



Research Article

Effect of High-intensity Interval Training and Dietary Approaches to Stop Hypertension on Oocyte Reserve Biomarker and Insulin Resistance in Obese Women with Polycystic Ovary Syndrome

Hassan Pourrazi^{1*} , Sahand Sadegi²

¹. Associate Professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Social Sciences, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

². PhD Candidate, Department of Sport Sciences, Faculty of Social Sciences, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

* **Corresponding author:** Hassan Pourrazi, Department of Sport Sciences, Faculty of Social Sciences, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran. Email: pourrazi@soc.ikiu.ac.ir

DOI: [10.32592/cmja.14.4.12](https://doi.org/10.32592/cmja.14.4.12)

How to Cite this Article:

Pourrazi H, Sadegi S. Effect of High-intensity Interval Training and Dietary Approaches to Stop Hypertension on Oocyte Reserve Biomarker and Insulin Resistance in Obese Women with Polycystic Ovary Syndrome. *Complement MedJ*. 2025;14(4): 12-20. DOI: 10.32592/cmja.14.4.12

Received: 07 December 2024

Accepted: 29 January 2025

Keywords:

Anti-Müllerian (AMH) hormone
DASH diet
High-intensity interval training (HIIT)
Insulin resistance
Polycystic ovary syndrome (PCOS)

© 2025 Arak University of Medical Sciences

Abstract

Introduction: Polycystic ovary syndrome (PCOS), as an underlying factor associated with reproductive problems, has a high prevalence in obese women. Therefore, the present study aimed to determine the effect of high-intensity interval training (HIIT) and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet on biomarkers of oocyte reserve and insulin resistance in obese women with PCOS.

Methods: A total of 40 obese women with PCOS were randomly divided into four groups: control, DASH diet, interval training, and interval training+DASH diet. The HIIT was performed for eight weeks (three sessions in a week are performed in supervised forms, and two sessions in a week are performed in unsupervised forms). Diet groups followed the DASH diet for eight weeks. Anti-Müllerian (AMH) and homeostasis model assessment of insulin resistance (HOMA-IR) index were measured before and 48 h after the last training session and healthy diet. The analysis of data was performed using the factor analysis of variance test at a significance level of $P < 0.05$.

Results: The effect of HIIT exercise ($F=0.27$; $P=0.15$) and DASH diet ($F=0.16$; $P=0.69$) alone and the effect of exercise+diet ($F=1.07$; $P=0.33$) on AMH level were not significant. However, the HIIT exercise ($F=26.7$; $P=0.001$) and DASH diet ($F=100.1$; $P=0.0001$) alone and exercise+diet ($F=45.8$; $P=0.001$) significantly reduced insulin resistance.

Conclusion: It seems that HIIT exercise ($P=0.15$) and DASH diet ($P=0.69$) are not effective for the reduction of the AMH hormone; however, HIIT and DASH can be used to improve insulin resistance in obese women with PCOS.

INTRODUCTION

Polycystic ovary syndrome (PCOS) is the most common endocrine disorder in women of reproductive age and the main cause of hyperandrogenism and multiple anovulation, which leads to infertility. Evidence suggests that obese women are more susceptible to developing PCOS, with approximately 60% of those with PCOS being obese. Recently, AMH has been shown to be a biomarker of oocyte reserve for early detection of ovarian follicular loss and the onset of menopause. Currently, lifestyle modifications, including physical activity and diet, are recommended as first-line and initial treatment options. High-intensity interval training (HIIT) is one of the exercises that has attracted the attention of many researchers and different people in recent years. Regarding the nutritional strategy for combating and treating PCOS, the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet is a low-glycemic, low-calorie diet that was initially considered for regulating blood pressure. Therefore, the present study aimed to determine the effect of HIIT and the DASH diet on biomarkers of oocyte reserve and insulin resistance in obese women with PCOS.

METHODS

The present study followed the semi-experimental and applied research protocols, which was conducted as a pre-test and post-test in a 2x2 design. The present study is a quasi-experimental and applied study that was conducted as a pre-test and post-test in a 2x2 design. The statistical population of the study included obese women ($\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$) with PCOS aged 18 to 40 years (reproductive age) in Ardabil city. A total of 40 obese women with PCOS were randomly divided into four groups: control, DASH diet, interval training, and interval training+DASH diet. The HIIT was performed for eight weeks (three sessions in a week are performed in supervised forms, and two sessions in a week are performed in unsupervised forms). Diet groups followed the DASH diet for eight weeks. Anti-Müllerian (AMH) and homeostasis model assessment of insulin resistance (HOMA-IR) index were measured before and 48 h after the last training session and healthy diet. The analysis of data was performed using the factor analysis of variance test at a significance level of $P < 0.05$.

RESULTS

According to the results of the Shapiro-Wilk test, the collected data had a normal distribution, and there was no significant difference between the study groups in the indicators considered before the intervention and at baseline. The effect of HIIT exercise ($F=0.27$; $P=0.15$) and DASH diet ($F=0.16$;

$P=0.69$) alone, and the effect of exercise+diet ($F=1.07$; $P=0.33$) on AMH level is not significant. However, the amount of this hormone decreased by approximately 1.5% in the HIIT group, 3.6% in the DASH diet group, and 7.8% in the exercise+diet group. However, the HIIT exercise ($F=26.7$; $P=0.001$) and DASH diet ($F=100.1$; $P=0.0001$) alone and exercise+diet ($F=45.8$; $P=0.001$) significantly reduced insulin resistance.

Table 1. Effect of interventions on AMH hormone and HOMA-IR index

		F	P	Eta Squared
AMH (ng/ml)	HIIT	0.27	0.15	0.087
	DASH	0.16	0.69	0.113
	HIIT+DASH	1.07	0.33	0.240
HOMA- IR	HIIT	26.07	0.001	0.379
	DASH	100.1	0.0001	0.651
	HIIT+DASH	45.8	0.001	0.436

CONCLUSION

Overall, it seems that despite the relative reduction in serum AMH levels in the intervention groups, HIIT training and DASH diet alone and the interactive effect of training and diet do not have a significant effect on serum AMH levels in obese women with PCOS. However, improvement in insulin resistance and a significant reduction in the HOMA-IR index were evident following eight weeks of HIIT training and DASH diet in obese women with PCOS. However, a definitive statement in this regard is subject to further and more extensive research.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All stages of the research were conducted in accordance with the principles of the Research Ethics Committee of the Faculty of Social Sciences, Imam Khomeini International University, Iran (IKIU.SOC.1403.41253).

Funding

This work is the result of a research project approved by the Vice President for Research of Imam Khomeini International University (Iran) under number T/12296 dated 2024/1/29.

Authors' Contributions

The authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

Conflict of Interest

The authors declared that there is no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the persons who provided scientific consulting for this paper.



تأثیر تمرین تناوبی شدید و رژیم غذایی متوقف کننده فشار خون بر نشانگر زیستی ذخیره تخمک و مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به سندروم تخمدان پلی کیستیک

حسن پوررضی^{۱*}، سهند صادقی^۲

^۱ دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

^۲ دانشجوی دکترای فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

* نویسنده مسئول: حسن پوررضی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران. ایمیل: pourrazi@soc.ikiu.ac.ir

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۰

واژگان کلیدی:

سندرم تخمدان پلی کیستیک

تمرین تناوبی شدید

رژیم غذایی DASH

هورمون آنتی مولرین

مقاومت به انسولین

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی اراک محفوظ است.

مقدمه: سندرم تخمدان پلی کیستیک (PCOS)، یک عامل زمینه‌ای مرتبط با مشکلات تولیدمثل است که شیوع بالایی در زنان چاق دارد؛ بنابراین، پژوهش حاضر با هدف تعیین تأثیر تمرین تناوبی شدید (HIIT) و رژیم غذایی (DASH Dietary Approaches to Stop Hypertension) بر نشانگر زیستی ذخیره تخمک و مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به PCOS انجام شد.

روش کار: ۴۰ زن چاق مبتلا به PCOS به‌طور تصادفی به چهار گروه کنترل، رژیم DASH، تمرین تناوبی شدید و تمرین تناوبی شدید + رژیم DASH تقسیم شدند. تمرین ورزشی پس از گرفتن رضایت‌نامه کتبی به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه تمرین تناوبی شدید به شکل نظارت‌شده و دو جلسه تمرین غیرنظارت‌شده انجام شد. رژیم غذایی نیز به مدت هشت هفته به شکل رویکردهای غذایی برای توقف فشارخون بالا (DASH) اعمال شد. قبل و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین و رژیم غذایی مقادیر سرمی هورمون آنتی مولرین (AMH) و شاخص HOMA-IR (Homeostasis model assessment) اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس عاملی دوطرفه در سطح معناداری $P < 0.05$ انجام شد.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان داد که اثر تمرین HIIT ($P = 0.15$; $F = 0.27$) و رژیم DASH ($P = 0.69$; $F = 0.16$) به‌تنهایی و اثر تعاملی تمرین × رژیم ($P = 0.33$; $F = 1.07$) بر میزان هورمون AMH معنادار نیست. بااین‌حال، براساس نتایج حاصل، تمرین HIIT ($P = 0.001$; $F = 26.07$) و رژیم DASH ($P = 0.001$; $F = 100.1$) به‌تنهایی و تعامل تمرین × رژیم ($F = 45.8$; $P = 0.001$) موجب کاهش معنادار مقاومت به انسولین شد.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد تمرین HIIT ($P = 0.15$) و رژیم DASH ($P = 0.69$) رویکرد مؤثری برای کاهش هورمون AMH نباشد، اما این احتمال وجود دارد که برای بهبود مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک مؤثر واقع شود.

متناقضی همراه بوده است. در پژوهشی، دوازده هفته تمرین هوازی شدید به مدت یک ساعت و سه روز در هفته، منجر به کاهش AMH و بهبود آن شد (۱۷)؛ اما در یک کارآزمایی بالینی تصادفی که فعالیت ورزشی ترکیبی را بررسی کرد، هیچ تغییری در AMH مشاهده نشد (۱۸). درباره راهکار تغذیه‌ای برای مقابله و درمان سندرم تخمدان پلی‌کیستیک، رویکردهای غذایی برای توقف فشارخون بالا ((DASH Dietary Approaches to Stop Hypertension) رژیم غذایی با شاخص گلیسمی پایین و کم‌انرژی است که ابتدا برای تنظیم فشارخون به آن توجه شده است (۱۹). برخی از مطالعات اثرات مفید رژیم DASH را بر آندروژن‌ها، وضعیت آنتی‌اکسیدانی، ترکیب بدن، کاهش وزن، هورمون AMH و پروفایل‌های متابولیک در زنان PCOS نشان داده‌اند و همچنین اثرات مطلوب رژیم غذایی DASH بر مقاومت به انسولین، نیم‌رخ لیپیدی، بیومارکرهای التهاب و استرس اکسایشی در زنان PCOS نیز مکرراً گزارش شده است (۲۰). با این حال، کمتر پژوهشی را می‌توان یافت که اثر تعاملی تمرینات HIIT و رژیم غذایی DASH را بر نشانگر زیستی ذخیره تخمک و مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک بررسی کرده باشد و بسیاری از سؤالات در این باره بی‌پاسخ مانده‌اند؛ بنابراین، با توجه به نوع مداخله پیشنهادی که ترکیبی از مداخله ورزشی و رژیم‌درمانی است، نتایج حاصل می‌تواند نقطه عطف مهمی در تغییر و بهبود شیوه‌های درمانی و همچنین اصلاح سبک زندگی برای این گروه از افراد باشد؛ بنابراین، مطالعه حاضر با هدف تعیین تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید و اعمال رژیم غذایی DASH بر هورمون AMH و شاخص (Homeostatic Model Assessment for Insulin Resistance (HOMA-IR) در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک انجام شد.

روش کار

آزمودنی‌ها: پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی و کاربردی است که به‌صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون و در قالب یک طرح 2×2 انجام شد. جامعه آماری پژوهش، شامل زنان چاق ($BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$) مبتلا به تخمدان پلی‌کیستیک با دامنه سنی ۱۸ تا ۴۰ سال (سن باروری) در شهر اردبیل بوده‌اند. تشخیص PCOS و ورود به مطالعه براساس معیارهای روتردام و در مرکز مشاوره تغذیه خصوصی انجام شد. اختلال در قاعدگی و نامنظم بودن آن، هایپراندرروژنیسم و تخمدان‌های پلی‌کیستیک، معیارهای تشخیصی و ورود به مطالعه در نظر گرفته شدند. کلیه مراحل تحقیق براساس اصول اخلاق در پژوهش دانشکده علوم اجتماعی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) انجام شد (۴۱۲۵۳، ۱۴۰۳، IKIU.SOC).

با توجه به پیشینه و با در نظر گرفتن سطح معناداری ۵ درصد، ۴۰ نفر زن چاق مبتلا به تخمدان پلی‌کیستیک براساس تعیین حجم نمونه در جامعه نامشخص با نرم‌افزار PASS 23.0.2 به شکل داوطلبانه و دردسترس از بین مراجعان به مرکز مشاوره تغذیه خصوصی و با اخذ رضایت‌نامه آگاهانه انتخاب و به‌صورت تصادفی در چهار گروه همگن ده‌نفره شامل کنترل (Control)، تمرین HIIT، رژیم غذایی DASH و DASH+HIIT جایگزین شدند.

شیوه‌نامه تمرین تناوبی شدید (HIIT)

شیوه‌نامه تمرین تناوبی شدید در این پژوهش به‌طور مشابه با روش کایل (Kiel) و همکاران (۲۱) شامل هشت هفته تمرینات تناوبی شدید به شکل دویدن نیمه‌نظارت‌شده بود. بدین‌منظور آزمودنی‌ها در هر هفته سه جلسه تمرین نظارت‌شده داشتند، ولی برای انجام دو جلسه فعالیت ورزشی غیرنظارت‌شده در هفته (البته با پیگیری تلفنی و حضوری تصادفی) آزاد بودند. جلسات نظارت‌شده روی نوارگردان اجرا می‌شد، اما تمرینات غیرنظارت‌شده در فضای آزاد نیز قابل اجرا بودند. هر جلسه از تمرین با ده

سندرم تخمدان پلی‌کیستیک (PCOS) Polycystic ovary syndrome) شایع‌ترین اختلال غدد درون‌ریز در زنان در سنین باروری و علت اصلی هایپراندرروژنیسم و عدم تخمک‌گذاری چندگانه است که باعث ناباروری می‌شود. این سندرم منجر به مقاومت به انسولین، چاقی، مشکلات قلبی‌عروقی و سایر موارد بهداشتی می‌شود و ۸ تا ۱۳ درصد زنان را درگیر می‌کند (۱، ۲). با دارا بودن حداقل دو ویژگی از سه ویژگی که عبارت‌اند از: اختلالات در چرخه قاعدگی، هایپراندرروژنیسم و تخمدان‌های پلی‌کیستیک، فرد مبتلا به PCOS شناخته می‌شود (۳). اگرچه اتیولوژی این سندرم هنوز کاملاً درک نشده است، اما PCOS یک اختلال چندعاملی با انواع ناهنجاری‌های ژنتیکی، غدد درون‌ریز و محیطی به شمار می‌رود (۴). شواهد نشان‌دهنده آن است که زنان چاق استعداد بیشتری برای ابتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک دارند؛ به‌طوری‌که حدود ۶۰ درصد از مبتلایان PCOS را زنان چاق تشکیل می‌دهند (۵). برخی از شاخص‌های بیولوژیکی مانند ارزیابی سطح سرمی هورمون محرک فولیکولی ((Stimulating Hormone Follicle (FSH) هورمون آنتی‌مولرین ((Anti Mullerian Hormone (AMH)، استرادیول و تعداد فولیکول‌های آنترال برای تخمین ذخیره تخمدانی شناسایی شده‌اند. این نشانگرها، متداول‌ترین شاخص‌های ذخیره تخمدانی هستند که معمولاً برای ارزیابی ذخیره تخمدان زنان در سنین باروری استفاده می‌شود (۴). اخیراً نشان داده شده است که AMH به‌مثابه نشانگر زیستی ذخیره تخمک برای تشخیص زود هنگام از دست دادن فولیکول تخمدان و شروع یائسگی کمک می‌کند (۶). سطح AMH در زنان مبتلا به تخمدان پلی‌کیستیک ۲ تا ۴ برابر بیشتر از زنان سالم است (۷) و در جایگاه عضوی از خانواده Transforming (TGF- β) growth factor beta می‌تواند منعکس‌کننده ذخیره تخمدان و عملکرد آن باشد (۸). همچنین AMH با سطح آندروژن سرم همبستگی مثبتی دارد (۹) و می‌تواند یک شاخص بالقوه برای تشخیص PCOS تلقی شود (۱۰). ازطرفی، مقاومت به انسولین در بیماران مبتلا به PCOS افزایش می‌یابد که برای هایپراندرروژنیسم بسیار مهم است و منجر به اثرات مضرمانند عدم تخمک‌گذاری مزمن می‌شود (۱۱)؛ بنابراین، بسیاری از پژوهشگران به‌ویژه در حوزه فیزیولوژی و تغذیه به دنبال اتخاذ مداخلات کاربردی و غیرتهاجمی برای درمان و کاهش عوارض ناشی از سندرم تخمدان پلی‌کیستیک هستند. در حال حاضر، اصلاح شیوه زندگی از جمله فعالیت بدنی و ورزشی و رژیم غذایی، گزینه‌های خط اول و درمان اولیه توصیه می‌شود (۱۲، ۱۳). تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) High-Intensity Interval Training یکی از تمرینات ورزشی است که در سال‌های اخیر بسیاری از محققان و افراد مختلف به آن توجه کرده‌اند (۴، ۱۴). تحقیقات نشان داده‌اند که این نوع تمرینات از نظر زمانی و اثرات فیزیولوژیکی خیلی مؤثرتر از تمرینات هوازی سنتی عمل کرده و باعث بهبود آمادگی جسمانی، VO2max و عملکرد فیزیولوژیکی شده است (۱۵). آل‌منینگ (Almenning) و همکاران (۲۰۱۵) گزارش داده‌اند که تمرین تناوبی با شدت بالا و تمرین قدرتی به مدت ده هفته باعث بهبود مقاومت به انسولین، بدون کاهش وزن در زنان مبتلا به PCOS شده است (۱۶). با این حال، تعداد کمی از مطالعات قبلی تأثیر تمرین ورزشی به‌ویژه HIIT را بر سطوح هورمون آنتی‌مولرین (AMH) در زنان مبتلا به PCOS بررسی کرده‌اند که اغلب با نتایج

گزارش: ۱۵-۰ ng / mL) اندازه‌گیری شد. برای محاسبه مقاومت به انسولین نیز از شاخص HOMA-IR و برطبق فرمول زیر عمل شد. در ابتدا میزان گلوکز سرم با استفاده از کیت تجاری شرکت پارس آزمون ایران با حساسیت پنج mg/dl و انسولین سرمی نیز با استفاده از کیت شرکت Diaplus آمریکا با حساسیت یک میکرو واحد بر لیتر اندازه‌گیری شد. تمامی موارد مذکور در گروه کنترل نیز انجام شد.

$$\text{HOMA-IR} = (\text{glucose mmol/l} \times \text{insulin } \mu\text{U/l}) / 22.5$$

تجزیه و تحلیل آماری

در این بخش ابتدا برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو - ویلک و سپس، برای اطمینان از نبود تفاوت بین‌گروهی درباره متغیرهای مورد بررسی در پیش‌آزمون از تحلیل واریانس یک‌راهه استفاده شد. در ادامه، برای تعیین تأثیر هریک از متغیرهای مستقل و اثر تعاملی آن‌ها بر شاخص‌های مدنظر، از آزمون تحلیل واریانس دواراهه (۲ × ۲) استفاده شد. تحلیل‌های آماری در سطح آماری ۰/۰۵ < P با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ۲۲ انجام شد.

یافته‌ها

جدول ۱ ویژگی‌های فردی و آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها را به شکل میانگین و انحراف استاندارد نشان می‌دهد. داده‌های جمع‌آوری‌شده برطبق نتایج آزمون شاپیرو - ویلک توزیع طبیعی داشته و تفاوت معناداری بین گروه‌های مطالعه در شاخص‌های مدنظر قبل از اعمال مداخله و در حالت پایه وجود نداشته است (P > ۰/۰۵).

نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس دواراهه نشان‌دهنده آن است که اثر تمرین HIIT (F = ۰/۲۷؛ P = ۰/۱۵) و رژیم DASH (F = ۰/۱۶؛ P = ۰/۶۹) به‌تنهایی و اثر تعاملی تمرین × رژیم (F = ۱/۰۷؛ P = ۰/۳۳) بر میزان هورمون AMH سرم در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک معنادار نیست (نمودار ۱، جدول ۲). اگرچه مقدار این هورمون در گروه HIIT حدود ۱/۵ درصد، در گروه رژیم غذایی DASH حدود ۳/۶ درصد و در گروه تمرین + رژیم غذایی حدود ۷/۸ درصد کاهش نشان داده است. باین‌حال، نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس دواراهه درباره مقاومت به انسولین (HOMA-IR) نشان داد که تمرین HIIT (F = ۲۶/۰۷؛ P = ۰/۰۰۱) و رژیم DASH (F = ۱۰۰/۱؛ P = ۰/۰۰۱) به‌تنهایی و تعامل تمرین × رژیم (F = ۴۵/۸؛ P = ۰/۰۰۱) موجب کاهش معنادار مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک شد (نمودار ۲، جدول ۳).

دقیقه گرم کردن شروع می‌شد و با سه دقیقه سرد کردن به پایان می‌رسید. شیوه‌نامه تمرین تناوبی شدید در هر جلسه شامل چهار وهله دویدن چهاردقیقه‌ای با شدت ۹۰ تا ۹۵ درصد از حداکثر ضربان قلب بود که بین وهله‌ها فاصله استراحت سه دقیقه‌ای فعال با شدت ۷۰ درصد از حداکثر ضربان قلب وجود داشت. به گروه کنترل توصیه شد تا سطح فعالیت بدنی و رژیم غذایی معمول روزانه خود را حفظ کنند.

شیوه‌نامه رژیم غذایی DASH

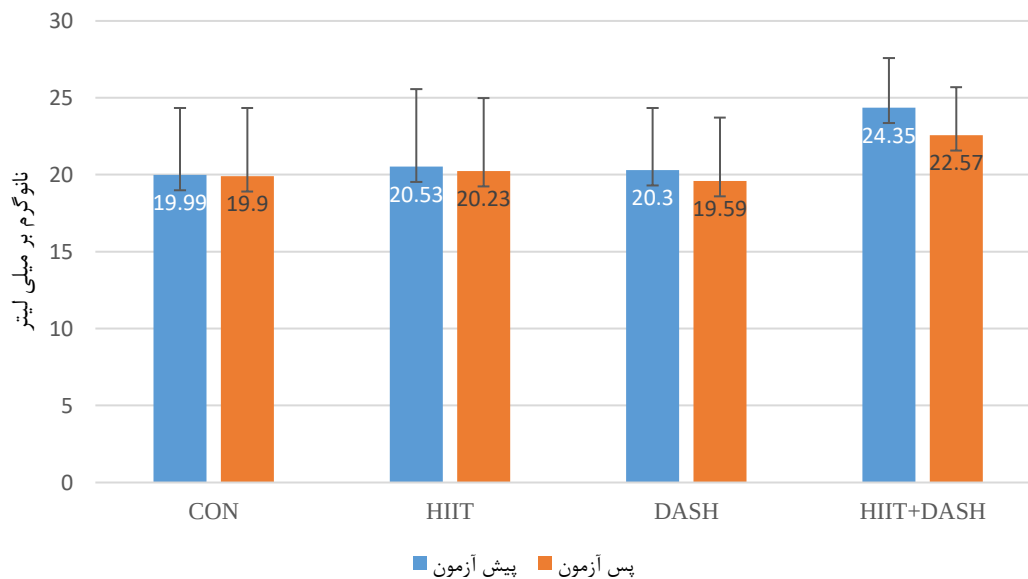
در ابتدا، نیازهای کالری هر آزمودنی بر مبنای هزینه انرژی استراحتی برآورد شد. سپس هر آزمودنی تقریباً حدود یک ساعت تحت آموزش انحصاری توسط کارشناس تغذیه قرار گرفت. رژیم DASH از ۵۲ درصد کربوهیدرات، ۱۸ درصد پروتئین و ۳۰ درصد چربی تشکیل شده بود و دارای محتوایی غنی از میوه، سبزیجات، غلات کامل، لبنیات کم‌چرب بود که مقدار چربی‌های اشباع، کلسترول، غلات غنی‌شده و شیرینی‌جات آن پایین بود. سدیم تجویزی در رژیم DASH کمتر از ۲۴۰۰ میلی‌گرم در روز بود. با توجه به اینکه این تحقیق یک کارآزمایی مصرف غذا نبوده است؛ بنابراین، گروه تحقیق مواد غذایی برای آزمودنی‌ها را آماده نکردند و فقط یک منوی غذایی هفت‌روزه تهیه و در اختیار آزمودنی‌ها قرار داده شد. برای تسهیل و پایداری به رژیم، به آزمودنی‌ها یک لیست قابل جایگزین برای تغییر مندرجات غذایی ارائه شد. برای کنترل دریافت رژیم در طول تحقیق، آزمودنی‌ها به‌صورت هفتگی تحت پیگیری کارشناس رژیم قرار گرفتند (۲۲).

ارزیابی هورمون آنتی‌مولرین (AMH) و شاخص HOMA-IR

در دو مرحله شامل پیش و پس‌آزمون (حداقل ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین) خون‌گیری به مقدار پنج سی‌سی از سیاهرگ بازویی به‌صورت ناشتا انجام شد. بخشی از نمونه خون برای تهیه سرم در لوله‌های معمولی سرد و بخشی دیگر نیز در لوله‌های حاوی Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) ریخته شد و سپس تمام نمونه‌ها برای تهیه سرم و یا پلاسما به مدت ۱۲ دقیقه به دور ۳۰۰۰ در دقیقه سانتریفوژ شده (اپندورف مدل ۵۸۰۴ ساخت آلمان) و نمونه‌های نهایی حاصله پس از کدگذاری و تقسیم به قطعات کوچک ۲۰۰ لاند، تا زمان تحلیل نهایی در دمای ۸۰ - درجه سانتی‌گراد منجمد شد. سطح سرمی هورمون AMH به روش الایزا و با استفاده از کیت شرکت کوزابو (حساسیت: ۰/۰۳۷ ng / mL) محدوده قابل

جدول ۱: ویژگی‌های فردی و آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها در پیش و پس‌آزمون

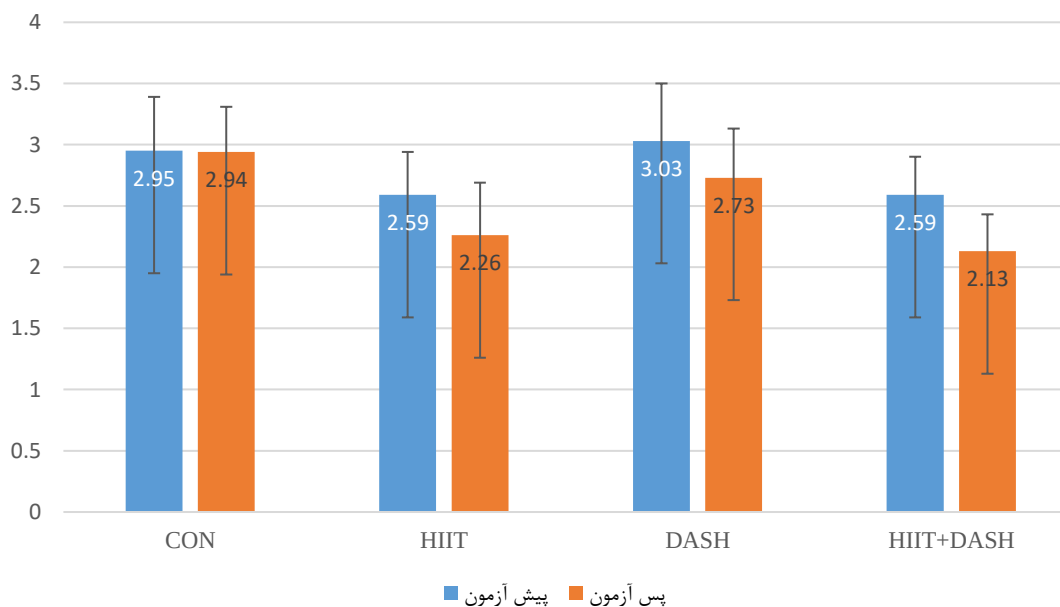
شاخص	گروه	پیش آزمون	پس آزمون
سن (سال)	HIIT	۳۲/۶ ± ۳/۶۷	-
	DASH	۳۴/۵ ± ۲/۶۴	-
	HIIT+DASH	۳۴/۷ ± ۳/۰۱	-
	کنترل	۳۲/۲ ± ۲/۷	-
قد (سانتی‌متر)	HIIT	۱۶۷/۴ ± ۵/۷۹	-
	DASH	۱۶۳/۵ ± ۶/۰۳	-
	HIIT+DASH	۱۶۴/۶ ± ۷/۱۲	-
	کنترل	۱۶۲/۶ ± ۲/۱۵	-
(کیلوگرم) وزن بدن	HIIT	۸۶/۴ ± ۵/۷۹	۶/۴۶ ± ۸۳/۴
	DASH	۸۸/۵ ± ۳/۶	۴/۸۳ ± ۸۳/۵
	HIIT+DASH	۸۵/۶ ± ۷/۰۳	۳/۷۷ ± ۸۰/۱
	کنترل	۸۶/۶ ± ۵/۳	۲/۶۹ ± ۸۴/۹
درصد چربی	HIIT	۴۱/۱ ± ۳/۹۳	۳/۰۴ ± ۴۰/۲
	DASH	۴۲/۲ ± ۲/۷۹	۴/۶۸ ± ۴۰/۳
	HIIT+DASH	۴۰/۲ ± ۴/۷۶	۳/۲۰ ± ۳۷/۲
	کنترل	۴۴/۳ ± ۴/۴۱	۴/۷۴ ± ۴۲/۳



نمودار ۱: تغییرات سطوح سرمی هورمون AMH در گروه‌های مورد مطالعه

جدول ۲: آزمون تحلیل واریانس دوره‌ای برای بررسی تأثیر مداخلات بر هورمون AMH و شاخص HOMA-IR

مقدور ا تا	P value	F		
۰/۰۸۷	۰/۱۵	۰/۲۷	HIIT	AMH (نانوگرم بر میلی لیتر)
۰/۱۱۳	۰/۶۹	۰/۱۶	DASH	
۰/۲۴۰	۰/۳۳	۱/۰۷	HIIT×DASH	
۰/۳۷۹	۰/۰۰۱	۲۶/۰۷	HIIT	HOMA-IR
۰/۶۵۱	۰/۰۰۰۱	۱۰۰/۱	DASH	
۰/۴۳۶	۰/۰۰۱	۴۵/۸	HIIT×DASH	



نمودار ۲: تغییرات شاخص HOMA-IR در گروه‌های مورد مطالعه

نشان‌دهنده آن بود که تمرین HIIT و رژیم غذایی DASH به‌تنهایی و اثر تعاملی تمرین × رژیم غذایی تأثیر معناداری بر میزان هورمون AMH سرم در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک ندارد. اگرچه مقدار این هورمون در گروه HIIT حدود ۱/۵ درصد، در گروه رژیم غذایی DASH حدود ۳/۶ درصد و در گروه تمرین + رژیم غذایی حدود ۷/۸ درصد کاهش نشان داد.

بحث

مطالعه حاضر، به‌منظور تعیین تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید (HIIT) و رویکردهای غذایی کاهش‌دهنده فشارخون بالا (DASH) بر میزان هورمون آنتی‌مولرین سرم و مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک انجام شده است. نتایج پژوهش

دارد. مطالعه فروزان فرد و همکاران (۱۹) و عاصمی و اسماعیلزاده (۳۰) نیز نشان‌دهنده تأثیر مطلوب برنامه غذایی DASH بر بهبود مقاومت به انسولین در بیماران PCOS بوده است. در بیماران PCOS، میزان ترشح انسولین پایه افزایش می‌یابد، اگرچه پاسخ‌های ترشحی انسولین به بار گلوکز معمولاً در مقایسه با افراد سالم ناکافی است (۳۱). مقاومت به انسولین مرتبط با سندرم تخمدان پلی‌کیستیک انتخابی است و بر مسیرهای سیگنالینگ متابولیکی، اما نه میتوژنیک تأثیر می‌گذارد که ممکن است پارادوکس فعالیت‌های تولیدمثلی مداوم انسولین را در مواجهه با مقاومت سیستمیک به انسولین توضیح دهد (۳۲). مقاومت به انسولین یک اختلال مرتبط با انسولین در عضلات اسکلتی، سلول‌های چربی و کبد است که با افزایش وزن، شدت مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به PCOS افزایش می‌یابد و این احتمال بسیار بالا است که تمرینات ورزشی حساسیت به انسولین و مدیریت قندخون را بهبود بخشد (۱۶). بهبود حساسیت به انسولین بلافاصله پس از یک دوره حاد فعالیت ورزشی تا یک دوره طولانی‌مدت تمرینات ورزشی از ۳ ماه تا بیش از ۲۰ هفته مشاهده شده است (۳۳). مستقل از تغییرات وزن، بهبود حساسیت به انسولین یا هیپرانسولینمی در سندرم تخمدان پلی‌کیستیک با کاهش غلظت آندروژن و بهبود بسیاری از دیگر عوامل خطر بیماری‌های قلبی‌عروقی همراه بوده است که از نقش مقاومت به انسولین به‌مثابه یک مکانیسم کلیدی و زیربنایی در پاتوفیزیولوژی PCOS پشتیبانی می‌کند (۳۳). از طرفی، رویکردهای غذایی برای توقف فشارخون بالا (DASH)، یک رژیم غذایی با نمایه قندی پایین و کم‌انرژی است و بر میوه‌ها، سبزیجات، غلات کامل، آجیل و حبوبات بدون چربی / کم‌چربی تأکید دارد. این رژیم منجر به مصرف مقادیر بالاتر فیبر غذایی، اسیدفولیک، فیتواستروژن، پتاسیم، منیزیم و سایر مواد مغذی مفید می‌شود. به‌طور خاص، رژیم DASH شامل ۴ تا ۵ وعده سبزیجات و میوه در روز، ۳ وعده لبنیات کم‌چرب، ۶ تا ۸ وعده غلات کامل در روز و کمتر از ۶ وعده گوشت، مرغ و ماهی در هر روز است (۱۹، ۲۲، ۳۴). رژیم DASH حاوی تعداد بیشتری آنتی‌اکسیدان، منیزیم و فیبر نسبت به سایر رژیم‌های غذایی با نمایه قندی پایین است که ممکن است بر پروفایل متابولیک غیرطبیعی و مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به PCOS تأثیر بگذارد (۳۵). افزون‌برآن، محتوای بالای کلسیم، فولات و سایر مواد مغذی مفید ممکن است اثرات بالقوه مطلوبی بر مقاومت به انسولین و التهاب در PCOS داشته باشد (۱۹). تأثیر رژیم DASH بر کاهش وزن نیز ممکن است به‌دلیل افزایش دریافت ریزمغذی‌ها مانند کلسیم باشد که به‌نوبه خود منجر به دفع چربی مدفوع و افزایش حساسیت به انسولین می‌شود (۳۶). براساس بررسی‌های موجود درباره تأثیر تمرینات ورزشی بر شاخص HOMA-IR در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک نتایج متناقض با مطالعه حاضر مشاهده می‌شود. در تحقیقی متعاقب یک دوره تمرین HIIT بهبود معناداری در HOMA-IR مشاهده نشد (۱۶). همچنین، اخیراً نتایج مشابهی پس از ۱۶ هفته تمرین HIIT گزارش شد که بهبود معناداری در HOMA-IR یا انسولین ناشتا در افراد مبتلا به PCOS مشاهده نشده بود (۲۴). یکی از مکانیسم‌های بالقوه‌ای که ممکن است زیربنای تفاوت‌هایی باشد که در تحلیل‌ها مشاهده می‌شود، تغییر به سمت نوع تار اکسیداتیو و حساس به انسولین در عضله اسکلتی است. یک بررسی نشان داده است که حجم فعالیت ورزشی ممکن است نقشی اساسی در کنترل حساسیت به انسولین داشته باشد. این محققان گزارش کردند که مداخلات ورزشی با مدت ۱۷۰ دقیقه فعالیت ورزشی در هفته نسبت به مداخلات با مدت ۱۱۵ دقیقه در هفته بهبود بیشتری در حساسیت به انسولین ایجاد می‌کند. همچنین، این موضوع اهمیت دارد که بهبود حساسیت به انسولین را می‌توان در عرض

این یافته با نتایج برخی از مطالعات قبلی همخوانی دارد؛ به‌طوری‌که تامسون (Thomson) و همکاران هیچ تغییر قابل‌توجهی در سطوح AMH پس از مداخله کاهش وزن در PCOS دارای اضافه‌وزن / چاق پیدا نکردند (۲۳). همچنین، در یک مطالعه شانزده‌هفته‌ای که در آن شرکت‌کنندگان به‌طور انتخابی در فعالیت ورزشی هوازی، شامل پیاده‌روی ۳۰ تا ۴۵ دقیقه به مدت حداقل سه روز در هفته شرکت داده شده بودند، هیچ تغییری در هورمون‌های جنسی، آدیپونکتین یا هورمون AMH مشاهده نشد (۲۴). در کارآزمایی بالینی تصادفی نایاکا (Nybacka) و همکاران که فعالیت ورزشی ترکیبی را بررسی کردند نیز هیچ تغییر معناداری در AMH مشاهده نشد (۱۸). در کل، سطح سرمی AMH در زنان مبتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک، به‌ویژه آن‌هایی که مشاهدات فنوتیپی شدیدتری دارند، بالاتر است. AMH ارزش تشخیصی دارد و ممکن است به پیش‌بینی پاسخ به القای تخمک‌گذاری دارویی کمک کند، اما به نظر نمی‌رسد که مستقیماً در پاتوژنز PCOS نقش داشته باشد (۲۵). همان‌طور که در متآنالیز دومونت (Dumont) و همکاران نشان داده شد سطح سرمی AMH و مسائل فنی با سنجش AMH نشانگر و پیش‌بینی‌کننده مناسبی برای PCOS است (۲۶). در این تحقیق نتایج نشان داد تفاوت معناداری در اثربخشی تمرین تناوبی شدید و رژیم DASH و اثر توأم آن‌ها بر AMH زنان چاق مبتلا به PCOS وجود ندارد. برخلاف نتایج مطالعه حاضر، کاظمی‌نیا و همکاران در تحقیق خود اثر تمرین ورزشی بر سطوح هورمون AMH در بیماران مبتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک را بررسی کردند و نشان دادند پس از مداخله سطح AMH در گروه دارای تمرین به‌طور معناداری کاهش یافت (۲۷). در پژوهش موران (Moran) و همکاران، دوازده هفته تمرین هوازی شدید به مدت یک ساعت و سه روز در هفته، منجر به کاهش AMH و بهبود آن شد (۱۷). یک مطالعه با مداخله یوگا در دختران بالغ مبتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک نشان داد که سطوح AMH در گروه یوگا کاهش یافت (۲۸). همچنین، فروزانفرد و همکاران، کاهش AMH سرمی را در گروه رژیم غذایی DASH در مقایسه با گروه کنترل گزارش کرده‌اند. کاهش AMH می‌تواند نشانگر تخمک‌گذاری منظم‌تر و یا بلوغ مناسب فولیکول‌ها باشد. با این حال، نوع، مدت یا شدت بهینه تمرین ورزشی مورد نیاز و رژیم غذایی مطلوب برای برانگیختن پاسخ سیستم تولیدمثل هنوز مهم است (۱۹) و نتیجه تحقیق حاضر نیز مؤیدی بر نیاز به بررسی بیشتر به‌ویژه درباره تأثیر انواع تمرینات ورزشی بر سطح سرمی هورمون AMH است.

درباره مقاومت به انسولین، نتایج پژوهش حاضر نشان‌دهنده آن بود که تمرین HIIT و رژیم DASH به‌تنهایی و تعامل تمرین × رژیم موجب کاهش معنادار شاخص HOMA-IR در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک می‌شود. به عبارتی، انجام تمرینات تناوبی شدید و رژیم DASH در زنان چاق مبتلا به PCOS سبب بهبود مقاومت به انسولین می‌شود. در این باره، آی (Aye) و همکاران نشان دادند زنان مبتلا به PCOS مقاومت به انسولین بالاتری دارند و تمرین ورزشی توانست حساسیت به انسولین را بهبود دهد. این پژوهشگران بیان کردند هرچند موقتی اما احتمالاً می‌توان با تمرین ورزشی مقاومت به انسولین را در این بیماران تعدیل کرد (۲۹). آلمنینگ (Almenning) و همکاران در ارزیابی اثر ده هفته تمرین تناوبی با شدت بالا بر HOMA-IR نشانه‌های بهبود مقاومت به انسولین بدون کاهش وزن را در زنان مبتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک داشتند (۱۶) که با یافته‌های تحقیق حاضر همخوانی

منوط به انجام تحقیقات بیشتر و گسترده‌تر است.

تشکر و قدردانی

از همه عوامل دخیل در پژوهش به‌ویژه شرکت‌کنندگان و آزمودنی‌های محترم سپاس‌گزاری می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

کلیه مراحل تحقیق براساس اصول کمیته اخلاق در پژوهش دانشکده علوم اجتماعی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) انجام شد (۴۱۲۵۳). (IKIU.SOC. ۱۴۰۳).

حامی مالی

مقاله حاضر حاصل طرح پژوهشی درون‌دانشگاهی با عنوان «تأثیر هشت هفته تمرین HIIT و کنترل رژیم غذایی بر نشانگر زیستی ذخیره تخمک در زنان مبتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک» مصوب معاونت پژوهشی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) به شماره ط/۱۲۲۹۶ مورخ ۱۴۰۲/۱۱/۹ است.

سهم نویسندگان

همه نویسندگان در مفهوم‌سازی و نگارش مقاله سهیم بوده‌اند. همه نویسندگان محتوای مقاله را تأیید کرده‌اند و درباره تمام جنبه‌های کار توافق نظر داشته‌اند.

تعارض منافع

هیچ گونه تضاد منافی برای نویسندگان وجود ندارد.

References

- Parsamanesh N, Moossavi M, Bahrami A, Butler AE, Sahebkar A. Therapeutic potential of curcumin in diabetic complications. *Pharmacol Res.* 2018;**136**:181-193. doi: 10.1016/j.phrs.2018.09.012 pmid: 30219581
- Teede H, Misso M, Tassone EC, Dewailly D, Ng EH, Azziz R, et al. Anti-Müllerian hormone in PCOS: a review informing international guidelines. *Trends Endocrinol Metab.* 2019;**30**(7):467-478. doi:10.1016/j.tem.2019.04.006 pmid: 31160167
- Strowitzki T. Advanced diagnosis of polycystic ovary syndrome—new prediction models with standard parameters. *Fertil Steril.* 2021;**115**(1):92-93. doi: 10.1016/j.fertnstert.2020.09.031 pmid: 32988616
- De Leo V, Musacchio MC, Cappelli V, Massaro MG, Morgante G, Petraglia F. Genetic, hormonal and metabolic aspects of PCOS: an update. *Reprod Biol Endocrinol.* 2016;**14**(1):38. doi: 10.1186/s12958-016-0173-x pmid: 27423183
- Feyzioglu BS, Güven CM, Avul Z. Eight-hour time-restricted feeding: a strong candidate diet protocol for first-line therapy in polycystic ovary syndrome. *Nutrients.* 2023;**15**(10):2260. doi: 10.3390/nu15102260 pmid:37242145
- Ran Y, Yi Q, Li C. The relationship of anti-Müllerian hormone in polycystic ovary syndrome patients with different subgroups. *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2021;**25**(14): 1419-1424. doi: 10.2147/DMSO.S299558 pmid:33790608
- Dewailly D, Barbotin AL, Dumont A, Catteau-Jonard S, Robin G. Role of anti-Müllerian hormone in the pathogenesis of polycystic ovary syndrome. *Front Endocrinol.* 2020;**11**: 641. doi: 10.3389/fendo.2020.00641 pmid: 33013710
- Broer SL, Broekmans FJ, Laven JS, Fauser BC. Anti-Müllerian hormone: ovarian reserve testing and its potential clinical implications. *Hum Reprod Update.* 2014;**20**(5):688-701. doi: 10.1093/humupd/dmu020 pmid: 24821925
- Dilaver N, Pellatt L, Jameson E, Ogunjimi M, Bano G, Homburg R, et al. The regulation and signalling of anti-Müllerian hormone in human granulosa cells: relevance to polycystic ovary syndrome. *Hum Reprod.* 2019; **34**(12):2467-79. doi: 10.1093/humrep/dez214 pmid: 31735954
- Lambert-Messerlian G, Plante B, Eklund EE, Raker C, Moore RG. Levels of antimüllerian hormone in serum during the normal menstrual cycle. *Fertil Steril.* 2016;**105**(1):208-213. doi: 10.1016/j.fertnstert.2015.09.033 pmid: 26477497
- Samimi M, Jamilian M, Ebrahimi FA, Rahimi M, Tajbakhsh B, Asemi Z. Oral carnitine supplementation reduces body weight and insulin resistance in women with polycystic ovary syndrome: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Clin Endocrinol.* 2016;**84**(6):851-857. doi: 10.1111/cen.13003 pmid:26666519
- Patten RK, Boyle RA, Moholdt T, Kiel I, Hopkins WG, Harrison CL, et al. Exercise interventions in polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Front Physiol.* 2020;**11**:606. doi: 10.3389/fphys.2020.00606 pmid: 32733258
- Dos Santos IK, Ashe MC, Cobucci RN, Soares GM, de Oliveira Maranhão TM, Dantas PMS. The effect of exercise as an intervention for women with polycystic ovary syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Medicine.* 2020;**99**(16): e19644. doi: 10.1097/MD.00000000000019644 pmid: 32311937
- Bernardi LA, Carnethon MR, de Chavez PJ, Ikheha DE, Neff LM, Baird DD, et al. Relationship between obesity and anti-Müllerian hormone in reproductive-aged African American women. *Obesity.* 2017;**25**(1):229-235. doi:10.1002/oby.21681 pmid: 27925445
- Menz V, Marterer N, Amin SB, Faulhaber M, Hansen AB, Lawley JS. Functional vs. Running low-volume high-intensity interval training: effects on vo_{2max} and muscular endurance. *J Sports Sci Med.* 2019;**18**(3):497. PMID: 31427872
- Almenning I, Rieber-Mohn A, Lundgren KM, Shetelig Løvvik T, Garnæs KK, Moholdt T. Effects of high intensity interval training and strength training on metabolic, cardiovascular and hormonal outcomes in women with polycystic ovary syndrome: a pilot study. *Plos one.* 2015;**10**(9):e0138793. doi: 10.1371/journal.pone.0138793 pmid: 26406234
- Moran LJ, Harrison CL, Hutchison SK, Stepto NK, Strauss BJ,

نتیجه‌گیری

در کل به نظر می‌رسد علی‌رغم کاهش نسبی سطح سرمی هورمون AMH در گروه‌های مورد مداخله، تمرین HIIT و رژیم غذایی DASH به‌تنهایی و اثر تعاملی تمرین و رژیم غذایی تأثیر معناداری بر میزان هورمون AMH سرم در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک ندارد. اگرچه، بهبود مقاومت به انسولین و کاهش معنادار شاخص HOMA-IR متعاقب هشت هفته تمرین HIIT و رژیم غذایی DASH در زنان چاق مبتلا به سندرم تخمدان پلی‌کیستیک مشهود بوده است. بااین‌حال، اظهار نظر قطعی در این باره

- Teede HJ. Exercise decreases anti-Müllerian hormone in anovulatory overweight women with polycystic ovary syndrome—a pilot study. *Horm Metab Res.* 2011; **43**(13):977-979. doi: 10.1055/s-0031-1291208 pmid: 21989557
18. Nybacka Å, Hellström PM, Hirschberg AL. Increased fibre and reduced trans fatty acid intake are primary predictors of metabolic improvement in overweight polycystic ovary syndrome—Substudy of randomized trial between diet, exercise and diet plus exercise for weight control. *Clin Endocrinol.* 2017;**87**(6):680-688. doi: 10.1111/cen.13427 pmid: 28727165
19. Foroozanfard F, Rafiei H, Samimi M, Gilasi HR, Gorjizadeh R, Heidar Z, et al. The effects of dietary approaches to stop hypertension diet on weight loss, anti-Müllerian hormone and metabolic profiles in women with polycystic ovary syndrome: a randomized clinical trial. *Clin Endocrinol.* 2017;**87**(1): 51-58. doi: 10.1111/cen.13333 pmid:28316072
20. Moran LJ, Ko H, Misso M, Marsh K, Noakes M, Talbot M, et al. Dietary composition in the treatment of polycystic ovary syndrome: a systematic review to inform evidence-based guidelines. *J Acad Nutr Diet.* 2013;**113**(4): 520-545. doi: 10.1016/j.jand.2012.11.018 pmid: 23420000
21. Kiel IA, Jones H, Lionett S, Rosbjørgen R, Lydersen S, Vanky E, et al. Cardiovascular health does not change following high-intensity interval training in women with polycystic ovary syndrome. *J Clin Med.* 2022;**11**(6):1626. doi: 10.3390/jcm11061626 pmid: 35329952
22. Asemi Z, Samimi M, Tabassi Z, Shakeri H, Sabihi SS, Esmailzadeh A. Effects of DASH diet on lipid profiles and biomarkers of oxidative stress in overweight and obese women with polycystic ovary syndrome: a randomized clinical trial. *Nutrition.* 2014; **30**(11-12):1287-1293. doi: 10.1016/j.nut.2014.03.008 pmid: 25194966
23. Thomson RL, Buckley JD, Moran LJ, Noakes M, Clifton PM, Norman RJ, et al. The effect of weight loss on anti-Müllerian hormone levels in overweight and obese women with polycystic ovary syndrome and reproductive impairment. *Human Reprod.* 2009;**24**(8):1976-1981. doi: 10.1093/humrep/dep101 pmid: 19380385
24. Leonhardt H, Hellström M, Gull B, Lind AK, Nilsson L, Janson PO, et al. Serum anti-Müllerian hormone and ovarian morphology assessed by magnetic resonance imaging in response to acupuncture and exercise in women with polycystic ovary syndrome: secondary analyses of a randomized controlled trial. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2015; **94**(3):279-287. doi: 10.1111/aogs.12571 pmid: 25545309
25. Teede HJ, Misso ML, Costello MF, Dokras A, Laven J, Moran L, et al. Recommendations from the international evidence-based guideline for the assessment and management of polycystic ovary syndrome. *Human Reprod.* 2018;**33**(9):1602-1618. doi: 10.1093/humrep/dey256 pmid: 30052961
26. Dumont, A., et al., Role of anti-Müllerian hormone in pathophysiology, diagnosis and treatment of polycystic ovary syndrome: a review. *Reprod Biol Endocrinol.* 2015;**13**:137. doi: 10.1186/s12958-015-0134-9 pmid:26691645
27. Kazemina M, Rajati F, Rajati M. The effect of exercise on anti-Müllerian hormone levels in patients with polycystic ovary syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Middle East Fertil Soci J.* 2022. **27**(1):31. doi:10.1186/s43043-022-00121-7
28. Nidhi R, Padmalatha V, Nagarathna R, Ram A. Effect of a yoga program on glucose metabolism and blood lipid levels in adolescent girls with polycystic ovary syndrome. *Int J Gynecol Obstet.* 2012;**118**(1): 37-41. doi: 10.1016/j.ijgo.2012.01.027 pmid: 22507264
29. Aye MM, Butler AE, Kilpatrick ES, Kirk R, Vince R, Rigby AS, et al. Dynamic change in insulin resistance induced by free fatty acids is unchanged though insulin sensitivity improves following endurance exercise in PCOS. *Front Endocrinol.* 2018;**9**:592. doi: 10.3389/fendo.2018.00592 pmid: 30344510
30. Asemi Z, Esmailzadeh A. DASH diet, insulin resistance, and serum hs-CRP in polycystic ovary syndrome: a randomized controlled clinical trial. *Horm Metab Res.* 2015;**47**(3):232-238. doi: 10.1055/s-0034-1376990 pmid: 24956415
31. Tosi F, Di Sarra D, Kaufman JM, Bonin C, Moretta R, Bonora E, et al. Total body fat and central fat mass independently predict insulin resistance but not hyperandrogenemia in women with polycystic ovary syndrome. *J Clin Endocrinol Metab.* 2015;**100**(2):661-669. doi: 10.1210/jc.2014-2786 pmid: 25393642
32. Laganà AS, Vitale SG, Noventa M, Vitagliano A. Current management of polycystic ovary syndrome: from bench to bedside. *Int J Endocrinol.* 2018;**2018**:7234543. doi: 10.1155/2018/723454 pmid: 30538744
33. Osibogun O, Ogunmoroti O, Michos ED. Polycystic ovary syndrome and cardiometabolic risk: Opportunities for cardiovascular disease prevention. *Trends Cardiovasc Med.* 2020;**30**(7):399-404. doi: 10.1016/j.tcm.2019.08.010 pmid:31519403
34. Dwyer JT, Melanson KJ, Sriprachyanunt U, Cross P, Wilson M. Dietary Treatment of Obesity, et al. Dietary treatment of obesity. 2015. pmid:25905223
35. Asemi, Z. and A. Esmailzadeh, DASH diet, insulin resistance, and serum hs-CRP in polycystic ovary syndrome: a randomized controlled clinical trial. *Hormone and metabolic research.* 2015. 47(03): p. 232-238. https://doi.org/10.1055/s-0034-1376990
36. Onakpoya IJ, Perry R, Zhang J, Ernst E. Efficacy of calcium supplementation for management of overweight and obesity: systematic review of randomized clinical trials. *Nutr Rev.* 2011;**69**(6):335-343. doi: 10.1111/j.1753-4887.2011.00397.x pmid:21631515
37. Houmard JA, Tanner CJ, Slentz CA, Duscha BD, McCartney JS, Kraus WE. Effect of the volume and intensity of exercise training on insulin sensitivity. *J Appl Physiol (1985).* 2004; **96**(1): 101-106. doi: 10.1152/japplphysiol.00707.2003 pmid: 12972442