



## تأثیر یک دوره تمرین تاباتا در آب و مصرف متفورمین بر E-selectin و NF-κB در زنان چاق مبتلا به PCOS

نیلوفر مصفا: دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی، واحد محلات، دانشگاه آزاد اسلامی، محلات، ایران  
Bahram.Abedi@iau.ac.ir ( \* نویسنده مسئول) بهرام عابدی: استاد، گروه تربیت بدنی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
عباس صامی: دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

### چکیده

#### کلیدواژه‌ها

تمرین تاباتا در آب،  
متفورمین،  
E-selectin  
NF-Kb  
PCOS

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۱۹

تاریخ چاپ: ۱۴۰۲/۰۳/۲۰

**زمینه و هدف:** سندرم تخمدان پلی کیستیک از مهم‌ترین دلایل اصلی ناباروری در خانم‌ها می‌باشد. هدف از انجام تحقیق حاضر تعیین تاثیر یک دوره تمرین تاباتا در آب و مصرف متفورمین بر E-selectin و NF-κB در زنان چاق مبتلا به PCOS بود. **روش کار:** جامعه آماری تحقیق نیمه تجربی و کاربردی حاضر را زنان دارای شاخص توده بدنی فراتر از  $29/9 \text{ (kg/m}^2\text{)}$  شهر اصفهان که توسط متخصص غدد یا زنان و آزمایش‌های تشخیصی و سونوگرافی تشخیص سندرم تخمدان پلی کیستیک برای آن‌ها در نظر گرفته شده بود تشکیل دادند که از بین افراد داوطلب ۳۰ نفر به عنوان نمونه آماری انتخاب و به طور تصادفی به دو گروه تجربی (متفورمین+تمرین تاباتا در آب) و کنترل تقسیم شدند. ۲۴ ساعت قبل از شروع و ۴۸ ساعت بعد از تمرینات خون گیری جهت اندازه گیری متغیرهای تحقیق انجام شد. سپس گروه تجربی به مدت ۱۲ هفته، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۴۰ دقیقه تمرینات تاباتا در آب را انجام دادند.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد تمرین در آب و متفورمین بر E-selectin ( $P=0/001$ ) و NF-κB ( $P=0/025$ ) در زنان چاق دارای سندرم تخمدان پلی کیستیک تاثیر معنی داری دارد.

**نتیجه گیری:** با توجه به تاثیر تمرین تاباتا در آب بر فاکتورهای التهابی و هسته‌ای استفاده از تمرین در آب و متفورمین برای بیماران با مشورت پزشک توصیه می‌شود.

**تعارض منافع:** گزارش نشده است.

**منبع حمایت کننده:** حامی مالی ندارد.

شیوه استناد به این مقاله:

Mosaffa N, Abedi B, Saremi A. The Effect of A Period of Tabata Training in Water and Metformin Consumption on E-selectin and NF-κB in Obese Women with PCOS. Razi J Med Sci. 2023;30(3): 119-128.

\*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با [CC BY-NC-SA 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/) صورت گرفته است.



Original Article

## The Effect of A Period of Tabata Training in Water and Metformin Consumption on E-selectin and NF- $\kappa$ B in Obese Women with PCOS

**Niloofer Mosaffa:** PhD Student in Sports Physiology, Department of Physical Education, Mahallat Branch, Islamic Azad University, Mahallat, Iran

**Bahram Abedi:** Professor, Department of Physical Education, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (\* Corresponding author) Bahram.Abedi@iau.ac.ir

**Abbas Saremi:** Associate Professor, Faculty of Sport Sciences, Department of Sports Physiology and Pathology, Arak University, Arak, Iran

### Abstract

**Background & Aims:** Overweight and obesity are related to increased risk of coronary heart disease, stroke, high blood pressure, type 2 diabetes and some specific cancers. In recent years, inactivity, obesity and metabolic syndrome have been increasing in developing societies (2). Among various diseases, polycystic ovary syndrome is among the cases that are strongly related to obesity (3).

Studies in recent decades have shown that PCO syndrome can be a pro-inflammatory stage, because among them cardiovascular diseases, diabetes 2, insulin resistance and metabolic syndrome are seen with a high incidence (4). In the meantime, investigating and identifying the inflammatory causes of this condition for the above reasons can help specialists in its treatment with the process of reducing its negative effects through aerobic exercise. In this regard, the above research investigated some inflammatory factors such as E-selectin and nuclear factor kappa B (NF- $\kappa$ B).

To improve the physical condition of obese people, instead of medicine, sports activities, both anaerobic and aerobic, are used, and each of these activities affects the improvement of physical condition through different mechanisms (2). Researchers believe that regular and not heavy exercise is a healthy and natural method for patients with polycystic ovary syndrome apart from clinical treatments (18). Physical activity improves menstrual irregularity, ovulation, ovarian morphology and fertility by reducing abdominal fat, blood sugar, blood fat, reducing insulin resistance, affecting hormone secretion and reducing cardiovascular risk factors. Be (7). But the question is, what exercise? With what intensity? And for how long? Treatment with all kinds of drugs may cause male characteristics, and unfortunately, most of the side effects are irreversible, so non-drug treatment strategies are necessary and need to be examined and studied. On the other hand, by reviewing the research done inside and outside the country, no research has been done on the effect of Tabata exercise on the research variables and even aerobic exercise on the research variables in women with polycystic ovary syndrome, so the purpose of this research is to determine The effect of a session of Tabata exercise in water and metformin on E-selectin and NF- $\kappa$ B in obese women with PCOS.

**Methods:** The current research was semi-experimental and applied with a pre-test-post-test research design. For this purpose, 30 women with a body mass index greater than 29.9 in Isfahan city, who were diagnosed with polycystic ovary syndrome by an endocrinologist or gynecologist and diagnostic tests and ultrasound, were considered as a statistical sample. They were selected and randomly divided into two experimental groups (metformin + exercise in water) and control. 24 Before starting the exercises, the subjects first completed the personal information questionnaire and blood was taken after 12 hours of overnight fasting to determine the level of the variables. Experimental group for 12 weeks, 3 sessions a week and each session 40 minutes of exercises in the water (including 10 minutes of walking forward, backward, sideways and soft running in the shallow part of the pool where the water level is below the neck and Then they performed stretching exercises. Then they performed Tabata exercise with a special exercise song played in the pool for 20 minutes, and then they did 10 minutes of

### Keywords

Tabata exercise in water, metformin, E-selectin, NF-Kb, PCOS

Received: 08/04/2023

Published: 10/06/2023

stretching and cooling (22) and 500 mg metformin twice consumed during the day and after breakfast and dinner. 48 hours after the last training session, blood was taken again from all subjects. At the end, descriptive statistics (mean and standard deviation), Shapiro-Wilk test to check the normality of data distribution and covariance analysis to check research hypotheses using spss/21 software at a significance level of  $\alpha \leq 0.05$  were used. became.

**Results:** The results showed that the E-selectin factor in obese women with PCOS at the end of the period in the group of Tabata exercise in water and metformin intake had a significant difference compared to the control group ( $P=0.001$  and  $F=134.6$ ). Tukey's post hoc test results It showed that there is a significant difference between the pre-test of the Tabata training group in water and the post-test of the Tabata training group in water on the one hand, and between the post-test of the Tabata training group in water and the pre-test and post-test of the control group on the other hand, but between the other groups. There is no significant difference. (Table 2).

The results showed that Tabata exercise in water and metformin consumption have a significant effect on NF-Kb factor in obese women with PCOS ( $P=0.025$  and  $F=354.3$ ). The results of Tukey's post hoc test showed that there is a significant difference between the pre-test of the Tabata group in water and the post-test of the Tabata group in water, but there is no significant difference between the other groups (Table 3).

**Conclusion:** The results showed that the E-selectin factor was significantly higher in obese women with polycystic ovary syndrome at the end of the period in the aerobic exercise and metformin group than in the control group. The results of the follow-up test showed that there is a significant difference between the pre-test of the Tabata aerobic training group and the post-test of the Tabata aerobic training group on the one hand, and between the post-test of the Tabata aerobic training group and the pre-test and post-test of the control group on the other hand, but between the other There is no significant difference between the groups. Aerobic exercises decreased VCAM-1 and ICAM-1 adhesive molecules; While its effects on E-selectin and P-selectin have been inconsistent. Of course, it seems that the effect of aerobic exercise on these conditions depends on the type and duration of the exercise intervention and the disease conditions such as the presence of ischemia. As presented in this review, there is a high level of evidence that sports activity has a positive effect on key factors in the development of atherosclerosis. This can partly explain the scientifically proven anti-atherogenic effects of aerobic exercise and has significant clinical effects (23).

The results showed that the NF-Kb factor in obese women with polycystic ovary syndrome was significantly lower in the aerobic exercise and metformin group at the end of the period than in the control group. The results of Tukey's post hoc test showed that there is a significant difference between the pre-test of the Tabata aerobic exercise group and the post-test of the Tabata aerobic exercise group, but there is no significant difference between the other groups. In the explanation above, it can be stated that NF-kb is stimulated and activated in response to cellular stimuli. So far, about 450 stimuli, including physical, chemical, physiological and oxidative stimuli, have been identified for NFκB. Also, mitogens, receptor ligands, bacteria, viruses, parasites, fungi and their products, pro-inflammatory cytokines and some pathological conditions are among the stimuli of this transcription factor (28). The transcription factor NFκB is responsible for supplying a large number of pro-inflammatory genes, including cytokines, chemokines, immune receptors, enzymes and other pro-inflammatory molecules (29). Inappropriate activity of NFκB is one of the mechanisms of some diseases, especially those associated with inflammation (30).

**Conflicts of interest:** None

**Funding:** None

#### Cite this article as:

Mosaffa N, Abedi B, Saremi A. The Effect of A Period of Tabata Training in Water and Metformin Consumption on E-selectin and NF-κB in Obese Women with PCOS. Razi J Med Sci. 2023;30(3): 119-128.

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

## مقدمه

شیوه زندگی غیر فعال و چاقی به عنوان یکی از ۱۰ مشکل برتر سلامتی توسط سازمان بهداشت جهانی تشخیص داده شده است. این نوع شیوه زندگی مهمترین عامل خطر برای بیماری قلبی عروقی می باشد که موجب بروز اختلالاتی از جمله ازدیاد چربی خون، فشار خون بالا و چاقی می گردد. چاقی و اضافه وزن، پدیده‌ای چند عاملی بوده که دارای ریشه‌های ژنتیکی و محیطی (شیوه زندگی) می باشد. در واقع در کشورهای توسعه یافته عدم فعالیت مناسب و رژیم غذایی نامناسب، از دلایل چاقی و بیماری‌های قلبی-عروقی بشمار می روند (۱).

اضافه وزن و چاقی با افزایش خطر بیماری کرونر قلب، سکته مغزی، پرفشار خونی، دیابت نوع دو و بعضی از سرطان‌های خاص ارتباط دارد. در سال‌های اخیر کم تحرکی، چاقی و سندرم متابولیک در جوامع در حال رشد رو به افزایش بوده است (۲). در بین بیماری‌های مختلف، سندرم تخمدان پلی کیستیک از جمله مواردی است که قویا با چاقی ارتباط دارد (۳).

مطالعات دهه اخیر نشان داده‌اند که سندرم PCO می تواند یک مرحله پیش التهابی باشد، زیرا در بین آن‌ها بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت ۲، مقاومت به انسولین و سندرم متابولیک با روخداد بالایی دیده می شود (۴). در این میان بررسی و شناسایی علل التهابی این عارضه به دلایل مطرح شده می تواند در درمان آن با روند کاهش اثرات منفی آن به واسطه تمرین هوازی کمک شایانی به متخصصین امر داشته باشد. در این راستا تحقیق فوق به بررسی برخی از فاکتورها التهابی مانند ای-سلکتین و فاکتور هسته‌ای کاپای بی (NF-κB)، پرداخته است.

ای-سلکتین گلیکوپروتئینی از خانواده ملکول‌های چسبان است که بر روی سطح سلول‌های اندوتلیال یافت می شود و به عنوان یک گیرنده غشایی موثر در پیام‌های سلولی بوده (۵) و مسئول آغاز چسبندگی و اتصال لکوسیت‌ها به اندوتلیوم عروقی می باشند (۶). به طور کلی، عنوان شده است که شاخص‌های زیستی نشأت گرفته از عملکرد اندوتلیال و لکوسیت‌ها نظیر مولکول‌های چسبان سلولی و ای-سلکتین و برخی فاکتورهای دیگر، پیوسته در جریان خون رها می شوند.

افزایش غلظت این مارکرها نشان دهنده تخریب و فعال‌سازی اندوتلیال است که نقش مهمی در فرایند التهابی دارند (۴). مقادیر ای-سلکتین به دلیل اختلال دیواره اندوتلیال عروق در بیماران PCOS نسبت به افراد سالم افزایش می یابد (۷). چسبندگی بین سلول‌ها و همچنین چسبندگی بین سلول‌ها و پروتئین‌ها که از راه مولکول‌های چسبان ایجاد می شود در سلامتی بیماری اهمیت زیادی دارد. در یک فرد سالم، عملکرد مولکول‌های چسبان در فرایندهایی نظیر رشد جنین، تمایز، مرگ سلولی، رگ‌سازی، بهبود زخم و بویژه التهاب و رشد و پیوستگی رگ‌ها ضروری می باشد (۸).

NF-κB یک فاکتور رونویسی حساس به سیستم اکسید و احیاء درون سلولی نقش مهمی در تنظیم ژن‌های دخیل در پاسخ‌های سلولی از قبیل التهاب، ایمنی سلولی، رشد و مرگ سلولی دارد (۹). این فاکتور باعث افزایش رونویسی از ژن فاکتور نکروز دهنده تومور-آلفا (Tumor necrosis factor) (TNF-α) می شود. به نظر می رسد بیان TNF-α وابسته به بیان NF-κB می باشد (۱۰). TNF-α یک سیتوکین (پروتئین سیگنال دهنده به سلول‌ها) است و به صورت عمده در ماکروفاژهای فعال شده، تولید و آزاد می شود. سندرم PCO با فعالیت فاکتور رونویسی پیش التهابی NF-κB به واسطه هایپرگلسیمیا نقش مهمی در تغییر آزاد سازی TNF-α از گردش سلول‌های تک هسته‌ای (MNC) دارد. تحقیقات جدید نشان داده است که هایپرگلسیمیا منجر به افزایش گونه‌های آزاد اکسیژن در MNC زن‌های با سندرم PCO می شود که به دنبال آن منجر به فعال شدن استرس اکسیداتیو و فعال شدن NF-κB می گردد (۱۱). مسیر سیگنالینگ PI3K/ AKT/ mTOR در سندرم PCO فعال می گردد و در ارتباط به رویکردهای پاتوژنز ناشی از این سندرم می باشد (۱۲).

برای بهبود وضعیت جسمانی افراد چاق، به جای دارو از فعالیت‌های ورزشی اعم از بی‌هوازی و هوازی استفاده می شود که هر کدام از این فعالیت‌ها از طریق سازوکارهای مختلفی بر بهبود وضعیت جسمانی تاثیر می گذارند (۲). بر طبق سندرم سازگاری عمومی، فعالیت ورزشی و ریکواری پس از آن می تواند مزایایی برای بدن توسط فعال شدن مکانیسم سازگاری طبیعی فراهم آورد. تمرین هوازی باعث کاهش میزان چربی و

باعث بهبودی در بی‌نظمی قاعدگی، تخمک‌گذاری، مورفولوژی تخمدان‌ها و باروری می‌شود (۷). اما سوال این است که چه تمرینی؟ با چه شدتی؟ و با چه مدتی؟ همین مساله باعث شده است که روش‌های تمرینی مختلف مورد استفاده قرار گیرد که نتایج مختلفی نیز به دست آمده است. در این میان نوعی از تمرینات تناوبی شدید تاباتا می‌باشد که در سال ۱۹۹۷ طراحی شد و در آن مدت زمان فعالیت بین ۸ الی ۲۰ دقیقه متفاوت است و متشکل از دوره‌های ۴ دقیقه‌ای (۲۰ ثانیه فعالیت و ۱۰ ثانیه استراحت) با ۷۵ الی ۹۵ درصد HRmax و ۱ دقیقه استراحت پس از هر ۴ دقیقه است (۱۹). از طرفی به علت ویژگی‌های هیدرودینامیکی منحصر به فرد آب، اجرای تمرینات تناوبی شدید در محیط آبی برای افراد اطمینان بخش‌تر بوده و منجر به تحمل وزن کمتری در تمرین نسبت به تمرین تناوبی در خشکی می‌شود (۲۰). مطالعات بالینی متعددی فواید هوازی، متابولیسمی، اسکلتی-عضلانی و روانی قابل توجهی را در مورد برنامه‌های ورزشی در آب و تمرینات تناوبی شنا گزارش کرده‌اند (۲۱).

درمان با انواع داروها ممکن است خصوصیات مردانه ایجاد کند همچنین متاسفانه اکثر آثار جانبی غیرقابل برگشت هستند بنابراین استراتژی‌های درمان غیر دارویی ضرورت داشته و نیازمند بررسی و مطالعه هستند. از طرف دیگر با مرور تحقیقات انجام شده در داخل و خارج از کشور تحقیقی در زمینه تأثیر تمرین تاباتا بر متغیرهای تحقیق و حتی تمرین هوازی بر متغیرهای تحقیق آن هم در زنان مبتلا به سندروم تخمدان پلی کیستیک انجام نشده است لذا هدف از انجام این تحقیق تعیین تأثیر یک دوره تمرین تاباتا در آب و مصرف متفورمین بر E-selectin و NF-κB در زنان چاق مبتلا به PCOS بود.

### روش کار

تحقیق حاضر نیمه تجربی و از نوع کاربردی با طرح تحقیق پیش‌آزمون-پس‌آزمون بود. بدین منظور از بین زنان دارای شاخص توده بدنی فراتر از ۲۹/۹ شهر اصفهان که توسط متخصص غدد یا زنان و آزمایش‌های

مقاومت به انسولین در افراد چاق می‌شود. در مجموع مطالعات، تغییرات فیزیولوژیک سودمندی برای تمرینات هوازی برای بدن قائل‌اند که از جمله بهبود ترکیب بدنی، افزایش حساسیت انسولینی و تنظیم متابولیسم انرژی اولیه با سازوکارهای متفاوتی را می‌توان برشمرد (۱۳).

بسیاری از زنان به سندرم تخمدان پلی کیستیک به معالجات طولانی احتیاج دارند، بنابراین هزینه‌های درمانی افزایش می‌یابد، لیکن پژوهش‌ها نشان داده‌اند این بیماری دومین هزینه عمده را برای مراکز بهداشت و درمان، هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی به وجود می‌آورد (۱۴).

از طرف دیگر داروهای جاری در دسترس برای درمان بیماری موثر هستند اما اثرات جانبی بسیاری دارند، همچنین باید طولانی مدت مصرف شوند و در نتیجه هزینه زیادی را به بیمار تحمیل می‌کنند (۱۵). همچنین به نظر می‌رسد درمان‌های دارویی برای سندرم تخمدان پلی کیستیک تأثیر کمتری در بیماران چاق دارد (۱۶). چاقی باعث توسعه این بیماری و موجب گسترش عدم تخمک‌گذاری می‌شود، حتی اگر تخمک‌گذاری در سایر بیماران رخ دهد، در افراد چاق به ندرت اتفاق می‌افتد (۱۶). لیکن در پژوهش‌های انجام شده نقش کاهش مصرف انرژی و افزایش فعالیت بدنی در رفع چاقی بیماران PCOS به خوبی مطالعه نشده است. اما اثرات مفید ورزش در بهبود بیماری‌های متابولیکی، قلبی-عروقی و دیابت در عموم مردم دیده شده است (۱۷).

پژوهشگران بر این باورند که ورزش منظم و نه چندان سنگین برای مبتلایان به سندرم تخمدان پلی کیستیک جدا از درمان‌های کلینیکی، یک روش سالم و طبیعی می‌باشد. به خوبی اثبات شده که کاهش وزن به مقدار متوسط ۱۴-۵ درصد از طریق محدودیت انرژی و فعالیت بدنی عملکرد تولید مثل و مشخصات هورمونی را در زنان چاق و دارای اضافه وزن مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک بهبود می‌بخشد (۱۸). فعالیت بدنی از طریق کاهش چربی شکمی، قند خون، چربی خون، کاهش مقاومت به انسولین، تأثیر بر ترشح هورمون‌ها و کاهش فاکتورهای خطرزای قلبی عروقی

آزمون شاپیرو ویلک جهت بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها و تحلیل کوواریانس جهت بررسی فرضیه‌های تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SPSS/21 در سطح معنی‌داری  $\alpha \leq 0/05$  استفاده شد.

### یافته‌ها

مشخصات فردی آزمودنی‌ها در جدول ۱ آمده است. نتایج نشان داد فاکتور E-selectin در زنان چاق مبتلا به PCOS در پایان دوره در گروه تمرین تاباتا در آب و مصرف متفورمین نسبت به گروه کنترل تفاوت معنی‌داری داشت ( $F=6/134$  و  $P=0/001$ ) نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد پیش از آزمون گروه تمرین تاباتا در آب با پس از آزمون گروه تمرین تاباتا در آب از یک طرف و بین پس از آزمون گروه تمرین تاباتا در آب با پیش از آزمون و پس از آزمون گروه کنترل از طرف دیگر تفاوت معنی‌داری وجود دارد اما بین سایر گروه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. (جدول ۲).

نتایج نشان داد تمرین تاباتا در آب و مصرف متفورمین بر فاکتور NF-Kb در زنان چاق مبتلا به PCOS تاثیر معنی‌داری دارد ( $F=3/354$  و  $P=0/025$ ). نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد بین پیش از آزمون گروه تمرین تاباتا در آب با پس از آزمون گروه تمرین تاباتا در آب تفاوت معنی‌داری وجود دارد اما بین سایر گروه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. (جدول ۳).

### بحث

نتایج نشان داد فاکتور E-selectin در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک در پایان دوره در گروه تمرین هوازی و مصرف متفورمین نسبت به گروه کنترل به طور معنی‌داری بیشتر بود. نتایج آزمون تعقیبی نشان داد بین پیش از آزمون گروه تمرین هوازی تاباتا با پس از آزمون گروه تمرین هوازی تاباتا از یک طرف و بین پس از آزمون گروه تمرین هوازی تاباتا با پیش از آزمون و پس از آزمون گروه کنترل از طرف دیگر تفاوت معنی‌داری وجود دارد اما بین سایر گروه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. تایید حاصل از این پژوهش در تغییرات سطوح سلکتین با برخی یافته‌های تحقیقاتی مبنی بر تأثیرات

تشخیصی و سونوگرافی تشخیص سندرم تخمدان پلی کیستیک برای آن‌ها در نظر گرفته شده بود، ۳۰ نفر به عنوان نمونه آماری انتخاب و به طور تصادفی به دو گروه تجربی (متفورمین+تمرین در آب) و کنترل تقسیم شدند. (لازم به ذکر است که معیارهای ورود به تحقیق عبارت بودند از تشخیص سندرم تخمدان پلی کیستیک توسط پزشک متخصص، دارای شاخص توده بدنی بالاتر از ۲۹، عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی و هرگونه جراحی) همچنین افرادی که دو جلسه متوالی و ۳ جلسه غیر متوالی در تمرینات شرکت نکردند از تحقیق کتار گذاشته شدند. ۲۴ قبل از شروع تمرینات آزمودنی‌ها ابتدا پرسشنامه اطلاعات شخصی را تکمیل کرده و خون‌گیری پس از ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه جهت تعیین سطح متغیرها به عمل آمد. گروه تجربی به مدت ۱۲ هفته، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۴۰ دقیقه تمرینات در آب (شامل ۱۰ دقیقه راه رفتن به سمت جلو، عقب، پهلو و نرم دویدن در قسمت کم عمق استخر جایی که سطح آب تا زیر گردن باشد و سپس انجام حرکات کششی بود. سپس تمرین تاباتا همراه با آهنگ ویژه تمرین که در استخر پخش شد به مدت ۲۰ دقیقه انجام شد و سپس ۱۰ دقیقه حرکات کششی و سرد کردن) را انجام دادند (۲۲) و ۵۰۰ میلی‌گرم متفورمین را دو بار در روز و پس از صرف صبحانه و شام مصرف کردند. شدت تمرینات با استفاده از ضربان قلب و دستگاه بِلت کنترل شد. همچنین در موارد بروز عوارض گوارشی و عدم تحمل، دارو قطع شده و بیمار از مطالعه خارج شد. ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین مجدداً از تمام آزمودنی‌ها خون‌گیری به عمل آمد. لازم به ذکر است که گروه کنترل نیز به همان میزان متفورمین مصرف کردند. همچنین برای رعایت ملاحظات اخلاقی پس از انجام مرحله پس از آزمون، پروتکل‌های درمانی به صورت کتابچه راهنما در اختیار گروه کنترل قرار گرفت تا در صورت تمایل از آن بهره‌گیری کنند. برای کنترل تغذیه از آزمودنی‌ها خواسته شد تغذیه روزانه خود را داشته باشند و از رژیم‌های کاهش وزن استفاده نکنند.

در انتها از آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد)،

جدول ۱- توصیف مشخصات فردی آزمودنی‌ها

گروه	کنترل		تمرین هوازی	
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
متغیر				
تعداد	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
سن (سال)	۴۴/۳۴ ± ۲۷	۴۴/۳۴ ± ۲۷	۳۳/۳ ± ۲۸	۳۳/۳ ± ۲۸
قد (m)	۱۶۱/۲ ± ۶/۸۹	۱۶۱/۲ ± ۶/۸۹	۱۶۱/۵ ± ۲/۹	۱۶۱/۵ ± ۲/۹
وزن (kg)	۹۷/۱۵ ± ۳/۹	۹۷/۱۵ ± ۶/۴۰	۸۶/۱۳ ± ۱/۹۵	۸۴/۱۴ ± ۳/۱۷

جدول ۲- نتایج آزمون توکی E-selectin

مقایسه گروه‌ها	تفاوت میانگین	Sig
پیش آزمون تمرین تاباتا - پس آزمون تمرین تاباتا	۴/۰۴	P=۰/۰۰۳*
پیش آزمون تمرین تاباتا - پیش آزمون کنترل	۰/۵۹۷	P=۰/۹۴۱
پیش آزمون تمرین تاباتا - پس آزمون کنترل	۰/۶۴۰	P=۰/۹۲۹
پس آزمون تمرین تاباتا - پیش آزمون کنترل	-۳/۴۵	P=۰/۰۰۹*
پس آزمون تمرین تاباتا - پس آزمون کنترل	-۳/۴۰	P=۰/۰۱۱*
پیش آزمون کنترل - پس آزمون کنترل	۰/۰۴	P=۰/۹۹۹

جدول ۳- نتایج آزمون توکی NF-Kb

مقایسه گروه‌ها	تفاوت میانگین	Sig
پیش آزمون تمرین تاباتا - پس آزمون تمرین تاباتا	۶/۵۰	P=۰/۰۴۰*
پیش آزمون تمرین تاباتا - پیش آزمون کنترل	۰/۴۷	P=۰/۹۹۷
پیش آزمون تمرین تاباتا - پس آزمون کنترل	۰/۶۲	P=۰/۹۹۳
پس آزمون تمرین تاباتا - پیش آزمون کنترل	-۶/۰۲	P=۰/۰۶۷
پس آزمون تمرین تاباتا - پس آزمون کنترل	-۵/۸۷	P=۰/۰۷۶
پیش آزمون کنترل - پس آزمون کنترل	۰/۱۵	P=۰/۹۹۸

بر عوام کلیدی در توسعه آترواسکلروز دارد. این امر، تا حدودی می‌تواند تأثیرات ضدآتروژنیک اثبات شده علمی تأثیرات تمرینات هوازی را توضیح دهد و دارای اثرات بالینی مهم باشد (۲۳). حجازی (۲۰۱۴) نشان داد، تمرینات هوازی با شدت ۵۰ تا ۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی، باعث کاهش معنی‌دار E- سلکتین در گروه تجربی می‌شود (۲۴) و جلالی (۲۰۱۵) با بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین هوازی، به این نتیجه رسید که مقادیر ICAM-1 و E سلکتین در پایان دوره، کاهش می‌یابد (۲۵). احمدی‌زاد (۱۳۹۵) با هدف مقایسه تأثیر ۸ هفته فعالیت تناوبی با شدت بالا و تداومی بر سطح پایه بیان مولکول P- سلکتین و شاخص‌های پلاکتی در بیماران قلبی- عروقی، نشان داد بین تیمی‌رات - P سلکتین در سه گروه، تفاوت معنی‌دار وجود دارد و

مثبت تمرینات ورزشی بر سطح این شاخص‌ها هم‌سو است ولی با برخی نتایج خاص از مطالعات قبلی، هم‌سو نیست. پالمفورس (۲۰۱۴) در یک بررسی سیستماتیک در مورد تأثیر تمرین ورزشی بر عوام کلیدی آترواسکلروز در مبتلایان به بیماری قلبی- عروقی پرداخت. مطالعات مربوط به تأثیر تمرین ورزشی و سیتوکین‌ها، کموکاین‌ها، مولکول‌های چسبان را بررسی کرد. تمرینات هوازی، باعث کاهش مولکول‌های چسبان VCAM-1 و ICAM-1 شد؛ در حالی که تأثیرات آن بر E-selectin و P-selectin نامتناقض بوده است. البته به نظر می‌رسد تأثیر تمرینات هوازی بر این عوام، بستگی به نوع و مدت مداخله تمرین و عوام بیماری مانند وجود ایسکمی دارد. همانطور که در این بررسی ارائه شده است، سطح بالای از شواهدی وجود دارد که فعالیت ورزشی، تأثیر مثبت

پس آزمون گروه تمرین هوازی تابا تا تفاوت معنی داری وجود دارد اما بین سایر گروه‌ها تفاوت معنی داری وجود ندارد. در دانش ما و با مرور تحقیقات انجام شده تحقیقی در زمینه تاثیر تمرین هوازی بر فاکتور NF-Kb یافت نشد. با این حال در تبیین یافته فوق می توان عنوان کرد که NF-Kb در پاسخ به محرک‌های سلولی تحریک شده و فعال می‌شود تاکنون حدود ۴۵۰ محرک، از جمله محرک‌های فیزیکی، شیمیایی، فیزیولوژیک و اکسیدانها برای NFkB شناسائی شده است. همچنین مایوتوزن ها، لیگاند رسپتور ها، باکتری ها، ویروس ها، انگل ها، قارچ ها و تولیدات آنها، سایتوکاین های پیش‌التهابی و برخی شرایط پاتولوژیک از جمله محرکهای این فاکتور رونویسی می‌باشند (۲۸). فاکتور رونویسی NFkB عرضه تعداد بسیار زیادی از ژن‌های پیش‌التهابی از جمله سایتوکاین ها، کموکاین ها، گیرنده های ایمنی، آنزیمها و دیگر مولکول های پیش‌التهابی را بر عهده دارد (۲۹). فعالیت نامناسب NFkB یکی از مکانیسم‌های برخی از بیماری‌هاست به ویژه آنهایی که با التهاب همراه هستند (۳۰). بنابراین افزایش این فاکتور در اثر سندروم تخمدان پلی کیستیک منطقی است و از طرف دیگر تحقیقات نشان دهنده تاثیر تمرین هوازی بر فاکتورهای التهابی و پیش‌التهابی می‌باشند که دلیلی بر یافته تحقیق حاضر می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق تایید کننده تاثیر تمرین در آب بر متغیرهای تحقیق می‌باشد بنابراین به متخصصین و محققین توصیه می‌شود جهت درمان سندروم تخمدان پلی کیستیک از تمرین تابا تا در آب استفاده شود. با این حال عدم دسترسی به تمام افراد جامعه جهت نمونه‌گیری تصادفی، عدم کنترل شرایط روحی آزمودنی‌ها هنگام انجام تمرینات، عدم کنترل شرایط اقتصادی و جایگاه اجتماعی خانواده‌ها از محدودیت‌های تحقیق حاضر می‌باشد که ممکن است بر نتایج تاثیر داشته باشد.

با توجه به تاثیر تمرین تابا تا در آب بر فاکتورهای التهابی و هسته‌ای ونقش این فاکتورها در سندروم

بین تغییرات قب و بعد از تمرین گروه کنترل و تمرین تناوبی، تفاوت معنی داری وجود دارد (۲۶). رحمانی (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای نشان داد پس از هشت هفته تمرین استقامتی در مورد مقادیر E-سلکتین محلول با وجود کاهش، تغییرات معنی داری مشاهده نشد که با نتایج پژوهش ما ناهمخوان است و احتمالاً به دلیل تفاوت در آزمودنی‌های دو پژوهش می‌باشد. تمرین استقامتی می‌تواند موجب کاهش برخی از مولکول‌های چسبان شود. این امر می‌تواند مسئول بخشی از کاهش احتمالی التهاب، سیستمی ناشی از فعالیت ورزشی باشد. در تبیین یافته فوق می‌توان عنوان کرد که سلکتین‌ها، اتصالات ناپایدار کوسیت‌ها و تأثیر متقاب لکوسیت-پلاکت را میانجی‌گری می‌کنند، در حالی که برای اتصال و مهاجرت لکوسیت‌ها به بیان ICAM-1 و VCAM-1 نیاز است. نگاه بیهامی که سطوح مولکول‌های چسبان با افزایش همراه است، التهاب، ناشی از چسبندگی لکوسیت‌ها و پلاکت‌ها به اندوتلیال را می‌توان با تمرین بدنی منظم، کاهش داد و باعث بهبود عملکرد اندوتلیال شد؛ بنابراین تأثیرات مثبت فعالیت بدنی می‌تواند به تغییرات القا شده در سطوح نسخه‌برداری مولکول‌های چسبان سلولی از طریق افزایش شیراسترس و فراهمی نیتریک اکساید مربوط باشد. از تأثیرات سودمند فعالیت بدنی می‌توان به کاهش آگونیست‌های ساخت مولکول‌های چسبان همچون کاهش سیتوکین‌های التهابی، گونه‌های اکسیژن فعال، انتقال فنوتیپ ماکروفاژها از ماکروفاژهای افزایش دهنده وضعیت التهابی مزمن به ماکروفاژهایی با خواص تولید سیتوکین‌های ضدالتهابی در بافت چربی بیان کرد. همچنین رهایش کاتکولامین‌ها در گردش خون پس از انجام فعالیت‌های بدنی می‌توانند دخیل باشد؛ طوری که با افزایش اپی‌نفرین، معمولاً سلول‌های چسبان کاهش می‌یابند (۲۷).

نتایج نشان داد فاکتور NF-Kb در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک در پایان دوره در گروه تمرین هوازی و مصرف متفورمین نسبت به گروه کنترل به طور معنی داری کمتر بود. نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد بین پیش آزمون گروه تمرین هوازی تابا تا با



hyperandrogenism in polycystic ovary syndrome. *J Clin Endocrinol Metab.* 2006 Jan;91(1):336-40.

12. Liu AL, Liao HQ, Li ZhL, Liu J, Zhou CL, Guo ZF, Xie HY, Peng CY. New Insights into mTOR Signal Pathways in Ovarian-Related Diseases: Polycystic Ovary Syndrome and Ovarian Cancer. *Asian Pac J Cancer Prev.* 2016 Dec 1;17(12):5087-5094.

13. Chang AM, Halter JB. Aging and insulin secretion. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2003 Jan;284(1):E7-12.

14. Paisey RB, Frost J, Harvey P, Paisey A, Bower L, Paisey RM, Taylor P, Belka I. Five year results of a prospective very low calorie diet or conventional weight loss programme in type 2 diabetes. *J Hum Nutr Diet.* 2002 Apr;15(2):121-7.

15. Yildiz BO, Knochenhauer ES, Azziz R. Impact of obesity on the risk for polycystic ovary syndrome. *J Clin Endocrinol Metab.* 2008 Jan;93(1):162-8.

16. Kessler HS, Sisson SB, Short KR. The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. *Sports Med.* 2012 Jun 1;42(6):489-509.

17. Zhang J, Si Q, Li J. Therapeutic effects of metformin and clomiphene in combination with lifestyle intervention on infertility in women with obese polycystic ovary syndrome. *Pak J Med Sci.* 2017 Jan-Feb;33(1):8-12.

18. Barber TM, Franks S. Divergences in insulin resistance between the different phenotypes of the polycystic ovary syndrome. *Expert Rev Endocrinol Metab.* 2013 Sep;8(5):427-429.

19. Bateman LA, Slentz CA, Willis LH, Shields AT, Piner LW, Bales CW, Houmard JA, Kraus WE. Comparison of aerobic versus resistance exercise training effects on metabolic syndrome (from the Studies of a Targeted Risk Reduction Intervention Through Defined Exercise - STRRIDE-AT/RT). *Am J Cardiol.* 2011 Sep 15;108(6):838-44.

20. Fisher MG, D'acquistio LJ, Roemer K, D'acquistio D, Tesfaye J. Cardiorespiratory Responses to a 20-minute Shallow Water Tabata Style Workout: A Gender Comparison. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2017;49(5S):277.

21. Gaeini A, Satarifard S, Mohamadi F, Rajaei M. Exercise on Ovarian Androgens and Body Composition of Women with Polycystic Ovary Syndrome. *armaghanj* 2012; 17 (5) :387-397.

22. Palmefors H, DuttaRoy S, Rundqvist B, Börjesson M. The effect of physical activity or exercise on key biomarkers in atherosclerosis—a systematic review. *Atherosclerosis.* 2014 Jul;235(1):150-61.

23. Hejazi SM, Hosseini Abrishami L, Ashkanifar M. The Impact of Aerobic Selected Exercises on some

تخمندان پلی کیستیک، استفاده از تمرین تاباتا در آب و متفورمین برای بیماران با مشورت پزشک توصیه می‌شود.

## References

1. Kraemer RR, Kraemer GR, Acevedo EO, Hebert EP, Temple E, Bates M, Etie A, Haltom R, Quinn S, Castracane VD. Effects of aerobic exercise on serum leptin levels in obese women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1999 Jul;80(2):154-8.

2. Tabibirad S, Abednatanzi H, Nikbakht H, Ghazalian F, Gholami M. Effects of aerobic training on dipeptidyl peptidase-4 and glucagon-like peptide-1 in obese women with type 2 diabetes. *IJDLD.* 2019;18(5):275-281.

3. Thomson RL, Buckley JD, Brinkworth GD. Exercise for the treatment and management of overweight women with polycystic ovary syndrome: a review of the literature. *Obes Rev.* 2011 May;12(5):e202-10.

4. Rahmani, H., Ahmadizad, S., Rohani, H., Noori Habashi, A., Mohammadi Dehcheshmeh, M. Acute Effects of Continuous or High Intensity Interval Exercise on Plasma Levels of E-Selectin and WBC Indices in CHD Patients. *Sport Physiol.* 2017;9(35):35-48.

5. Ley K. The role of selectins in inflammation and disease. *Trends Mol Med.* 2003 Jun;9(6):263-8.

6. Roldán V, Marín F, Lip GY, Blann AD. Soluble E-selectin in cardiovascular disease and its risk factors. A review of the literature. *Thromb Haemost.* 2003 Dec;90(6):1007-20.

7. Diamanti-Kandaraki E, Paterakis T, Alexandraki K, Piperi C, Aessopos A, Katsikis I, Katsilambros N, Kreatsas G, Panidis D. Indices of low-grade chronic inflammation in polycystic ovary syndrome and the beneficial effect of metformin. *Hum Reprod.* 2006 Jun;21(6):1426-31.

8. Blake GJ, Ridker PM. Novel clinical markers of vascular wall inflammation. *Circ Res.* 2001 Oct 26;89(9):763-71.

9. Mohammadi R, Matin Homaei H, Azerbaijani, M A, Baesi K. Effect of 12 week resistance training on gene expressions rage, icam, vcam in the heart of diabetic rats with stz. *IJDLD.* 2017;16(1):1-8.

10. Haghghi A H, Hamedinia M R. Comparison of menopause related inflammatory markers in menopause active and passive women. *Olympic.* 2009;18(4):19-28. (In Persian).

11. González F, Rote NS, Minium J, Kirwan JP. Reactive oxygen species-induced oxidative stress in the development of insulin resistance and

of the Inflammatory Cardiovascular Factors in Type II Diabetics. *Adv Environ Biol*. 2014; 8(9), 357-362.

24. Jalaly L, Sharifi G, Faramarzi M, Nematollahi A, Rafieian-kopaei M, Amiri M, Moattar F. Comparison of the effects of *Crataegus oxyacantha* extract, aerobic exercise and their combination on the serum levels of ICAM-1 and E-Selectin in patients with stable angina pectoris. *Daru*. 2015 Dec 19;23:54.

25. Ahmadizad S, Maleki M, Naderi N, Rahmani H, Noori HA, Salimian M, Lottfian S. Comparison of the effects of 8 weeks of high intensity interval training and continuous training on P-selectin expression and platelet indices in cardiovascular disease. *Physiol Exerc Physic Act*. 2016;17:1355-1364. [Persian]

26. Hiva Rahmani, Sajjad Ahmadizad, Hadi Rohani, Akbar Noori Habashi, Mohammad Mohammadi Dehcheshmeh. Acute Effects of Continuous or High Intensity Interval Exercise on Plasma Levels of E-Selectin and WBC Indices in CHD Patients, *Sport Physiology*. 2018; 9(35), 35-48. [Persian].

27. Gilmore TD, Herscovitch M. Inhibitors of NF-kappaB signaling: 785 and counting. *Oncogene*. 2006 Oct 30;25(51):6887-99.

28. Banafsche R, Günther L, Nefflen JU, Moutsiou S, Knolle PA, Herfarth C, Klar E. NF-kappa B antisense oligonucleotides reduce leukocyte-endothelial interaction in hepatic ischemia-reperfusion. *Transplant Proc*. 2001 Nov-Dec;33(7-8):3726-7.

29. Culver C, Sundqvist A, Mudie S, Melvin A, Xirodimas D, Rocha S. Mechanism of hypoxia-induced NF-kappaB. *Mol Cell Biol*. 2010 Oct;30(20):4901-21.

30. Kouhpayeh Z, Farsi S, Hoseini A, Fathi I. The effect of continuous and interval exercise with Crocin on the expression of AP-1 and NF-κB gene in the heart tissue of obese male Wistar rats. *J Appl Exerc Physiol*. 2021;17(33):161-171.