



Research Article

## Investigation of the Effect of Aerobic and Combined Upper Body Exercises on Cardiovascular Risk Factors in Disabled Veterans with Lower Limb Amputation

Maliheh Heydari<sup>1</sup> , Saeed Keshavrz<sup>2</sup> , Mahdi Kargarfard<sup>3</sup> , Behrooz Porheidar<sup>4</sup>

<sup>1</sup>PhD Student of Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sports Sciences, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran

<sup>2</sup>Assistant Professor of Sports Physiology, Sports Medicine Research Center, Najafabad Branch, Najafabad, Islamic Azad University, Iran

<sup>3</sup>Professor of Sports Physiology, Department of Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Isfahan University, Isfahan, Iran

<sup>4</sup>Assistant Professor, Department of Heart, Faculty of Medicine, Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran

\*Corresponding author: Saeed Keshavrz, Assistant Professor of Sports Physiology, Sports Medicine Research Center, Najafabad Branch, Najafabad, Islamic Azad University, Iran. E-mail: [keshavrz1357@gmail.com](mailto:keshavrz1357@gmail.com).

DOI: [10.32592/nkums.15.3.63](https://doi.org/10.32592/nkums.15.3.63)

### How to Cite this Article:

Heydari M, Keshavrz S, Kargarfard M, Porheidar B. Investigation of the Effect of Aerobic and Combined Upper Body Exercises on Cardiovascular Risk Factors in Disabled Veterans with Lower Limb Amputation. J North Khorasan Univ Med Sci. 2023;15(3):63-71. DOI: [10.32592/nkums.15.3.63](https://doi.org/10.32592/nkums.15.3.63)

Received: 15 Feb 2023  
Accepted: 28 Jun 2023

### Keywords:

Aerobic training  
Cardiovascular risk factor  
Clinical trial  
Combined training  
Disabled veteran

### Abstract

**Introduction:** Disabled veterans with lower limb amputation are at risk of cardiovascular disease 2 to 3 times more than healthy counterparts due to physical problems and immobility. Exercise is an effective intervention in reducing cardiovascular diseases in different groups. The purpose of this research was to investigate the effect of 12 weeks of aerobic and combined upper-body exercises on cardiovascular risk factors of disabled veterans with lower limb amputation.

**Method:** In this clinical trial, 45 disabled veterans with lower limb amputation were randomly divided into 3 groups of aerobic exercise, combined exercise, and control. The exercise groups received the desired intervention 3 sessions every week for 12 weeks by observing the overload principle in the duration, volume, and intensity. Measurements of body composition, metabolic indices, and inflammatory indices (C-reactive protein [CRP], interleukin 6 [IL-6], and vascular cell adhesion molecule [V-CAM]) were performed before and after the interventions. All statistical analyses were performed using SPSS-25 software at a significance level of  $P \leq 0.05$ . One-way analysis of variance, Tukey's post hoc test, and paired-sample t-test were used for intragroup and intergroup comparisons.

**Results:** A significant improvement was observed in weight, body mass index, blood sugar, cholesterol, triglyceride, high-density lipoprotein, low-density lipoprotein, CRP, and IL-6 in the aerobic and combined training groups, compared to the control group ( $P \leq 0.05$ ). A significant improvement was observed in the V-CAM only in the combined training group, compared to the control group ( $P = 0.018$ ). No significant changes were seen in aspartate transaminase and alanine transaminase after any of the interventions ( $P \geq 0.05$ ).

**Conclusion:** For disabled veterans with lower limb amputation, aerobic and combined upper-body exercises can have numerous benefits for the prevention of cardiovascular diseases through the improvement of cardiovascular risk factors.



## بررسی تأثیر تمرینات هوازی و ترکیبی بالاتنه بر عوامل خطر قلبی عروقی جانبازان قطع عضو اندام تحتانی

ملیحه حیدری<sup>۱</sup>، سعید کشاورز<sup>۲\*</sup>، مهدی کارگر فرد<sup>۳</sup>، بهروز پورحیدر<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران  
<sup>۲</sup> استادیار فیزیولوژی ورزشی، مرکز تحقیقات طب ورزشی، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران  
<sup>۳</sup> استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران  
<sup>۴</sup> استادیار، گروه قلب، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران  
**\* نویسنده مسئول:** سعید کشاورز، استادیار فیزیولوژی ورزشی، مرکز تحقیقات طب ورزشی، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران. ایمیل: [keshavarz1357@gmail.com](mailto:keshavarz1357@gmail.com).

DOI: 10.32592/nkums.15.3.63

<b>چکیده</b>	تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۰۷
<b>مقدمه:</b> جانبازان قطع عضو اندام تحتانی به دلیل مشکلات فیزیکی و بی‌حرکی ۲ تا ۳ برابر بیشتر از هم‌تایان سالم در خطر بروز بیماری‌های قلبی عروقی هستند. تمرینات ورزشی مداخلاتی مؤثر در کاهش بیماری‌های قلبی عروقی در گروه‌های مختلف هستند. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرینات هوازی و ترکیبی بالاتنه بر عوامل خطر قلبی عروقی جانبازان قطع عضو اندام تحتانی است.	<b>واژگان کلیدی:</b> کارآزمایی بالینی تمرین هوازی تمرین ترکیبی عوامل خطر قلبی عروقی جانباز
<b>روش کار:</b> در این کارآزمایی بالینی، ۴۵ جانباز قطع عضو اندام تحتانی به‌صورت تصادفی به ۳ گروه تمرین هوازی، تمرین ترکیبی و کنترل تقسیم شدند. گروه‌های تمرینی به‌مدت ۱۲ هفته، هر هفته ۳ جلسه و با رعایت اصل اضافه‌بار، مداخله مدنظر را دریافت کردند. اندازه‌گیری‌های ترکیب بدنی، شاخص‌های متابولیکی و شاخص‌های التهابی قبل و پس از مداخله انجام شد. تمام آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ در سطح معنی‌داری $P \leq 0/05$ انجام شد. از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه، آزمون تعقیبی توکی و آزمون T هم‌بسته به‌منظور مقایسه‌های درون‌گروهی و بین‌گروهی استفاده شد.	
<b>یافته‌ها:</b> بهبود معنی‌داری در وزن، BMI، کلسترول، FBS، TG، HDL، LDL، CRP و IL-6 در گروه‌های تمرین هوازی و ترکیبی در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد ( $P \leq 0/05$ ). بهبود معنی‌داری در شاخص V-CAM فقط در گروه تمرین ترکیبی در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد ( $P = 0/018$ ). تغییر معنی‌داری در AST و ALT به‌دنبال هیچ‌یک از مداخلات مشاهده نشد ( $P \geq 0/05$ ). نتیجه‌گیری: برای جانبازان قطع عضو اندام تحتانی، تمرینات هوازی و ترکیبی از طریق بهبود عوامل خطر قلبی عروقی می‌تواند مزایای بسیاری به‌منظور پیشگیری از بیماری‌های قلبی عروقی داشته باشد.	

### مقدمه

[۱]؛ بنابراین، ترکیب نقص عضو و بی‌حرکی در جانبازان موجب می‌شود در این افراد نسبت به هم‌تایان سالم، خطر بروز بیماری‌های قلبی عروقی به‌شدت افزایش یابد [۴].  
مطالعات نشان داده‌اند که خطر بروز بیماری‌های قلبی عروقی در جانبازان قطع عضو اندام تحتانی یک‌طرفه و دوطرفه به‌ترتیب ۱/۵۸ و ۳/۵ بالاتر است [۵]؛ همچنین، مطالعاتی وجود دارند که گزارش کرده‌اند که مرگ جانبازان قطع عضو به‌دلیل بیماری قلبی ۲/۲ و ۳/۳ برابر بیشتر از هم‌تایان سالم خود است [۵، ۶]. علت شیوع بیشتر و خطر بیشتر بیماری‌های قلبی عروقی در جانبازان قطع عضو اندام تحتانی به‌خوبی مشخص نشده است؛ اما مقاومت به انسولین، تغییرات همودینامیک و به‌ویژه در اندام قطع عضو، استرس روانی، التهاب سیستمیک و افزایش

پیشرفت‌های علمی و صنایع در قرن ۲۱ باعث شده‌اند که بسیاری از فعالیت‌های مرتبط با آدمی را ماشین‌ها انجام دهند. ماشینی‌شدن زندگی موجب بی‌حرکی همه‌گیر در جامعه شده است [۱]. بی‌حرکی به‌تنهایی و در ترکیب با عوامل دیگری همچون تغذیه نامناسب، استرس و ناهنجاری‌ها موجب بروز بسیاری از بیماری‌ها، از جمله بیماری‌ها و عوارض قلبی عروقی می‌شود [۲]. در جانبازان، با توجه به مشکلات جسمی و روحی روانی به‌علاوه مشکلات اجتماعی و محیطی، عوارض ناشی از بی‌حرکی به‌شدت بیشتر است. جانبازان قطع عضو اندام تحتانی از طرفی، دارای محدودیت‌های حرکتی ناشی از قطع عضو هستند و از طرف دیگر، محدودیت‌های محیطی و اجتماعی موجب شده‌اند که فعالیت بدنی کمتری نسبت به هم‌تایان سالم داشته باشند

بالا تنه (هوازی و مقاومتی) بر عوامل خطر قلبی عروقی جانبازان قطع عضو اندام تحتانی است.

## روش کار

پژوهش حاضر از نوع کارآزمایی بالینی با کد کارآزمایی بالینی IRCT20210104049939N1 بود که با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون، با دو گروه مداخله و یک گروه کنترل اجرا شد. تمام مراحل پژوهش را کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد با کد IR.IA.U.NAJAFABAD.REC.1400.048 به تأیید رسانده است؛ همچنین، همه مراحل پژوهش با توجه به استانداردهای تعریف‌شده در بیانیه هیلسینکی ۱۹۶۴ انجام شد. قبل از شروع فرایند مداخله، از تمام نمونه‌ها رضایت نامه آگاهانه شرکت در پژوهش اخذ شد.

## نمونه‌ها

پس از اعلام فراخوان و بررسی پرونده‌های پزشکی، ۶۲ نفر داوطلب وارد مطالعه شدند و پس از بررسی بر اساس معیارهای ورود و خروج از مطالعه، ۴۵ جانباز قطع عضو پایین تنه به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل جنسیت مرد، جانبازان ۵۰ تا ۷۰ درصد، رده سنی ۴۵ تا ۶۰ سال، قطع عضو از اندام پایین تنه (قطع بالای زانو و زیر زانو، کلاس‌های A2-A4)، شرکت در فعالیت ورزشی منظم، نداشتن سابقه بیماری متابولیک و مصرف نکردن دخانیات بود. معیارهای خروج از مطالعه شامل ابتلا به بیماری‌های عفونی مثل آنفلوآنزا و کووید-۱۹، مشارکت نکردن در تمرینات، آسیب‌دیدگی، حضور در مداخلات مشابه و مصرف داروهای ضدالتهابی بود. در نهایت، ۴۵ نمونه به‌صورت نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی در یکی از ۳ گروه تمرین هوازی (۱۵ نفر)، تمرین ترکیبی (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند. تصادفی‌سازی به‌روش بلوک‌بندی را یک دستیار خارج از پژوهش انجام داد. بدین ترتیب، نمونه‌ها به‌صورت بلوک‌های ۳:۳:۳ در هر یک از گروه‌های مورد مطالعه تصادفی‌سازی شدند. گروه‌های تجربی به‌مدت ۱۲ هفته مداخله مرتبط با خود را دریافت کردند. گروه کنترل در طول ۱۲ هفته فعالیت‌های معمول خود را ادامه دادند. آزمودنی‌ها با توجه به گروه‌بندی کورسازی شدند و جلسات تمرینی گروه‌ها در روزهای متفاوت انجام شد.

## اندازه‌گیری‌های اولیه و تن‌سنجی

سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی نمونه‌ها قبل و بعد از مداخله ارزیابی و ثبت شد. وزن آزمودنی‌ها با ترازوی دیجیتال مدل بیورر BF66 محصول کشور آلمان با دقت ۰/۰۱ کیلوگرم اندازه‌گیری شد. قد آزمودنی‌ها با استفاده از قدسنج دیواری سکا مدل ۲۱۶ ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. شاخص توده بدنی با استفاده از فرمول BMI محاسبه شد.

## پروتکل تمرین

تمرینات گروه هوازی شامل ۱۲ هفته تمرین، به‌صورت ۳ جلسه در هفته و

فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک می‌تواند جزء عوامل مؤثر باشد [۶]. بررسی نیم‌رخ لیپیدی از دیرباز به‌عنوان روشی برای بررسی خطر بروز بیماری‌های قلبی عروقی مطرح بوده است؛ اما از طرف مقابل، گزارش کرده‌اند که در برخی از موارد، حوادث قلبی عروقی در افراد با سطوح طبیعی چربی‌های خون نیز اتفاق افتاده است [۷]؛ بنابراین، شاخص‌های حساس‌تر و دقیق‌تری برای تشخیص استعداد بروز بیماری‌های قلبی عروقی به‌ویژه آترواسکلروز مطرح شدند. همچنین، شواهد نشان می‌دهند که بیماری‌های قلبی عروقی به‌شدت زمینه‌های التهابی دارند و بررسی التهاب سیستمیک نقش مهم و محوری در شناسایی خطر بروز بیماری‌های قلبی عروقی دارد [۸]. پروتئین واکنشگر C با حساسیت بالا (hs-CRP) به‌عنوان حساس‌ترین شاخص التهابی شناسایی خطر بیماری‌های قلبی عروقی مطرح است [۹]. اینترلوکین ۶ (IL-6) دیگر نشانگر ارزشمندی است که در شناسایی خطر التهاب سیستمیک و پیش‌آگهی خطر بیماری‌های قلبی عروقی نقش دارد [۱۰]؛ همچنین، مولکول چسبان عروقی (V-CAM) به‌عنوان فاکتوری التهابی در پیشرفت اختلالات اندوتلیال و آترواسکلروز نقش دارد [۱۱]. به‌طور کلی، مشخص شده است که میزان این شاخص‌های التهابی در مقایسه با چربی‌های خون، پیش‌گوی قوی‌تری برای تشخیص اختلالات قلبی عروقی هستند [۸].

بی‌حرکی و اضافه‌وزن ناشی از بی‌حرکی، افزایش چربی خون و التهاب سیستمیک عوامل خطر اصلی بروز بیماری‌های قلبی عروقی به‌ویژه در جانبازان قطع عضو هستند؛ اما از طرف مقابل، فعالیت ورزشی موجب کاهش وزن، کاهش درصد چربی و بهبود وضعیت التهابی در افراد سالم و جانبازان قطع عضو می‌شود [۵، ۱۲، ۱۳]. تمرینات هوازی و مقاومتی، هر دو به‌عنوان مداخلات مؤثر در بهبود پروفایل لیپیدی و کاهش شاخص‌های التهابی ثابت شده‌اند [۱۴، ۱۵]؛ با این حال، درباره معلولان با توجه به شرایط خاص فیزیکی، نتایج متناقض است. در این زمینه، مطالعه مروری سیستماتیکی نشان داده است که فعالیت بدنی طولانی‌مدت موجب کاهش سطوح شاخص‌های التهابی، همچون CRP، IL-6 و فاکتور نکروزکننده تومور آلفا (TNF-α) در افراد پاراپلاژی می‌شود [۱۶]؛ همچنین، مشخص شده است که ۱۶ هفته تمرین هوازی موجب بهبود معنی‌دار وضعیت متابولیکی، التهابی و چربی احشایی در معلولان می‌شود [۱۷]. از طرف مقابل، نشان داده‌اند که تمرینات ورزشی هرچند موجب بروز آسیب عضلانی در معلولان نمی‌شود، تأثیری بر وضعیت التهابی آنان نیز ندارد [۱۸]. همچنین، مطالعه مروری سیستماتیکی نشان می‌دهد که تمرینات هوازی برخلاف تمرینات مقاومتی بالاتنه نمی‌توانند سطوح قند خون، چربی‌های خون و فشار خون را در معلولان کاهش دهند [۱۹]. به‌وضوح مشخص است که مطالعات درباره تأثیر تمرینات ورزشی بر عوامل خطر قلبی عروقی جانبازان و معلولان بسیار محدود و نتایج بسیار متناقض است؛ از این‌رو، هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرینات هوازی و ترکیبی

نمونه‌های خون (۵ سی‌سی) از ورید بازویی شرکت‌کنندگان در حالت استراحت و پس از ۱۲ ساعت ناشتایی اخذ شد. نمونه‌های خون بلافاصله برای اندازه‌گیری به آزمایشگاه تشخیص طبی ارسال شدند. ابتدا، نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با ۳۵۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند. سپس، سرم جدا شد و تا زمان ارزیابی نهایی در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد فریز شد. سطوح شاخص‌های قند خون، کلسترول، تری‌گلیسیرید، ALT، AST، HDL و LDL با استفاده از کیت الایزا ساخت شرکت پارس‌آزمون ایران اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری شاخص‌های CRP، IL-6 و V-CAM با استفاده از کیت الایزا ساخت شرکت بوستر آمریکا انجام شد.

### آنالیز آماری

تمام آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ انجام گرفت. از آزمون شاپیروویلیک برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها و از آزمون لون برای بررسی همگنی واریانس‌های بین‌گروهی استفاده شد. تفاوت‌های بین‌گروهی پس از محاسبه اختلاف پیش‌آزمون و پس‌آزمون، با آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه ارزیابی شد. در صورت معنی داری آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه، از آزمون تعقیبی توکی برای مقایسه‌های جفتی گروه‌ها استفاده شد؛ همچنین، به منظور بررسی تغییرات درون‌گروهی از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون نیز از آزمون T هم‌بسته استفاده شد. تمام آنالیزهای آماری در سطح معنی داری  $P < 0/05$  انجام شدند.

هر جلسه بین ۳۰ تا ۵۰ دقیقه و با افزایش بار بود. تمرینات را مربی مجرب و آشنا به علم تمرین گروه‌های خاص و معلول‌ها و زیر نظر محققان در مجموعه ورزشی اداره بنیاد شهید و امور ایثارگران شهرستان شهرکرد انجام داد. هر جلسه تمرین شامل سه قسمت گرم‌کردن، بدنه اصلی تمرین و سردکردن بود. تمرینات در هفته اول، با شدت ۴۰ درصد ضربان قلب بیشینه آغاز و در نهایت، در هفته دوازدهم، به ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه رسید. اندازه‌گیری ضربان قلب بیشینه با استفاده از فرمول (۲۲۰-سن) ارزیابی شد. همچنین، ارزیابی ضربان قلب تمرین با استفاده از ضربان سنج پلاز ساعتی (مدل H10، ساخت کشور فنلاند) انجام شد. جزئیات پروتکل تمرین هوازی در جدول ۱ مشاهده می‌شود. تمرینات گروه ترکیبی شامل تمرینات هوازی و مقاومتی بود که به مدت ۱۲ هفته، هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه بین ۳۰ تا ۶۰ دقیقه با رعایت اضافه بار انجام شد. هر جلسه تمرین شامل سه قسمت گرم‌کردن، بدنه اصلی تمرین و سردکردن بود. بخش هوازی تمرینات مشابه با گروه تمرین هوازی، اما با زمانی معادل نصف گروه هوازی انجام شد. بخش تمرینات مقاومتی شامل تمرینات مقاومتی بالاتنه با دستگاه و وزنه آزاد برای گروه‌های عضلانی اصلی و بزرگ بالاتنه (سرشانه، جلو بازو، سینه، زیربغل، پشت بازو و شکم) بود. تمرینات مقاومتی در هفته اول، به صورت ۲ ست با ۸ تا ۱۲ تکرار و با ۴۰ درصد ۱ تکرار بیشینه شروع شدند و در هفته دوازدهم، به ۴ ست با ۶ تا ۸ تکرار و با شدت ۷۰ درصد ۱ تکرار بیشینه رسید. جزئیات پروتکل تمرین ترکیبی در جدول ۲ آورده شده است.

### خون‌گیری و آنالیز نمونه‌ها

قبل از شروع پروتکل پژوهش و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه مداخله،

جدول ۱. پروتکل تمرین هوازی بالاتنه (ویلیجرانی)

هفته	گرم‌کردن	بدنه اصلی تمرین		
		شدت تمرین (ضربان قلب بیشینه)	دوره	زمان
۱-۲	۱۰ دقیقه	۴۵-۴۰ درصد	۱ دوره ۱۰ دقیقه‌ای	۱۰ دقیقه
۳-۴	۱۰ دقیقه	۵۰-۴۵ درصد	۱ دوره ۱۵ دقیقه‌ای	۱۵ دقیقه
۵-۶	۱۰ دقیقه	۵۵-۵۰ درصد	۲ دوره ۸ دقیقه‌ای (۴ دقیقه استراحت بین دوره‌ها)	۲۰ دقیقه
۷-۸	۱۰ دقیقه	۶۰-۵۵ درصد	۲ دوره ۸ دقیقه‌ای (۴ دقیقه استراحت بین دوره‌ها)	۲۰ دقیقه
۹-۱۰	۱۰ دقیقه	۶۵-۶۰ درصد	۳ دوره ۶ دقیقه‌ای (۳ دقیقه استراحت بین دوره‌ها)	۲۵ دقیقه
۱۱-۱۲	۱۰ دقیقه	۷۰-۶۵ درصد	۳ دوره ۶ دقیقه‌ای (۳ دقیقه استراحت بین دوره‌ها)	۲۵ دقیقه

جدول ۲. پروتکل تمرینات ترکیبی بالاتنه

هفته	گرم‌کردن	تمرین هوازی		تمرین مقاومتی	
		شدت تمرین (ضربان قلب بیشینه)	دوره	شدت (۱ تکرار بیشینه)	تکرار (ست)
۱-۲	۱۰ دقیقه	۴۵-۴۰ درصد	۱ دوره ۵ دقیقه‌ای	۴۵-۴۰ درصد	۱۲-۸ (۲)
۳-۴	۱۰ دقیقه	۵۰-۴۵ درصد	۱ دوره ۷ دقیقه‌ای	۵۰-۴۵ درصد	۱۲-۸ (۲)
۵-۶	۱۰ دقیقه	۵۵-۵۰ درصد	۲ دوره ۴ دقیقه‌ای (۲ دقیقه استراحت بین دوره‌ها)	۵۵-۵۰ درصد	۱۰-۸ (۳)
۷-۸	۱۰ دقیقه	۶۰-۵۵ درصد	۲ دوره ۴ دقیقه‌ای (۲ دقیقه استراحت بین دوره‌ها)	۵۵-۶۰ درصد	۱۰-۸ (۳)
۹-۱۰	۱۰ دقیقه	۶۵-۶۰ درصد	۳ دوره ۳ دقیقه‌ای (۹۰ ثانیه استراحت بین دوره‌ها)	۶۵-۶۰ درصد	۸-۶ (۴)
۱۱-۱۲	۱۰ دقیقه	۷۰-۶۵ درصد	۳ دوره ۳ دقیقه‌ای (۹۰ ثانیه استراحت بین دوره‌ها)	۶۵-۷۰ درصد	۸-۶ (۴)

**یافته‌ها**

CAM مشاهده شد. نتایج آزمون تعقیبی نشان‌دهنده کاهش معنی دار V-CAM در گروه ترکیبی ( $P=0/018$ ) در مقایسه با گروه کنترل بود. نتایج آزمون T هم‌بسته نشان‌دهنده کاهش معنی دار V-CAM در گروه ترکیبی ( $P=0/018$ ) از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون بود. همچنین، تفاوت معنی دار بین گروهی در شاخص قند خون مشاهده شد. نتایج آزمون تعقیبی نشان‌دهنده کاهش معنی دار قند خون در گروه‌های تمرین هوازی ( $P=0/008$ ) و ترکیبی ( $P=0/029$ ) در مقایسه با گروه کنترل بود. نتایج آزمون T هم‌بسته نشان‌دهنده کاهش معنی دار قند خون در گروه تمرین هوازی و ترکیبی از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون بود. تفاوت معنی دار بین گروهی نیز در شاخص کلسترول مشاهده شد. نتایج آزمون تعقیبی نشان‌دهنده کاهش معنی دار کلسترول در گروه‌های تمرین هوازی ( $P=0/001$ ) و ترکیبی ( $P=0/006$ ) در مقایسه با گروه کنترل بود. نتایج آزمون T هم‌بسته نشان‌دهنده کاهش معنی دار کلسترول در گروه تمرین هوازی و ترکیبی و افزایش معنی دار در گروه کنترل ( $P=0/025$ ) از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون بود؛ همچنین، در شاخص تری‌گلیسرید تفاوت معنی دار بین گروهی مشاهده شد. نتایج آزمون تعقیبی نشان‌دهنده کاهش معنی دار تری‌گلیسرید در گروه‌های تمرین هوازی و ترکیبی در مقایسه با گروه کنترل بود. نتایج آزمون T هم‌بسته نشان‌دهنده کاهش معنی دار تری‌گلیسرید در گروه تمرین هوازی و ترکیبی و افزایش معنی دار در گروه کنترل از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون بود. تفاوت معنی دار بین گروهی در شاخص LDL مشاهده شد. نتایج آزمون تعقیبی نشان‌دهنده کاهش معنی دار LDL در گروه‌های تمرین هوازی ( $P=0/002$ ) و ترکیبی ( $P=0/001$ ) در مقایسه با گروه کنترل بود. نتایج آزمون T هم‌بسته نشان‌دهنده کاهش معنی دار LDL در گروه تمرین هوازی و ترکیبی و افزایش معنی دار در گروه کنترل، تفاوت معنی دار بین گروهی در شاخص HDL مشاهده شد. نتایج آزمون تعقیبی نشان‌دهنده افزایش معنی دار HDL در گروه‌های تمرین هوازی ( $P=0/001$ ) و ترکیبی ( $P=0/004$ ) در مقایسه با گروه کنترل بود. نتایج آزمون T هم‌بسته نشان‌دهنده افزایش معنی دار HDL در گروه تمرین هوازی و ترکیبی و کاهش معنی دار در گروه کنترل از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون بود.

تعداد کل شرکت‌کننده‌ها در تحقیق حاضر ۴۵ نفر (میانگین سنی  $56/80 \pm 2/86$  سال و میانگین وزن  $75/74 \pm 6/61$  کیلوگرم) در استان چهارمحال و بختیاری بود. جدول ۳ نشان‌دهنده ویژگی‌های توصیفی و تن‌سنجی آزمودنی‌ها، از جمله سن، وزن، قد و شاخص توده بدنی است. با توجه به نتایج آزمون آنوای یک‌طرفه، تفاوت معنی داری در سن و قد آزمودنی‌ها بین گروه‌های پژوهش در پیش‌آزمون مشاهده نشد؛ همچنین، نتایج آزمون آنوای یک‌طرفه پس از ۱۲ هفته مداخله، تفاوت معنی داری در وزن و شاخص توده بدنی بین گروه‌های پژوهش نشان داد. نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان‌دهنده کاهش معنی دار وزن در گروه‌های تمرین هوازی ( $P=0/001$ ) و ترکیبی ( $P=0/001$ ) در مقایسه با گروه کنترل بود؛ همچنین، کاهش معنی داری در شاخص توده بدنی در گروه‌های تمرین هوازی ( $P=0/001$ ) و ترکیبی ( $P=0/001$ ) در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد. نتایج آزمون T هم‌بسته نشان‌دهنده کاهش معنی دار وزن و شاخص توده بدنی در گروه تمرین هوازی ( $P=0/001$ ) و ترکیبی ( $P=0/003$ ) از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون بود.

جدول ۴ نشان‌دهنده تغییرات عوامل خطر قلبی‌عروقی در گروه‌های پژوهش قبل و پس از ۱۲ هفته تمرینات هوازی و ترکیبی است. نتایج آزمون آنوای یک‌طرفه نشان‌دهنده تفاوت معنی دار بین گروهی در شاخص CRP بود. نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان‌دهنده کاهش معنی دار CRP در گروه‌های تمرین هوازی ( $P=0/012$ ) و ترکیبی ( $P=0/008$ ) در مقایسه با گروه کنترل بود. نتایج آزمون T هم‌بسته نشان‌دهنده کاهش معنی دار CRP در گروه تمرین هوازی و ترکیبی از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون بود؛ همچنین، تفاوت معنی دار بین گروهی در شاخص IL-6 مشاهده شد. نتایج آزمون تعقیبی نشان‌دهنده کاهش معنی دار IL-6 در گروه‌های تمرین هوازی ( $P=0/001$ ) و ترکیبی ( $P=0/001$ ) در مقایسه با گروه کنترل بود. نتایج آزمون T هم‌بسته نشان‌دهنده کاهش معنی دار IL-6 در گروه تمرین هوازی ( $P=0/009$ ) و ترکیبی ( $P=0/012$ ) و افزایش معنی دار در گروه کنترل ( $P=0/001$ ) از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون بود؛ به‌علاوه، تفاوت معنی دار بین گروهی در شاخص V-

جدول ۲. مقایسه شاخص‌های توصیفی و بررسی تغییرات شاخص‌های تن‌سنجی به‌دنبال ۱۲ هفته تمرینات هوازی و ترکیبی

شاخص	زمان	گروه		F	P-value بین گروهی
		هوازی Mean±SD	ترکیبی Mean±SD		
سن (سال)	پیش‌آزمون	56/80±2/86	56/20±2/94	0/207	0/814
قد (سانتی‌متر)	پیش‌آزمون	170/40±2/42	171/80±2/74	0/657	0/526
وزن (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	75/74±6/61	80/29±13/06		
	پس‌آزمون	# 72/37±6/56	# 76/84±13/09	27/698	** 0/001
<b>P-value درون گروهی</b>					
شاخص توده بدنی (کیلوگرم/متر مربع)	پیش‌آزمون	26/09±2/10	27/22±4/54		
	پس‌آزمون	# 24/92±2/05	# 26/02±4/55	27/068	** 0/001
<b>P-value درون گروهی</b>					
		* 0/001	* 0/003		

\* تفاوت معنی دار درون گروهی، \*\* تفاوت معنی دار بین گروهی، # تفاوت معنی دار با گروه کنترل.

جدول ۴. بررسی تغییرات عوامل خطر قلبی عروقی به دنبال ۱۲ هفته تمرینات هوازی و ترکیبی

شاخص	زمان	گروه	هوازی Mean±SD	ترکیبی Mean±SD	کنترل Mean±SD	F	P-value گروهی
CRP (پیکوگرم/امیلی لیتر)	پیش آزمون		۳/۷۰±۱/۱۸	۴/۲۱±۱/۷۵	۳/۹۵±۱/۶۹		
	پس آزمون		# ۱/۰۹±۰/۷۵	# ۲/۵۶±۱/۲۱	۳/۹۸±۱/۸۱	۵/۴۱۴	** ۰/۰۱۰
	P-value درون گروهی		* ۰/۰۰۷	* ۰/۰۰۶	* ۰/۰۰۳		
IL-6 (پیکوگرم/امیلی لیتر)	پیش آزمون		۱۸/۰۰±۶/۲۵	۲۰/۹۶±۵/۲۷	۱۸/۱۸±۵/۳۸		
	پس آزمون		# ۱۶/۱۱±۶/۹۴	# ۱۸/۲۷±۵/۷۶	۲۴/۰۳±۵/۵۲	۱۳/۶۶۵	** ۰/۰۰۱
	P-value درون گروهی		* ۰/۰۰۹	* ۰/۰۱۲	* ۰/۰۰۱		
V-CAM (پیکوگرم/امیلی لیتر)	پیش آزمون		۴۳۸۹/۲۰±۳۳۸/۴۶	۵۵۴۰/۷۰±۳۳۴/۴۹	۵۷۲۷/۶۶±۲۶۹/۵۴		
	پس آزمون		# ۲۹۳۳/۸۰±۳۰۸/۹۲	# ۴۲۹۳/۰۰±۳۴۶/۷۳	۶۲۲۷/۲۵±۲۵۶/۶۱	۶/۰۷۰	** ۰/۰۰۶
	P-value درون گروهی		* ۰/۱۲۳	* ۰/۰۱۸	* ۰/۱۹۲		
قند خون ناشتا (میلی گرم/ادسی لیتر)	پیش آزمون		۸۵/۵۰±۹/۹۵	۱۰۱/۱۰±۳۱/۸۱	۸۴/۶۶±۱۰/۹۵		
	پس آزمون		# ۷۷/۴۰±۷/۳۲	# ۸۹/۵۰±۱۹/۱۲	۸۹/۷۵±۸/۸۵	۶/۱۷۸	** ۰/۰۰۶
	P-value درون گروهی		* ۰/۰۱۶	* ۰/۰۴۶	* ۰/۱۱۳		
کلسترول (میلی گرم/ادسی لیتر)	پیش آزمون		۱۹۸/۳۰±۳۸/۷۸	۲۰۶/۸۰±۲۵/۵۰	۱۹۱/۰۸±۲۸/۷۴		
	پس آزمون		# ۱۷۶/۰۰±۳۳/۰۵	# ۱۸۵/۶۰±۳۱/۴۳	۲۱۰/۱۶±۳۶/۵۹	۱۱/۴۹۰	** ۰/۰۰۱
	P-value درون گروهی		* ۰/۰۰۲	* ۰/۰۰۴	* ۰/۰۲۵		
تری گلیسیرید (میلی گرم/ادسی لیتر)	پیش آزمون		۲۰۵/۳۰±۸۴/۷۶	۱۹۱/۰۰±۸۲/۳۳	۱۹۵/۱۶±۵۷/۶۷		
	پس آزمون		# ۱۶۷/۳۰±۶۹/۴۰	# ۱۵۵/۲۰±۵۷/۱۰	۲۳۱/۸۳±۷۳/۰۴	۹/۴۵۹	۰/۰۰۱
	P-value درون گروهی		* ۰/۰۳۱	* ۰/۰۴۵	* ۰/۰۱۴		
ALT (میلی گرم/ادسی لیتر)	پیش آزمون		۲۱/۹۰±۷/۴۰	۲۵/۲۰±۱۳/۵۳	۲۲/۰۸±۳/۴۵		
	پس آزمون		# ۲۱/۰۰±۶/۲۵	# ۲۳/۶۰±۸/۶۹	۲۲/۷۵±۴/۷۵	۰/۲۶۷	۰/۷۶۸
	P-value درون گروهی		* ۰/۶۰۹	* ۰/۶۷۷	* ۰/۵۱۰		
AST (میلی گرم/ادسی لیتر)	پیش آزمون		۲۰/۱۰±۷/۰۹	۲۴/۹۰±۱۴/۵۲	۱۹/۲۵±۶/۰۰		
	پس آزمون		# ۱۸/۶۰±۹/۹۳	# ۲۳/۹۰±۱۱/۱۲	۱۹/۰۰±۶/۹۲	۰/۰۷۳	۰/۹۳۰
	P-value درون گروهی		* ۰/۵۴۲	* ۰/۷۶۲	* ۰/۸۷۵		
HDL (میلی گرم/ادسی لیتر)	پیش آزمون		۴۰/۴۰±۶/۶۸	۴۴/۷۰±۸/۹۹	۴۷/۸۳±۳/۵۳		
	پس آزمون		# ۴۶/۶۰±۴/۶۴	# ۴۷/۹۰±۷/۷۵	۴۳/۵۰±۳/۳۱	۱۳/۳۸۳	** ۰/۰۰۱
	P-value درون گروهی		* ۰/۰۰۵	* ۰/۰۴۸	* ۰/۰۰۱		
LDL (میلی گرم/ادسی لیتر)	پیش آزمون		۱۲۳/۲۷±۱۴/۱۵	۱۳۸/۶۷±۱۶/۳۱	۱۱۶/۰۳±۱۵/۶۸		
	پس آزمون		# ۱۰۲/۹۵±۱۹/۷۸	# ۱۱۵/۹۷±۱۸/۳۰	۱۲۵/۲۵±۱۹/۷۳	۱۰/۱۸۸	** ۰/۰۰۱
	P-value درون گروهی		* ۰/۰۱۳	* ۰/۰۰۷	* ۰/۰۰۲		

\* تفاوت معنی دار درون گروهی، \*\* تفاوت معنی دار بین گروهی، # تفاوت معنی دار با گروه کنترل.

## بحث

کرد که ۱۰ هفته تمرین ترکیبی موجب کاهش وزن، شاخص توده بدنی و درصد چربی جانبازان می شود [۲۱]. روحی و همکاران (۱۴۰۰)، در پژوهشی نشان دادند که ۸ هفته تمرینات ترکیبی در خانه موجب بهبود معنی دار شاخص های ترکیب بدنی در جانبازان استان مازندران و همسران آن ها می شود [۲]. توفیقی و نوزادگجین (۱۳۹۲)، در پژوهشی گزارش کردند که ۱۲ هفته تمرینات هوازی موجب بهبود معنی دار درصد چربی جانبازان غیرفعال می شود [۲۲]. تمام مطالعات از نظر تأثیر تمرینات ترکیبی و هوازی بر وزن بدن و شاخص توده بدنی و شاخص های مرتبط با ترکیب بدن با پژوهش حاضر همسو هستند. ارتباط بین ترکیب بدنی و عوامل خطر قلبی عروقی کاملاً به تأیید رسیده است و سبک زندگی به عنوان عامل مهمی در وضعیت ترکیب بدنی شناخته می شود [۲]. درباره جانبازان نیز به خوبی مشخص شده است که کاهش فعالیت بدنی مرتبط با وضعیت فیزیکی موجب بروز چاقی و اضافه وزن می شود که عامل خطر بیماری های قلبی عروقی است [۲۲]. در جانبازان قطع عضو اندام تحتانی، از طرفی محدودیت های حرکتی ناشی از قطع عضو و از طرف دیگر، محدودیت های محیطی و اجتماعی

هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرینات هوازی و ترکیبی بالاتنه (هوازی مقاومتی) بر عوامل خطر قلبی عروقی جانبازان قطع عضو اندام تحتانی بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که وزن، شاخص توده بدنی، شاخص های التهابی (CRP و IL-6) و شاخص های متابولیکی (قند خون، کلسترول، تری گلیسیرید، HDL و LDL) به دنبال هر دو مداخله هوازی و ترکیبی نسبت به گروه کنترل بهبود معنی داری یافت؛ همچنین، V-CAM تنها در گروه تمرین ترکیبی نسبت به گروه کنترل بهبود معنی داری نشان داد. از طرفی، هیچ کدام از مداخلات تأثیر معنی داری بر AST و ALT نداشتند.

در پژوهش حاضر، وزن و شاخص توده بدنی در نتیجه تمرینات هوازی و ترکیبی به شکل معنی داری کاهش یافتند. در این زمینه، روحی و دیدی روشن (۱۳۹۸)، در پژوهشی نشان دادند که ۸ هفته تمرینات ترکیبی نظارت شده در خانه موجب کاهش معنی دار وزن جانبازان استان مازندران می شود [۲۰]. یعقوبی (۱۳۹۹)، در پژوهشی گزارش



مطالعاتی وجود دارند که گزارش کرده‌اند که تأثیرات تمرینات ورزشی بر وضعیت التهابی مستقل از کاهش درصد چربی نیز رخ می‌دهد [۲۶]. بر اساس این نظریه، تمرینات ورزشی طولانی مدت استقامتی و مقاومتی باعث کاهش غلظت سایتوکین‌های پیش‌التهابی، همچون IL-6، CRP و TNF- $\alpha$  و افزایش سایتوکین ضدالتهابی IL-10 می‌شود [۲۸].

دیگر نتیجه پژوهش حاضر بهبود معنی‌دار شاخص‌های متابولیکی (قند خون، کلسترول، تری‌گلیسیرید، HDL و LDL) در نتیجه تمرینات هوازی و ترکیبی بود. با وجود این، هیچ‌کدام از مداخلات تأثیر معنی‌داری بر AST و ALT نداشتند. بررسی نیم‌رخ لیپیدی روشی سنتی و البته کاربردی به‌منظور بررسی خطر بروز بیماری‌های قلبی عروقی است؛ اما در برخی از موارد، گزارش‌هایی نیز وجود دارند که حاکی از وقوع حوادث قلبی عروقی در افراد با سطوح طبیعی چربی‌های خون است [۷]. در زمینه تأثیرات تمرین ورزشی بر شاخص‌های متابولیکی جانبازان نیز مطالعات بسیار محدود است. مشخص شده است که ۱۶ هفته تمرین هوازی موجب بهبود معنی‌دار وضعیت متابولیکی در معلولان می‌شود [۱۷]. همچنین، مطالعه مروری سیستماتیک نشان می‌دهد که تمرینات هوازی برخلاف تمرینات مقاومتی بالاتنه نمی‌توانند سطوح قند خون، چربی‌های خون و فشار خون را در معلولان کاهش دهند [۱۹]. همچنین، در مطالعه‌ای مشاهده شده است که افراد پاراپلاژی با فعالیت بدنی کمتر، سطوح بالاتری از قند خون و تری-گلیسیرید و سطح پایین تری از HDL داشتند [۲۹]. افراد جانباز و دارای معلولیت خاص در مقایسه با افراد توانمند در معرض خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی و دیابت هستند [۱]. خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن قلبی عروقی در افرادی که دارای مجموعه‌ای از عوامل خطر مرتبط، از جمله چاقی، مقاومت به انسولین، دیس‌لیپیدمی، فشار خون بالا و سندرم کاردیومابولیک (CMS) هستند، افزایش می‌یابد [۱۹]. شواهدی قوی وجود دارند که نشان می‌دهند که ورزش مداخله متقابل مؤثری برای پیشگیری از بیماری مزمن و درمان عوامل خطر CMS در جمعیت توانمند است [۳۰]؛ با این حال، همان‌طور که جدیدترین بررسی سیستماتیک درباره تأثیر ورزش بر سلامت معلولان نتیجه گرفته است، پایه شواهد برای افراد معلول بسیار از جمعیت عمومی محدودتر است [۳۱]. یافته‌های پیشین یک مطالعه مروری نشان می‌دهد که تمرینات هوازی بالاتنه موجب بهبود ترکیب بدنی و حساسیت به انسولین می‌شود، با وجود این، تأثیر بر قند خون، پروفایل لیپیدی و فشار خون مشاهده نشده است؛ اما زمانی که تمرینات مقاومتی بالاتنه با تمرینات هوازی ترکیب شده است، نتایج نشان‌دهنده بهبود سطوح قند خون و پروفایل لیپیدی بوده است [۱۹]. نتایج مطالعه حاضر درباره تمرینات هوازی با مطالعات پیشین تناقض دارد؛ اما به‌طور کلی، در پژوهش حاضر نیز شاهد بهبود شاخص‌های ترکیب بدنی، پروفایل لیپیدی و قند خون به‌دنبال ۱۲ هفته تمرین بودیم. تمرین ورزشی حساسیت به انسولین را افزایش می‌دهد و در نتیجه، سطوح

موجب کاهش فعالیت بدنی، افزایش اضافه‌وزن و چاقی [۳] و در نهایت، افزایش خطر بیماری‌های قلبی عروقی می‌شود [۴]. از طرف مقابل، تمرینات ورزشی، به‌ویژه تمرینات ترکیبی، علاوه بر کاهش درصد چربی بدن موجب بهبود پروفایل لیپیدی، قند خون و کاهش التهاب می‌شود که به‌طور کلی، موجب کاهش خطر بیماری‌های قلبی عروقی می‌شود [۲۳].

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات هوازی و ترکیبی موجب بهبود معنی‌دار شاخص‌های التهابی همچون CRP و IL-6 می‌شود؛ همچنین، تمرینات ترکیبی موجب بهبود معنی‌دار V-CAM شد. در زمینه تأثیر تمرینات ورزشی بر شاخص‌های التهابی در جانبازان، مطالعات بسیار محدود است و بیشتر مطالعات انجام‌شده ورزشکاران جانباز و معلول را بررسی کرده‌اند و نه جانبازان غیرفعال. در این زمینه، هم‌سو با پژوهش حاضر، بابایی و یعقوبی (۱۳۹۹)، در پژوهشی گزارش کردند که ۱۰ هفته تمرین ترکیبی موجب کاهش معنی‌دار سطوح IL-6 جانبازان می‌شود [۲۱]. باکوم و همکاران (۲۰۱۵)، در یک مطالعه مروری سیستماتیک نشان دادند که فعالیت بدنی طولانی‌مدت موجب کاهش سطوح شاخص‌های التهابی، همچون CRP، IL-6 و فاکتور نکروز کننده تومورآلفا در معلولان می‌شود [۱۷]. اومیموتو و همکاران (۲۰۱۱)، از طرف مقابل نشان دادند که تمرینات ورزشی هرچند موجب بروز آسیب عضلانی در معلولان نمی‌شود، تأثیری بر وضعیت التهابی آنان نیز ندارد [۱۸]. آمارها نشان می‌دهند که خطر بروز بیماری‌های قلبی عروقی در جانبازان قطع عضو اندام تحتانی ۲ تا ۳ برابر بیشتر از هم‌تایان سالم خود است [۵]. از طرفی، آمارها نشان می‌دهند که مرگ‌ومیر جانبازان قطع عضو در نتیجه بیماری‌های قلبی عروقی نیز ۲ تا ۳ برابر بیشتر از همسالان سالم خودشان است [۵، ۶]. هرچند علت اصلی خطر بیشتر بیماری‌های قلبی عروقی در جانبازان قطع عضو اندام تحتانی به‌خوبی مشخص نشده است، می‌توان به عواملی همچون مقاومت به انسولین، تغییرات همودینامیک در اندام قطع عضو شده، استرس روانی و به‌ویژه التهاب سیستمیک و افزایش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک اشاره کرد [۶]. التهاب سیستمیک یکی از دلایل مهم بروز بیماری‌های قلبی عروقی در گروه‌های مختلف و جانبازان به‌شمار می‌رود [۲۴، ۲۵]. از طرف مقابل، تمرینات ورزشی به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم، سطوح شاخص‌های التهابی را کاهش می‌دهند. از طرفی، تمرینات ورزشی با کاهش درصد چربی موجب کاهش بیان گیرنده‌های شبه Toll (از جمله TLR2 و TLR4) در سلول‌های ایمنی [۲۶]، تضعیف و کاهش ماکروفاژهای M1 و سلول‌های T (CD8+) و همچنین، چندین سیگنال درون سلولی ضدالتهابی دیگر می‌شود که از التهاب سیستمیک جلوگیری می‌کند [۲۷]. از طرف دیگر، کاهش درصد چربی موجب می‌شود که برخی از نشانگرهای التهابی در گردش خون، مانند IL-6، CRP و TNF- $\alpha$  کاهش و از طرف مقابل، نشانگر التهابی دیگر همچون اینترلوکین ۱۰ (IL-10) افزایش یابد. همچنین،

پژوهش حاضر دارای محدودیت‌هایی نیز بود. یکی از محدودیت‌های مهم این است که در پژوهش حاضر، حجم نمونه به نسبت کم است که به دلیل هم‌زمانی انجام پژوهش با همه‌گیری کووید ۱۹ و ترس از ابتلا، استقبال جانبازان از پروتکل پژوهش کاهش یافت. همچنین، با توجه به محدودیت‌های اخلاقی و مالی قادر به اندازه‌گیری برخی دیگر از عوامل خطر قلبی عروقی در این مطالعه نبودیم که یکی دیگر از محدودیت‌های مطالعه حاضر است. کنترل نکردن تغذیه، زمان خواب و بیداری، داروهای مصرفی جانبازان و تأثیرات ناشی از افسردگی و اضطراب نیز می‌توانند سایر محدودیت‌های مطالعه حاضر باشند.

### نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرین هوازی بالاتنه به‌تنهایی و به‌صورت ترکیبی با تمرین مقاومتی بالاتنه تأثیرات درخور توجهی بر بهبود شاخص‌های ترکیب بدنی، پروفایل لیپیدی و التهابی در جانبازان قطع عضو اندام تحتانی دارد؛ بنابراین، برای جانبازان قطع عضو اندام تحتانی، تمرینات هوازی و ترکیبی بالاتنه می‌تواند مزایای بسیاری به‌منظور پیشگیری از بیماری‌های قلبی عروقی داشته باشد.

### سپاسگزاری

مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه دکتری تخصصی در دانشگاه آزاد واحد نجف‌آباد است (کد اخلاق IR.IAU.NAJAFABAD.REC.1400.048). تمام مراحل پژوهش را کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد به تأیید رسانده است. همچنین، از تمام جانبازانی که در این پژوهش همکاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

### تعارض منافع

هیچ‌گونه تضاد منافی از طرف هیچ‌یک از نویسندگان وجود ندارد.

HDL افزایش و سطوح کلسترول، تری‌گلیسیرید و LDL کاهش می‌یابد [۳۲]؛ همچنین، تمرینات هوازی و مقاومتی به‌طور مجزا با افزایش بیان و فعالیت انتقال‌دهنده گلوکز (GLUT4) موجب تعدیل اثرهای انسولین در تار عضلانی با و بدون تغییر در اندازه تار عضلانی می‌شوند [۳۰]. در واقع، انقباض عضلانی اثری شبه‌انسولینی ایفا می‌کند و گلوکز را برای تولید انرژی مصرف می‌کند و بنابراین، موجب کاهش قند خون می‌شود [۲]. تغییر در پروفایل لیپیدی نیز شامل دو دیدگاه کلی است: برخی معتقدند بهبود پروفایل لیپیدی در نتیجه کاهش درصد چربی و بهبود ترکیب بدنی در نتیجه ورزش رخ می‌دهد، برخی دیگر نیز بهبود پروفایل لیپیدی را ناشی از تغییرات هورمونی و سلولی مولکولی در نتیجه تمرین ورزشی می‌دانند. به نظر هر دو، مسیر در بهبود پروفایل لیپیدی مؤثر است [۳۳]. در پژوهش حاضر نیز بهبود ترکیب بدنی رخ داد و به نظر می‌رسد که با توجه به تغییرات شاخص‌های التهابی، تغییرات هورمونی نیز در بهبود پروفایل لیپیدی نقش داشته است.

دیگر نتیجه درخور توجه در پژوهش حاضر، افزایش معنی دار IL-6، کلسترول، تری‌گلیسیرید و LDL و کاهش معنی دار HDL در گروه کنترل بود. همان‌طور که پیش از این ذکر شد، به‌طور معمول جانبازان و معلولان به‌دلیل ویژگی‌های جسمی، دارای درجاتی از بی‌تحریکی هستند که خود عامل بروز التهاب و افزایش چربی‌های خون است [۳]. از طرف دیگر، با توجه به اینکه پژوهش حاضر در دوران همه‌گیری کووید ۱۹ اجرا شد، در این محدوده زمانی، بی‌تحریکی هم‌زمان با استرس و اضطراب ناشی از بیماری می‌تواند دلیل محکمی برای افزایش التهاب و چربی‌های خون باشد [۳۴، ۳۵]؛ بنابراین، از آنجاییکه گروه کنترل در طول مطالعه حاضر فعالیت معمول خود را انجام می‌دادند و هیچ‌گونه فعالیت ورزشی نداشتند، افزایش در شاخص‌های التهابی و چربی‌های خون طبیعی به نظر می‌رسد.

## References

- Kirkham AA, Power C, Pituskin E. Physical inactivity, adverse body composition, and cardiac function in breast cancer survivors: triple jeopardy?: American College of Cardiology Foundation Washington DC; 2022.
- Mardaniyan Ghahfarrokhi M, Habibi A, Alizadeh AA, Negaresh R, Mohammad Shahi M, Earnest CP. BDNF and orexin-A response to aerobic exercise are moderated by the meal consumption before exercise in overweight men: Effect of high-carbohydrate, high-protein and high-fat meals. *Sci Sports*. 2020;35(4):228-236. DOI: 10.1016/j.scispo.2020.01.011
- Rohi H, Shad N, Dabidi Roshan V. Design and evaluation of effect 8-week home-base combined exercise on visceral obesity and cardiovascular function of veterans from different regions of Mazandaran province and their wives: a strategy to reduce inactivity during the covid-19 pandemic. *J Mil Med*. 2022; 23(11):901-912.
- Pedrinolla A, Cavedon V, Milanese C, Barbi C, La Ginestra F, Giuriato G, et al. Vascular and skeletal muscle remodeling: beyond physical inactivity. *FASEB J*. 2022;36.
- Naschitz J, Lenger R. Why traumatic leg amputees are at increased risk for cardiovascular diseases. *QJM*. 2008; 101(4):251-259. DOI: 10.1093/qjmed/hcm131 PMID: 18281705
- Mann S, Beedie C, Jimenez A. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. *Sports Med*. 2014;44(2):211-221. DOI: 10.1007/s40279-013-0110-5 PMID: 24174305
- Lee Y, Park S, Lee S, Kim Y, Kang MW, Cho S, et al. Lipid profiles and risk of major adverse cardiovascular events in CKD and diabetes: a nationwide population-based study. *PLoS One*. 2020;15(4):e0231328. DOI: 10.1371/journal.pone.0231328 PMID: 32271842
- Mason JC, Libby P. Cardiovascular disease in patients with chronic inflammation: mechanisms underlying premature cardiovascular events in rheumatologic conditions. *Eur Heart J*. 2015;36(8):482-489. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu403 PMID: 25433021
- Singh T, Morris D, Smith S, Moxon J, Golledge J. Systematic review and meta-analysis of the association between C-reactive protein and major cardiovascular events in patients with peripheral artery disease. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2017;54(2):220-233. DOI: 10.1016/j.ejvs.2017.05.009 PMID: 28666785



10. Patterson CC, Smith AE, Yarnell JW, Rumley A, Ben-Shlomo Y, Lowe GD. The associations of interleukin-6 (IL-6) and downstream inflammatory markers with risk of cardiovascular disease: the Caerphilly Study. *Atherosclerosis*. 2010;**209**(2):551-557. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2009.09.030 PMID: 19836021
11. Escobedo J, Buitron L, Zdrate L, Morales F, Espinoza E, Mendez A, et al. Inflammatory markers and silent myocardial ischemia in type 2 diabetes. *Can J Diabetes*. 2009;**33**(3):293-294. DOI: 10.1016/S1499-2671(09)33274-8
12. Chin T, Sawamura S, Fujita H, Nakajima S, Oyabu H, Nagakura Y, et al. Physical fitness of lower limb amputees. *Am J Phys Med Rehabil*. 2002;**81**(5):321-325. DOI: 10.1097/00002060-200205000-00001 PMID: 11964571
13. Lee LS, Hitzig SL, Mayo A, Devlin M, Dilkas S, MacKay C. Factors influencing physical activity among individuals with lower limb amputations: a qualitative study. *Disabil Rehabil*. 2023;**45**(9):1461-1470. DOI: 10.1080/09638288.2022.2065539 PMID: 35452590
14. Theodorou AA, Panayiotou G, Volaklis KA, Douda HT, Paschalis V, Nikolaidis MG, et al. Aerobic, resistance and combined training and detraining on body composition, muscle strength, lipid profile and inflammation in coronary artery disease patients. *Res Sports Med*. 2016;**24**(3):171-184. DOI: 10.1080/15438627.2016.1191488 PMID: 27258806
15. Dâmaso AR, da Silveira Campos RM, Caranti DA, de Piano A, Fisberg M, Foschini D, et al. Aerobic plus resistance training was more effective in improving the visceral adiposity, metabolic profile and inflammatory markers than aerobic training in obese adolescents. *J Sports Sci*. 2014;**32**(15):1435-1445. DOI: 10.1080/02640414.2014.900692 PMID: 24730354
16. Neefkes-Zonneveld CR, Bakkum AJ, Bishop NC, van Tulder MW, Janssen TW. Effect of long-term physical activity and acute exercise on markers of systemic inflammation in persons with chronic spinal cord injury: a systematic review. *Arch Rehabil Res Clin Transl*. 2015;**96**(1):30-42. DOI: 10.1016/j.apmr.2014.07.006 PMID: 25064781
17. Bakkum AJ, Paulson T, Bishop N, Goosey-Tolfrey V, Stolwijk-Swuste JM, van Kuppevelt DJ, et al. Effects of hybrid cycle and handcycle exercise on cardiovascular disease risk factors in people with spinal cord injury: a randomized controlled trial. *J Rehabil Med*. 2015;**47**(6):523-530. DOI: 10.2340/16501977-1946 PMID: 25960403
18. Umemoto Y, Furusawa K, Kouda K, Sasaki Y, Kanno N, Kojima D, et al. Plasma IL-6 levels during arm exercise in persons with spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2011;**49**(12):1182-1187. DOI: 10.1038/sc.2011.74 PMID: 21788952
19. Farrow M, Nightingale TE, Maher J, McKay CD, Thompson D, Bilzon J. Effect of exercise on cardiometabolic risk factors in adults with chronic spinal cord injury: a systematic review. *Arch Rehabil Res Clin Transl*. 2020;**101**(12):2177-2205. DOI: 10.1016/j.apmr.2020.04.020 PMID: 32445849
20. Rohi H, Dabidi Roshan V. The effect of home-based monitored exercise protocol on cardio-respiratory parameters and physical activity of veterans of Mazandaran province. *J Sports Biosci*. 2020;**11**(4):393-411. DOI: 10.22059/jsb.2019.283090.1346
21. Yaghoubi A. The effect of combined training on serum level of interleukin 6 and some pulmonary parameters in chemical veterans caused by mustard gas. *Nafas Journal*. 2021;**7**(4) 60-69.
22. Tofighi A, Nozad-Gajini J. Effect of aerobic exercises on general health and serotonin values of inactive veterans. *Res Sport Med Tech*. 2016;**21**:75-86.
23. Ghazanfari Z, Ghazanfari T, Araghizadeh H, Soroush MR, Yaraee R, Mahdavi MRV, et al. Physical activity of the civilian chemical victims of Sardasht 20 years after sulfur mustard exposure. *Toxin Rev*. 2009;**28**(1):48-53. DOI: 10.1080/15569540802691960
24. Zhang J, Chen L, Delzell E, Muntner P, Hillegeass WB, Safford MM, et al. The association between inflammatory markers, serum lipids and the risk of cardiovascular events in patients with rheumatoid arthritis. *Ann Paediatr Rheumatol*. 2014;**73**(7):1301-1308. DOI: 10.1136/annrheumdis-2013-204715 PMID: 24796336
25. Guarner V, Rubio-Ruiz ME. Low-grade systemic inflammation connects aging, metabolic syndrome and cardiovascular disease. *Interdiscip Top Gerontol*. 2015;**40**:99-106. DOI: 10.1159/000364934 PMID: 25341516
26. Gonzalo-Encabo P, Maldonado G, Valadés D, Ferragut C, Pérez-López A. The role of exercise training on low-grade systemic inflammation in adults with overweight and obesity: A systematic review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;**18**(24):13258. DOI: 10.3390/ijerph182413258 PMID: 34948868
27. Kawanishi N, Mizokami T, Yano H, Suzuki K. Exercise attenuates M1 macrophages and CD8+ T cells in the adipose tissue of obese mice. *Exerc Sport Mov*. 2013;**45**(9):1684-1693.
28. Ma F, Liu X, Li D, Wang P, Li N, Lu L, et al. MicroRNA-4661 upregulates IL-10 expression in TLR-triggered macrophages by antagonizing RNA-binding protein tristetraprolin-mediated IL-10 mRNA degradation. *J Immunol*. 2010; 184(11): 6053-6059.
29. Manns PJ, McCubbin JA, Williams DP. Fitness, inflammation, and the metabolic syndrome in men with paraplegia. *Arch Rehabil Res Clin Transl*. 2005;**86**(6):1176-1181. DOI: 10.1249/MSS.0b013e31828ff9c6 PMID: 23954991
30. Banitalebi E, Mardaniyan Ghahfarrokhi M, Faramarzi M, Earnest CP. Sprint interval training vs. combined aerobic+ resistance training in overweight women with type 2 diabetes. *J Sports Med Phys Fitness*. 2020;**61**(5):712-724. DOI: 10.23736/S0022-4707.20.11105-8 PMID: 33269876
31. Farrow M, Nightingale TE, Maher J, McKay CD, Thompson D, Bilzon JL. Effect of exercise on cardiometabolic risk factors in adults with chronic spinal cord injury: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil*. 2020;**101**(12):2177-2205.
32. Rashidi Z, Beigi R, Mardaniyan Ghahfarrokhi M, Faramarzi M, Banitalebi E, Jafari T, et al. Effect of elastic band resistance training with green coffee extract supplementation on adiposity indices and TyG-related Indicators in obese women. *Obes Med*. 2021;**24**:100351. DOI: 10.1016/j.obmed.2021.100351
33. Ahmadi A, Moheb-Mohammadi F, Navabi ZS, Dehghani M, Heydari H, Sajjadi F, et al. The effects of aerobic training, resistance training, combined training, and healthy eating recommendations on lipid profile and body mass index in overweight and obese children and adolescents: A randomized clinical trial. *ARYA Atheroscler*. 2020;**16**(5):226-234. DOI: 10.22122/arya.v16i5.1990 PMID: 33889189
34. Mattioli AV, Sciomer S, Cocchi C, Maffei S, Gallina S. Quarantine during COVID-19 outbreak: Changes in diet and physical activity increase the risk of cardiovascular disease. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2020;**30**(9):1409-1417. DOI: 10.1016/j.numecd.2020.05.020 PMID: 32571612
35. Mardaniyan Ghahfarrokhi M, Banitalebi E, Faramarzi M, Ghorbanpoor Dashtaki M, Earnest CP. 2019 novel coronavirus: emphasis on maintaining optimal levels of physical activity under self-quarantine conditions. *Epidemiol Health System J*. 2020;**7**(2):49-51. DOI: 10.34172/ijer.2020.09