



## تأثیر یک دوره تمرین تاباتا در آب بر TSP-1 و TIMP-3 و مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک

محدثه سادات یعقوبی: دانشجوی دکتری، گروه تربیت بدنی، واحد محلات، دانشگاه آزاد اسلامی، محلات، ایران.

بهرام عابدی: استاد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی، واحد محلات، دانشگاه آزاد اسلامی، محلات، ایران، (\* نویسنده مسئول) abedi\_bahram2000@yahoo.com

عباس صارمی: گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اراک، اراک، ایران.

### چکیده

#### کلیدواژه‌ها

تمرین تاباتا در آب،

TIMP-3،

TSP-1،

مقاومت به انسولین،

سندرم تخمدان پلی کیستیک

**زمینه و هدف:** سندرم تخمدان پلی کیستیک از جمله بیماری‌های شایع غدد درون‌ریز می‌باشد که ۵ تا ۱۰ درصد از زنان را در سن باروری درگیر می‌کند. هدف از انجام تحقیق حاضر تبیین تاثیر تمرین تاباتا در آب بر TSP-1 و TIMP-3 و مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک بود.

**روش کار:** برای انجام تحقیق نیمه تجربی حاضر از بین زنان دارای BMI بیشتر از ۲۹/۹ شهر اصفهان، ۳۰ نفر انتخاب و بطور تصادفی به دو گروه آزمایش (متفورمین+تمرین تاباتا) (۱۵ نفر) و کنترل (متفورمین) (۱۵ نفر) تقسیم شدند. برنامه تمرینات تاباتا شامل ۳ جلسه در هفته به مدت ۴۰ دقیقه (۱۰ دقیقه گرم کردن، ۲۰ دقیقه تمرین و ۱۰ دقیقه سرد کردن) متشکل از دوره‌های ۴ دقیقه‌ای (۲۰ ثانیه فعالیت و ۱۰ ثانیه استراحت) را به مدت ۱۲ هفته بود. آزمودنی‌ها همچنین ۵۰۰ میلی‌گرم متفورمین را دو بار در روز و پس از صرف صبحانه و شام مصرف کردند. برای اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق پس از ۱۲ تا ۱۴ ساعت ناشتایی و در دو مرحله قبل و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، خون‌گیری انجام گرفت. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های شاپیرو وایک، تحلیل واریانس یک طرفه و تعقیبی توکی استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد تمرین باعث کاهش معنی‌دار مقاومت به انسولین و افزایش معنی‌دار TSP-1 و TIMP-3 در گروه تجربی شد.

**نتیجه‌گیری:** نتایج تحقیق حاضر تایید کننده تاثیر تمرین تاباتا در آب همراه با مصرف متفورمین عوامل دخیل در آنژیوژنز و مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به سندروم تخمدان پلی کیستیک می‌باشد.

**تعارض منافع:** گزارش نشده است.

**منبع حمایت‌کننده:** حامی مالی ندارد.

شیوه استناد به این مقاله:

Yaghoubi M S, Abedi B, Saremi A. Effect of a Tabata Exercise Session in Water on TSP-1 and TIMP-3 and Insulin Resistance in Obese Women with Polycystic Ovary Syndrome. Razi J Med Sci. 2023;30(5): 182-191.

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

## Original Article

## Effect of a Tabata Exercise Session in Water on TSP-1 and TIMP-3 and Insulin Resistance in Obese Women with Polycystic Ovary Syndrome

**Mohaddese Sadat Yaghoubi:** PhD student, Department of Physical Education, Mahallat Branch, Islamic Azad University, Mahallat, Iran.

**Bahram Abedi:** Professor Department of Physical Education, Mahallat Branch, Islamic Azad University, Mahallat, Iran. (\* Corresponding author) [abedi\\_bahram2000@yahoo.com](mailto:abedi_bahram2000@yahoo.com)

**Abbas Saremi:** Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Arak University, Arak, Iran.

### Abstract

**Background & Aims:** Polycystic ovary syndrome is one of the common endocrine diseases that affects 5-10% of women of reproductive age. The purpose of this research was to explain the effect of Tabata training in water on TSP-1 and TIMP-3 and insulin resistance in obese women with polycystic ovary syndrome.

**Methods:** To conduct this semi-experimental research, 30 women with a BMI greater than 29.9 in Isfahan city were selected and randomly divided into two experimental groups (metformin + Tabata exercise) (15 people) and control (metformin) (15 people). The Tabata training program consisted of 3 sessions per week for 40 minutes (10 minutes of warm-up, 20 minutes of exercise and 10 minutes of cooling down) consisting of 4-minute periods (20 seconds of activity and 10 seconds of rest) for 12 weeks. Subjects also took 500 mg metformin twice a day after breakfast and dinner. To measure the research variables, blood was taken after 12 to 14 hours of fasting and in two stages before and 48 hours after the last training session. To analyze the data, Shapiro-Wilk tests, one-way analysis of variance and Tukey's post hoc tests were used. People with endocrine diseases, untreated thyroid, Cushing's syndrome (a type of metabolic syndrome in which high levels of glucocorticoids lead to insulin resistance in muscle tissue, liver and fat tissue), congenital adrenal hyperplasia, suspected ovarian or adrenal tumor, heart patients, use of oral contraceptive pills, progestin and hormone induction (Inplanol), use of hormone therapy or herbal medicines during the last 2 months, use of acupuncture during the last 2 months, exercise during Last 2 months, pregnancy, history of abortion or childbirth in the last 6 weeks, history of breastfeeding in the last 4 months, having bariatric surgery in the last 12 months, unwillingness to fill out the consent form to enter the study, patients with or with a history of Cervical, endometrial, or breast cancer were excluded from the study.

After selecting the sample, the subjects completed the personal information questionnaire and blood was drawn after 12 hours of overnight fasting to determine the level of insulin resistance factors, TSP-1 and TIMP-3. Then the experimental group did the training program including 12 weeks, 3 sessions per week and each session lasted 40 minutes and also used metformin. But the control group only took metformin. The exercise protocol consisted of 10 minutes of walking forwards, backwards, sideways, and jogging in the shallow part of the pool (where the water level is below the neck) and then doing stretching exercises. Then, Tabata training was performed with a special training song for 20 minutes and 10 minutes of stretching and cooling down. 48 hours after the last training session, blood was drawn again from all subjects. Also, in order to comply with ethical considerations at the end of the research, the treatment protocols in the form of manuals were provided to the control group so that they can use it if they wish. Similar to protocols on land, in water intensity interval training programs, participants complete "very hard" bouts with "easy" recovery periods, and due to the higher viscosity and density of water, large movements with increased speed will have greater resistance to water flow. He said that this leads to the creation of an ideal environment for increasing work efficiency and energy consumption. Also, metformin is a biguanide drug and

### Keywords

Tabata Exercise in Water,  
TIMP-3,  
TSP-1,  
Insulin Resistance,  
PolycysticOvary  
Syndrome

Received: 15/07/2023

Published: 20/08/2023

is sensitive to insulin. This drug is able to limit the secretion of insulin and its increase. It also reduces the amount of androgen secretion that is secreted from the ovary and adrenal gland. Therefore, metformin seems to be an effective drug in patients with PCOS, especially in those who are resistant to clomiphene. Metformin improves the menstrual cycle in patients with the syndrome and causes an increase in the sensitivity of the response of drugs effective in stimulating ovulation, especially in women with PCOS resistant to clomiphene citrate, and leads to a decrease in obesity.

**Results:** The results showed that exercise caused a significant decrease in insulin resistance and a significant increase in TSP-1 and TIMP-3 in the experimental group. The results showed that 12 weeks of Tabata training in water has a significant effect on insulin resistance in obese women with polycystic ovary syndrome ( $P=0.0001$ ,  $f_{3,59}=11.097$ ). Also, the results of Tukey's post hoc test showed that there is a significant difference between the pre-test of the water training group and the control post-test group and the post-test of the water training group with test control group, but does not have there is a significant difference between the other groups.

In this study, it was found that 12 weeks of Tabata training in water has a significant effect on TIMP-3 in obese women with polycystic ovary syndrome ( $P=0.0001$ ,  $f_{3,59}=20/270$ ). Also, the results of Tukey's post hoc test showed that there is a significant difference between the pre-test of the water exercise group and the post-test of the water exercise group and between the post-test of the water exercise group and the control but pre-test and the control post-test. There is no significant difference between the other groups.

In the present study, it was found that 12 weeks of Tabata training in water has a significant effect on TSP-1 in obese women with polycystic ovary syndrome ( $P=0.0001$ ,  $f_{3,59}=111/20$ ). Also, the results of Tukey's post hoc test showed that there is a significant difference between the pre-test of the water exercise group and the post-test of the water exercise group and between the post-test of the water exercise group and the control. but pre-test and the control post-test, There is no significant difference between the other groups.

**Conclusion:** The results of the present study confirm the effect of Tabata exercise in water along with metformin on the factors involved in angiogenesis and insulin resistance in women with polycystic ovary syndrome.

**Conflicts of interest:** None

**Funding:** None

#### Cite this article as:

Yaghoubi M S, Abedi B, Saremi A. Effect of a Tabata Exercise Session in Water on TSP-1 and TIMP-3 and Insulin Resistance in Obese Women with Polycystic Ovary Syndrome. Razi J Med Sci. 2023;30(5): 182-191.

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

## مقدمه

سندروم تخمدان پلی کیستیک (PCOS) شایع‌ترین اختلال اندوکراین است که در حدود ۱ نفر از هر ۱۵ زن در سراسر دنیا را مبتلا می‌سازد (۱). PCOS همچنین شیوع و خطر تعدادی از اختلالات متابولیکی شامل مقاومت به انسولین، هیپرآندروژنیسم، دیس لیپیدی و دیابت را افزایش می‌دهد (۲). آندروژن‌ها و انسولین عوامل اصلی در ایجاد PCOS می‌باشند اما اتیولوژی دقیق این بیماری نامشخص است و احتمالاً زمینه‌های ژنتیک در آن نقش دارد. در حال حاضر مقاومت به انسولین و در نتیجه افزایش آن، یکی از ویژگی‌های شایع PCOS است و زنان مبتلا را در معرض خطر دیابت نوع دو، بیماری شریان کرونری قلب، افزایش فشارخون و اختلال چربی خون قرار می‌دهد (۳). در حال حاضر مقاومت به انسولین یکی از ویژگی‌های شایع سندرم تخمدان پلی کیستیک است که زنان مبتلا را در معرض خطر دیابت نوع دو، بیماری شریان کرونری، افزایش فشارخون و اختلال چربی قرار می‌دهد. بر طبق تحقیقات، ۷۰ درصد زنان مبتلا به این عارضه دارای مقاومت به انسولین می‌باشند (۴).

مقاومت به انسولین، منجر به افزایش میزان انسولین می‌شود که تولید آندروژن را در استرومای تخمدان تحریک کرده و تکامل فولیکولی را مختل می‌کند (۵). از طرف دیگر یکی از مواردی که به نظر می‌رسد با سندروم تخمدان پلی کیستیک در ارتباط باشد آنژیوژنز می‌باشد. آنژیوژنز برای رشد و تمایز آندومتر انسان ضروری است و این فرآیند به عامل اصلی رشد عروق اندوتلیال (VEGF) و رسپتورهای آن وابسته است به طوری که آنژیوژنز عمده‌ترین ویژگی لانه‌گزینی و تشکیل جفت است (۶).

بطور کلی آنژیوژنز فرآیند تکثیر فعال سلول‌های اندوتلیال است و تشکیل رگ‌های فعال، مستلزم برهم کنش‌های هماهنگ بین سلول‌های اندوتلیال، ماتریکس خارج سلول و سلول‌های احاطه کننده آنها می‌باشد. علاوه بر این، باید اتصالات بین سلولی نیز از هم گسیخته شوند. این کار توسط خانواده بزرگ ماتریکس متالوپروتئازها انجام می‌شود و مهار کردن ترشح یا فعالیت آنها می‌تواند به کنترل تومور در رگ‌زایی منجر به مهار کننده‌های متالوپروتئازها شود. MMP سبب

مهار هر دو شکل فعال و غیر فعال شده و می‌تواند باعث مهاجرت سلول‌های اندوتلیال شوند (۷). اما این که کدام فاکتورها در آنژیوژنز تاثیر دارند سوالی است که ذهن محققین را به خود جلب کرده است. از جمله این فاکتورها، بازدارنده بافتی متالوپروتئینازها (TIMPs) است که دارای چهار ایزوفرم TIMP1, TIMP2, TIMP3 و TIMP4 می‌باشد (۸). همچنین ترمبوسپوندین (TSP1) به عنوان یک مهار کننده آنژیوژنز به طور اختصاصی از رشد سلول‌های اندوتلیال ممانعت می‌نماید. همچنین به عنوان یک راهکار مستقل برای مداخله آنژیوژنز با فاکتورهای آنژیوژنتیک از قبیل VEGF یا FGF و گیرنده های آن مقابله می‌کند. لذا پیشنهاد می‌شود که مهار فاکتورهای آنژیوژنز می‌تواند راه درمانی جدید برای درمان آندومتزیوز باشد و در نتیجه درمان ناباروری شود در طول دهه های گذشته، شیوه‌های درمانی متعددی برای درمان عدم تخمک گذاری در بیماران PCOS پیشنهاد شده، اما بنظر می‌رسد درمان‌های دارویی به تنهایی در بهبود ناباروری این بیماران موثر نیست (۹). به همین دلیل تاکنون مطالعات گوناگون، تاثیر تغییر یا اصلاح سبک زندگی را در زنان PCOS ارزیابی کرده‌اند و برنامه‌های اصلاح سبک زندگی، پیشرفت عملکرد تولید مثلی را در بیماران PCOS دارای اضافه وزن یا چاق نشان داده‌اند. از سویی مطالعات نشان داده است که کاهش ۱۰-۵ درصدی وزن در زنان با اضافه وزن با کاهش سطوح انسولین در گردش، هیپرآندروژنیسم، چرخه قاعدگی و باروری را بهبود می‌بخشد (۱۰). بنابراین تغییر سبک زندگی و کاهش وزن به عنوان خط اول درمان دارویی در زنان چاق مبتلا به PCOS، توسط متخصصین غدد و متخصصین زنان، در نظر گرفته می‌شود (۱۱). در همین راستا مداخلات مبتنی بر اصلاح سبک زندگی شامل: تمرینات ورزشی هوازی افزایش فعالیت بدنی یا هر دو، به‌طور گسترده‌ای برای پیشگیری و درمان بیماری‌های قلبی و خطرات ابتلا به بیماری‌های قلبی-متابولیکی در حال افزایش است (۱۲). در همین رابطه نیز تحقیقات زیادی در سال‌های اخیر ارتباط بین سندرم تخمدان پلی کیستیک و فعالیت منظم ورزشی را مورد تأیید قرار داده‌اند. به‌طور مثال در مطالعه‌ای با هدف بررسی اثرات درمانی متفورمین و کلومیفن در ترکیب با مداخلات

به تحمل وزن کمتری در تمرین نسبت به تمرین تناوبی در خشکی می‌شود (۱۸). 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 (۱۳). مشابه پروتکل‌های در خشکی، در برنامه‌های تمرینات تناوبی شدید در آب افراد شرکت کننده وهله‌های "بسیار سخت" را با دوره‌های ریکاوری "آسان" کامل می‌کنند و به دلیل ویسکوزیتر و چگالی آب، حرکات بزرگ همراه با افزایش سرعت، مقاومت بیشتری به جریان آب خواهند داد که این امر منجر به ایجاد یک محیط ایده‌آل برای افزایش بازده کاری و انرژی مصرفی است (۱۰). همچنین داروی متفورمین از دسته بیگوانیدها بوده و به انسولین حساس می‌باشد. این دارو قادر است ترشح انسولین و افزایش آن را محدود نماید. همچنین میزان ترشح اندروژن که از تخمدان و غده فوق کلیه ترشح می‌شود را کاهش می‌دهد. بنابراین به نظر می‌رسد متفورمین یک داروی موثر در بیماران مبتلا به PCOS، به خصوص در آن‌هایی که به کلومیفن مقاوم هستند، می‌باشد. متفورمین سیکل قاعدگی را در بیماران مبتلا به سندرم بهبود می‌بخشد و موجب افزایش حساسیت واکنش داروهای موثر در برانگیختن تخمک‌گذاری، به خصوص در زنان مبتلا به PCOS مقاوم به کلومیفن سیترات می‌گردد و منجر به کاهش چاقی می‌گردد (۷). لیکن با توجه به موارد گفته شده باید بیان نمود که با توجه به عوارض ناشی از سندرم تخمدان پلی کیستیک که از آن جمله می‌توان به ناباروری، بیماری‌های قلبی عروقی و مقاومت به انسولین اشاره کرد؛ کاهش علائم و درمان این بیماری اهمیت بسزایی می‌یابد. از این رو با توجه به نتایج مختلفی که در مورد نقش فعالیت‌های ورزشی در کنترل علائم و عوارض این بیماری نشان داده‌اند ضرورت ایجاد می‌کند به منظور برطرف کردن ابهام‌های موجود، ارائه راهکاری جهت افزایش مراقبت‌های تکمیلی، راهنمایی درمانگران در زمینه حرکات درملنی و فعالیت‌های ورزشی جهت کنترل عوارض این سندرم و همینطور پیشگیری از عوارض جانبی این بیماری و داروهای انتخابی برای درمان پژوهش حاضر انجام گیرد.

مبتنی بر اصلاح سبک زندگی بر روی ۱۰۱ زن چاق و نابارور مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک نشان داد که، استفاده از قرص متفورمین و کلومیفن به همراه مداخلات تغذیه‌ای و فعالیت بدنی نسبت به مصرف متفورمین و کلومیفن به تنهایی به‌طور معناداری منجر به کاهش وزن، شاخص توده‌ی بدنی و حجم هر دو تخمدان چپ و راست و بهبود در میزان قاعدگی، تخمک‌گذاری، حاملگی LH, T, LH, FSH و انسولین ناشتا می‌شود (۱۳). با وجود این که فولید تمرینات ورزشی هوازی در بسیاری از مطالعات به اثبات رسیده است، اما کمتر از ۵۰ درصد بزرگسالان آمریکایی حداقل ۱۵۰ دقیقه/ هفته با شدت متوسط یا ۷۵ دقیقه/ هفته با شدت بالا به تمرین می‌پردازند (۱۴). در همین راستا تمرین تناوبی شدید از لحاظ بالینی و تندرستی، ورزشی جذاب برای افرادی است که مایل به گنجاندن یک دوره فعالیت بدنی شدید کوتاه مدت در یک روز کاری شلوغ هستند. تمرین تناوبی شدید فواصل کوتاه تمرینی در شدت بالا همراه است. این نوع تمرینات به‌صورت تناوب‌های کار-استراحت اجرا می‌شود که با شدت‌هایی حدود ۸۵٪ تا ۹۵٪ حداکثر ضربان قلب (HR max) و یا ۹۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی (VO 2max) همراه با دوره‌هایی از استراحت و یا فعالیت با شدت متوسط است (۱۵). طراحی دوره ریکاوری به دنبال یک وهله فعالیت، به فرد امکان اجرای تکرار دوره‌ها در شدتی را می‌دهد که طی تمرین تداومی این شدت نمی‌تواند حفظ شود. بر همین اساس امروزه مطالعات نشان داده‌اند که تمرین تناوبی شدید مشابه تمرین تداومی و یا حتی بیشتر از آن اثراتی مثبت بر سلامت قلب-تنفس، چاقی و بیماری‌های وابسته به آن‌ها دارد (۱۶). 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 (۱۷). از طرفی به علت ویژگی‌های هیدرو دینامیکی منحصر به فرد آب، اجرای تمرینات تناوبی شدید در محیط آبی برای افراد اطمینان‌بخش‌تر و منجر

## روش کار

تحقیق حاضر کمی و از نوع کاربردی است که با طرح دو گروهی (تجربی و کنترل) با پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام شد. لازم به ذکر است که این تحقیق کد اخلاق IR.IAU.MAH.REC.1399.025 را از کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد محلات دریافت کرد. جامعه آماری پژوهش حاضر را کلیه زنان دارای شاخص توده بدنی بیش‌تر از ۲۹/۹ 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. از بین افراد جامعه و به شرط داشتن معیارهای ورود به تحقیق (سن ۲۰ تا ۳۵ سال، تشخیص PCOS توسط متخصص زنان و بر اساس معیار پیشنهادی انجمن اروپایی مربوط به باروری-جنین‌شناسی و انجمن آمریکایی مربوط به طب باروری در کنفرانس روتردام (۲۰۰۳)، وجود حداقل دو علامت از سه علامت مورد نظر، علائم بیوشیمیایی یا بالینی هاپیر آندروژنیسم، عدم تمایل به باروری فوری و یا تمایل به استفاده از روش‌های پیشگیری از بارداری طی ۷ ماه گذشته و تکمیل فرم رضایت‌نامه آگاهانه) با مقادیر ضریب اطمینان ۰/۹۵ و توان آزمون ۰/۸۰ و طبق فرمول زیر، حجم نمونه ۲۶ محاسبه گردید که برای اطمینان بیشتر حجم کلی نمونه ۳۰ نفر برآورد شد که پس از هم‌تاسازی و به صورت تصادفی به گروه تجربی تمرین تاباتا+متفورمین، کنترل تقسیم شدند.

$$n = \frac{(Z1 + Z2) (2S)}{d}$$

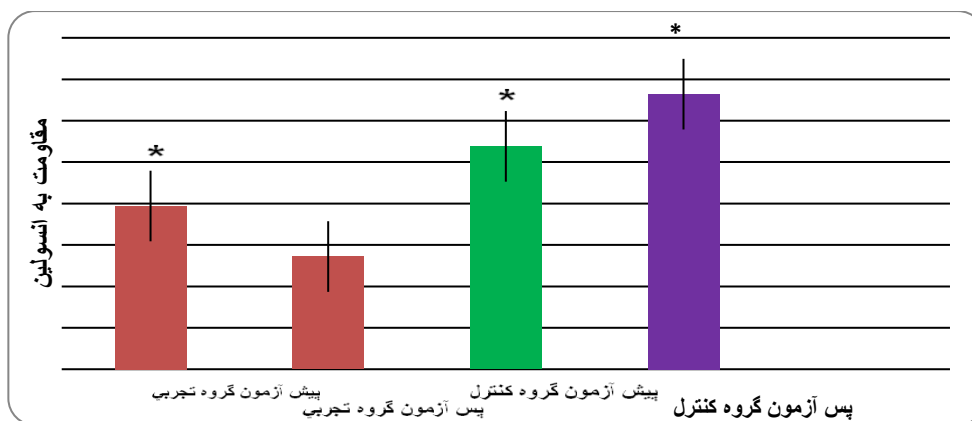
همچنین افراد مبتلا به بیماری‌های آندوکروینی، تیروئید درمان نشده، ابتلا به سندرم کوشینگ (نوعی سندرم متابولیسم که سطوح بالای گلوکوکورتیکوئید منجر به مقاومت انسولین در بافت عضله، کبد و بافت چربی می‌شود)، هاپیرپلازیای مادرزادی آدرنال، تومور مشکوک تخمدانی یا آدرنال، بیماران قلبی، استفاده از قرص‌های خوراکی پیشگیری از بارداری، پروژستین و القاء هورمونی (اینپلانول)، استفاده از هورمون درمانی یا

داروهای گیاهی در طی ۲ ماه گذشته، استفاده از طب سوزنی در طی ۲ ماه گذشته، انجام تمرینات ورزشی در طی ۲ ماه گذشته، بارداری، سابقه سقط جنین و یا زایمان در ۶ هفته گذشته، سابقه شیردهی در ۴ ماه گذشته، داشتن عمل جراحی چاقی طی ۱۲ ماه گذشته، عدم تمایل به پر کردن فرم رضایت برای ورود به مطالعه، بیماران دچار یا با سابقه ابتلا به سرطان دهانه رحم، آندومتر و یا سینه از تحقیق خارج شدند.

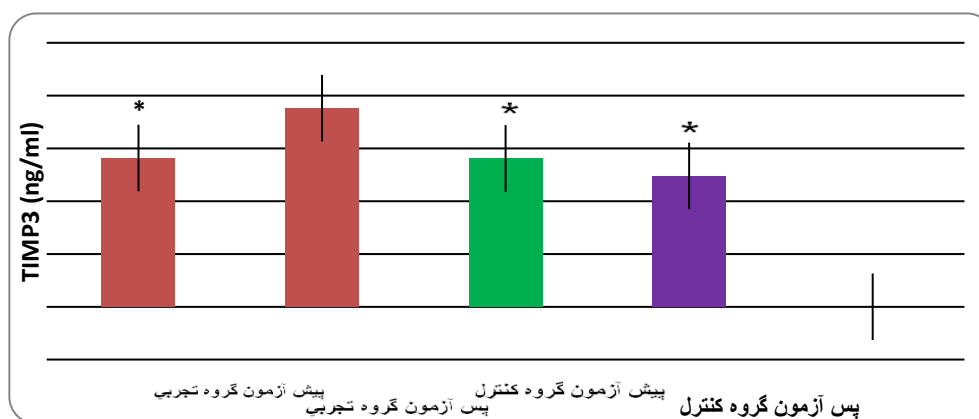
بعد از انتخاب نمونه، آزمودنی‌ها پرسشنامه اطلاعات شخصی را تکمیل کرده و خون‌گیری پس از ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه جهت تعیین سطح فاکتورهای مقاومت به انسولین، TSP-1 و TIMP-3 به عمل آمد. سپس گروه تجربی برنامه تمرینی شامل ۱۲ هفته، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۴۰ دقیقه را انجام داده و از داروی متفورمین نیز استفاده کردند. اما گروه کنترل فقط متفورمین مصرف کردند. پروتکل تمرینی 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 به مدت ۲۰ دقیقه و ۱۰ دقیقه حرکات کششی و سرد کردن انجام شد. ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین مجدداً از تمام آزمودنی‌ها خون‌گیری به عمل آمد. همچنین برای رعایت ملاحظات اخلاقی در پایان تحقیق، پروتکل‌های درمانی به صورت کتابچه راهنما در اختیار گروه کنترل قرار گرفت تا در صورت تمایل از آن استفاده کنند. از آمار توصیفی و آزمون‌های شیپرو ویلک، تحلیل واریانس دو طرفه و آزمون تعقیبی بن فرونی با استفاده از نرم‌افزار SPSS-21 برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

## یافته‌ها

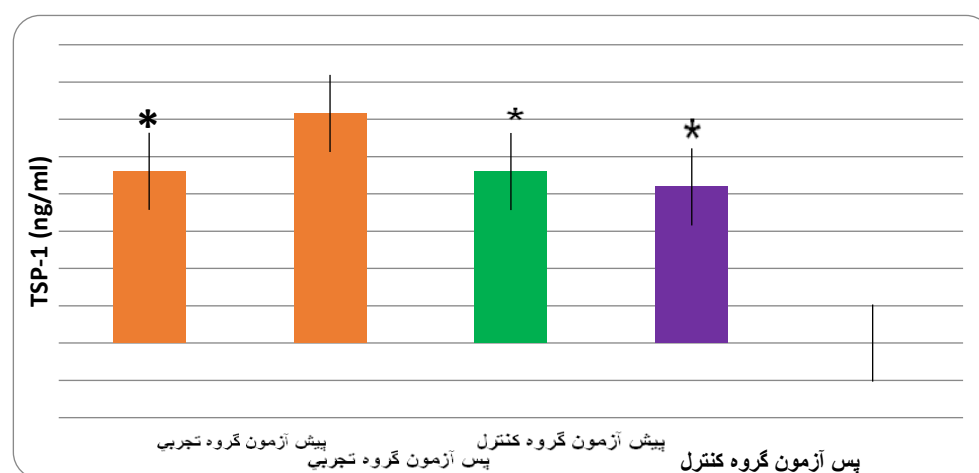
همانطور که از نمودار ۱ قابل مشاهده است ۱۲ هفته تمرین تاباتا در آب بر مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک تاثیر معنی‌داری دارد. همچنین نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد بین پیش‌آزمون گروه تمرین در آب با گروه پس‌آزمون کنترل و پس‌آزمون تمرین در آب با گروه پیش‌آزمون



\*- تفاوت با پس آزمون گروه تمرین در آب  
**نمودار ۱- مقایسه تغییرات مقاومت به انسولین بین گروه‌های مختلف**



\*- تفاوت با پس آزمون گروه تمرین در آب  
**نمودار ۲- مقایسه تغییرات TIMP-3 بین گروه‌های مختلف**



\*- تفاوت با پس آزمون گروه تمرین در آب  
**نمودار ۳- مقایسه تغییرات TSP-1 بین گروه‌های مختلف**

و پس آزمون کنترل تفاوت معنی‌داری وجود دارد اما بین سایر گروه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

افزایش دهد؛ با کاهش وزن ناشی از تمرین می توان کاهش پاتوژنز مقاومت به انسولین را مشاهده کرد. در تحقیق حاضر مقاومت به انسولین در گروه تمرین کاهش معناداری داشت. به نظر می رسد بهبود عملکرد یا تعداد حامله های GLUT4 یکی از دلایل کاهش مقاومت به انسولین بوده که بیان این مطلب با توجه به هدف مطالعه با احتیاط انجام می شود. از طرفی تمرینات ورزشی از طریق فعال سازی AMPK و افزایش فعالیت PI3-Kinase و Akt/PKB می تواند موجب افزایش حساسیت به انسولین شود. در نتیجه انسولین کمتری جهت تنظیم گلوکز خون پس از تمرین مورد نیاز است (۱۷) و علاوه بر این تمرین های طولانی مدت نیز موجب بهبود تحمل گلوکز و حساسیت به انسولین کل بدن می شود و به طور کلی به همزمانی کسب توده عضله اسکلتی که ظرفیت ذخیره گلوکز کل بدن را بهبود می بخشد نسبت داده شده است. تحقیقات بیشتری برای بررسی شرایط وزن و ترکیب بدن و ارتباط آن با مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک مورد نیاز است (۱۸).

یافته دیگر نشان داد ۱۲ هفته برنامه تمرینات تاباتا در آب و مصرف متفورمین منجر به افزایش معنی دار فاکتور TIMP-3 در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک شد به طوری که بین پیش آزمون گروه تمرین در آب با پس آزمون تمرین در آب از یک طرف و بین پس آزمون تمرین در آب با پیش آزمون کنترل و پس آزمون کنترل تفاوت معنی داری وجود دارد. با توجه به بررسی های ما اثر فعالیت ورزشی بر تغییرات TIMP-3 تاکنون بررسی نشده است. مهار کننده بافت خانواده متالوپروتئیناز (TIMP) فعالیت متالوپروتئیناز ماتریکس (MMP) را تنظیم کرده و هموستاز ماتریکس خارج سلولی را حفظ می کنند TIMP-3 در بین TIMP ها منحصر به فرد است زیرا از به ماتریس خارج سلولی متصل است TIMP-3 عملکردهای مختلفی دارد از جمله مهار کننده MMP ها به شمار می رود، مهار کننده آنژیوژنز ناشی از VEGF و رگ زایی با مسدود کردن اتصال VEGF به VEGFR-2 و مهار آنزیم تبدیل کننده فاکتور نکروز تومور با اتصال به دامنه N- ترمینال

با توجه به نمودار ۲ در تحقیق حاضر مشخص شد ۱۲ هفته تمرین تاباتا در آب بر TIMP-3 در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک تاثیر معنی داری دارد. همچنین نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد بین پیش آزمون گروه تمرین در آب با پس آزمون تمرین در آب از یک طرف و بین پس آزمون تمرین در آب با پیش آزمون کنترل و پس آزمون کنترل تفاوت معنی داری وجود دارد اما بین سایر گروه ها تفاوت معنی داری وجود ندارد. با توجه به نمودار شماره ۳ در تحقیق حاضر مشخص شد ۱۲ هفته تمرین تاباتا در آب بر TSP-1 در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک تاثیر معنی داری دارد. همچنین نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد بین پیش آزمون گروه تمرین در آب با پس آزمون تمرین در آب از یک طرف و بین پس آزمون تمرین در آب با پیش آزمون کنترل و پس آزمون کنترل تفاوت معنی داری وجود دارد اما بین سایر گروه ها تفاوت معنی داری وجود ندارد.

## بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد هشت هفته برنامه تمرینات تاباتا در آب منجر به کاهش معنی داری مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک شد. این یافته تحقیق حاضر با نتایج هریسون (Harrison) و همکاران (۲۰۱۰) و اسماعیل زاده طلوعی و همکاران (۱۳۹۴) که نشان دادند تمرین منجر به کاهش معنی دار مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک می شود، همخوان می باشد. هریسون (Harrison) و همکاران (۲۰۱۲) نیز بهبود مقاومت به انسولین را بعد از ۱۲ هفته تمرین شدید در زنان دارای اضافه وزن و چاق با و بدون سندرم تخمدان پلی کیستیک نشان دادند (۱۶). با توجه به این مشاهدات، احتمالاً دلیل کاهش مقاومت به انسولین در تحقیق حاضر نیز کاهش عواملی چون وزن، شاخص توده بدن و درصد چربی در این افراد پس از تمرینات باشد؛ از آن جا که چاقی با ایجاد شرایط التهابی تحت بالینی، می تواند تولید عوامل پیش التهابی درگیر در پاتوژنز مقاومت به انسولین را

زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک می‌شود. بنابراین با توجه به یافته‌های این پژوهش تمرینات منظم تاباتا در آب می‌تواند با بهبود سطوح شاخص‌های مرتبط با آنژیوژنز به کاهش عوارض خطر زای قلبی عروقی در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک کمک کند. با این حال، با توجه پژوهش‌های محدود انجام شده در این زمینه، درک مزایای تمرینات منظم تاباتا بر فاکتورهای آنژیوژنزی در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک نیاز به مطالعات بیشتری دارد

## References

1. Shereen MA, Khan S, Kazmi A, Bashir N, Siddique R. COVID-19 infection: Origin, transmission, and characteristics of human coronaviruses. *J Adv Res.* 2020;24:91-8.
2. Sinclair P, Kable A, Levett-Jones T. The effectiveness of internet-based e-learning on clinician behavior and patient outcomes: a systematic review protocol. *JBIC Database System Rev Implement Rep.* 2015;13(1):52-64.
3. Tarpada SP, Hsueh WD, Gibber MJ. Resident and student education in otolaryngology: A 10-year update on e-learning. *Laryngoscope.* 2017;127(7):E219-E224.
4. Aloia L, Vaporciyan AA. E-Learning Trends and How to Apply Them to Thoracic Surgery Education. *Thorac Surg Clin.* 2019;29(3):285-290.
5. Baral G, Baral RS. E-learning: a Modality of Medical Education in the Period of Crisis. *J Nepal Health Res Counc.* 2021;18(4):776-778.
6. Walsh K. E-learning for medical education: reflections of learners on patients. *Ulster Med J.* 2018;87(1):46-48.
7. Sajeve M. E-learning: Web-based education. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2006;19(6):645-9.
8. Bell BS, Federman JE. E-Learning in postsecondary education. *Future Child.* 2013;23(1):165-85.
9. Fitzgerald DA, Scott KM, Ryan MS. Blended and e-learning in pediatric education: harnessing lessons learned from the COVID-19 pandemic. *Eur J Pediatr.* 2022;181(2):447-452.
10. Shinohara E, Ohashi Y, Hada A, Usui Y. Effects of 1-day e-learning education on perinatal psychological support skills among midwives and perinatal healthcare workers in Japan: a randomised controlled study. *BMC Psychol.* 2022;10(1):133.
11. Sharma P, Rani MU. Effect of Digital Nutrition Education Intervention on the Nutritional Knowledge Levels of Information Technology Professionals. *Ecol*

آن و مهار رهایش  $TNF-\alpha$ ، که با اتصال به گیرنده مرگ TNF منجر به آپوپتوز می‌شود (۱۷).

علاوه بر این، نتایج نشان داد ۱۲ هفته برنامه تمرینات تاباتا در آب و مصرف متفورمین منجر به افزایش معنی‌دار فاکتور TSP-1 در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک شد به طوری که بین پیش‌آزمون گروه تمرین در آب با پس‌آزمون تمرین در آب از یک طرف و بین پس‌آزمون تمرین در آب با پیش‌آزمون کنترل و پس‌آزمون کنترل تفاوت معنی‌داری وجود داشت. علاوه بر فاکتورهای متعددی که رگ‌زایی فیزیولوژیک و پاتولوژیک را تحریک می‌کنند فاکتورهای مهارکننده این فرآیند نیز شناسایی شده‌اند. بیش از ۴۰ مهارکننده درون‌زای رگ‌زایی وجود دارند و ترومبواسپلندین یکی از این مهارکننده‌ها به شمار می‌رود. مکانیسم عمل آنژیوستاتیکی TSP-1 هنوز به طور کامل واضح و روشن نیست. اما احتمالاً این فاکتور باعث به هم چسبیدن پلاکت‌ها شده و از طریق جلوگیری از تکثیر سلول‌های اندوتلیال، مانع از وقوع فرایند آنژیوژنز می‌شود. همچنین TSP-1 از طریق اتصال به زیموژن‌های MMP-2 و MMP-9 مانع از فعال شدن MMP-2 و MMP-9 می‌شود. بنابراین، TSP-1 باعث کاهش سطح MMP-2 و MMP-9 می‌شود (۹).

این فرآیند از راه بیش ترشحی عوامل درگیر در آنژیوژنز رخ می‌دهد و سپس با ترشح این عوامل، باعث فعال شدن مسیرهای پیام‌دهی Akt/eNOS می‌شود و سرانجام به بهتر شدن آنژیوژنز منجر می‌شود (۱۵). نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های موران (Moran) و همکاران (۲۰۱۳) همخوان می‌باشد (۱۷). بنابراین در تحقیق حاضر نیز احتمالاً تمرین تاباتا در آب با افزایش TSP-1 موجب تعادل آنژیوژنز در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک شده است.

## نتیجه‌گیری

به طور خلاصه، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تمرینات منظم تاباتا در آب موجب کاهش میزان TIMP-3 و TSP-1 همچنین بهبود مقاومت به انسولین در

Food Nutr. 2016;55(5):442-55.

12. Lewis KO, Cidon MJ, Seto TL, Chen H, Mahan JD. Leveraging e-learning in medical education. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care*. 2014;44(6):150-63.

13. Morente L, Morales-Asencio JM, Veredas FJ. Effectiveness of an e-learning tool for education on pressure ulcer evaluation. *J Clin Nurs*. 2014;23(13-14):2043-52.

14. Isaacs AN, Nisly S, Walton A. Student-generated e-learning for clinical education. *Clin Teach*. 2017;14(2):129-133.

15. Salter SM, Karia A, Sanfilippo FM, Clifford RM. Effectiveness of E-learning in pharmacy education. *Am J Pharm Educ*. 2014;78(4):83.

16. Harrison CL, Lombard CB, Moran LJ, Teede HJ. Exercise therapy in polycystic ovary syndrome: a systematic review. *Human Reproduction Update*. 2010;17(2):171-83.

17. Moran LJ, Ranasinha S, Zoungas S, McNaughton SA, Brown WJ, Teede HJ. The contribution of diet, physical activity and sedentary behaviour to body mass index in women with and without polycystic ovary syndrome. *Hum Reprod*. 2013; 28(8): 2276-83.

18. Lin IC, Lee A, Mauch JT. Does E-learning Improve Plastic Surgery Education?: A Systematic Review of Asynchronous Resources. *Ann Plast Surg*. 2021;87(1s Suppl 1):S40-S51.