

The effect of continuous training in water and high-intensity interval training on blood irisin levels of boxers

Received:

2024/01/21

Accepted:

2024/04/13

Online ISSN

3060-7078

Abdolmahdi Abbas Lefteh
1. Department of sport
physiology and corrective
exercises faculty of sport
sciences urmia university.
Iran.
mohammad reza zolfaghar
didani
2. Department of Sport
Physiology physiology and
corrective exercise

*Correspondence:
abdolmahdi abbas lefteh
Email:
omidansari.msc@gmail.com
[orcid/0000-0002-7476-6901](https://orcid.org/0000-0002-7476-6901)

ABSTRACT

Purposes: Irisin is a myokine that appears to convert white adipose tissue into brown adipose tissue. The purpose of this research is the effect of continuous water training and high intensity interval training (HIIT) on the amount of irisin in the blood of boxers.

Materials and Methods: In this study, 30 male boxers with at least two years of continuous training experience with an average age (15.3 ± 51.26) and body mass index (38.5 ± 86.25) were selected from active boxing athletes and were randomly divided into two groups of continuous exercises and HIIT exercises, and each group performed their exercises for eight weeks, three sessions per week. Before and after eight weeks of training, blood sampling was taken and the amount of serum irisin was measured using the ELISA method. Between groups changes were evaluated using Mixed Anova and Bonferroni post hoc test at a significance level of $p < 0.05$.

Results: Irisin serum level increased significantly in the continuous ($P=0.015$) and high interval training group ($P=0.006$) compared to the control group, although no significant difference was observed between the two training groups ($P=0.955$).

Conclusion: The results of this study showed that doing continuous sports activities and HIIT can lead to an increase in irisin levels and, probably a decrease in body fat percentage. However, none of the training programs was superior to the other.

Keywords: Continuous training, High-intensity interval training, Irisin

Extended abstract

Background: In combat sports, the fast and strong start of a technique by the attacker prevents the opponent from moving effectively, and the athletes must react quickly and powerfully to the opponent's attack. In addition to being important, reducing action and reaction time in combat training (Kurtovich& Memishi, 2022) requires having a muscular body with a low-fat percentage and a generally fit body (Mülhim& Akcam, 2022). Therefore, athletes in martial arts try to reduce body fat percentage by using different exercises such as aerobic exercises (Yunus& Itamada, 2022).

Irisin is a novel myokine and gene product of fibronectin type 3 containing protein 5 (FNDC5) and appears to convert white adipose tissue to brown adipose tissue. Based on the studies conducted, various types of exercise training with an effect on the production of myokines can increase energy consumption by affecting the burning of white fats and affecting body composition and insulin resistance (Dundar et al., 2014). The increase in the amount of irisin has been investigated both in continuous sports and in intermittent and high-intensity sports. In most researches, the effect of both types of exercises on irisin levels has been shown. Therefore, the main question of this research is whether it is possible to find a superior sports activity to increase the maximum release of irisin.

Methodology: The current study is an experimental clinical trial and its design is pre-test-post-test with a control group. The statistical population included boxing athletes of West Azarbaijan province with an age range of 20-35 years, who had at least 2 years of continuous training in this field and sufficient mastery of breaststroke swimming. Then 30 people were randomly selected and homogeneously placed in three groups of intense intermittent exercise, continuous exercise in water and control. The continuous exercise program consisted of 5 minutes of warm-up with an intensity of 50-60% of the maximum heart rate and then 30-12 minutes of swimming across the pool and the shallow part with an intensity of 70-85% of the maximum heart rate. The average water temperature was between 20-24 degrees Celsius. The intense interval training program consisted of 5 minutes of warm-up and the main training consisted of one minute of running with an intensity of 90-95% of the maximum heart rate (using a heart rate monitor) with one minute of active rest (50-70% of the maximum heart rate), which in the first sessions, it was performed 4-6 sets and gradually and every week, the number of sets was increased. The control group did not participate in these two training programs during this 8 weeks and they only did their boxing training. Forty-eight hours before the start of the training program and 48 hours after the end of the last training session, blood samples were taken from the subjects of the control, intense interval training and continuous training groups. The amount of irisin was measured by ELYSA method and using the human irisin kit made by Elabscience company in America. Heart rate was monitored using a Polar heart rate monitor. Mixed Anova test was used to determine the existence of differences between the groups' data.

Results: The Shapiro-Wilk test showed that the distribution of all variables is normal ($p>0.05$), also based on Lon's test, the data have homogeneity of variances in each group ($p>0.05$). Therefore, parametric tests were used to perform statistical calculations. The results of combined variance analysis related to irisin levels showed that there was a significant difference between pre-test and post-test in irisin levels ($p\leq 0.01$, $F=20.94$) and about the main effect of group ($p\leq 0.01$, $F=24.9$) and about the interaction effect of group \times pre-test/post-test ($p\leq 0.01$, $F=48.23$). Based on the results of Bonferroni's post hoc test, irisin levels increased significantly in the continuous and HIIT training groups compared to the control group, but no significant difference was observed between the continuous and HIIT groups.

Conclusion: According to the present study's findings, Serum irisin levels increased significantly after eight weeks of HIIT and continuous training. According to the research results, exercise seems to be an influential factor in releasing irisin and changes in energy metabolism (Tine kartinah & Sianipar, 2018). As mentioned, reducing the percentage of body fat in martial arts athletes and boxers

is one of the goals of their physical fitness training, which can lead to an increase in performance and an improvement in their reaction time. According to scientific research, irisin can directly and indirectly prevent the accumulation of triglycerides. In this context, irisin may modulate the signaling pathway of peroxisome proliferator-activated receptor alpha (PPAR- α), which is a key regulator of fat metabolism and can coordinate fat oxidation through a thermogenic mechanism (Tutunchi. et al., 2020). Some intervening factors such as the type, intensity and duration of exercise, gender and age of the participants, acute and chronic effects and the interval of blood sampling since the last exercise session should be considered in expressing the physiological mechanism of irisin levels.

In some researches, the effect of ambient temperature and the temperature of the environment in which sports activities are performed have been mentioned as one of the influencing factors on irisin levels. In a study, the effect of air temperature on the amount of irisin circulation was investigated through immersion in hot water. The results showed that thermal stimulation may increase the level of circulating irisin in humans in response to oxidative stress. In our study, the water temperature was a normal temperature for swimming, and probably because of this, the superiority of the swimmers group over the other group was not observed. It seems that it is better to include swimming exercises in hot temperatures in the next studies.

تاثیر تمرینات تداومی در آب و تمرینات تناوبی با شدت بالا بر میزان آیریزین خون بازیکنان بوکس

چکیده	<p>تاریخ ارسال: ۱۴۰۲/۱۱/۰۱</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۲۱</p> <p>شاپا الکترونیکی ۳۰۶۰-۷۰۷۸</p>
<p>اهداف: آیریزین مایوکینی است که به نظر می‌رسد بافت چربی سفید را به بافت چربی قهوه ای تبدیل می‌کند. هدف از پژوهش حاضر، تاثیر تمرینات تداومی در آب و تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر میزان آیریزین خون بازیکنان بوکس می‌باشد.</p> <p>روش تحقیق: در این مطالعه ۳۰ مرد بوکسور با حداقل دو سال سابقه تمرین مداوم با میانگین سنی (26/51±3/15) و شاخص توده بدنی (25/86±5/38) از بین ورزشکاران فعال رشته بوکس انتخاب شدند و به طور تصادفی در دو گروه تمرینات تداومی و تمرینات HIIT تقسیم شدند و هر گروه تمرینات خود را به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته انجام دادند. قبل و بعد از هشت هفته تمرینی نمونه‌گیری خونی انجام شد و میزان آیریزین سرمی با استفاده از روش الایزا اندازه‌گیری شد. تغییرات برون گروهی با استفاده از آزمون تحلیل واریانس ترکیبی (Mixed Anova) و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معناداری $p < 0/05$ مورد ارزیابی قرار گرفت.</p> <p>یافته‌ها: سطح سرم آیریزین در گروه تمرینات تداومی ($P=0/015$) و تناوبی شدید ($P=0/006$) نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری داشت هر چند بین دو گروه تمرینی تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P=0/955$).</p> <p>نتیجه‌گیری: تحقیق حاضر نشان می‌دهد که انجام فعالیت های ورزشی تداومی و HIIT می‌تواند منجر به افزایش سطوح آیریزین و احتمالاً کاهش درصد چربی بدن شود. هر چند هیچ کدام از برنامه های تمرینی بر دیگری برتری نداشت.</p> <p>کلمات کلیدی: تمرینات تداومی، تمرینات تناوبی با شدت بالا، آیریزین</p>	<p>عبدالمهدی عباس لفته دانشجوی دکترای فیزیولوژی ورزشی قلب و عروق و تنفس</p> <p>محمد رضا ذوالفقار دیدنی گروه فیزیولوژی ورزشی و حرکات اصلاحی بخش فیزیولوژی ورزشی دانشکده علوم ورزشی دانشگاه ارومیه</p>
	<p>* نویسنده مسئول: عبدالمهدی عباس لفته ایمیل: omidansari.msc@gmail.com orcid/0000-0002-7476-6901</p>

مقدمه

دنایای امروز، دنایای پیشرفت‌های چشمگیر و روز افزون علمی در همه زمینه‌ها می‌باشد. بدون شک تربیت بدنی نیز که پدیده‌ای با ارزش و جزء لاینفک این ساختار علمی است از این تحول و تغییرات مثبت بی‌بهره نبوده و در پی بازسازی و دگرگونی شالوده خویش و قوام و غنا بخشیدن به داشته‌هایش می‌باشد. بنابراین موفقیت در هر زمینه‌ای نیازمند بکارگیری اصول و قواعد علمی است که در مورد فعالیت بدنی نیز اجتناب‌ناپذیر است.

همانطور که می‌دانیم، در ورزش‌های رزمی شروع سریع و قوی یک تکنیک توسط مهاجم از حرکت موثر حریف جلوگیری می‌کند و ورزشکاران باید سریع و با قدرت به حمله حریف واکنش نشان دهند. کاهش زمان عمل و عکس‌العمل در تمرینات رزمی علاوه بر داشتن اهمیت (۱) مستلزم داشتن بدنی عضلانی با درصد چربی پایین و به طور کلی بدنی آماده می‌باشد (۲). لذا ورزشکاران در رشته‌های رزمی با استفاده از تمرینات مختلف مانند تمرینات هوازی سعی در کاهش درصد چربی بدن دارند (۳). بر اساس تحقیقات آمادگی بدنی منجر به کاهش زمان عکس‌العمل می‌شود. ماهیت خود رشته‌های رزمی ترکیبی از سیستم‌های هوازی و بی‌هوازی می‌باشد. لذا در کل مسابقه از هر دو دستگاه هوازی و بی‌هوازی استفاده می‌شود (۴، ۵). ورزشکاران و به ویژه رزمی‌کاران از تمرینات استقامتی و سرعتی جهت افزایش توان هوازی و بی‌هوازی استفاده می‌کنند. به عنوان مثال مشخص شده است که تمرینات تداومی با شدت‌های مختلف باعث کاهش درصد چربی بدن و به طور کلی آمادگی بدنی بالاتر شده است (۶). همچنین تمرینات کوتاه مدت و سرعتی با ماهیت بی‌هوازی نیز در بهبود سرعت عکس‌العمل و به طور کلی سرعت ورزشکاران مفید می‌باشد (۷).

یکی از انواع تمریناتی که باعث افزایش توان هوازی و بی‌هوازی به طور همزمان می‌شود تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) است. تمرین تناوبی با شدت بالا به یکی از چندین حالت تمرین بدنی اشاره دارد که با دوره‌های کوتاه و متناوب تمرین هوازی شدید در طول تمرینات کوتاه مدت تا متوسط همراه با دوره‌های کوتاه تمرین با شدت کم یا ریکاوری مشخص می‌شود و به عنوان یک جایگزین کارآمد از نظر زمان برای تمرینات قلبی تنفسی سنتی پیشنهاد شده است (۸). همچنین تمرینات تناوبی متوسط تا شدید در کاهش چربی زیرجلدی و چربی شکم نسبت به دیگر نوع ورزشها احتمالاً موثرتر بوده و میتوانند با کاهش چربی، تناسب اندام را برای ورزشکار به دنبال داشته باشند (۹). بر اساس مطالعات انجام گرفته انواع تمرینات ورزشی با تاثیر بر میزان تولید میوکاین^۲ می‌توانند با تاثیر بر سوختن چربی‌های سفید موجب افزایش مصرف انرژی شده و بر ترکیب بدن و نیز مقاومت به انسولین اثرگذار باشند (۱۰). بافت چربی را می‌توان به دو نوع اصلی بافت چربی سفید و بافت سفید قهوه‌ای تقسیم کرد. بافت چربی سفید نمایانگر بخش عمده بافت چربی در انسان و محل ذخیره تری‌گلیسرید است (۱۱). بافت چربی قهوه‌ای منبع اختصاصی است که در گرمایی بدن لرزیدن و هزینه انرژی به ویژه در پستانداران کوچک و نوزادان نقش دارد (۱۲). در حقیقت بر خلاف عمل ذخیره سازی که مختص بافت چربی سفید است بافت چربی قهوه‌ای به خاطر بیان پروتیین جفت نشده-۱ (UCP-1) و افزایش تراکم میتوکندریایی نقش گرمایی ایفا می‌کند (۱۳). در سالهای اخیر تعامل بین بافت چربی و عضله اسکلتی به طور قابل توجهی به رسمیت شناخته شده است. بر اساس این تعامل تبدیل بافت چربی سفید به قهوه‌ای و افزایش گرمایی و انرژی مصرفی و در نهایت کاهش وزن به واسطه مایوکاین آیریزین نشان داده شده است (۱۴).

¹ High Intensity Interval Training

² Myokines

آیریزین مایو کینی جدید و محصول ژن فیبرونکتین^۳ نوع ۳ حاوی پروتیین است و به نظر می‌رسد بافت چربی سفید را به بافت چربی قهوه‌ای تبدیل می‌کند. در واقع آیریزین یک پروتیین پیام دهی است که توسط عضلات اسکلتی پس از تجزیه پروتیین غشایی FNDC5 آزاد تولید می‌کند و سپس در بافت چربی موجب بیان ژن پروتیین جفت نشده-1 (UCP-1) می‌شود (۱۵). هی پارک^۴ و همکاران (۲۰۱۳) دریافتند که بین آیریزین و شاخص توده بدنی ارتباط معناداری وجود دارد (۱۶) بنابراین فعالیت بدنی یکی از راه‌های اثرگذار و کم هزینه جهت تحریک رهائش آیریزین از عضلات اسکلتی درگیر به پلاسما و به دنبال آن بهبود متابولیسم سلولی است (۱۴). آیریزین همچنین با فعالسازی فسفوفروکتوکیناز (PFK) موجب فعالسازی لیپاز حساس به هورمون HSL و در نتیجه افزایش لیپولیز می‌شود (توتونچی و همکاران، ۲۰۲۰).

با توجه به نتایج تحقیقات به نظر می‌رسد که تمرین عامل موثری در ترشح آیریزین و نقش آن در متابولیسم انرژی باشد. با این حال کیم^۵ و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کرده اند که هشت هفته تمرین مقاومتی در افراد دارای اضافه وزن باعث افزایش معنی دار سطوح آیریزین می‌شود اما تمرینات هوازی تداومی تغییر معنی داری در آن ایجاد نمی‌کند. البته نقش تمرینات تداومی در سلامت جسمانی و کنترل وزن روشن شده است اما به دلیل مدت طولانی آن بعضی فرصت پرداختن به آن را ندارند بنابراین امروزه تمرینات HIIT به دلیل صرف زمان کم و شدت تمرین بالا مورد توجه محققین قرار گرفته است.

روشن شده است که α PGC-1 به فعالیت و تمرین هر دو حساس است (۱۷). بر طبق تحقیقات در این بین فعالیت های سرعتی تکراری که در بیشتر فعالیت های گروهی و مسابقات ورزشی اتفاق می‌افتد و از وهله های فعالیت سرعتی کمتر از ۱۰ ثانیه و استراحت های کمتر از ۶۰ ثانیه در بین وهله های شدید تشکیل شده است تغییرات عمده ای در سطح انرژی سلول ایجاد می‌کند و احتمالاً می‌تواند در سطوح α PGC-1 دخیل باشد (۹). این تمرینات دقیقاً همان تمرینات HIIT می‌باشد که قبلاً به آن اشاره کردیم.

شایان ذکر است که بر خلاف برخی تحقیقات اثربخشی تمرینات تداومی بر سطوح آیریزین گزارش شده است (۱۸) برای مثال بوستروم و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کرده اند که پس از ۱۰ هفته تمرینات تداومی بیان FNDC5 به عنوان پیش ساز آیریزین در سطح بالاتری صورت گرفته و با بیان بیشتر mRNA پروتیین FNDC5 همراه بوده که می‌تواند با سنتز بیشتر آیریزین سرمی همراه شود (۱۴). بر اساس برخی تحقیقات تمرین در آب و به ویژه شنا کردن می‌تواند سطوح هورمون های آنابولیک نظیر هورمون رشد شبه انسولین و آیریزین را بالا ببرد. این مورد به خصوص در شدت های تمرینی بالاتر مشخص تر بود (۱۹). بنابراین به نظر می‌رسد محیط تمرینی و نوع تمرینات نیز در افزایش سطوح آیریزین دخیل باشد.

با توجه به تناقضات موجود در تحقیقات گذشته این سوال در ذهن محققین پیش می‌آید که آیا هر نوع فعالیت ورزشی منجر به افزایش سطوح آیریزین می‌شود یا نوع خاصی از تمرینات (برای مثال دویدن یا شنا کردن) و با شدتی مشخص (تداومی یا تناوبی) چنین پیامدی دارد؟ همانطور که قبلاً بیان شد افزایش در مقدار آیریزین هم در ورزش های تداومی و هم در ورزش های تناوبی و با شدت بالا بررسی شده است و در اغلب تحقیقات تاثیر هر دو نوع تمرینات بر روی سطوح آیریزین نشان داده شده است اما مقایسه ای بین محیط و نوع تمرینات ورزشی بر سطوح آیریزین انجام نگرفته است. بنابراین یافتن بهترین نوع تمرینات برای افزایش حداکثر سطوح آیریزین به خصوص در رشته های ورزشی که نیاز به آمادگی جسمانی بالا و کاهش درصد چربی بدن دارند مانند رشته های رزمی ضروری به نظر می‌رسد. سوال اصلی این پژوهش این است که آیا می‌توان یک فعالیت ورزشی برتر جهت افزایش حداکثری ترشح آیریزین پیدا کرد؟

³ Fibronectine

⁴ Hee Park

⁵ Kim

روش تحقیق

مطالعه حاضر از نوع کارآزمایی بالینی تجربی و طرح آن به صورت پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه کنترل می‌باشد. جامعه آماری شامل ورزشکاران رشته بوکس استان آذربایجان غربی با دامنه سنی ۲۰-۳۵ سال بود که سابقه حداقل ۲ سال تمرین مداوم در این رشته و تسلط کافی به شنای کرال سینه را داشتند. سپس تعداد ۳۰ نفر به صورت تصادفی انتخاب و به صورت همگن در سه گروه تمرین تناوبی شدید، تمرین تداومی در آب و کنترل قرار گرفتند. در این پژوهش بعد از انتخاب آزمودنی‌ها، ۴۸ ساعت قبل از شروع برنامه تمرینی و ۴۸ ساعت بعد از پایان آخرین جلسه تمرینی و بعد از ۱۰-۱۲ ساعت ناشتایی نمونه خونی از آزمودنی‌های گروه کنترل، تمرینات اینتروال شدید و تمرینات تداومی گرفته شد. برنامه تمرین تداومی شامل ۵ دقیقه گرم کردن با شدت ۶۰-۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه و سپس ۱۲-۳۰ دقیقه شنا کردن در عرض استخر و قسمت کم عمق با شدت ۷۰-۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه بود. دمای آب به طور میانگین بین ۲۰-۲۴ درجه سانتی‌گراد بود. برنامه تمرین تناوبی شدید شامل ۵ دقیقه گرم کردن و تمرین اصلی شامل یک دقیقه دویدن با شدت ۹۰-۹۵ درصد ضربان قلب بیشینه (با استفاده از ضربان‌سنج) با یک دقیقه استراحت فعال (۵۰-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه) بود که در جلسات اول به تعداد ۴-۶ نوبت اجرا شد و به مرور و هر هفته یک نوبت بر تعداد آن افزوده شد. گروه کنترل در طول این ۸ هفته تمرینی نداشتند و مانند دو گروه تمرینی فقط به تمرینات بوکس خود پرداختند.

پس از پایان خون‌گیری نمونه‌ها در لوله آزمایش ریخته شد و از طریق سانتریفیوژ سرم جدا گردید و در دمای منفی ۷۰ درجه سانتی‌گراد برای آنالیز بعدی فریز شد. مقادیر آیریزین با روش الایزا (ELYSA) و با استفاده از کیت انسانی آیریزین ساخت شرکت Elabscience آمریکا اندازه‌گیری شد. ضربان قلب با استفاده از دستگاه ضربان‌سنج پولار کنترل شد. قبل از شروع پژوهش، طی جلسه‌ای کلیه مراحل تحقیق اعم از خون‌گیری، ارزیابی ترکیب بدنی، نوع و مکان تمرین به صورت کامل و با جزییات برای همه افراد شرکت‌کننده توضیح داده شد و از کلیه شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه کتبی اخذ گردید. همچنین به افراد این اختیار داده شد که هر زمانی بخواهند پژوهش را ترک کنند.

روش آماری

در ابتدا برای مشخص کردن طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. پیش‌شرط دیگر برابری واریانس‌ها در هر گروه بود که با آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت. به دلیل طبیعی بودن توزیع داده‌ها و رعایت شدن پیش‌شرط برابری واریانس‌ها، از آزمون پارامتریک تحلیل واریانس آمیخته برای تعیین وجود اختلاف بین داده‌های گروه‌ها استفاده شد. از این روش برای تعیین تفاوت در میانگین زمانی که گروه‌ها مجزا باشند (تفاوت بین گروهی) استفاده می‌شود. تمامی محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار Spss انجام شد.

یافته‌ها

مشخصات توصیفی شرکت‌کنندگان در گروه HIIT و تداومی در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. توصیف (میانگین \pm انحراف استاندارد) شاخص های فردی شرکت کنندگان در مطالعه

متغیر	گروه	تعداد	میانگین \pm انحراف استاندارد
سن	تمرینات تداومی	10	24/63 \pm 3/15
	تمرینات (HIIT)	10	28/72 \pm 2/96
	کنترل	10	26/20 \pm 3/35
قد	تمرینات تداومی	10	171/24 \pm 9/18
	تمرینات (HIIT)	10	169/56 \pm 7/64
	کنترل	10	174/36 \pm 9/81
وزن	تمرینات تداومی	10	76/49 \pm 6/08
	تمرینات (HIIT)	10	73/89 \pm 8/64
	کنترل	10	77/78 \pm 5/25

آزمون شاپیروویلک نشان داد که توزیع همه متغیرها طبیعی می‌باشد ($p > 0.05$)، بنابراین از آزمونهای پارامتریک برای انجام محاسبات آماری استفاده شد. همچنین بر اساس آزمون لون داده‌ها دارای همگنی واریانس‌ها در هر گروه می‌باشند ($p > 0.05$). از آمار استنباطی جهت آزمون فرضیه‌های تحقیق و به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات و بررسی معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌های گروه‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد. در این راستا از روش تحلیل واریانس با طرح ترکیبی (سری بلوک‌های تمرینی) 2×3 (نوع تمرینات) برای بررسی اختلاف میانگین گروه‌ها استفاده شد. از آزمون تعقیبی بونفرونی نیز برای بررسی اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌ها استفاده شد.

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس ترکیبی در رابطه با مقایسه سطوح آیریزین در گروه‌ها

منبع واریانس	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	P	ضریب اتا
زمان	1/98	۲۹/۸۸	۹۴/۲۰	0/000	۰/۸۸
نوع تمرینات	2	۹/۸۱	۹/۲۴	0/0۰۴	۰/۶۰
نوع تمرینات \times زمان	3/96	۷/۴۴	۲۳/۴۸	۰/۰۰۰	۰/۷۹

نتایج تحلیل واریانس آمیخته (جدول ۲) مربوط به سطوح آیریزین نشان می‌دهد که در مورد تفاوت بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در سطوح آیریزین تفاوت معنادار ($F=94/20, P \leq 0.01$) و در مورد اثر اصلی گروه ($F=9/24, P \leq 0.01$) و اثر تعاملی گروه \times پیش‌آزمون-پس‌آزمون ($F=23/48, P \leq 0.01$) نیز تفاوت معنی‌دار وجود دارد.

جدول ۳. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسه گروه‌ها

گروه ها	کنترل	تداومی	تناوبی
کنترل	MD P	-1/576 0/015	-1.82 0/006
تداومی	MD P	-----	-0.25 0/955
تناوبی	MD P	-1.82 0/006	----- -0.25 0/955

بر اساس نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی (جدول ۳) سطوح آیریزین در گروه تمرینات تداومی ($P=0/015$) و HIIT ($P=0/006$) نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری داشته است اما بین گروه تداومی و HIIT ($P=0/955$) تفاوت معناداری مشاهده نشد.

بحث و نتیجه گیری

طبق یافته های مطالعه حاضر؛ میزان آیریزین سرمی پس از هشت هفته تمرین HIIT و تداومی در آب به طور معنی داری افزایش یافت. همراستا با نتایج تحقیق حاضر، برهانی کاخکی و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعات خود دریافتند که استفاده از تمرینات تناوبی می تواند به اندازه تمرینات تداومی، باعث افزایش بیان آیریزین و احتمالاً بهبود اختلالات متابولیکی در افراد مبتلا به سندرم متابولیک گردد (۲۰). به نظر می رسد که تمرین عامل موثری در ترشح آیریزین و تغییر متابولیسم انرژی است (۲۱). بوستروم و همکاران (۲۰۱۲) هشت مرد سالم به مدت ده هفته تمرینات هوازی را انجام دادند که منجر به افزایش سطوح آیریزین در خون شد (۱۴).

اگرچه نتایج برخی از مطالعات به نفع تمرینات HIIT در مقایسه با تمرینات تداومی می باشد (۲۲، ۲۳) ولی برخی تحقیقات نشان داده اند که تفاوتی بین سطوح آیریزین در تمرینات HIIT و تداومی وجود ندارد (۲۰، ۲۴). رضایی منش (۲۰۲۰) در تحقیقی به مقایسه اثرات تمرینات HIIT و MICT (تداومی) بر سطوح آیریزین پرداخت که نتایج تحقیق نشان داد که فعالیت بدنی به ویژه تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) و تمرینات مداوم با شدت متوسط (MICT) باعث افزایش آیریزین، کاهش گلوکز خون، مقاومت به انسولین و شاخص های گلیسمی مانند BMI و درصد چربی بدن می شود. همچنین بیان آیریزین تحت تأثیر شدت تمرین بود و بنابراین تمرین تناوبی با شدت بالا نسبت به تمرین مداوم با شدت متوسط باعث افزایش بیشتر سطح هورمون آیریزین شد (۲۳). بر اساس نظر محقق این مطالعه، تمرین اینتروال با شدت بالا و تمرین مداوم با شدت متوسط می تواند از طریق افزایش سطح آیریزین و بهبود مقاومت به انسولین در پیشگیری و درمان اضافه وزن و چاقی موثر باشد. تحقیقات نشان داده اند که میزان بیان ژن $PGC1-\alpha$ و مقادیر سرمی آیریزین، با شدت تمرین و عضلات درگیر در فعالیت ورزشی، رابطه مستقیم دارند (۲۲). تمرینات MCT (تداومی با شدت متوسط) از طریق مسیرهای وابسته به فسفات و کلسیم - کالمودولین، موجب افزایش بیان $PGC1-\alpha$ می گردند (۲۴). همچنین HIIT با بهره گیری از عضلات تند انقباض و بکارگیری حجم عضلانی بیشتر، می تواند اثر گذاری بیشتری در رهائش آیریزین به داخل سرم داشته باشد (۲۲). در مطالعه ما به نظر می رسد به دلایلی چون کافی نبودن

شدت تمرینات برتری تمرینات اینتروال با شدت بالا مشاهده نشد.

بافت چربی قهوه ای مسئول پراکندگی انرژی گرمایی است، در حالی که بافت چربی سفید مسئول ذخیره انرژی است. این رویداد باعث افزایش مصرف انرژی کل بدن می‌شود. افزایش مصرف انرژی کل بدن منجر به افزایش اکسیداتیو چربی و در نتیجه افزایش آمادگی جسمانی می‌شود. همانطور که بیان کردیم کاهش درصد چربی بدن در ورزشکاران رشته های رزمی و بوکسور ها یکی از اهداف تمرینات آمادگی جسمانی آنها می‌باشد که می‌تواند منجر به افزایش عملکرد و بهبود میزان واکنش در آنها شود. بر اساس پژوهش های علمی، آیریزین می‌تواند به طور مستقیم و غیر مستقیم، مانع از تجمع تری گلیسرید شود. در این زمینه، آیریزین ممکن است مسیر پیام رسانی گیرنده آلفا فعال شده از طریق تکثیر پروکسی زوم (PPAR- α) را تعدیل کند که یک تنظیم کننده کلیدی متابولیسم چربی است و میتواند اکسیداسیون چربی را از طریق یک مکانیسم گرمایی هماهنگ کند (۱۵).

البته برخی مطالعات قبلی گزارش کرده اند که ورزش حاد ممکن است به طور قابل توجهی و بلافاصله سطوح آیریزین در گردش را افزایش دهد (۲۵، ۲۶). همچنین تمرین حاد می تواند سطوح BDNF را افزایش دهد (۲۷-۲۹). این مورد می‌تواند یکی از علل های برتری تمرینات HIIT در سطوح آیریزین باشد. در این تحقیقات نمونه خونی بلافاصله پس از جلسه تمرینی حاد گرفته می‌شود که منجر به ایجاد تفاوت بین تمرینات HIIT و تداومی می‌گردد ولی با گذشت زمان تفاوتی بین تمرینات HIIT و تداومی مشاهده نمی‌شود.

نا همسو با نتایج پژوهش حاضر، در برخی تحقیقات نیز اجرای تمرینات هوازی منجر به افزایش سطوح آیریزین نشد. به عنوان مثال در تحقیقی که توسط کیم و همکاران (۲۰۱۶) انجام شد سطوح آیریزین پس از اجرای تمرینات هوازی، پنج روز در هفته، به مدت هشت هفته و با شدت ۶۵ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب؛ تغییر معنی داری نکرد. بر اساس نظر محققین دلیل اختلاف در یافته ها احتمالاً طول زمان بیشتر (۴۰ دقیقه)، شدت تمرین کمتر (۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه)، و شاخص توده بدنی اولیه کمتر در شرکت کنندگان می‌باشد (۳۰).

برخی از عوامل مداخله‌گر مانند نوع، شدت و مدت تمرین، جنسیت و سن شرکت کنندگان، اثرات حاد و مزمن و فاصله خون‌گیری از آخرین جلسه تمرینی باید در بیان مکانیسم فیزیولوژیکی سطوح آیریزین مد نظر قرار گیرد. با توجه به نتایج پژوهش های انجام شده، انتخاب مدت و شدت مناسب و مشاهده افزایش تدریجی بار و همچنین کنترل مناسب و دقیق شدت تمرین منجر به سازگاری افزایش آیریزین می‌شود (۲۳). از آنجایی که کارآمدی به کلیدواژه برنامه‌ریزی ورزشی تبدیل شد و «کمبود زمان» بیشترین بازدارندگی را برای شرکت در یک برنامه ورزشی دارد، ورزش کوتاه مدت با شدت بالا (HIIT) ممکن است به عنوان نسخه ورزشی انتخابی برای افراد سالم مطرح شود.

بر اساس برخی تحقیقات تمرین در آب و به ویژه شنا کردن می‌تواند سطوح هورمون های آنابولیک نظیر هورمون رشد شبه انسولین و آیریزین را بالا ببرد. این مورد به خصوص در شدت های تمرینی بالاتر مشخص تر بود (۱۹). در یک مطالعه که اثر تمرینات شنا به صورت HIIT را بر سطوح آیریزین سنجیده بودند نتایج نشان داد که این تمرینات می‌تواند منجر به افزایش سطوح آیریزین و احتمالاً کاهش وزن شود (۳۱). در برخی از تحقیقات نیز تاثیر دمای محیط و دمای محیطی که در آن فعالیت ورزشی انجام می‌شود به عنوان یکی از عوامل تاثیر گذار بر سطوح آیریزین عنوان شده است (۳۲، ۳۳). در مطالعه ای تاثیر دمای هوا بر میزان گردش آیریزین از طریق غوطه وری در آب گرم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله نشان داد که تحریک حرارتی ممکن است سطح آیریزین در گردش را در انسان در پاسخ به استرس اکسیداتیو افزایش دهد (۳۴). در یک مطالعه به بررسی تغییرات در آیریزین در گردش پس از شنا در یخ، و همچنین ارزیابی همبستگی بین ترکیب بدن و تغییر در آیریزین پرداخته شد.

۸۱ شناگر یخ برای انجام فعالیت های انتخاب شدند. نمونه خون ۳۰ دقیقه قبل و ۳۰ دقیقه بعد از شنا در آب سرد گرفته شد و سطح سرمی آیریزین و ترکیب بدن شناگران یخ اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که شنا در آب سرد باعث کاهش قابل توجه آیریزین شد (۳۵). در مطالعه ما دمای آب یک دمای معمول برای شنا بود و احتمالاً به همین دلیل برتری گروه شناگران نسبت به گروه دیگر مشاهده نگردید و بنظر می‌رسد بهتر است در مطالعات بعدی تمرینات شنا در آب سرد نیز در مطالعه گنجانده شود. با توجه به نتایج تحقیق حاضر و سایر پژوهش‌های صورت گرفته به نظر می‌رسد که انجام هر نوع فعالیت بدنی به نحوی که تا حدی چالش برانگیز باشد و سطوح عملکردی دستگاه‌های مختلف بدن مانند قلب و ریه را به طرز قابل قبولی افزایش دهد، می‌تواند منجر به افزایش سطوح آیریزین شود. در پژوهش حاضر، بهتر بود فاکتورهای دیگری مانند پروفایل لیپیدی و درصد چربی بدن نیز اندازه‌گیری شود. همچنین بهتر بود هم تمرینات HIIT و هم تداومی در آب نیز انجام می‌گرفت و نتایج با هم مقایسه می‌گردید. با توجه به نتایج تحقیق حاضر می‌توان تحقیقی برنامه ریزی کرد که در آن سطوح آیریزین ورزشکاران بعد از انجام تمرینات مختلف در آب سرد و گرم نیز با هم مقایسه شود. در پژوهش حاضر تنها یک گروه شرکت کننده در تمرینات آبی (دمای ۲۰-۲۴ درجه سانتی‌گراد) داشتیم و با اضافه کردن گروه‌های دیگر و در دماهای متفاوت می‌توان تاثیر دمای محیط را همراه با فعالیت بدنی بر سطوح آیریزین سنجید.

نتیجه گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اجرای منظم تمرینات هوازی در قالب پروتکل‌های تمرینات تداومی و HIIT موجب افزایش سطوح آیریزین می‌شود که احتمالاً و بر اساس پیشینه تحقیق، می‌تواند در کاهش درصد چربی بدن و افزایش آمادگی جسمانی موثر باشند. بنابراین افراد و ورزشکار با توجه به محدودیت‌هایی مثل سطح آمادگی بدنی و محدودیت زمانی می‌توانند از یکی از این نوع تمرینات بهره ببرند.

منابع:

- Kurtovic N, Memishi S. Reaction time in karate. *International Journal of Sport Sciences and Health*. 2022;9(19-20):105-14.
- Mülhim IT, Akcan F. Comparison of simple visual and auditory reaction times of martial arts athletes. *European Journal of Physical Education and Sport Science*. 2022;7.(۵)
- Yunus M, Itamada EZ. A Survey of Indicators of Fat Content and Body Mass Index on the Physical Condition of Martial Arts Athletes in Kota Batu Ahead of the East Java Porprov VII. *Kinestetik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Jasmani*. 2022;6(3):496-502.
- Reigal RE, Barrero S, Martín I, Morales-Sánchez V, Juárez-Ruiz de Mier R, Hernández-Mendo A. Relationships between reaction time, selective attention, physical activity, and physical fitness in children. *Frontiers in psychology*. 2019;10:2278.
- Gaeini AA, Mahmoudi Y-o-l, Moradyan K, Fallahi AA. The relationship between anthropometric, physiological and body composition characteristics of male elite taekwondo athletes with their success. *Journal of Sport Biosciences*. 2010;2(4):5-20.
- Huang Z, Chen G, Wang X, Zang Y, Yue Q, Cai Z, et al. The effect of acute aerobic exercise on arterial stiffness in individuals with different body fat percentages: A cross-sectional study. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 2023.9:۱۰۷۲۱۹۱;

- Teteris LE, Saulite S, editors. Effect of exercise intensity level on reaction time. 15th Conference of Baltic Society of Sport Sciences; 2022.
- Thomakos P, Spyrou K, Katsikas C, Geladas ND, Bogdanis GC. Effects of concurrent high-intensity and strength training on muscle power and aerobic performance in young soccer players during the pre-season. *Sports*. 2023;11(3):59.
- Boutcher SH. High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of obesity*. 2011;2011.
- DÜNDAR A, ARSLAN C, ARPACI A, AKTUĞ Z, Murathan F. Effects of swimming performances of swimmers with different undertakings on the glucose and insulin. *International Journal of Sport Culture and Science*. 2014;2(Special Issue 1):391-6.
- Vázquez-Vela MEF, Torres N, Tovar AR. White adipose tissue as endocrine organ and its role in obesity. *Archives of medical research*. 2008;39(8):715-28.
- Gesta S, Tseng Y-H, Kahn CR. Developmental origin of fat: tracking obesity to its source. *Cell*. 2007;131(2):242-56.
- Handschin C, Spiegelman BM. The role of exercise and PGC1 α in inflammation and chronic disease. *Nature*. 2008;454(7203):463-9.
- Boström P, Wu J, Jedrychowski MP, Korde A, Ye L, Lo JC, et al. A PGC1- α -dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature*. 2012;481(7382):463-8.
- Tutunchi H, Ostadrahimi A, Hosseinzadeh-Attar MJ, Miryan M, Mobasseri M, Ebrahimi-Mameghani M. A systematic review of the association of neuregulin 4, a brown fat-enriched secreted factor, with obesity and related metabolic disturbances. *Obesity Reviews*. 2020;21(2):e12952.
- Hee Park K, Zaichenko L, Brinkoetter M, Thakkar B, Sahin-Efe A, Joung KE, et al. Circulating irisin in relation to insulin resistance and the metabolic syndrome. *The journal of clinical endocrinology & metabolism*. 2013;98(12):4899-907.
- Bartlett JD, Louhelainen J, Iqbal Z, Cochran AJ, Gibala MJ, Gregson W, et al. Reduced carbohydrate availability enhances exercise-induced p53 signaling in human skeletal muscle: implications for mitochondrial biogenesis. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2013;304(6):R450-R8.
- Cosio PL, Pelaez M, Cadefau JA, Farran-Codina A. Systematic review and meta-analysis of circulating irisin levels following endurance training: results of continuous and interval training. *Biological Research For Nursing*. 2023;25(3):367-81.
- Curiel-Cervantes V, Solis-Sainz J, Camacho-Barrón M, Aguilar-Galarza A, Valencia M, Anaya-Loyola M. Systematic training in master swimmer athletes increases serum insulin growth factor-1 and decreases myostatin and irisin levels. *Growth Factors*. 2022;40(1-2):1-12.
- Borhani Kakhki Z, Naibifar S, Nakhaei H, Ghasemi E. The effect of eight weeks of high-intensity interval training vs. continuous training on serum Irisin levels and expression of skeletal muscle PGC-1 α gene in male rats with metabolic syndrome. *Journal of Sport and Exercise Physiology*. 2022;15(2):95-103.
- Tine Kartinah N, Rosalyn Sianipar I. The effects of exercise regimens on irisin levels in obese rats model: comparing high-intensity intermittent with continuous moderate-intensity training. *BioMed Research International*. 2018;2018.

- Cocks M, Shaw CS, Shepherd SO, Fisher JP, Ranasinghe A, Barker TA, Wagenmakers AJ. Sprint interval and moderate-intensity continuous training have equal benefits on aerobic capacity, insulin sensitivity, muscle capillarisation and endothelial eNOS/NAD (P) Hoxidase protein ratio in obese men. *The Journal of physiology*. 2016;594.۲۱-۲۳۰۷.:(۸)
- Rezaeimanesh D. Effects of interval training on irisin and insulin resistance in overweight men. *Archives of Pharmacy Practice*. 2020;11.(۶)
- Shirvani H, Arabzadeh E. Metabolic cross-talk between skeletal muscle and adipose tissue in high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training by regulation of PGC-1 α . *Eating and Weight Disorders-Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity*. 2020;25:17-24.
- Wang C-Y, Lin T-A, Ho M-Y, Yeh J-K, Tsai M-L, Hung K-C, et al. Regulation of autophagy in leukocytes through RNA N6-adenosine methylation in chronic kidney disease patients. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 2020;527(4):953-9.
- Pekkala S, Wiklund PK, Hulmi JJ, Ahtiainen JP, Horttanainen M, Pöllänen E ,et al. Are skeletal muscle FNDC5 gene expression and irisin release regulated by exercise and related to health? *The Journal of physiology*. 2013;591(21):5393-400.
- Kurano M, Tsukamoto K, Kamitsuji S, Kamatani N, Hara M, Ishikawa T, et al. Genome-wide association study of serum lipids confirms previously reported associations as well as new associations of common SNPs within PCSK7 gene with triglyceride. *Journal of human genetics*. 2016;61(5):427-33.
- Kao S-C, Wang C-H, Kamijo K, Khan N, Hillman C. Acute effects of highly intense interval and moderate continuous exercise on the modulation of neural oscillation during working memory. *International Journal of Psychophysiology*. 2021;160:10-7.
- Sin NL, Ong AD, Stawski RS, Almeida DM. Daily positive events and diurnal cortisol rhythms: Examination of between-person differences and within-person variation. *Psychoneuroendocrinology*. 2017;83:91-100.
- Kim PS, Mayhew JL, Peterson DF. A modified YMCA bench press test as a predictor of 1 repetition maximum bench press strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2002;16(3):440-5.
- Dehkordi ES, Jafari A. Effect of high-intensity interval swimming training on irisin and metabolic syndrome in postmenopausal overweight women Effect of HIIT on irisin and metabolic syndrome. 2022.
- Lee I, Lee Y-J, Jang E-C, Kwon S-C, Min Y-S, Yun J, et al. The acclimatization of Haenyeo to a cold environment and occupational characteristics evaluated by orexin and irisin levels. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*. 2022;34.
- Zhang H, Wu X, Liang J, Kirberger M, Chen N. Irisin, an exercise-induced bioactive peptide beneficial for health promotion during aging process. *Ageing Research Reviews*. 2022:101680.
- Park T-H, Lee H-J, Lee J-B. Effect of heat stimulation on circulating irisin in humans. *Frontiers in Physiology*. 2021;12:675377.
- Mu S, Ding D, Ji C, Wu Q, Xia Y, Zhou L, et al. Relationships between circulating irisin response to ice swimming and body composition in people with regular exercise experience. *Frontiers in Physiology*. 2021;11:596896.

