=۰/۱۸۹، F= ۲/۰۵) به تنهایی اثر معنی داری بر غلظت SOD ندارند اما تعامل تمرین و ویتامین D اثر معنی‌داری بر غلظت SOD داشت (μ= ۰/۸۴۵، p=۰/۰۰۰۱، F= ۴۳/۴۶). نتایج آزمون بن



[ Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-18 ]

فرونی نشـان داد غلظت SOD درگروه تمرین + ویتامین D به طور معنی داری بیشـــتر از گروه کنترل اســـت (P= ۰/۰۰۰۱) (شکل۲).




**شکل ۲**- غلظت SOD در گروه‌های مورد مطالعه

## بحث

در مطالعه حاضر، اثر ترکیب تمرین هوازی و ویتامین Dبر غلظت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی CAT و SOD در بافت ریه رت‌های قرارگرفته در معرض آب‌اکسیژنه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد غلظت CAT و SOD در گروه تمرین هوازی و گروه ویتامین D نسبت به گروه کنترل دریافت‌کننده آب‌اکســـیژنه افزایش یافت، اما این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود. درحالی‌که، تعامل تمرین هوازی و ویتامین D در مقایســـه با گروه کنترل آب‌اکســـیژنـه، منجر بـه افزایش معنـی‌دار غلظـت آنزیم‌های CAT و SOD شد. القای $H_2O_2$ به‌عنوان یکی از مدل‌های اسـتاندارد القای اسـترس اکسـیداتیو در نظر گرفته می‌شـــود. گونه‌های واکنشـــی اکســـیژن (ROS) مانند $H_2O_2$ در طول متابولیســـم طبیعی ســـلول تولید می‌شوند و نقش مهمی در مسیرهای سیگنالینگ سلولی ایفا می‌کنند. علاوه بر این، $H_2O_2$ برونزا باعث عدم تعادل بین تولیـد و حـذف ROS نســـبـت بـه شـــرایط پیش اکسیداتیو می‌شود که اغلب به عنوان استرس اکسیداتیو تعریف می‌شـــود (۱۵). جهت جلوگیری از عوارض بیان شـــده، H2O2 باید از طریق بکارگیری آنزیم‌هایی مانند SOD، کاتالاز و پراکســـیدازها به‌خصـــوص گلوتاتیون پراکسـیدازها سـریعاً حذف شـود. طبق نتایج مطالعه‌ی حاضـــر، تمرین هوازی و ویتـامین D بـه تنهـایی تـأثیر معنی‌داری بر غلظت SOD و CAT نداشـــتند اما موجب افزایش غیرمعنی‌دار آن‌هـا در مقـایســـــه بـا گروه آب اکسـیژنه شـد (۱۶). پژوهشـگران گزارش کرده‌اند که بعد از ورزش، میزان تولیـد ROS در بـافـت هـای مختلف افزایش می‌یابد (۱۷) و موجب آســـیب اکســـایشـــی در مناطق فعال می‌شـود (۱۸). آنزیم‌های ضـداکسـایشـی مـانند SOD و CAT اولین خط دفاعی در برابر حمله انواع رادیکال‌های فعال اکسیژن هستند (۱۹). همان‌گونه که ذکر شـد، هر یک از ترکیبات آنتی‌اکســـیدانی نقش منحصـــربه‌فردی دارند که عملکرد یکدیگر را تکمیل می‌کنند. فعالیت‌های ورزشـی از یک‌سـو با افزایش فشـار اکسـایشـی، احتمال تشـکیل رادیکال‌های آزاد مضـر را افزایش می‌دهند و از سوی دیگر، با القای آنزیم‌های ضد اکسایشی موجب کاهش این رادیکال‌های آزاد می‌شوند. این اثر متقابل، با توجه به سـازگاری تدریجی بافت‌های مختلف بدن با فعالیت ورزشـی، شـکل می‌گیرد (۲۰). پـژوهـش روه (Roh) و هـمـکـاران (۲۰۱۷)، بـر روی ورزشـــکـاران حرفـه‌ای، بعـد از ۱۰ روز پروتکـل تمرین تناوبی، افزایش معنی‌داری در سطح MDA مشاهده شد ولی تفـاوت معنـاداری در میزان GPx، CAT و SOD مشـاهده نشـد (۱۱) که هم‌راسـتا با نتایج ما می‌باشـد. اگرچه افزایش فاکتورهای آنتی‌اکســـیدانی در گروه‌های تمرین هوازی به‌تنهایی در مطالعه‌ی حاضر از نظر آماری معنی‌دار نبود، اما از نظر فیزیولوژیکی ارزشمند است. به نظر می‌رســـد تولید مکرر رادیکال‌های آزاد ناشـــی از ایسکمی و انتشار مجدد خون در مناطقی که در اثر این نوع فعالیت‌های ورزشـی ایجاد می‌شـود، در بهبود نیم‌رخ آنتی‌اکسیدانی نقش مؤثری داشته باشد (۲۱). اسچالتن (Scholten) و همکاران (۲۰۱۵) به بررســـی اثر ویتامین D و ترکیب ویتامین D با تمرینات با شـــدت فزاینده بر مارکرهای اسـترس اکسـیداتیو و آنتی‌اکسـیدانی مردان پرداختند. نتایج کاهش معنی‌دار TAC را نشـــان داد درحالی‌که فعالیت SOD، MDA و پروتئین کربونیل تغییرات معنی‌داری نشـــان ندادند (۱۸). مطالعـه‌ای افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را پس از مصرف ویتامین D3 نشان داده است(۲۲). ویتامین D3، پراکسیداسیون لیپیـدی را کـاهش می دهـد و فعـالیـت SOD را در موش‌ها افزایش می دهد (۲۳). در مطالعه ای دیگر بیان



[ Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-18 ]

شـــده اســـت که مصـــرف ویتامین D موجب کاهش مارکرهای استرس اکسیداتیو مانند MDA می‌شود و از طرفی موجب افزایش فعالیت SOD و CAT می‌گردد (۱۵). پففر (Pfeffer) و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی اثر ویتامین D بر پاسخ‌های التهابی و استرس اکسیداتیو سلول‌های اپیتلیال مسیر هوایی پرداختند. نتایج نشان داد ویتامین D موجب کاهش پاسخ التهابی، استرس اکسیداتیو و در نهایت بهبود وضعیت آنتی اکسیدانیشده است (۲۲). با توجه به اثر معنی‌دار تعامل تمرین هوازی و ویتامین D3، احتمالا مکانیســـمی که باعث افزایش SOD و CAT در بافت ریه شـــده اســـت مربوط به Nuclear factor erythroid 2 (NF-E2)-related ) Nrf2: factor 2) (فاکتور رونویسی هسته ای اریتروئید مرتبط با فاکتور ۲) باشـــد. Nrf2 از طریق اتصـــال به عناصـــر آنتی اکســـیدانی ( Antioxidant responsive element : ARE)، ROS را کنترل نموده و موجب افزایش SOD و CAT می‌شـــود (۱۷). ترکیب ویتامین D3 و تمرین هوازی بیان Nrf2 در بافت ریه را افزایش داده‌اند و همچنین احتمالاً به کاهش بیان keap1 منجر شده است (۸) و از این طریق موجب افزایش معنی دار SOD و CAT شده است (۱۱).

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به عدم اندازه گیری غلظت ROS و TAC در بافت ریه اشـاره کرد. در نهایت با توجه به افزایش آلودگی هوا در جوامع مختلف و استرس اکسیداتیو و بیماری‌های ناشی از آن در بافت ریه، بررســـی اثر تعامل اجرای تمرین هوازی و ویتامین D3 بر آپوپتوز در بافت ریه پیشنهاد می‌گردد.

## نتیجه گیری

تعامل تمرین هوازی و ویتامین D موجب افزایش معنی‌دار غلظت SOD و CAT شد و نشان‌دهنده‌ی موثر بودن تمرین هوازی و مکمل ویتامین D3 در مقایسه با بی‌تحرکی بر بهبود آنتی‌اکسیدان‌ها در بافت ریه می‌باشد.

## تشکر و قدردانی

پژوهش‌حاضربرگرفته از بخشی از رساله دکتری با گرایش فیزیولوژی ورزشی قلب و عروق و تنفس می‌باشد و بدین وسیله از گروه فیزیولوژی دانشگاه علوم پزشکی کرمان و عزیزانی‌که در اجرای پژوهش همکاری داشتند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

## References

1. Ho JC, Chan-Yeung M, Ho SP, Mak JC, Ip MS, Ooi GC,et al. Disturbance of systemic antioxidant profile in nonsmall cell lung carcinoma. Eur Respir J. 2007;29(2):273-8.
2. Patel RP, Levonen A, Crawford JH, Darley-Usmar VM. Mechanisms of the pro- and anti-oxidant actions of nitric oxide in atherosclerosis. Cardiovasc Res. 2000;47(3):465-74.
3. Granger DN, Kvietys PR. Reperfusion injury and reactive oxygen species: The evolution of a concept. Redox Biol. 2015;6:524-551.
4. Dvoráková M, Sivonová M, Trebatická J, Skodácek I, Waczuliková I, Muchová J,et al. The effect of polyphenolic extract from pine bark, Pycnogenol on the level of glutathione in children suffering from attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). Redox Rep. 2006;11(4):163-72.
5. Kawamura T, Muraoka I. Exercise-Induced Oxidative Stress and the Effects of Antioxidant Intake from a Physiological Viewpoint. Antioxidants (Basel). 2018;7(9):119.
6. Majid MS, Ahmad HS, Bizhan H, Hosein HZM, Mohammad A. The effect of vitamin D supplement on the score and quality of sleep in 20-50 year-old people with sleep disorders compared with control group. Nutr Neurosci. 2018;21(7):511-519
7. Bhat M, Ismail A. Vitamin D treatment protects against and reverses oxidative stress induced muscle proteolysis. J Steroid Biochem Mol Biol. 2015;152:171-9.
8. de Sousa CV, Sales MM, Rosa TS, Lewis JE, de Andrade RV, Simões HG. The Antioxidant Effect of Exercise: A Systematic Review and Meta-Analysis. Sports Med. 2017;47(2):277-293.
9. Husain K, Hazelrigg SR. Oxidative injury due to chronic nitric oxide synthase inhibition in rat: effect of regular exercise on the heart. Biochim Biophys Acta. 2002;1587(1):75-82.
10. da Cunha MJ, da Cunha AA, Ferreira GK, Baladão ME, Savio LE, Reichel CL, Kessler A, Netto CA, Wyse AT. The effect of exercise on the oxidative stress induced by experimental lung injury. Life Sci. 2013;92(3):218-27.
11. Roh HT, So WY. The effects of aerobic exercise training on oxidant-antioxidant balance, neurotrophic factor levels, and blood-brain barrier function in obese and non-obese men. J Sport Health Sci.



[ Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-18 ]

2017;6(4):447-453.
12. Bar-Shai M, Carmeli E, Ljubuncic P, Reznick AZ. Exercise and immobilization in aging animals: the involvement of oxidative stress and NF-kappaB activation. Free Radic Biol Med. 2008;44(2):202-14.
13. Radák Z, Sasvári M, Nyakas C, Pucsok J, Nakamoto H, Goto S. Exercise preconditioning against hydrogen peroxide-induced oxidative damage in proteins of rat myocardium. Arch Biochem Biophys. 2000;376(2):248-51.
14. Li SF, Liu HX, Zhang YB, Yan YC, Li YP. The protective effects of alpha-ketoacids against oxidative stress on rat spermatozoa in vitro. Asian J Androl. 2010;12(2):247-56.
15. Halder SK, Sharan C, Al-Hendy A. 1,25-dihydroxyvitamin D3 treatment shrinks uterine leiomyoma tumors in the Eker rat model. Biol Reprod. 2012;86(4):116.
16. Quincozes-Santos A, Bobermin LD, Latini A, Wajner M, Souza DO, Gonçalves CA, Gottfried C. Resveratrol protects C6 astrocyte cell line against hydrogen peroxide-induced oxidative stress through heme oxygenase 1. PLoS One. 2013;8(5):e64372.
17. Radak Z, Chung HY, Goto S. Systemic adaptation to oxidative challenge induced by regular exercise. Free Radic Biol Med. 2008;44(2):153-9..
18. Scholten SD, Sergeev IN, Song Q, Birger CB. Effects of vitamin D and quercetin, alone and in combination, on cardiorespiratory fitness and muscle function in physically active male adults. Open Access J Sports Med. 2015;6:229-39.
19. Asemi Z, Samimi M, Tabassi Z, Shakeri H, Esmaillzadeh A. Vitamin D supplementation affects serum high-sensitivity C-reactive protein, insulin resistance, and biomarkers of oxidative stress in pregnant women. J Nutr. 2013;143(9):1432-8.
20. Zhong W, Gu B, Gu Y, Groome LJ, Sun J, Wang Y. Activation of vitamin D receptor promotes VEGF and CuZn-SOD expression in endothelial cells. J Steroid Biochem Mol Biol. 2014;140:56-62.
21. Izquierdo MJ, Cavia M, Muñiz P, de Francisco AL, Arias M, Santos J, Abaigar P. Paricalcitol reduces oxidative stress and inflammation in hemodialysis patients. BMC Nephrol. 2012;13:159.
22. Pfeffer PE, Lu H, Mann EH, Chen YH, Ho TR, Cousins DJ, et al. Effects of vitamin D on inflammatory and oxidative stress responses of human bronchial epithelial cells exposed to particulate matter. PLoS One. 2018;13(8):e0200040.
23. Kobayashi M, Yamamoto M. Molecular mechanisms activating the Nrf2-Keap1 pathway of antioxidant gene regulation. Antioxid Redox Signal. 2005;7(3-4):385-94.



[ Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-05-18 ]