

## مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال چهارم، شماره اول؛

بهار و تابستان ۱۳۹۶

صفحات ۹۵-۹۱

Original Article

Open Access

### تاثیر هشت هفته تمرین تناوبی بی هوازی بر آیریزین و نیمرخ لیپیدی مردان سالمند

حسن عباسی<sup>۱</sup>، روح الله حق شناس<sup>۲\*</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۲/۱۲

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۰۷



با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت [www.jahssp.azaruniv.ac.ir/](http://www.jahssp.azaruniv.ac.ir/) مشاهده کنید.

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

۲. استادیار گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه سمنان، سمنان، پست الکترونیکی نویسنده مسئول: rhm@semnan.ac.ir

#### چکیده

فعالیت‌های ورزشی منظم نقش برجسته و مهمی در فرآیند سالمندی دارد. هدف از مطالعه حاضر، بررسی تاثیر هشت هفته تمرین تناوبی بی هوازی بر آیریزین و نیمرخ لیپیدی مردان سالمند بود. در این مطالعه نیمه تجربی ۲۶ نفر از مردان سالمند شهر سمنان (سن  $63/78 \pm 3/66$  سال) به طور دسترس انتخاب و به طور تصادفی به دو گروه کنترل ( $n=12$ ) و مداخله ( $n=14$ ) تقسیم شدند. گروه مداخله، تمرین تناوبی بی هوازی را که شامل ۱۰ الی ۱۷ تکرار ۲۰ ثانیه دویدن، با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب و ۸۰ ثانیه استراحت فعال بین تکرارها بود، به مدت هشت هفته و شش جلسه در هفته اجرا کردند. از روش الایزا برای اندازه گیری متغیرهای آیریزین، LDL و HDL استفاده شد. همچنین برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون آنالیز کوواریانس در سطح معنی داری  $P < 0/05$  استفاده گردید. نتایج نشان داد که هشت هفته تمرین تناوبی بی هوازی، سطح سرمی آیریزین ( $P=0/001$ ) و HDL ( $P=0/001$ ) را به طور معنی داری افزایش داد. همچنین سطوح گلوکز ( $P=0/001$ ) و LDL ( $P=0/001$ ) به طور معنی داری کاهش یافت. بر اساس یافته‌های پژوهش، انجام تمرینات تناوبی بی هوازی ضمن افزایش آیریزین و ایجاد تغییرات مطلوب در نیمرخ لیپیدی، منجر به بهبود ترکیب بدنی افراد سالمند و ایجاد شادابی و نشاط در این قشر از افراد جامعه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: سالمندی، آیریزین، تمرین اینتروال پرشدت.

نحوه ارجاع: عباسی حسن، حق شناس روح الله. تاثیر هشت هفته تمرین تناوبی بی هوازی بر آیریزین و نیمرخ لیپیدی مردان سالمند. مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش ۴:۱۳۹۶ (۱): ۹۵-۹۱.



**Effect of eight Weeks of Anaerobic Interval Training on Irisin and Lipid Profiles in Old Men**Hassan Abbasi<sup>1</sup>, Rouhollah Hhaghshenas<sup>2\*</sup>

Received 27 January 2019; accepted 2 May 2019  
Available online 18 June 2019

**Abstract**

Regular physical activities play a prominent role in the aging process. The purpose of this study was to investigate the effect of eight weeks anaerobic interval training on the Irisin, Insulin and lipid profiles in elderly men. In this quasi-experimental study 26 elderly men from semnan city (age 63.78±3.66 years old) were selected and randomly divided into two groups of intervention (n=14) and control (n=12). The intervention group performed anaerobic interval training with 10 to 17 repetitions of 20 seconds running, 70-80% maximal heart rate and 80 second recovery. The ELISA method was used to measure Irisin, LDL, HDL and multivariate analysis of covariance used to analyze the data at a significant level of P<0.05. The results showed that 8 weeks of anaerobic interval training significantly increased the level of Irisin (P=0.001) and HDL (P=0.001). Also, glucose levels (P=0.001) and LDL (P=0.001) decreased significantly. Based on the findings, performing anaerobic interval training, with increased of Irisin and development of lipid profile leads to improves the body composition of the elderly and brings happiness and vitality to this community of people.

Keywords: Aging, Irisin, High Intensity Interval Training.



Scan this QR code to see the accompanying video, or visit

[jahssp.azaruniv.ac.ir](http://jahssp.azaruniv.ac.ir)

1. Master of science, exercise physiology, Semnan University, semnan, Iran

2. Rouhollah Haghshenas, Assistance Professor of Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, Faculty of Humanities, Semnan University, Semnan, Iran. Corresponding author email: rhm@semnan.ac.ir

*cite as:* Abbasi Hassan, Haghshenas Rouhollah. The effect of eight weeks' anaerobic interval training on Irisin and lipid profiles in elderly men. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2017; 4(1): 91-95



فعال مشخص شد که میزان آیریزین در مردان جوان تمرین کرده استقامتی کمترین مقدار بوده است (۱۵). همچنین علی رغم بهبود در آمادگی جسمانی، درصد چربی و توده بدن مردان چاق میان سال تغییری در نسبت آیریزین/ FNC5 در اثر تمرینات ترکیبی مشاهده نشد. تمرین استقامتی آیریزین سرمی را در افراد میان سال نسبت به گروه مسن در حد معناداری افزایش داده است (۱۶). همچنین مشاهده شده است که یک جلسه تمرین HIIT آیریزین عضله را به طور معناداری در دختران نوجوان افزایش می دهد، در حالیکه هیچ تغییری در آیریزین پلاسما و پس از یک جلسه ورزش هوازی در آیریزین عضله آنها مشاهده نشد (۱۷). به نظر می رسد که چندین عامل مختلف از جمله سن، جنس، ترکیب بدنی، نوع و شدت تمرینات ورزشی می تواند در تغییرات آیریزین تاثیر گذار باشد. در این بین احتمالا تمرین تناوبی بی هوازی یک مدل کارآمد تری باشد و اثر بخشی بهتری بر سلامت سالمندان داشته باشد که نیاز به بررسی موشکافانه و علمی دارد (۱۸). همچنین کمتر تحقیقی به بررسی آیریزین در سالمندان پرداخته است. از این رو با توجه به اهمیت دوران سالمندی، نقش چاقی و پروفایل لیپیدی بر زندگی و سلامت سالمندان و تاثیر تمرین تناوبی بی هوازی در بهبود عوامل تندرستی، در پژوهش حاضر محقق به دنبال بررسی تاثیر تمرینات تناوبی بی هوازی با شدت مناسب بر آیریزین بود.

### روش شناسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون-پس آزمون می باشد، که پس از تایید طرح در کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی سمنان به شماره شناسه IR.SEMUMS.REC.1396.98 و ثبت در مرکز کار آزمایشی بالینی ایران به شماره IRCT20180912041018N، طی یک فراخوان عمومی با فرم مخصوص و تأیید حضور آزمودنی ها در این پژوهش توسط پزشک، تعداد ۲۶ نفر از مردان سالمند سالم شهر سمنان با میانگین سن  $63/78 \pm 3/66$  سال؛ وزن  $67/28 \pm 3/70$  کیلوگرم؛ قد  $171/2 \pm 5/54$  سانتی متر؛ شاخص توده بدنی  $21/96 \pm 2/06$  کیلو گرم بر متر مربع، به صورت داوطلبانه و در دسترس انتخاب و در پژوهش حاضر شرکت کردند. شرایط ورود به پژوهش شامل مردان در دامنه سنی ۶۰ تا ۷۰ سال، توانایی اجرای پروتکل تمرین و متعهد بودن به انجام و اتمام پژوهش بود. همچنین شرایط خروج از پژوهش شامل فعالیت بدنی منظم در ۴۵ روز قبل از شروع پژوهش (بیش از ۲ جلسه در هفته)، مصرف الکل و سیگار و ابتلا به بیماری بود. سپس تمامی مراحل انجام پژوهش و شرایط تمرینی به طور کامل برای آزمودنی ها شرح داده شد و رضایت نامه کتبی از آنها اخذ گردید. در ادامه آزمودنی ها به طور تصادفی و با استفاده از نرم افزار NCSS PASS11 به دو گروه تمرین تناوبی بی هوازی ( $n=14$ ) و گروه کنترل ( $n=12$ ) تقسیم شدند. قبل از شروع پروتکل در یک نوبت ضمن آشنایی آزمودنی ها با پروتکل تمرین، اندازه گیری های آنترپومتریک از آنها به عمل آمد. گروه مداخله، تمرین تناوبی بی هوازی را که شامل دویدن به مدت ۲۰ ثانیه، با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد ضربان قلب و ۸۰ ثانیه استراحت فعال بین تکرار ها بود را به مدت هشت هفته و شش جلسه در هفته اجرا کردند. شدت تمرین بر اساس ضربان قلب مشخص شد و با استفاده از ضربان سنج پلار شدت تمرین توسط پژوهشگر کنترل می شد. آزمودنی ها در ابتدا هفت دقیقه شروع به گرم کردن و حرکات کششی می نمودند و در انتها پنج تا ده دقیقه به سرد کردن می پرداختند. در هفته اول تعداد تکرار ها ۱۰ عدد بود و جهت رعایت اصل اضافه بار هر هفته یک تکرار به حجم تمرین اضافه شد تا در هفته هشتم تعداد تکرارها به ۱۷ تکرار در هر جلسه رسید. نمونه خون

امروزه انجام فعالیت های ورزشی منظم عاملی ضروری و مهم در کیفیت زندگی افراد سالمند می باشد و می تواند به پیشگیری و به تأخیر انداختن روند سالمندی و مدیریت هزینه های اقتصادی و اجتماعی ناشی از افزایش سن کمک شایانی نماید (۱، ۲). سالمندی تنها تحت تاثیر وضعیت ژنتیکی فرد نبوده، بلکه بیشتر می تواند تحت تاثیر عواملی چون سطح فعالیت بدنی، تعاملات اجتماعی و نگرش به یک زندگی خوب باشد (۳). سالمندی همراه با تغییر در نیمرخ لیپیدی (کاهش HDL، افزایش LDL)، افزایش مقاومت به انسولین، افزایش فشارخون، چاقی، ضعف عضلانی، کاهش شاخص توده بدنی، محدودیت عملکردی، کاهش قدرت، ضعف سیستم ایمنی و تنفسی است که همراه با کاهش بهبود زندگی و فعالیت بدنی در این قشر از جامعه می باشد (۴، ۵). لیند و همکاران (۱۸، ۲۰)، در مطالعه طولی خود نشان دادند که بسیاری از موارد ذکر شده همراه با افزایش سن به ویژه از ۵۰ سالگی به بعد شروع به کاهش می کند اما BMI، کاهش HDL و افزایش LDL از مهمترین عوامل خطر در بیماری های قلبی و عروقی و مرگ و میر در سالمندان و به ویژه سنین بالای ۷۰ سال است (۴). از طرفی بیشتر مطالعات نشان داده اند که تغییر در سبک زندگی، عدم مصرف سیگار و الکل، کنترل وزن، تحرک و فعالیت بدنی از جمله راهکارهای مناسب و کم هزینه پیشگیری از خطرات تهدید کننده دوران سالمندی است (۵، ۶). همچنین همزمان با روند افزایش سن، سایتوکاین های التهابی افزایش و سایتوکاین های ضد التهابی کاهش می یابد که فعالیت بدنی و تمرینات ورزشی می تواند با بهبود عملکرد عضلات و تغییر نوع بافت چربی و کاهش توده بدن، سیستم متابولیک بدن را بهبود بخشد (۷، ۸). پژوهش های انجام شده در این زمینه پپتیدی به نام آیریزین را که از بافت عضلانی ترشح می شود پلی احتمالی برای تعامل عضله اسکلتی با بافت های درگیر دیگر در متابولیسم، از جمله بافت چربی می دانند (۸). این مایوکاین از تجزیه ی پروتئین پراکسی زومی (که با نام های FNDC5، PEP<sup>۲</sup> و FRCP2<sup>۳</sup> نیز شناخته می شود)، به وجود می آید و مطالعات گوناگون نشان می دهند FNDC5 در پاسخ به فعالیت عضلانی ترشح می شود. در حقیقت، فعالیت بدنی ترشح PGC-1 $\alpha$ <sup>۴</sup> را تحریک می کند و PGC-1 $\alpha$  به عنوان فعال کننده ی PPAR- $\gamma$  که در متابولیسم انرژی شرکت دارد، عمل می کند (۹). از مهم ترین مولکول های متابولیکی که تحت تاثیر فعالیت های ورزشی نیز قرار دارد PGC-1 $\alpha$  می باشد که در عضله اسکلتی بیان شده و نقشی حیاتی در هموستاز گلوکز، چربی و انرژی دارد (۱۰). ترشح PGC-1 $\alpha$  سبب ترشح FNDC5 می شود که با شکسته شدن این پروتئین، هورمون آیریزین که بخشی از این پروتئین است، رها شده و بیان پروتئین جفت نشده نوع ۱ (UCP1) افزایش می یابد (۱۰). فقدان آیریزین ترموژن بدن را افزایش داده و منجر به تجمع بافت چربی و در نتیجه چاقی می گردد. از طرفی فعالیت های ورزشی و انقباضات عضلانی و یا حتی لرزش عضلات، ترشح آیریزین را افزایش داده، و ممکن است یک هدف بالقوه درمانی برای کنترل وزن و پروفایل متابولیک بدن باشد (۱۱، ۱۲). نشان داده شده است که ۱۰ هفته تمرین استقامتی هوازی موجب افزایش ۱/۴ (۱۳) تا دو برابری (۱۴) بیان ژن FNDC5 می شود. از طرفی در پژوهش دیگری با مطالعه بر مردان جوان

1. Fibronectin type III domain containing 5

2. Peroxisomal protein

3. Fibronectin repeat containing protein 2

4. Peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha

نسخه ۲۵ استفاده گردید. پس از تایید مفروضات تحلیل واریانس و تایید طبیعی بودن داده‌ها با آزمون شاپیرو ویلک (۱۹) از تحلیل کوواریانس در سطح معناداری  $P < 0.05$  برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

#### یافته‌ها

نتایج نشان داد که شاخص آیریزین در گروه مداخله نسبت به گروه کنترل از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون افزایش معناداری پیدا کرد ( $P = 0.001$ ) (جدول ۱). همچنین شاخص قندخون ناشتا و LDL ( $P = 0.001$ )، در گروه مداخله نسبت به گروه کنترل تفاوت معناداری داشت. اما در شاخص HDL و BMI تغییر معناداری مشاهده نشد (جدول ۱).

آزمودنی‌ها، قبل از شروع پروتکل تمرین و ۴۸ ساعت بعد از اتمام آخرین جلسه تمرین، به میزان پنج سی‌سی درحالت نشسته و ناشتا از ورید بازویی دست چپ گرفته شد. نمونه‌های خون پس از سانتریفوژ به مدت ده دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه، در دمای چهار درجه سانتی‌گراد و جداسازی سرم، برای اندازه‌گیری‌های بعدی به آزمایشگاه منتقل و در دمای  $-20^{\circ}\text{C}$  درجه سانتیگراد نگهداری شد. برای اندازه‌گیری سطوح سرمی آیریزین از کیت الایزا مخصوص اندازه‌گیری آیریزین انسانی کریستال دی، ساخت کشور چین با درجه حساسیت  $0.1 \mu\text{m}$  و از روش الایزا مطابق با دستورالعمل مشخص شده برای کیت، استفاده گردید. پروفایل لیپیدی (LDL، HDL و FBS) نیز با استفاده از کیت‌های ساخت شرکت پارس آزمون مورد سنجش قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، از نرم افزار IBM SPSS Statistics

جدول ۱: نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای متغیرهای پژوهش

متغیر	گروه	پیش آزمون (M±SD)	پس آزمون (M±SD)	F	df	اندازه اثر	معناداری*
آیریزین (ماکروگرم/میلی لیتر)	مداخله	۴/۸۶±۱/۱۹	۷/۹۲±۱/۱۵۳	۶۹/۳۵	۱	۰/۷۸	*۰/۰۰۱
	کنترل	۳/۸۶±۱/۵۶	۲/۸۸±۱/۲۰				
قندخون ناشتا (میلی گرم/دسی لیتر)	مداخله	۱۰۲/۱۲±۵۰/۰۸	۷۹/۸±۴۲/۳۳	۳۳/۹۳	۱	۰/۶۳	*۰/۰۰۱
	کنترل	۱۰۷/۱۶±۳۳/۹۶	۱۰۹/۱۳±۱۶/۷۶				
لیپوپروتئین کم چگال (میلی گرم/دسی لیتر)	مداخله	۱۲۲/۸±۰۰/۷۰	۸۸/۱۱±۱۴/۴۲	۳۰/۵۱	۱	۰/۶۰	*۰/۰۰۱
	کنترل	۱۱۴/۱۳±۵۸/۲۳	۱۲۱/۱۳±۵۰/۵۳				
لیپوپروتئین پرچگال (میلی گرم/دسی لیتر)	مداخله	۴۱/۴±۰۷/۲۱	۴۵/۶±۶۶/۷۶	۲/۸۶	۱	۰/۱۳	۰/۱۰۶
	کنترل	۳۸/۴±۷۵/۲۸	۳۹/۴±۰۰/۱۱				
شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	مداخله	۲۲/۱±۸۵/۰۳	۲۲/۰±۳۸/۹۲	۲۰/۳۲	۱	۰/۰۶	۰/۳۰۲
	کنترل	۲۱/۳±۶۳/۱۱	۲۱/۵۵±۳/۰۸				

\* اختلاف میانگین در سطح  $0.05$  معنادار است.

FNDC5 تنها در عضله اسکلتی سالمندان خیلی فعال افزایش یافت (۲۲). در رابطه با تحریک آیریزین شدت تمرین عامل تعیین کننده ای تشخیص داده شده است (۱۷). از این رو در پژوهش حاضر ضمن اعمال فشار لازم و کوتاه کردن زمان تمرین، برنامه تمرینی هر روز و ۶ جلسه در هفته اجرا شد که با توجه به نتایج به دست آمده مشخص گردید و HDL و همچنین ارتباط منفی بین انسولین و آیریزین در دیگر تحقیقات نیز مستقل از یکدیگر می‌تواند سطوح آیریزین را افزایش دهند. در پژوهش حاضر از تمرینات پر شدت استفاده شد، ضمن اینکه آزمودنی‌ها سالمند بوده و اعمال فشار تمرین با احتیاط و تحت کنترل انجام صورت گرفت. به نظر می‌رسد افزایش رهایی آیریزین، ناشی از افزایش بیان FNDC5 mRNA عضلانی باشد که پس از تمرینات با شدت بالا دیده شده است (۲۰). تیمونز<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۲)، در مطالعه خود که بر روی ۲۰۰ آزمودنی انجام شده بود مشاهده شده است (۲۴). در واقع بهبود پروفایل لیپیدی یکی از عوامل مهم در بهبود سلامت افراد سالمند می‌باشد. البته احتمال داده می‌شود که تولید و ترشح آیریزین به وسیله SMAD3<sup>۳</sup> نیز میانجی‌گری شود، مولکولی که متابولیسم انرژی و وزن بدن را میانجی‌گری می‌کند (۱۷). از نقاط قوت پژوهش حاضر انجام تمرینات شش روز در هفته بود که به نظر کوتاه کردن تمرینات و اجرای آن در جلسات بیشتر ضمن کاهش خطرات احتمالی می‌تواند نتایج مطلوب تری داشته باشد.

ه نظر می‌رسد هشت هفته تمرین تناوبی بی‌هوای با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه و تکرار شش جلسه در هفته می‌تواند تلفیق مناسبی از شدت و حجم و مدت تمرین در افراد سالمند سالم باشد که ضمن اعمال فشار

#### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هشت هفته تمرین تناوبی بی‌هوای، سطوح سرمی آیریزین و مردان سالمند را افزایش داد (جدول ۱). اگرچه HDL در گروه تمرین افزایش یافت اما این تغییر از لحاظ آماری معنادار نبود. همچنین قندخون ناشتا و LDL کاهش معناداری یافت و تغییری در BMI مشاهده نشد. آیریزین، مایوکانی وابسته به PGC-1 $\alpha$  است و وابسته به فعالیت ورزشی می‌باشد، که همسو با پژوهش حاضر و در تایید یافته‌ها، افزایش در سطوح آیریزین در پاسخ به ۱۰ هفته تمرین ورزشی استقامتی، (۱۴) پس از ۴۵ دقیقه تمرین تناوبی و پس از تمرین سرعتی در مطالعات دیگر نیز نشان داده شده است (۲۰، ۲۱). به نظر می‌رسد افزایش شدت و یا مدت تمرین، تمرین تناوبی بی‌هوای محرک مناسبی برای ترشح آیریزین است. دلایل افزایش آیریزین در تمرینات تناوبی بی‌هوای را می‌توان درآبشارهای پیام‌رسانی فعال کننده PGC-1 $\alpha$  جستجو کرد. همچنین به نظر می‌رسد تغییرات قند خون و انسولین نیز بی‌ارتباط با تغییرات آیریزین نباشند. چنانچه وهکستن<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۳) افراد دیابتی با دامنه سنی ۴۰ تا ۵۵ سال و BMI بالاتر از ۳۰ را به مدت ۲۶ هفته، سه بار در هفته تحت تأثیر تمرین مقاومتی قرار دادند و عدم افزایش آیریزین را مشاهده کردند. دلیل اصلی عدم معناداری در ترشح آیریزین، مقاومت به انسولین آزمودنی‌ها عنوان شده بود (۲۳). همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، هشت هفته تمرین تناوبی بی‌هوای بر قند خون ناشتا مردان سالمند اثر داشته و موجب کاهش قند خون، کاهش LDL و افزایش HDL گردیده است. ارتباط مثبتی بین آیریزین نشان دادند که

<sup>2</sup>. Timmons

<sup>3</sup>. Mothers against decapentaplegic homolog 3

<sup>1</sup>. Hecksteden



12. Pérez-Sotelo D, Roca-Rivada A, Baamonde I, Baltar J, Castro A, Domínguez E, et al. Lack of Adipocyte-Fndc5/Irisin Expression and Secretion Reduces Thermogenesis and Enhances Adipogenesis. *Scientific reports*. 2017;7(1):16289.

13. Lecker SH, Zavin A, Cao P, Arena R, Allsup K, Daniels KM, et al. Expression of the Irisin Precursor FNDC5 in Skeletal Muscle Correlates With Aerobic Exercise Performance in Patients With Heart Failure. *Clinical Perspective. Circulation: Heart Failure*. 2012;5(6):812-8.

14. Boström P, Wu J, Jedrychowski MP, Korde A, Ye L, Lo JC, et al. A PGC1- $\alpha$ -dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature*. 2012;481(7382):463.

15. Kurdiova T, Balaz M, Vician M, Maderova D, Vlcek M, Valkovic L, et al. Effects of obesity, diabetes and exercise on Fndc5 gene expression and irisin release in human skeletal muscle and adipose tissue: in vivo and in vitro studies. *The Journal of physiology*. 2014;592(5):1091-107.

16. Miyamoto-Mikami E, Sato K, Kurihara T, Hasegawa N, Fujie S, Fujita S, et al. Endurance training-induced increase in circulating irisin levels is associated with reduction of abdominal visceral fat in middle-aged and older adults. *PLoS one*. 2015;10(3):e0120354.

17. Archundia-Herrera C, Macias-Cervantes M, Ruiz-Muñoz B, Vargas-Ortiz K, Kornhauser C, Perez-Vazquez V. Muscle irisin response to aerobic vs HIIT in overweight female adolescents. *Diabetology & metabolic syndrome*. 2017;9(1):101.

18. Gibala MJ, McGee SL. Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? *Exercise and sport sciences reviews*. 2008;36(2):58-63.

19. Korkmaz S, Goksuluk D, Zararsiz G. MVN: an R package for assessing multivariate normality. *The R Journal*. 2014;6(2):151-62.

20. Norheim F, Langley TM, Hjorth M, Holen T, Kielland A, Stadheim HK, et al. The effects of acute and chronic exercise on PGC-1 $\alpha$ , irisin and browning of subcutaneous adipose tissue in humans. *The FEBS journal*. 2014;281(3):739-49.

21. Huh JY, Panagiotou G, Mougios V, Brinkoetter M, Vamvini MT, Schneider BE, et al. FNDC5 and irisin in humans: I. Predictors of circulating concentrations in serum and plasma and II. mRNA expression and circulating concentrations in response to weight loss and exercise. *Metabolism-Clinical and experimental*. 2012;61(12):1725-38.

22. Timmons JA, Baar K, Davidsen PK, Atherton PJ. Is irisin a human exercise gene? *Nature*. 2012;488(7413):E9.

23. Hecksteden A, Wegmann M, Steffen A, Kraushaar J, Morsch A, Ruppenthal S, et al. Irisin and exercise training in humans—results from a randomized controlled training trial. *BMC medicine*. 2013;11(1):235.

24. Jameel F, Thota R, Wood L, Plunkett B, Garg M. Sex-dependent association between circulating irisin levels and insulin resistance in healthy adults. *Journal of Nutrition & Intermediary Metabolism*. 2015;2(3-4):86-92.

لازم، به علت کوتاه بودن زمان فعالیت، برای سالمندان جذاب تر و مفید تر باشد. هر چند بیان این نکته ضروری است که آزمودنی های سالمند این پژوهش دارای قند خون نرمال و BMI استاندارد بوده و از سلامت جسم برخوردار بودند. ذکر این نکته ضروری است که کنترل شدت تمرین در سالمندان بسیار حائز اهمیت می باشد. چنانچه افزایش نامعقول شدت تمرین می تواند عواقب ناگواری به دنبال داشته باشد. از طرفی عدم اعمال فشار لازم به دستگاه های انرژی بدن و عضلات؛ نیز نمی تواند نتایج مطلوب حاصل از تمرینات ورزشی را به دنبال داشته باشد.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله، بدین وسیله از تمامی آزمودنی ها جهت شرکت و همکاری در این پژوهش کمال تشکر و قدردانی را دارند.

### تاییدیه اخلاقی

در این مطالعه سعی شده است کلیه موارد اخلاقی رعایت گردد. به همین منظور این مطالعه زیر نظر کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی سمنان با کد شماره IR.SEMUMS.REC.1396.98 و ثبت در مرکز کار آزمایشی بالینی ایران به شماره IRCT20180912041018N انجام شده است.

### تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

### منابع

1. Phillips B, Williams J, Atherton P, Smith K, Hildebrandt W, Rankin D, et al. Resistance exercise training improves age-related declines in leg vascular conductance and rejuvenates acute leg blood flow responses to feeding and exercise. *Journal of Applied Physiology*. 2011;112(3):347-53.
2. Mora JC, Valencia WM. Exercise and older adults. *Clinics in geriatric medicine*. 2018;34(1):145-62.
3. Weber TA, Reichert AS. Impaired quality control of mitochondria: aging from a new perspective. *Experimental gerontology*. 2010;45(7-8):503-11.
4. Lind L, Sundström J, Årnlöv J, Lampa E. Impact of Aging on the Strength of Cardiovascular Risk Factors: A Longitudinal Study Over 40 Years. *Journal of the American Heart Association*. 2018;7(1):e007061.
5. Chodzko-Zajko WJ. Exercise and physical activity for older adults. *Kinesiology Review*. 2014;3(1):101-6.
6. Santos-Parker JR, LaRocca TJ, Seals DR. Aerobic exercise and other healthy lifestyle factors that influence vascular aging. *Advances in physiology education*. 2014;38(4):296-307.
7. Della Gatta PA, Garnham AP, Peake JM, Cameron-Smith D. Effect of exercise training on skeletal muscle cytokine expression in the elderly. *Brain, behavior, and immunity*. 2014;39:80-6.
8. Boström PA, Fernández-Real JM, Mantzoros C. Irisin in humans: recent advances and questions for future research. *Metabolism-Clinical and Experimental*. 2014;63(2):178-80.
9. Xu X, Ying Z, Cai M, Xu Z, Li Y, Jiang SY, et al. Exercise ameliorates high-fat diet-induced metabolic and vascular dysfunction, and increases adipocyte progenitor cell population in brown adipose tissue. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2011;300(5):R1115-R25.
10. Pang M, Yang J, Rao J, Wang H, Zhang J, Wang S, et al. Time-Dependent Changes in Increased Levels of Plasma Irisin and Muscle PGC-1 $\alpha$  and FNDC5 after Exercise in Mice. *The Tohoku journal of experimental medicine*. 2018;244(2):93-103.
11. Lee P, Linderman JD, Smith S, Brychta RJ, Wang J, Idelson C, et al. Irisin and FGF21 are cold-induced endocrine activators of brown fat function in humans. *Cell metabolism*. 2014;19(2):302-9.

