



## The Effect of 8 Weeks of High Intensity Interval Training (HIIT) on Vitamin D Levels and Lipid Profiles in Elderly Men

Javad Vakili<sup>1</sup>, Ramin Amirsasan<sup>2</sup>, Kaveh Baturak<sup>3\*</sup>

1- Associate Professor of Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

2- Associate Professor of Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

3- PhD Student of Exercise Physiology, Faculty Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

**Corresponding Author:** Kaveh Baturak, PhD Student of Exercise Physiology, Faculty Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

**Email:** Kawa.Baturak@gmail.com

Received: 15 May 2022

Accepted: 21 July 2022

### Abstract

**Introduction:** Vitamin D deficiency and increased lipid profile are risk factors in old age. The aim of this study was to determine the effect of eight weeks of high intensity interval training (HIIT) on serum levels of vitamin D, lipid profile of elderly men.

**Methods:** Twenty elderly men aged 60-75 years were randomly divided into two groups, including aerobic exercise (n=10) and control (n=10). The aerobic exercise program was performed for eight weeks and three days a week. Blood samples are taken at rest 48 hours before the start of training and 48 hours after the last training session. Dependent t-test and analysis of covariance were used for intragroup and intergroup comparison. All statistical analyzes were performed by SPSS version 24 software at a significance level of 0.05.

**Results:** Vitamin D levels ( $21.88 \pm 3.06$  before training to  $25.3 \pm 1.34$  after training,  $P < 0.001$ ) and HDL ( $53.6 \pm 8.9$  before training,  $57.9 \pm 10.01$  After the training,  $P = 0.016$ ) in the HIIT group had a significant increase compared to the control group ( $P \leq 0.05$ ), but LDL levels ( $116 \pm 23.5$  before the training,  $101.6 \pm 16.8$  after the training),  $P = 0.014$ ) and triglyceride ( $162 \pm 29.6$  before training,  $143 \pm 10.07$  after training,  $P < 0.001$ ) had a significant decrease compared to the control group ( $P \leq 0.05$ ).

**Conclusions:** based on the findings; In order to increase the serum levels of vitamin D and modify and adjust the lipid profile of serum vitamin D in elderly men, it is useful to use high intensity interval training (HIIT).

**Keywords:** Elderly, High Intensity Interval Training, Lipids, Vitamin D.



## تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید (HIIT) بر سطوح ویتامین D سرمی و نیمرخ لیپیدی مردان سالمند کم تحرک

جواد وکیلی<sup>۱</sup>، رامین امیرسااسان<sup>۲</sup>، کاوه بتوراک<sup>۳\*</sup>

۱- دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۲- دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۳- دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

نویسنده مسئول: کاوه بتوراک، دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.  
ایمیل: [Kawa.baturak@gmail.com](mailto:Kawa.baturak@gmail.com)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۲۵

### چکیده

**مقدمه:** کمبود ویتامین D و اختلال در نیمرخ لیپیدی از عوامل خطر در دوران سالمندی محسوب می‌شود و تمرینات ورزشی به عنوان یک روش تعدیل این وضعیت پیشنهاد شده است. از این رو، هدف از تحقیق حاضر تعیین تأثیر هشت هفته تمرینات تناوبی شدید (HIIT) بر سطوح سرمی ویتامین D و نیمرخ لیپیدی مردان سالمند بود.

**روش کار:** تعداد ۲۰ نفر مرد سالمند (دانه سنی ۶۰-۷۵ سال) به صورت تصادفی در دو گروه HIIT و کنترل قرار گرفتند. برنامه HIIT به مدت هشت هفته و سه روز در هفته انجام شد. برنامه HIIT به مدت هشت هفته و سه روز در هفته و سه روز در هفته انجام شد. برنامه HIIT سه روز در هفته و با میانگین زمانی ۴۰ تا ۶۰ دقیقه و هر فعالیت ورزشی با نسبت زمانی ۱ به ۲ و مدت زمان هر فعالیت در ۴ هفته اول فعالیت ۳۰ ثانیه با شدت بیش از ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره بود و از هفته پنجم و ششم به ۴۵ ثانیه و در هفته های هفتم و هشتم به ۶۰ ثانیه رسید. نمونه‌های خونی ۴۸ ساعت قبل اولین جلسه و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی از آزمودنی‌ها گرفته شد. از آزمون t همبسته و تحلیل کواریانس برای مقایسه درون گروهی و بین گروهی نتایج تحقیق استفاده گردید. همه آنالیزهای آماری بوسیله نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ در سطح معنی داری ۰/۰۵ انجام شد.

**یافته‌ها:** سطوح ویتامین D ( $21/88 \pm 3/06$ ) قبل از تمرینات به  $25/13 \pm 3/34$  بعد از تمرینات، ( $P < 0/001$ ) و HDL ( $53/6 \pm 8/9$ ) قبل از تمرینات، اما سطوح LDL ( $116 \pm 23/5$ ) قبل از تمرینات، به  $101/6 \pm 16/8$  بعد از تمرینات، ( $P = 0/016$ ) در گروه HIIT افزایش معنی‌داری نسبت به گروه کنترل داشت ( $P < 0/05$ )، اما سطوح LDL ( $116 \pm 23/5$ ) قبل از تمرینات، به  $101/6 \pm 16/8$  بعد از تمرینات، ( $P = 0/014$ ) و تری‌گلیسرید ( $162 \pm 29/6$ ) قبل از تمرینات، به  $143/4 \pm 10/07$  بعد از تمرینات، ( $P < 0/001$ ) نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌داری داشت ( $P < 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** براساس یافته‌ها؛ جهت افزایش سطوح سرمی ویتامین D و اصلاح و تعدیل نیمرخ لیپیدی ویتامین D سرمی در مردان سالمند استفاده از تمرینات تناوبی شدید (HIIT) مفید می‌باشد.

**کلید واژه‌ها:** سالمندی، تمرین تناوبی شدید، لیپیدها، ویتامین D.

## مقدمه

طی چند دهه اخیر با پیشرفت فناوری، زندگی ماشینی، ارتقای سطح بهداشت عمومی و فردی و بالا رفتن سن امید به زندگی جمعیت سالمندان افزایش یافته است (۱). هر سال ۱/۷ درصد به جمعیت جهان افزوده می‌شود، اما این افزایش جمعیت برای افراد ۶۵ سال و بالاتر ۲/۵ درصد است. تخمین زده شده است که در سال ۲۰۵۰ میلادی به ترتیب حدود ۲۵ و ۲۱ درصد از جمعیت ایران و جهان را افراد سالمند تشکیل دهند (۲). پیری عموماً با زوال تدریجی عملکرد و کاهش فعالیت بدنی و سلامت روانی و همچنین افزایش مداوم خطر ناتوانی، وابستگی و بیماری چند عاملی همراه است (۱). افراد بالای ۵۰ سال هر سال حدود یک درصد از توده عضلانی خود را از دست می‌دهند و پس از ۶۵ سالگی این روند با سرعت چشمگیری پیش می‌رود که به نوبه خود با کاهش قدرت عضلانی، کیفیت زندگی و استقلال در انجام فعالیت‌های روزانه همراه است (۳). در این راستا، تحقیقات مختلفی به نقش ویتامین D در سلامت عضلانی اشاره کرده‌اند. کمبود ویتامین D به عنوان یک مشکل سلامت عمومی در سراسر جهان شناخته شده است. بیش از ۵۰٪ از جمعیت جهان تحت تاثیر کمبود ویتامین D قرار دارند که میزان آن حدود یک میلیارد نفر در جهان برآورد شده است. کشور ایران جزء مناطقی است که شیوع بالایی از کمبود ویتامین D را دارد، به طوری که ۸۱/۳ درصد جمعیت شهری ایران دچار کمبود ویتامین D هستند (۴). مطالعه بر سالمندان که مهمترین گروه در معرض خطر کمبود ویتامین D هستند، نشان دهنده بیشترین شیوع و عوارض در این گروه است به طوری که برخی از مطالعات میزان شیوع کمبود ویتامین D را در بین سالمندان ایرانی ۸۴ درصد عنوان کرده‌اند (۵). در افراد با کمبود شدید ویتامین D، آتروفی عضلانی عمومی وجود دارد. در سنین بالاتر، کمبود ویتامین D با ضعف و آتروفی عضلانی ارتباط بالایی دارد؛ از اینرو کمبود ویتامین D در سالمندان احتمالاً عامل مهمی در ایجاد سارکوپنی است (۶، ۷). همچنین، با افزایش سن میزان گیرنده‌های ویتامین D (VDR) در سلول‌های بدن به ویژه سلول‌های عضلانی کاهش می‌یابد که به کاهش جذب ویتامین D منجر می‌شود (۸). به نظر می‌رسد سطح سرمی ۲۵- هیدروکسی ویتامین D ارتباط معکوسی با پارامترهای سلامتی مانند شاخص توده بدنی، توده چربی، درصد چربی و دور کمر دارد (۹). کمبود

ویتامین D باعث کاهش نشانگرهای تکثیر سلول عضلانی، افزایش نشانگرهای تمایز میوژنیک Myo، میوآستاتین و نشانگر آتروفی E3 می‌شود. به علاوه کمبود ویتامین D باعث افزایش چربی‌زایی و کاهش قدرت عملکردی عضله و تحمل گلوکز می‌شود (۸).

از سویی، اختلال چربی‌های خون یا دیس لیپیدی در ایران و بویژه در سطح جمعیت سالمندان شیوع بسیار بالا دارد (۱۰، ۱۱) و یکی از نگرانی‌های عمده دست‌اندرکاران حوزه سلامت جامعه به شمار می‌رود. در یک مطالعه مروری و آنالیز سیستماتیک، نشان داده شد که شیوع همه اختلالات لیپیدی در ایران بسیار چشمگیر است به صورتی که شیوع هیپرکلسترولمی (کلسترول بالاتر و یا مساوی ۲۲۰ میلی گرم بر دسی لیتر)، ۴۱/۶ درصد، هیپرتری گلیسریدی (تری گلیسرید بالاتر و یا مساوی ۱۵۰ میلی گرم بر دسی لیتر)، ۴۶ درصد، LDL-C بالا (بالاتر و یا مساوی ۱۳۰ میلی گرم بر دسی لیتر)، ۳۵/۵ درصد و HDL-C پایین (پایین تر از ۴۰ میلی‌گرم بر دسی لیتر در مردان و ۵۰ میلی گرم بر دسی لیتر در زنان)، ۴۳/۹ درصد، می‌باشند (۱۲). اخیراً مطالعات درودی و همکاران (۲۰۱۸) میزان شیوع دیس لیپیدی در جمعیت بزرگسال ایرانی را ۸۳/۴ درصد عنوان کرده‌اند (۱۳). دیس لیپیدی طیف وسیعی از ناهنجاری‌ها را در بر می‌گیرد که شامل افزایش چربی‌های مضر خون از قبیل لیپوپروتئین کم چگال (LDL)، تری گلیسیرید (TG) و کلسترول تام (TC) و کاهش در میزان چربی‌های مفید مانند لیپو پروتئین پر چگال (HDL) بوده (۱۴) و از مهمترین عوامل خطرزای ابتلا به بیماری‌های مرتبط با آتروسکلروز مانند بیماری کرونر قلب، بیماری ایسکمیک عروق مغزی و بیماری عروق محیطی شناخته می‌شود (۱۵). دیس لیپیدی یکی از عوامل خطر مهم بیماری‌های قلبی عروقی (CVD) و سایر بیماری‌های مزمن است (۱۱).

به علاوه، فعالیت ورزشی یکی از استراتژی‌های غیر دارویی برای مقابله با افت عملکرد جسمانی و عضلانی است. اخیراً مداخلات تمرینی به عنوان بهترین استراتژی در مقابل با افت عملکرد جسمانی و داشتن پیری سالم توسط سازمان بهداشت جهانی پیشنهاد شده است. به هر حال تقریباً ۶۰ درصد افراد سالمند غیر فعال هستند که کمبود زمان برای انجام تمرینات ورزشی دلیل اصلی آن ذکر شده است. با توجه به مطالعات انجام گرفته تمرینات تناوبی شدید (High-intensity interval training=HIIT)

هلسینکی شامل آگاهی آزمودنی ها از چگونگی مراحل اجرا پژوهش، بکارگیری تجهیزات سالم و ایمن برای اجرای پژوهش و محرمانه نگه داشتن اطلاعات شخصی آنان اجرا و مورد تایید کمیته اخلاق پژوهشی دانشگاه تبریز (IR.TABRIZU.REC.1400.059) و ثبت کارآزمایی بالینی (IRCT20190917044797N2) قرار گرفت. جامعه آماری پژوهش را مردان سالمند شهرستان مهاباد تشکیل می داد که پس از فراخوان و نصب و اعلان آن در مراکز بهداشتی-درمانی، اماکن عمومی با همکاری کانون بازنشستگان و اداره ورزش و جوانان شهرستان مهاباد، آزمودنی های تحقیق از بین داوطلبان شرکت کننده انتخاب شدند. حجم نمونه با توجه به پژوهش های قبلی در این زمینه و براساس معیارهای ورد به مطالعه ۲۰ نفر به صورت داوطلبانه انتخاب و به صورت تخصیص تصادفی بر اساس شاخص توده بدنی (BMI) و آزمون های عملکردی و سطوح پایه ویتامین D (کمتر از ۳۰) در یکی از دو گروه کنترل (۱۰ نفر) و HIIT (۱۰ نفر) قرار گرفتند. شاخص های ورود به مطالعه شامل مردان سالمند در دامنه سنی: ۶۰-۷۵ سال غیرفعال (کمتر از ۹۰ دقیقه فعالیت ورزشی منظم در هفته) که طی شش ماه قبل از شروع تحقیق به طور سرخود یا به دلیل بیماری و تحت نظر کادر تیم پزشکی از دارو و مکمل های آنابولیک، فشار خون، ضدالتهابی و ضداکسایشی مانند کراتین، پروتئین وی، آرژنین، ایبوپروفن، زنجبیل، کافئین و ویتامین D استفاده نکرده باشند. شرایط خروج از مطالعه نیز شامل: غیبت بیش از سه جلسه در تمرینات از ۲۴ جلسه مد نظر برای تمرینات، شرکت در برنامه ی ورزشی خارج از طرح حاضر، مصرف دارو یا مکمل خاص و عدم تمایل آزمودنی های به ادامه همکاری بود. افراد انتخاب شده با حضور در جلسه هماهنگی، پس از شرح کامل اهداف و روش های اندازه گیری، پرسشنامه های فعالیت بدنی روزانه، تعیین ضربان قلب بیشینه، یادآمد تغذیه ای ۲۴ ساعته، پرسشنامه سلامتی و برگه رضایتنامه شرکت در تمرینات را تکمیل کرده و تحت معاینات پزشکی قرار گرفتند. از برنامه ی برای آنالیز رژیم غذایی آزمودنی ها استفاده شد. از پرسشنامه یادآمد غذایی ۲۴ ساعته سه روز قبل (دو روز وسط هفته و یک روز تعطیل) و حین اجرای پروتکل تمرینی برای محاسبه کالری برنامه غذایی استفاده شد. قبل از شروع دوره تمرین، آزمودنی های به مدت دو هفته جهت آشنایی با آزمون ها و نحوه انجام HIIT به مدت ۳۰ الی ۴۵ دقیقه به سالن ورزشی مراجعه کردند.

می تواند برای سالمندان مفید باشد (۱۶). تمرینات HIIT در پاسخ به تکنیک های جدید تمرینی، مسابقات ورزشی شدید و طولانی مدت، چندین دهه پیش طراحی شده است (۱۷). شرکت در تمرینات HIIT در مقایسه با تمرینات جداگانه استقامتی و مقاومتی که به مدت زمان زیادی نیاز دارد می تواند در زمان کوتاه مزایای هر دو شیوه تمرینی را بدست آورد (۱۸). نتایج بیشتر تحقیقات نشان داده که تمرینات HIIT می تواند تاثیرات مفیدی بر ترکیب بدن، عملکرد حرکتی، سرعت راه رفتن، دیس لیپیدی و کیفیت زندگی سالمندان داشته باشد (۱۹-۲۲).

به نظر می رسد انجام تمرینات HIIT می تواند باعث افزایش سطوح سرمی ویتامین D شود. فرضیه مطرح این است که فعالیت بدنی می تواند بر سطح هورمون کلسیتروفیک از طریق جذب کلسیم بعد از فعالیت و سطوح در گردش ویتامین D اثر بگذارد (۲۳). الخاندرو و همکاران (۲۰۲۱) نشان دادند که ۱۲ هفته انجام تمرینات HIIT در مردان و زنان سالمند می تواند باعث افزایش سطوح ویتامین D در افراد سالمند فارغ از سن، جنس، ترکیب بدن و سطح آمادگی جسمانی شود (۲۴). محدود بودن مطالعات در زمینه اثر تمرینات HIIT بر سطوح ویتامین D در مورد مردان سالمند بررسی این مورد را حائز اهمیت نموده است. علاوه تعدیل شیوه زندگی به وسیله فعالیت بدنی یکی از روش های موثر در کنترل سلامتی به شمار می آید تصور بر این است که اجرای فعالیت ورزشی از طریق افزایش HDL، کاهش TG، LDL بهبود ترکیب بدن، و شاخص های قلبی-عروقی موجب بهبود کیفیت زندگی سالمندان می شود (۲۵). بنابراین با توجه مطالعات محدوده و نامعلوم بودن اثر تمرینات HIIT بر این فاکتورها، همچنین نقش ویتامین D در بیماری ها، ضعف عضلانی، پایین آمدن کیفیت زندگی، مرگ و میر سالمندان و اثرات سوء دیس لیپیدی بر سلامتی سالمندان، این پژوهش با هدف تعیین تاثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید (HIIT) بر سطوح ویتامین D سرمی و نیمرخ لیپیدی مردان سالمند کم تحرک انجام شد.

## روش کار

پژوهش حاضر از نوع تحقیقات کاربردی با روش نیمه تجربی و طرح تحقیق پیش آزمون و پس آزمون بود. کلیه مراحل اجرای پروتکل پژوهش مطابق با دستورالعمل

بدن انجام شد. فعالیت‌های ورزشی شامل دویدن به جلو و عقب، اسکوات با وزن بدن، شنا سوئدی، دراز و نشست، حرکت پروانه، پلانک حمایتی شش نقطه ای، راه رفتن لانژ، دیپ با وزن بدن، جست و خیز سریع، لانژ پلاس، لانژ معکوس، حرکت کوهنورد، بالا آوردن دست و پا در حالت گربه ای، پرش به طرفین، تغییر مسیر به جلو، پله ۲۵ سانتی متر بود. پس از پایان بدنه اصلی تمرین و انجام فعالیت تناوبی شدید سرد کردن به مدت ۵ دقیقه انجام شد (۱۹). لازم به ذکر مدت زمان هر فعالیت در ۴ هفته اول فعالیت ۳۰ ثانیه با شدت بیش از ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره (کارونن) یا بیشتر از ۱۷ در مقیاس بورک بود. پس از افزایش آمادگی در آزمودنی‌ها مدت فعالیت از هفته پنجم و ششم به ۴۵ ثانیه و در هفته‌های هفتم و هشتم به ۶۰ ثانیه رسید. پروتکل تمرینی از لحاظ استرس متابولیکی و استرس مکانیکی (منجر به هایپرتروفی عضلانی) و میزان و نوع عضلات درگیر در فعالیت (منجر به بهبود عملکرد حرکتی) برای سالمندان انتخاب شده بود.

اندازه گیری ضخامت چربی زیر جلدی با استفاده از دستگاه چربی سنج یاگامی ساخت کشور ژاپن (بادقت یک میلی متر) از سه ناحیه بدن (سینه، شکم و ران) محاسبه شد. همه اندازه گیری‌های چین پوستی در طرف راست بدن و در ۲ نوبت با فاصله ۲۰ ثانیه جهت برگشت به حالت اولیه انجام شد. میانگین دو نوبت اندازه گیری ثبت گردید و برای محاسبه دانسیته و درصد چربی بدن از معادله جکسون و همکاران استفاده شد. لازم به ذکر است که اندازه گیری کلیه ی این متغیرها در دو مرحله قبل و بعد از تمرینات و در حالت ناشتا صورت گرفت (۲۶).

**تمرینات تناوبی شدید (HIIT):** برنامه تمرینات HIIT سه روز در هفته و با میانگین زمانی ۳۴ دقیقه (هفته‌های اول) تا ۵۸ دقیقه (هفته‌های آخر) در هر جلسه فراهم شد. همه فعالیت‌های ورزشی در نظر گرفته شده بدون استفاده از وسایل و تجهیزات و صرفاً با استفاده از وزن بدن انجام گرفت. هر فعالیت ورزشی با نسبت زمانی ۱ به ۲ (زمان فعالیت به استراحت) انجام گرفت. برنامه تمرینی شامل ۵ دقیقه گرم کردن و سپس انجام تمرینات با استفاده از وزن

جدول ۱. پروتکل تمرینات HIIT

هفته	تعداد جلسات هفتگی	تعداد ست در هر جلسه	مدت زمان هر حرکت در ست (ثانیه)	شدت فعالیت (درصد HRR)	معادل RPE	زمان گرم کردن و سرد کردن (دقیقه)	زمان کل جلسه به همراه گرم و سرد کردن (دقیقه)
اول و دوم	۳	۱	۳۰	۷۵-۸۵	۱۵-۱۷	۱۰ دقیقه	۳۴
سوم و چهارم	۳	۱	۴۰	۷۵-۸۵	۱۵-۱۷	۱۰ دقیقه	۴۲
پنجم و ششم	۳	۱	۵۰	۷۵-۸۵	۱۵-۱۷	۱۰ دقیقه	۵۰
هفتم و هشتم	۳	۱	۶۰	۷۵-۸۵	۱۵-۱۷	۱۰ دقیقه	۵۸

آنالیز نمونه‌های خونی: جهت بررسی متغیرهای بیوشیمیایی مورد نظر، خونگیری از تمام آزمودنی‌های پژوهش در شرایط پایه و ۴۸ ساعت پس از انجام آخرین جلسه پروتکل تمرینی توسط کارشناس آزمایشگاه پاتولوژی انجام گرفت. در این راستا از تمام آزمودنی‌ها درخواست شد که دو روز قبل از نمونه گیری از انجام فعالیت‌های بدنی سنگین پرهیز نموده و به صورت ناشتا در آزمایشگاه حضور یابند، سپس نمونه خونی از ورید بازویی دست راست و در حالت نشسته به مقدار ۵ سی سی اخذ شد و بعد از سانتریفیوژ (۱۲ دقیقه با ۳۰۰۰ دور در هر دقیقه توسط دستگاه سانتریفوژ ساخت شرکت هیتش آلمان) و جداسازی سرم، نمونه‌ها در دمای ۷۰- درجه سانتیگراد فریز (مدل ULT6UX، ساخت آمریکا) شدند. سطوح ۲۵ هیدروکسی ویتامین D، با استفاده از روش

مستقیم ایمنی شیمیایی رقابتی با ضریب درون گروهی و بین گروهی به ترتیب کمتر از ۱۱ و ۱۲٪ و با استفاده از کیت تجاری شرکت پادتن گستر ساخت ایران اندازه گیری شد. شاخص‌های نیمرخ لیپیدی (کلسترول تام، تری گلسرید و لیپوپروتئین پر چگال (HDL) به روش آنزیماتیک و با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون با حساسیت بالا اندازه گیری شدند. در حالیکه لیپوپروتئین کم چگال (LDL) با استفاده از معادله فریدوال محاسبه شد (۲۷).

#### روش‌های آماری

در راستای تجزیه و تحلیل داده‌ها در ابتدا به منظور آزمون پیش فرض‌های پژوهش، طبیعی بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلکز و همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون بررسی شد. از آزمون تی وابسته جهت مقایسه

## جواد وکیلی و همکاران

معنی‌داری بین متغیرهای سن، قد، وزن، درصد چربی بدن و شاخص توده بدنی (BMI) در دو گروه نشان نداد که بیانگر همگن بودن گروه‌های پژوهش از نظر متغیرهای زمینه‌ای بود. در ادامه توزیع طبیعی بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو ویلکز و همچنین برابری واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت که نتایج بیانگر تایید این پیش فرض‌ها بود (جدول ۲).

میانگین‌ها (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) در هر گروه و برای مقایسه بین دو گروه مجزا از آزمون تحلیل کواریانس استفاده گردید. همه آنالیزهای آماری بوسیله نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام شد.

## یافته‌ها

اطلاعات دموگرافیک و ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌های دو گروه قبل از شروع مطالعه، ارائه شده است. نتایج تفاوت

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار شاخص‌های توصیفی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها

گروه	سن (سال)	قد (سانتی متر)	وزن (کیلوگرم)	درصد چربی بدن	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
کنترل	۶۴/۲±۱/۰۸	۱۶۹/۸±۴/۲	۷۸±۳/۶۸	۳۰/۹۷±۱/۵۳	۲۷/۳±۱/۴۳
HIIT	۶۲/۵±۲/۲	۱۷۳±۴/۴	۷۸/۲±۳/۹۶	۲۹/۴۸±۱/۳۳	۲۶/۰۳±۱/۱۷
P-value	۰/۲۰۵	۰/۱۲	۰/۸۵۸	۰/۹۷	۰/۹۱

بدن، درصد چربی بدن، دور کمر بعد از هشت هفته در گروه تمرینات HIIT نسبت به پیش‌آزمون تغییر معنی‌داری پیدا کرد ( $P < 0/05$ ). ولی در گروه کنترل نسبت به پیش‌آزمون مشاهده نگردید. از سوی دیگر بعد از هشت هفته سطوح ویتامین D و سطوح HDL افزایش معنی‌داری نشان می‌دهد و میزان LDL و تری‌گلسرید کاهش معنی‌داری پیدا کرد ولی در گروه کنترل تغییر معنی‌داری نسبت به پیش‌آزمون در هیچ کدام از متغیرها مشاهده نگردید (جدول ۳).

نتایج حاصل از آزمون بین‌گروهی (تحلیل کواریانس) نشان داد بعد از هشت هفته مداخله، سطح شاخص‌های آنتروپومتریک شامل BMI، وزن بدن درصد چربی بدن، دور کمر در گروه تمرینات HIIT نسبت به گروه کنترل تغییر معنی‌داری داشتند ( $P < 0/05$ ). همچنین سطوح ویتامین D و HDL در گروه تمرینات HIIT در مقایسه با گروه کنترل بهبود معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۲). نتایج آزمون درون‌گروهی (میانگین ± انحراف معیار) نشان داد که میزان همه متغیرهای آنتروپومتریک شامل BMI، وزن

جدول ۳. مقایسه تغییرات بین‌گروهی و درون‌گروهی پارامترهای ترکیب بدن و آنتروپومتري دو گروه

متغیرها	گروه‌ها	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	P درون‌گروهی	P بین‌گروهی
وزن (Kg)	کنترل	۷۸±۳/۶۸	۷۸±۲/۷۴	۰/۱۶۱	۰/۰۰۰۱
	HIIT	۷۸/۲±۳/۹۶	۷۴/۸۵±۵/۱	۰/۰۰۰۱	
Kg/m <sup>2</sup> (BMI)	کنترل	۲۷±۱/۳۱	۲۷/۳±۱/۴۳	۰/۵۲۰	۰/۰۰۰۱
	HIIT	۲۶/۰۳±۱/۱۷	۲۴/۹۶±۰/۹۵	۰/۰۰۰	
دور کمر (cm)	کنترل	۱۰۱/۱±۲/۶۴	۱۰۱/۳±۲/۹۳	۰/۵۲۰	۰/۰۰۰۱
	HIIT	۹۸/۲±۲/۷	۹۴/۹±۲/۸۱	۰/۰۰۰۱	
درصد چربی	کنترل	۳۰/۹۷±۱/۵۳	۳۱/۱±۱/۴۷	۰/۱۱	۰/۰۰۰۱
	HIIT	۲۹/۴۸±۱/۳۳	۲۷/۲±۱/۰۲	۰/۰۰۰	

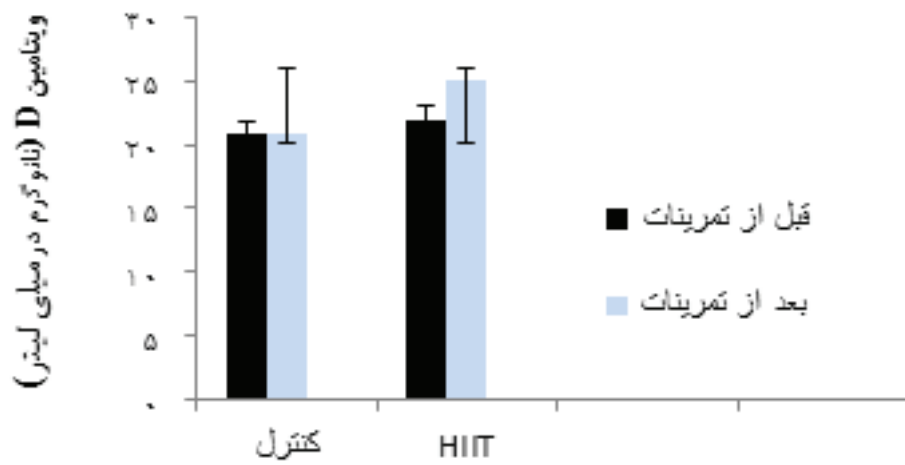
\*اختلاف معنادار

BMI= Body mass index

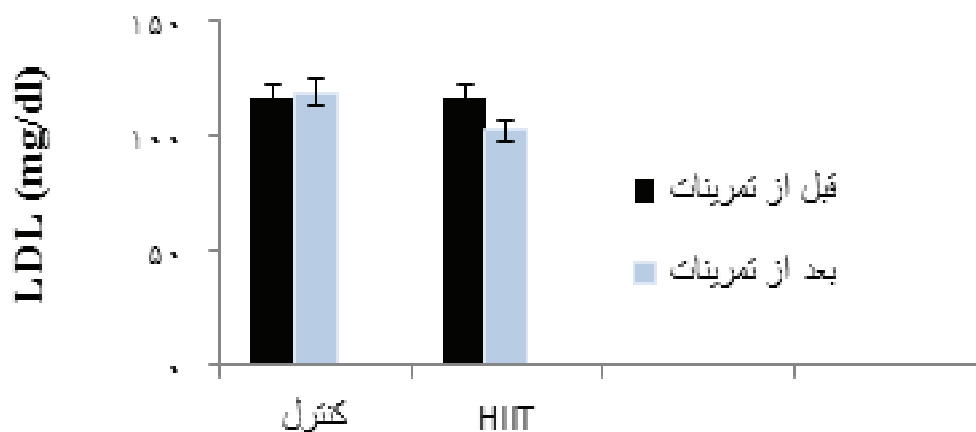
جدول ۴. مقایسه تغییرات بین گروهی و درون گروهی ویتامین D و نیم رخ های لیپیدی دو گروه

متغیرها	گروه‌ها	پیش آزمون	پس آزمون	P درون گروهی	P بین گروهی
ویتامین D (ng/ml)	کنترل	۲۰/۷۹±۳/۸	۲۰/۸۸±۲/۹	۰/۷۶۷	۰/۰۰۱
	HIIT	۲۱/۸۸±۳/۰۶	۲۵/۱±۳/۳۴	۰/۰۰۰۰	
LDL (mg/dl)	کنترل	۱۱۶/۲±۱۳/۷	۱۱۸/۵±۱۵/۰۴	۰/۴۶۲	۰/۰۰۴
	HIIT	۱۱۶±۲۳/۵	۱۰۱/۶±۱۶/۸	۰/۰۱۴	
HDL (mg/dl)	کنترل	۵۰/۶±۶/۷۷	۵۰/۳±۷/۴۳	۰/۷۴۸	۰/۰۱۸
	HIIT	۵۳/۶±۸/۹	۵۷/۹±۱۰/۰۱	۰/۰۱۶	
TG (mg/dl)	کنترل	۱۵۴/۸±۳۱/۲۸	۱۵۶/۹±۳۰/۲	۰/۳۸۳	۰/۰۰۱
	HIIT	۱۶۲±۲۹/۶	۱۴۳/۴±۱۰/۰۷	۰/۰۰۰	

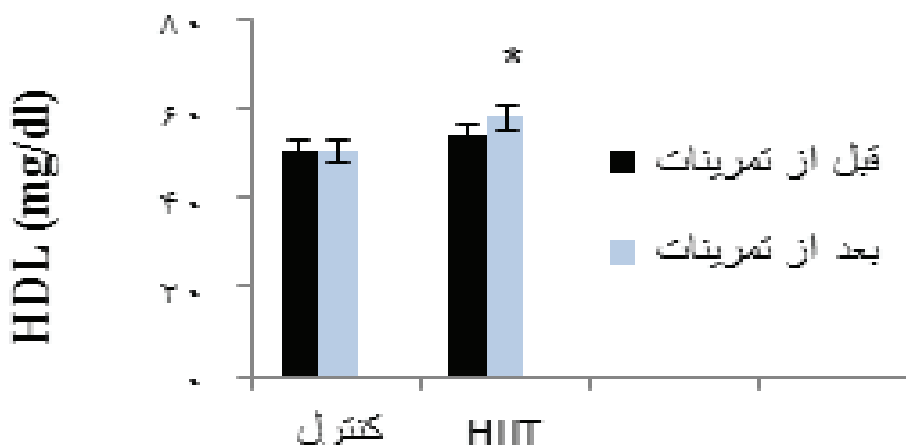
اختلاف معنادار\*



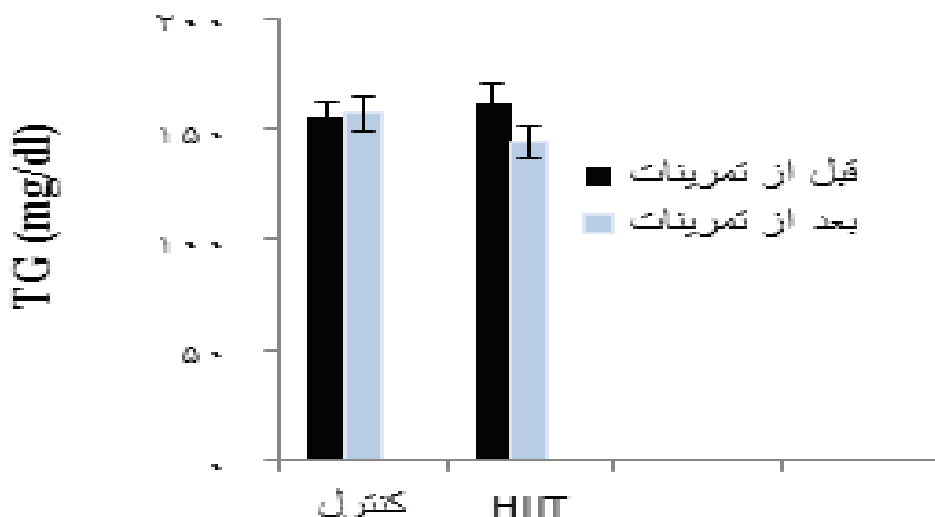
شکل ۱: میانگین و انحراف استاندارد ویتامین D در گروه HIIT و گروه کنترل، \* نشانه تغییرات معنادار پس از هشت هفته HIIT



شکل ۲: میانگین و انحراف استاندارد LDL در گروه HIIT و گروه کنترل، \* نشانه تغییرات معنادار پس از هشت هفته HIIT



شکل ۳: میانگین و انحراف استاندارد HDL در گروه HIIT و گروه کنترل، \* نشانه تغییرات معنادار پس از هشت هفته HIIT



شکل ۴: میانگین و انحراف استاندارد TG در گروه HIIT و گروه کنترل، \* نشانه تغییرات معنادار پس از هشت هفته HIIT

معنی داری در همه شاخص های اندازه گیری شده بود. عبدی و همکاران (۱۴۰۰) تاثیر شش هفته تمرینات HIIT را بر سطوح سرمی مردان سیگاری بررسی کردند جامعه آماری این مطالعه ۲۰ نفر مرد میان سال سیگاری با دامنه سنی  $45 \pm 13/4$  سال کم تحرک شهرستان اردبیل بودند پروتکل تمرینی شامل ۱۰ مرتبه فعالیت ۹۰ ثانیه ای با شدت ۸۵-۹۵ درصد ضربان قلب بیشینه بود نتایج تحقیق نشان داد که شش هفته تمرینات HIIT تاثیری بر سطوح سرمی ویتامین D نداشت (۲۸). از سوی دیگر کوباز و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند ۱۲ هفته تمرین مقاومتی علی رغم کاهش توده چربی، افزایش وزن خالص بدن و کاهش سطح گلوکز، تاثیر معنی داری بر سطوح ۲۵ هیدروکسی ویتامین D، مردان و زنان مسن نداشت (۲۹). با این حال، در حالی که

## بحث

پیشینه تحقیقات انجام شده حاوی شواهدی از فواید انجام تمرینات ورزشی بر شاخص های سلامتی در جمعیت های مختلف است. با این حال، اطلاعات محدودی در مورد اثرات HIIT در سالمندان وجود دارد. مطالعات انجام شده نشان داده است که تمرینات HIIT منجر به تاثیرات مثبت در رابطه با شاخص های سلامتی، بهبود عملکرد بدنی، پارامترهای بیوشیمیایی، خونی و چربی می شود (۱۷، ۱۹-۲۱). هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر هشت هفته تمرینات HIIT بر سطوح ویتامین D، نیم رخ لیپیدی در مردان سالمند بود. نتایج آزمون بین گروهی در تحقیق حاضر نشان داد که هشت هفته تمرینات HIIT در مردان سالمند باعث افزایش معنی ار در سطوح سرمی ویتامین D گردید که با بهبود



واینیونپا و همکاران (۲۰۰۹) هیچ تغییر قابل توجهی در سطوح ویتامین D پس از یک مداخله ۱ ساله تمرینات هوازی در زنان بدون بیماری پیدا نکردند (۳۰). این اختلافات را می توان با دلایل مختلف توضیح داد، از جمله (۱) سن، جنس، یا وضعیت سلامتی فرد (۲) روش های تحلیلی برای تعیین سطوح ویتامین D (۳) مقادیر مختلف پیش آزمون ویتامین D. و در برخی موارد مشخص نیست آیا تغییرات به وجود آمده در سطوح ویتامین D در اثر فعالیت ورزشی است یا ناشی از عواملی دیگر مثل تغذیه یا تغییرات فصلی و قرار گرفتن در معرض نور آفتاب می باشد.

به طور کلی یافته های مطالعه ما به لحاظ اثر HIIT بر افزایش سطوح ویتامین D در راستای یافته های دیگر مطالعات می باشد (۱۱،۸) مطالعه ی حاضر در گروه سنی مردان سالمندان جوان و حذف عوامل مداخله گر میزان قرارگیری در معرض نور خورشید و دریافت غذایی ویتامین D انجام شد. الخاندرو و همکاران (۲۰۲۱) تاثیر HIIT به مدت ۱۲ هفته بروی ۸۹ مرد و زن سالمند بررسی کردند ریکاوری بین جلسات تمرینی ۷۲ ساعت بود. نتایج تحقیق نشان داد HIIT باعث افزایش سطوح ویتامین D در افراد سالمند فارغ از سن، جنس، ترکیب بدن و سطح آمادگی جسمانی شود (۲۴). احمدی و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه ای تاثیر هشت هفته تمرینات هوازی با شدت ۵۰ تا ۷۵٪ ضربان قلب ذخیره بر سطوح ویتامین D مردان دیابتی چاق را بررسی کردند نتایج تحقیق نشان داد که فعالیت هوازی باعث افزایش سطوح ویتامین D آزمودنی ها می شود که ممکن است این تغییرات تا حدودی مربوط به تغییرات ترکیب بدن باشد (۹). سان و همکاران (۲۰۱۸) با مطالعه مردان سالمند ژاپنی دریافتند که ۵ هفته تمرینات استقامتی می تواند از کاهش سطوح سرمی ویتامین D بر اثر تغییرات فصل مستقل از تغییرات چربی بدن جلوگیری کند (۳۱). نتایج تحقیق حاجی نجف و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد هشت هفته تمرینات تناوبی در زنان چاق میانسال می تواند در بهبود وضعیت ترکیب بدن و افزایش سرمی ویتامین D مفید باشد (۴). موسوی و همکاران (۱۳۹۴) تاثیر تمرین هوازی را بر سطوح پلاسمای ۲۵ هیدروکسی ویتامین D زنان دیابتی یائسه بررسی کردند آزمودنی ها تمرین را به مدت ۴۰ دقیقه با شدت ۵۰ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه برای هشت هفته انجام دادند. نتایج نشان داد که تمرین هوازی موجب افزایش معنی دار در سطح ویتامین D گردید (۳۲). اگرچه مکانیسم دقیق

این تاثیر مشخص نیست، ممکن است فعالیت بدنی به طور غیر مستقیم و از طریق ایجاد تغییرات هورمونی غلظت های ویتامین D را تحت تاثیر قرار دهد. برخی از مطالعات گزارش کرده اند که سطح ویتامین D با شاخص توده بدن ارتباط معکوس معنادار دارد. در توجیه مکانیسم درگیر باید اشاره کرد که علت کاهش ویتامین D، چربی بدن می باشد چون ویتامین D در چربی قابل حل است و به سهولت توسط سلولهای چربی برداشت می شود. وزن بدن به خصوص توده چربی از عواملی است که وضعیت ویتامین D را به طور منفی تحت تاثیر قرار می دهد و دسترسی این ویتامین و تبدیل آن را به ۲۵-هیدروکسی ویتامین D را محدود می کند (۴). فعالیت فیزیکی بویژه HIIT سبب کاهش وزن از طریق افزایش لیپولیز می شود. افزایش لیپولیز سبب آزاد شدن ویتامین D بسیج در بافت چربی و در نهایت افزایش سطح سرمی آن می شود (۳۳). نتایج آزمون درون گروهی تحقیق حاضر کاهش معنادار سطوح همه شاخص های آنترپومتریک شامل وزن بدن، شاخص توده بدن، دور کمر و درصد چربی در گروه HIIT، بعد از هشت هفته مداخله، نسبت به پیش آزمون را نشان داد که با افزایش معنی داری در سطح سرمی ویتامین D همراه بود، اما در گروه کنترل، بهبود معنی داری در شاخص های آنترپومتریک و نهایتاً سطوح ویتامین D مشاهده نشد. علاوه بر این، مطالعات قبلی پیشنهاد کرده اند که فعالیت بدنی می تواند متابولیت های خاص مرتبط با ویتامین D را مستقل از قرار گرفتن در معرض نور خورشید تعدیل کند. فعالیت بدنی باعث کاهش فسفات پلازما که منجر به بازخورد منفی ویتامین D می شود. همچنین کاهش کلسیم یونیزه شده در طی فعالیت بدنی باعث تحریک ترشح هورمون پاراتیروئید و متعاقباً افزایش ویتامین D می شود (۳۵). همچنین افزایش در غلظت ۱ و ۲۵ دی هیدروکسی ویتامین D ممکن است به واسطه افزایش در سطوح پلاسمای فاکتور رشد شبه انسولینی (IGF-1) باشد. ویتامین D و IGF-1 در تمام بدن طیف اثر گسترده ای دارند. ارتباط بین این دو هورمون بسیار پیچیده است و در سطوح غدد درون ریز و یا اتوکراین / پاراکراین رخ می دهد. همبستگی مثبت بین غلظت سرمی IGF-1 و ویتامین D در افراد سالم گزارش شده است. IGF-1 ساخت و فعالیت هیدروکسیلاز-۱ در کلیه را تنظیم می کند و به این وسیله باعث گسترش فعالیت هورمونی ویتامین D می شود (۳۶). چندین مطالعه

منجر به کاهش سطح چربی‌ها پلاسما می‌شود. در واقع این مکانیسم‌ها ممکن است شامل افزایش آنزیم‌های لیپوپروتئین لیپاز و لستین کلسترول آستیل ترانس (LCAT) پس از تمرینات ورزشی باشد. که باعث کاهش LDL، تری گلسرید، کلسترول و افزایش HDL می‌شوند. بعلاوه نشان داده شده که علیرغم اینکه ساز و کار بازدارنده آلفا-آدرنژیک، لیپولیز زمان استراحتی را تنظیم می‌کند، هنگام فعالیت ورزشی تاثیر تحریکی بتاآدرنژیک اهمیت بیشتری دارد که منشا آن افزایش سطوح ونیز عملکرد بیشتر گیرنده‌های این هورمون می‌شود (۱۱، ۲۵).

سازگاری با تمرین از طریق افزایش حجم خون، کاهش غلظت خون و افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی می‌تواند تاثیر مثبتی بر نیمرخ چربی داشته باشد. مطالعات نشان می‌دهد که HDL بیشتر از اینکه عامل متابولیکی باشد، نقش محافظتی دارد که با انتقال کلسترول از دیواره عروق به کبد و دفع آن به اندوتلیال مویرگ، اتصالش به سطح لومن و تسریع تجزیه لیپوپروتئین‌های غنی از TG باعث افزایش انتقال ترکیبات سطحی به HDL می‌شود که این امر در دراز مدت باعث افزایش HDL می‌شود (۲۵).

از جمله مکانیسم‌های دیگر تاثیر فعالیت ورزشی بر تغییر نیمرخ لیپیدی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود که تمرین ورزشی بیان ژن انتقال دهنده‌های متصل شونده به ABCA1 (A-IATP) را به طور معنی داری افزایش می‌دهد. افزایش بیان ABCA1 در ماکروفاژها تاثیر قوی بر انتقال دهنده معکوس کلسترول، تشکیل HDL-C و حفاظت در مقابل آتروسکلروز دارد. از سوی دیگر محققان نشان دادند که فعالیت جسمانی روزانه هم می‌تواند به واسطه کاهش یک پروتئاز سرین تنظیم کننده متابولیسم LDL (PCSK9: Proprotein convertase subtilisin kexin) کبد منجر به کاهش سطوح LDL گردد. همچنین تغییرات شاخص‌های لیپیدی به ویژه کلسترول LDL- و کلسترول HDL- متاثر از مدت، حجم و بو ویژه شدت تمرین است (۴۱). که در تحقیق حاضر شدت تمرین بالا بوده است. از طرفی ممکن است بخش از بهبود مشاهده شده در وضعیت لیپیدی به دلیل تاثیر HIIT بر افزایش سطوح ویتامین D رخ داده باشد. به نظر می‌رسد که وضعیت ویتامین D رابطه معکوس با دیس لیپیدمی دارد. دو مکانیسم اصلی برای کاهش تری گلیسرید سرم ناشی از ویتامین D فرض شده است. مکانیسم اول این است که ویتامین D با افزایش

افزایش سطوح IGF-1 را پس از تمرینات HIIT در سالمندان گزارش کرده اند (۳۷، ۳۸).

یافته‌های دیگر این پژوهش نشان داد که هشت هفته HIIT باعث کاهش معنی دار سطوح تری گلیسرید، LDL و افزایش HDL در مردان سالمند می‌شود. نتایج تحقیقات گزارش شده در مورد تاثیر فعالیت‌های ورزشی بر نیمرخ لیپیدی یکسان نیست. در همین زمینه، نتایج برخی تحقیقات با نتایج تحقیق حاضر همسو هست. به عنوان مثال همسو با نتایج تحقیق حاضر یافته‌ی گروه تحقیقاتی اهمتی و همکاران (۲۰۲۰) بیانگر بهبود وضعیت ترکیب بدنی و نیم رخ لیپیدی متعاقب هشت هفته تمرینات استقامتی و مقاومتی در زنان بزرگسال بود (۳۹). آدمسون و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای نشان دادند که ۱۰ هفته تمرینات سرعتی شدید (شش تکرار شش ثانیه فعالیت با حداکثر تلاش) باعث تغییرات معنی‌دار در نیمرخ لیپیدی و کاهش فشار سیستولی و بهبود عملکرد حرکتی است و پیشنهاد کردند که تمرینات سرعتی شدید می‌تواند ابزاری موثر برای پیشرفت پیری ایده آل است (۴۰). رشدی بناب و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه تاثیر سه نوع فعالیت ورزشی استقامتی، مقاومتی و ترکیبی را بر شاخص‌های لیپیدی و ترکیب بدن در زنان سالمند چاق مقایسه کردند و گزارش نمودند که مستقل از بهبود بیشتر وزن و درصد چربی در گروه تمرینات ترکیبی، انجام هر سه روش تمرینات ورزشی می‌تواند باعث بهبود و کاهش عوامل خطرزای بیماری‌های مزمن در زنان چاق سالمند باشد (۱۱). کردی و همکاران (۲۰۱۸) تاثیر هشت هفته تمرینات تناوبی شدید را بر نیم رخ لیپیدی مردان سالمند بررسی کردند و گزارش کردند که هشت هفته تمرین تناوبی شدید با کاهش LDL، TG و افزایش HDL بر نحوه عملکرد دستگاه قلبی عروقی اثر مفیدی داشته و از بروز بیماری‌های قلبی و عروقی در سالمندان جلوگیری می‌نماید (۲۵).

عواملی از قبیل طول دوره تمرین، ویژگی و نوع آزمودنی‌ها، جنسیت آزمودنی، سطوح پایه نیمرخ‌های لیپیدی، نوع و شدت و مدت فعالیت، میزان عضلات درگیر و انرژی مصرفی در هر جلسه تمرین می‌تواند علتی برای توجیه همسویی و یا تناقض این تحقیق با سایر تحقیقات دیگر باشد.

در حالی که مکانیسم‌های اساسی تاثیر ورزش بر پروفایل لیپیدی به طور کامل شناخته نشده است، به نظر می‌رسد فعالیت‌های ورزشی توانایی عضلات اسکلتی را برای استفاده از لیپیدها در مقایسه با گلیکوژن افزایش داده، که این امر

و زنان تعمیر داد. همچنین علاوه بر مقطعی بودن و تعداد کم نمونه‌ها (علی‌رغم تعداد کافی نمونه برای آزمون فرضیه اصلی)، عدم ثبت میزان قرارگیری در معرض نور خورشید آزمودنی‌ها است و احتمالاً در صورت کنترل و یا ثبت آنها می‌توانستیم به نتایج دقیق‌تری دست یابیم. همچنین توصیه می‌شود به منظور کنترل میزان فعالیت بدنی روزانه و رژیم غذایی آزمودنی‌ها از سالمندانی استفاده شود که در خانه سالمندان ساکن هستند.

### نتیجه‌گیری

یافته‌های ما نشان داد ۸ هفته تمرینات HIIT باعث افزایش معنادار میزان ویتامین D و HDL می‌شود. همچنین باعث کاهش معنادار BMI، وزن و نیم رخ‌های لیپیدی می‌شود. با توجه به اهمیت سطوح ویتامین D بر سلامتی سالمندان و افزایش دیس‌لیپیدی در سالمندان، می‌توان پیشنهاد کرد که مردان سالمند جهت افزایش سطوح سرمی ویتامین D و همچنین کاهش سطح نیم رخ‌های لیپیدی در برنامه تمرینات HIIT شرکت نمایند.

### سیاسگزاری

مقاله حاضر بر گرفته از رساله دکتری آقای کاوه بتوراک دانشجوی دانشگاه تبریز می‌باشد. نویسندگان مقاله از همه شرکت‌کنندگانی که در طول دوره ما را یاری کردند تشکر و قدردانی می‌کنند.

### References

1. Negaresh R, Ranjbar R, Gharibvand MM, Habibi A, Moktarzade M. Effect of 8-week resistance training on hypertrophy, strength, and myostatin concentration in old and young men. *Iranian Journal of Ageing*. 2017;12(1):56-67. <https://doi.org/10.21859/sija-120154>
2. Pourmazfari ZS, Aminaie M, Nikooie R. The Effect Resistance Training and Leucine Supplements on Muscle Mass in Old Men Bearing Sarcopenia. *Zanko Journal of Medical Sciences*. 2018; 19 (61):21-31.
3. Jiménez-García JD, Martínez-Amat A, De la Torre-Cruz M, Fábrega-Cuadros R, Cruz-Díaz D, Aibar-Almazán A, et al. Suspension training HIIT improves gait speed, strength and quality of life in older adults. *International journal of sports medicine*. 2019;40(02):116-24. <https://doi.org/10.1055/a-0787-1548>

جذب کلسیم روده، کلسیم سرم را افزایش می‌دهد. سپس این کلسیم می‌تواند تری‌گلیسیرید سرم را با کاهش تشکیل و ترشح تری‌گلیسیرید کبدی کاهش دهد. مکانیسم دوم این است که ویتامین D اثر سرکوب‌کننده‌ای بر غلظت سرمی هورمون پاراتیروئید (PTH= Parathyroid hormone) دارد. از آنجایی که فعالیت لیپولیتیک پس از هپارین پلازما با افزایش غلظت PTH کاهش می‌یابد، PTH پایین سرم ممکن است تری‌گلیسیرید سرم را از طریق کاهش دهد (۳۵).

استفاده از تمرینات تناوبی شدید در سالمندان به دلیل پتانسیل ایجاد ضایعات، حوادث قلبی عروقی نامطلوب که ممکن است با شدت ورزش مرتبط باشد، موضوعی حساس است. با این وجود، هیچ‌یک از آزمودنی‌ها هیچ‌گونه عارضه ارتوپدی یا ناراحتی قلبی-عروقی را گزارش نکردند که نشان می‌دهد به نظر بی‌خطر است. این می‌تواند داده‌های بسیار مهمی برای حمایت از این رویکرد در سالمندان باشد. توصیه می‌کنیم که این رویکرد برای مدت طولانی‌تر با مداخلات طولانی‌تر رعایت شود تا ایمنی و اثربخشی HIIT طولانی‌مدت برای این جمعیت خاص ارزیابی شود و اثرات جلسات مختلف ورزشی روزانه و هفتگی به منظور دستیابی به مزایای ایده‌آل در سالمندان ارزیابی شود. مطالعه حاضر دارای چندین محدودیت بود. در تحقیق حاضر فقط از مردان سالمند کم‌تحرک سالم (۷۵-۶۰ ساله) استفاده کردیم، و از این رو، نمی‌توانیم این نتایج را به افراد جوان‌تر، مسن‌تر و یا افراد فعال‌تر از لحاظ بدنی

4. HAJINAJAF S, MOHAMMADI F, AZIZI M. EFFECT OF AEROBIC INTERVAL EXERCISE TRAINING ON SERUM LEVELS OF 25-HYDROXYVITAMIN D AND INDICES ANTHROPOMETRY IN OVERWEIGHT AND OBESITY PATIENTS. *JUNDISHAPUR SCIENTIFIC MEDICAL JOURNAL*. 2018;17(1 #P00188):-.
5. Agha Mohammadzadeh N, najfipour F, Mehdizadeh Khalifani A, Mehdizadeh Khalifani A, Asgharzadeh AA, Bahrami A, et al. Prevalence of vitamin D deficiency among Iranian elderly and nursing home residents. *medical journal of mashhad university of medical sciences*. 2015;57(9):962-8.
6. D'Amelio P, Quacquarelli L. Hypovitaminosis D and aging: is there a role in muscle and brain health? *Nutrients*. 2020;12(3):628. <https://doi.org/10.3390/nu12030628>

7. Hosseini S, Ahmadi Ahangar A, Ghanbari N, Bijani A. Prevalence of falls and its association with serum vitamin d levels in the elderly population of Amirkola city. *Journal of Babol University of Medical Sciences*. 2016;18(8):20-8.
8. Aspell N, Laird E, Healy M, Lawlor B, O'Sullivan M. Vitamin D deficiency is associated with impaired muscle strength and physical performance in community-dwelling older adults: Findings from the english longitudinal study of ageing. *Clinical interventions in aging*. 2019;14:1751. <https://doi.org/10.2147/CIA.S222143>
9. Ahmadi H, Ghanbarzadeh M, Rangbar R, Nikbakht M. The effect of aerobic exercise on plasma vitamin D levels and glycemic control indicators in obese and overweight diabetic men. *Journal of Jiroft University of Medical Sciences*. 2021;8(1):563-73.
10. Ostovar A, Fereidooni Z, Ansari A, Haerinejad M, Darabi H, Raeisi A, et al. The prevalence of hyperlipidemia among older people, Bushehr Elderly Health (BEH) program. *ISMJ*. 2017;20(4):399-415.
11. Roshdi Bonab R, Kianmarz Bonab V, Atashak S. The comparison of three different type of exercise training on body composition, insulin resistance and lipid profile biomarkes in elderly Women. *Journal of Gerontology*. 2021;6(2):0-.
12. Ostovar A, Fereidooni Z, Ansari A, Haerinejad M, Darabi H, Raeisi A, et al. The Prevalence of Hyperlipidemia Among Older People, Bushehr Elderly Health (BEH) Program. *Iranian South Medical Journal*. 2017;20(4):399-415.
13. Darroudi S, Saberi-Karimian M, Tayefi M, Arekhi S, Motamedzadeh Torghabeh A, Seyedzadeh Sani SMR, et al. Prevalence of combined and noncombined dyslipidemia in an Iranian population. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*. 2018;32(8):e22579. <https://doi.org/10.1002/jcla.22579>
14. Bahramnezhad F, Asadi Noughabi AA, Farokhnezhad Afshar P, Marandi S. Exercise and Quality of Life in Patients with Chronic Heart Failure. 2013. 2013;2(2):5. <https://doi.org/10.31661/gmj.v2i2.30>
15. Hosseini S, Zar A, Darakhshandeh M, Salehi O, Amiri R. The Effect of Volume and Intensity Changes of Exercises on Lipid Profile of Elderly Men. *Journal of Gerontology*. 2017;2(1):38-46. <https://doi.org/10.18869/acadpub.joge.1.4.38>
16. Buckinx F, Marcangeli V, Pinheiro Carvalho L, Dulac M, Hajj Boutros G, Gousspillou G, et al. Initial dietary protein intake influence muscle function adaptations in older men and women following high-intensity interval training combined with citrulline. *Nutrients*. 2019;11(7):1685. <https://doi.org/10.3390/nu11071685>
17. Torma F, Gombos Z, Jokai M, Takeda M, Mimura T, Radak Z. High intensity interval training and molecular adaptive response of skeletal muscle. *Sports Medicine and Health Science*. 2019;1(1):24-32. <https://doi.org/10.1016/j.smhs.2019.08.003>
18. Hasanvand B, Karami K, Hashemi S, Ghanei Gheshlagh R, Farokhnezhad Afshar P, Zahednezhad H. The effect of corrective exercises on musculoskeletal disorders of Khoramabad workers. *Journal of Shahrekord Uuniversity of Medical Sciences*. 2015;17(4):61-9.
19. Louzada Junior A, da Silva JM, Furtado da Silva V, Melo Castro AC, Eufrásio de Freitas R, Braga Cavalcante J, et al. Multimodal HIIT is More Efficient Than Moderate Continuous Training for Management of Body Composition, Lipid Profile and Glucose Metabolism in the Diabetic Elderly. *International Journal of Morphology*. 2020;38(2).
20. Tondpa Khaghani B, Dehkhoda MR, Amani Shalamzari S. Improvement of aerobic power and health status in overweight patients with non-alcoholic fatty liver disease with high intensity interval training. *Journal of Payavard Salamat*. 2019;13(1):71-80.
21. Marriott CF, Petrella AF, Marriott E, Boa Sorte Silva NC, Petrella RJ. High-Intensity Interval Training in Older Adults: a Scoping Review. *Sports Medicine-Open*. 2021;7(1):1-24. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00344-4>
22. Müller DC, Izquierdo M, Boeno FP, Aagaard P, Teodoro JL, Grazioli R, et al. Adaptations in mechanical muscle function, muscle morphology, and aerobic power to high-intensity endurance training combined with either traditional or power strength training in older adults: A randomized clinical trial. *European Journal of Applied Physiology*. 2020;120(5):1165-77. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04355-z>
23. Haghshenas R, Jamshidi Z, Doaei S, Gholamalazadeh M. The Effect of HIIT on Serum Vitamin D Level and Anthropometric Measures in Male Adolescents with Obesity/Overweight. *Journal of North Khorasan University of Medical Sciences*. 2018;9(4):20-6.
24. De-la-O A, Jurado-Fasoli L, Castillo MJ, Gutierrez A, Amaro-Gahete FJ. Effect of Exercise Training on 1, 25 (OH) 2D Levels: The

- FIT-AGEING Randomized Controlled Trial. *Sports Health*. 2021;19417381211050033.
25. Kordi N, Pakzad Hasanlu F, Arab Taheri Z. Effect of eight-week aerobic and periodic exercises on IGF-1 and lipid profile in elderly men. *Quarterly Journal of Caspian Health and Aging*. 2018; 3 (2):7-13.
  26. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *British journal of nutrition*. 1978; 40 (3): 497-504. <https://doi.org/10.1079/BJN19780152>
  27. Singh A, Verma S, Singh V, Nanjappa C, Roopa N, Raju PS, et al. Beetroot juice supplementation increases high density lipoprotein-cholesterol and reduces oxidative stress in physically active individuals. *J Pharm Nut Sci*. 2015;5(3):179-85. <https://doi.org/10.6000/1927-5951.2015.05.03.2>
  28. Abdi H, Bolboli L, Afroundeh R, Siahkohian M, Khajehlandi M. The Effect of One Course of Intense Interval Training on Serum Levels of Vitamin D, Heart Rate Variability and Lung Function in Male Smokers: A Quasi-Experimental Study. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*. 2021;20(3):277-96. <https://doi.org/10.52547/jrums.20.3.277>
  29. Kobza VM, Fleet JC, Zhou J, Conley TB, Peacock M, IglayReger HB, et al. Vitamin D status and resistance exercise training independently affect glucose tolerance in older adults. *Nutrition research*. 2013;33(5):349-57. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2013.03.005>
  30. Vainionpää A, Korpelainen R, Väänänen H, Haapalahti J, Jämsä T, Leppäluoto J. Effect of impact exercise on bone metabolism. *Osteoporosis international*. 2009;20(10):1725-33. <https://doi.org/10.1007/s00198-009-0881-6>
  31. Sun X, Cao Z-B, Tanisawa K, Taniguchi H, Kubo T, Higuchi M. Effects of chronic endurance exercise training on serum 25 (OH) D concentrations in elderly Japanese men. *Endocrine*. 2018;59(2):330-7. <https://doi.org/10.1007/s12020-017-1478-z>
  32. MOOSAVI SJ, HABIBIAN M, FARZANEGI P. The effect of regular aerobic exercise on plasma levels of 25-hydroxy Vitamin D and insulin resistance in hypertensive postmenopausal women with type 2 diabetes. 2016.
  33. Liu Y, Dong G, Zhao X, Huang Z, Li P, Zhang H. Post-exercise effects and long-term training adaptations of hormone sensitive lipase lipolysis induced by high-intensity interval training in adipose tissue of mice. *Frontiers in Physiology*. 2020;11:535722. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.535722>
  34. Zhang J, Cao Z-B. Exercise: A Possibly Effective Way to Improve Vitamin D Nutritional Status. *Nutrients*. 2022;14(13):2652. <https://doi.org/10.3390/nu14132652>
  35. Aly YE, Abdou AS, Rashad MM, Nassef MM. Effect of exercise on serum vitamin D and tissue vitamin D receptors in experimentally induced type 2 Diabetes Mellitus. *Journal of advanced research*. 2016;7(5):671-9. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2016.07.001>
  36. Keyfi F, Hashemnia V, Hosseinzade F, Tajik H, Varasteh A, Sharifi N. Effects of Vitamin D on Human Body and the Measurement Methods: A Systematic Review. *Govareh*. 2020;25(3):208-15.
  37. Shanazari Z, Faramarzi M, Banitalebi E, Hemmati R. The Effect of Eight Weeks of Moderate and High Intensity Resistance Training on Muscular miR-1, miR-206 Expression and Serum IGF-I in Wistar Older Rats. *Sport Physiology*. 2020;12(46):57-76.
  38. Hooshmandi Z, Daryanoosh F, Nemati J, Jalli R. Effect of High-Intensity Interval Resistance Training on Appendicular Skeletal Muscle Mass Index Measured by Bioelectric Impedance Analysis in Sarcopenic Elderly Women. *Women's Health Bulletin*. 2021;8(4).
  39. Beqa Ahmeti G, Idrizovic K, Elezi A, Zenic N, Ostojic L. Endurance Training vs. Circuit Resistance Training: Effects on Lipid Profile and Anthropometric/Body Composition Status in Healthy Young Adult Women. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(4):1222. <https://doi.org/10.3390/ijerph17041222>
  40. Adamson S, Kavaliauskas M, Yamagishi T, Phillips S, Lorimer R, Babraj J. Extremely short duration sprint interval training improves vascular health in older adults. *Sport Sciences for Health*. 2019;15(1):123-31. <https://doi.org/10.1007/s11332-018-0498-2>
  41. Forotan Ghadikolaei H, Habibian M. Investigation of the Short-term Effects of Vitamin D with Core Stabilization Exercise on Lipid Status in Patients with Chronic Low Back Pain. *Sadra Medical Journal*. 2021;9(3):285-98.