

Investigating the effect of Eight weeks of TRX training on some cardiovascular and muscular responses in male and female Athletes shooting after CPT

Hasan Sharafniya Chegeni ¹, Ahmad Mohammadi Moghaddam^{1*2}, Parvaneh Mohammadi Moghaddam ³

1. Department of Physical Education, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran

2. Assistant Professor, Department of Physical Education, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran

3. Teacher in the Office of Education, Education Department of Lorestan, Aleshtar, Iran

Received: 06 March 2024; Accepted: 16 June 2024, Published: 20 December 2024

Abstract

Background: This study looked at the effects of Eight weeks of TRX training on some cardiovascular and muscular responses in male and female athletes shooting after cold pressor test.

Materials and Methods: Forty healthy subjects with a history of professional activity in the sport of shooting were included in the present study. The samples randomly were divided into two control groups (10 males and 10 females) and two exercise groups (10 males and 10 females). Cardiovascular responses were heart rate, blood pressure, and pulse pressure, which were measured during the CPT protocol. Also, muscular response was assessed by hand muscular tremor (MT) test.

Results: The results showed that there is a significant difference in the average heart rate before and after exercise in both male and female groups ($p=0/002$, $p=0/001$). In the muscular response section in both male and female groups, there was a significant difference in the average Maximum displacement and average frequency ($p=0/001$ $p=0/030$, $p=0/042$ $p=0/033$). In the field of gender difference, the research findings showed that the effect size was weak in both cardiovascular and muscular parameters and no significant difference was observed between male and female athletes.

Conclusion: TRX training improves some cardiovascular and muscular responses to cold pressor test in male and female shooters. Accordingly, it seems that this type of exercise can moderate physiological responses to environmental stress.

Key words: Physiological Stress, Autonomic Nervous System, muscle tremor

¹. Corresponding author

Mohammadi Moghaddam A

Address: Department of Physical Education, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran

Tel: 09166973156

Email: ammoghaddam67@yahoo.com

بررسی اثر هشت هفته تمرین تی آر ایکس بر برخی پاسخ‌های قلبی عروقی و عضلانی در ورزشکاران مرد و زن تیراندازی متعاقب تست فشار سرما

حسن شرف نیا چگنی^۱، احمد محمدی مقدم^{۱*}، پروانه محمدی مقدم^۲

۱. گروه تربیت بدنی، واحد خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم‌آباد، ایران

۲. استادیار، گروه تربیت بدنی، واحد خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم‌آباد، ایران

۳. دبیر آموزش و پرورش، اداره کل آموزش و پرورش لرستان، الشتر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۲/۱۶، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۳/۲۷، تاریخ چاپ: ۱۴۰۳/۹/۳۰

چکیده

مقدمه: این پژوهش به بررسی آثار هشت هفته تمرین تی آر ایکس بر برخی پاسخ‌های قلبی عروقی و عضلانی در ورزشکاران مرد و زن تیراندازی متعاقب تست فشار سرما، پرداخته است.

مواد و روش‌ها: ۴۰ آزمودنی سالم که دارای سابقه فعالیت حرفه‌ای در ورزش تیراندازی بودند در پژوهش حاضر شرکت کردند. نمونه‌ها به طور تصادفی به دو گروه کنترل (۱۰ مرد و ۱۰ زن) و دو گروه تمرین (۱۰ مرد و ۱۰ زن) تقسیم شدند. پاسخ‌های قلبی عروقی شامل، ضربان قلب، فشار خون و فشار نبض بود که در طی پروتکل CPT اندازه‌گیری شدند. همچنین پاسخ عضلانی با تست لرزش عضلانی دست سنجش گردید.

نتایج: یافته‌ها نشان داد در هر دو گروه مرد و زن اختلاف معناداری در میانگین ضربان قلب پیش و پس از تمرین وجود دارد ($p=0/001$, $p=0/002$). در بخش پاسخ عضلانی در هر دو گروه مرد و زن، اختلاف معناداری در میانگین حداکثر جابجایی و بسامد متوسط پیش و پس از تمرین وجود داشت ($p=0/001$, $p=0/030$, $p=0/042$, $p=0/033$). در زمینه تفاوت جنسیتی، یافته‌های پژوهش نشان داد که در هر دو پارامترهای قلبی عروقی و عضلانی اندازه اثر در حد ضعیف بوده و اختلاف معنی‌داری بین ورزشکاران مرد و زن مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: تمرینات TRX موجب بهبود برخی پاسخ‌های قلبی عروقی و عضلانی به تست فشار سرما در زنان و مردان تیرانداز می‌شود. بر همین اساس، به نظر می‌رسد این نوع از تمرینات می‌تواند پاسخ‌های فیزیولوژیک به استرس محیطی را تعدیل کند.

واژه‌های کلیدی: استرس فیزیولوژیک، دستگاه عصبی خودمختار، لرزش عضلانی

^۱. نویسنده مسوول

احمد محمدی مقدم

نشانی: گروه تربیت بدنی، واحد خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم‌آباد، ایران

تلفن: ۰۹۱۶۶۹۷۳۱۵۶

ایمیل: ammoghaddam67@yahoo.com

مقدمه

ارزیابی پاسخ فیزیولوژیکی فرد به فشار، می‌تواند در بررسی وضعیت سلامتی وی مفید باشد. تست فشار سرما (CPT)^۱ یک چنین عامل فشاری است و عموماً شامل غوطه‌ور کردن دست (۱) و پا (۲) تا مچ در آب نزدیک به دمای انجماد برای مقدار مشخصی از زمان و پیگیری پاسخ فیزیولوژیکی وی است. این آزمون موجب تحریک قلبی عروقی می‌شود که با افزایش در ضربان قلب (HR) (۳)، فشار خون سیستولی (SBP) و فشار خون دیاستولی (DBP) (۴) نشان داده می‌شود. این پیامدها حاصل فعالسازی سیستم عصبی سمپاتیک (SNS) و خنثی سازی سیستم عصبی پاراسمپاتیک (PNS) هستند (۵). مطالعات قبلی آثار CPT بر کنترل سیستم عصبی خودمختار (ANS) را با استفاده از شاخص‌های زیستی مانند تغییر پذیری ضربان قلب (۶) اندازه گرفته‌اند، با این حال پاسخ‌های ضربان قلب و فشار خون (BP) به CPT نسبت به دیگر متغیرهای قلبی عروقی معتبرتر به نظر می‌رسند. این پاسخ‌های فیزیولوژیکی پایدار، همراه با ساده و ارزان بودن آزمون CPT آن را به یک گزینه مناسب در مدیریت آسیب و اختلالات قلبی و عروقی تبدیل نموده است (۷).

واکنش بیش از حد دستگاه قلبی عروقی نسبت به استرس، یک عامل خطر مهم برای توسعه فشار خون و بیماری‌های قلبی عروقی است. از طرفی بیان شده است که بالا رفتن فشار خون در پاسخ به تست فشار سرما با افزایش خطر فشار خون و بیماری قلبی عروقی در ارتباط است. تست فشار سرما (CPT) به عنوان یک آزمون برای سنجش پاسخ فشار خون به محرک سرمای خارجی، در تحقیقات پیشین برای ارزیابی واکنش قلبی عروقی به استرس در نمونه‌های دارای فشار خون طبیعی و بالا به کار گرفته شده است (۸). جالب‌تر اینکه بر خلاف افزایش سیگنال‌های انقباض عروق از طریق افزایش عمومی در فعالیت اعصاب سمپاتیک در زمان CPT، عروق کرونری در افراد گشاد می‌شوند. محققان پیشنهاد کرده‌اند که پاسخ نسبی وازوموتور در عروق کرونر پیش‌بینی‌کننده رویدادهای آتی قلبی عروقی (انفارکتوس میوکارد و سکته) است (۹). تا کنون، CPT برای پیش‌بینی رویدادهای قلبی عروقی در افرادی با ناراحتی‌های مزمن قلبی عروقی مختلف استفاده شده است، با این حال کاربرد بالینی CPT از این گسترده‌تر است چرا که شواهد اولیه نشان دهنده کاهش پاسخ قلبی عروقی به CPT در افراد مبتلا به ضربه مغزی است (۱۰). با توجه به وجود استرس‌های مختلف فیزیکی و دمایی در ورزش، شایسته است که پاسخ‌های فیزیولوژیکی به CPT پس از دوره‌های حاد و طولانی تمرین در ورزشکاران بررسی شود. پژوهش‌های پیشین در این حوزه عموماً محدود به ارزیابی تأثیر تمرینات حاد هوازی و ایزومتریک (۱۱) بر پاسخ فیزیولوژی نسبت به CPT در مردان سالم هستند. با وجود این، آثار اشکال مختلف تمرین بی‌هوازی روشن نشده است. تا کنون تعدادی از عوامل از جمله سن، جنسیت، سطح فشار خون پایه و فعالیت بدنی شناسایی شده‌اند که با اثر فشاری CPT همبستگی دارند (۱۲). از طرفی افراد سیاه پوست فشار خون بالاتری در پاسخ به تحریک سرمای نسبت به سفید پوستان از خود نشان داده‌اند (۹). همچنین، در دو مورد از مطالعات گزارش شد که مردان فشار خون بالاتری نسبت به زنان در واکنش به CPT داشتند (۱۳) در حالی که در یک مطالعه دیگر زنان فشار خون بالاتری در واکنش به CPT داشتند (۱۴). شواهد پیشین نشان می‌دهد بین مردان و زنان تفاوت‌هایی در فعالیت سیستم خودمختار وجود دارد. به طوری که در زنان مکانیسم‌های انقباض عروق از طریق بتا آدرنرژیک شدیدتر است که این امر انقباض عروق آلفا آدرنرژیک را به تأخیر می‌اندازد و در نتیجه در زنان رابطه‌ای ضعیف بین فعالیت عصب سمپاتیک عضله و مقاومت محیطی کلی وجود دارد در حالی که در مردان چنین نیست (۱۵). تا کنون مطالعات اندکی تفاوت‌های جنسیتی در پاسخ‌های

^۱ Cold Pressor Test

قلبی عروقی و عصبی به CPT را بررسی کرده‌اند (۱۶). همچنین، هنوز روشن نیست که پاسخ قلبی عروقی به CPT در جامعه مردان و زنان سالم یک خصیصه ثابت و وجودی است یا با تمرین می‌توان آنرا تغییر داد.

علاوه بر این، لرزش عضلانی را بعنوان انقباضات ریتمیک و غیرارادی عضلات که منجر به حرکات تکانی در یک یا چند بخش بدن می‌گردد، می‌شناسیم. از طرفی، بارزترین تظاهر نويز عضلانی لرزش وضعیتی است. (۱۷). میدانیم که رشته تیراندازی، ورزشی است که نیاز به ثبات و دقت بالا دارد. بهبود آمادگی قلبی عروقی و عضلانی و تکنیک‌های روان‌شناختی برای کنترل انگیزتگی راهکارهای عمومی هستند که توسط مربیان توصیه می‌شود تا عملکرد این دسته از ورزشکاران بهبود یابد. رابطه بین اضطراب، ضربان قلب و کارایی تیراندازی غیرقابل انکار است. این بدان معنی است که سطوح اضطراب بالاتر، ضربان قلب را افزایش می‌دهد و باعث لرزش عضلانی و تأثیرات منفی بر عملکرد تیراندازی می‌شود (۱۸). در تیراندازی با توجه به اینکه پرتابه در یک خط کاملاً مستقیم پرواز نمی‌کند، برای اصابت تیر به هدف تصمیمات انسانی از اهمیت زیادی برخوردار است. اگر هدف پنج سانتی‌متری در فاصله ۱۰ متری قرار داشته باشد، تنها سه دهم درجه انحراف لوله تفنگ باعث از دست دادن هدف می‌شود. مهارت هدف‌گیری به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است و به دو جزء تکانه اولیه (از پیش برنامه‌ریزی شده) و مرحله کنترل حسی (کنترل فعلی) تقسیم می‌شود. ثبات در تیراندازی احتمالاً بیشتر با حالت "کنترل فعلی" مرتبط است، اما تیراندازی شامل یک ویژگی اضافی مهم است، و آن اینکه سوژه زمانی که در جهت صحیح اشاره می‌کند باید تصمیم بگیرد و در همان لحظه با فشار ماشه تصمیم خود را عملی کند (۱۹). اگر یک دست دراز شده به دقت مشاهده شود، مشخص می‌شود که ثابت نیست، بلکه در یک حالت مداوم حرکت جزئی قرار دارد. علت این لرزش‌ها احتمالاً تلاش‌های سیستم عصبی برای تنظیم موقعیت است. به طور همزمان، نوسانات کوچکتر و فرکانس بالاتر وجود دارد. این مولفه بسیار ریتمیک‌تر است و حداکثر اندازه آن در فرکانس بین ۷ تا ۱۱ هرتز است. اندازه لرزش فیزیولوژیکی در هر فردی از زمان به زمان متفاوت است، اما محتوای فرکانس بسیار پایدارتر است (۲۰). در مطالعه‌ای که به مقایسه لرزش عضلانی تیراندازان حرفه‌ای بریتانیا با افراد عادی همسن پرداخته شد، محققان شاهد لرزش عضلانی کمتر در تیراندازان نخبه بودند. لذا بیان می‌شود که لرزش عضلانی پایین یک پیش‌نیاز ضروری برای موفقیت در فعالیت تیراندازی است (۲۱).

با توجه به موارد گفته شده و عدم اطلاعات منسجم و کافی روشن، مطالعه حاضر قصد دارد شکاف تحقیقاتی در این زمینه را پر کند. از اینرو ما بر آن شدیم تا تأثیر هشت هفته تمرینات TRX بر برخی پاسخ‌های قلبی عروقی و عضلانی در ورزشکاران مرد و زن تیرانداز متعاقب تست CPT را ارزیابی کنیم. در واقع، ما سعی نمودیم تا تفاوت‌های جنسیتی را از نظر پاسخ‌های قلبی عروقی و عضلانی به آزمون فشار سرما پس از تمرینات TRX مورد بررسی قرار دهیم. به بیان دیگر، این تحقیق در پی آن است که با به کارگیری آزمون فشار سرما موجب تحریک سمپاتیکی در ورزشکاران تیرانداز گردد و پاسخ‌های قلبی عروقی و عضلانی این افراد پس از انجام هشت هفته تمرین TRX به تحریک سمپاتیکی ارزیابی نماید. در حقیقت با ارائه یک دوره مداخله تمرینی (تمرینات TRX) تلاش کند تا این پاسخ‌ها را تعدیل و در انتها تفاوت‌های جنسیتی در این زمینه را پاسخگو باشد. یکی از مزایای تمرینات TRX که در تحقیق حاضر به طور غیر مستقیم مورد ارزیابی می‌گیرد سازگاری دستگاه عصبی خودمختار قلب است. این امر از طریق اجرای یک پروتکل CPT و همچنین ارزیابی سازگاری‌های قلبی عروقی ورزشکاران تیرانداز به CPT صورت می‌گیرد. همچنین از آنجا که آزمودنی‌های مطالعه حاضر ورزشکاران حرفه‌ای تیراندازی بودند این پژوهش از این جنبه هم دارای نوآوری بوده و تا میزانی که ما مطلع هستیم نمونه مشابهی تا زمان شروع پژوهش برای آن یافت نشد.

روش و موادها

با توجه به ماهیت موضوع و اهدافی که در این پژوهش دنبال گردید، نوع پژوهش کاربردی و به دلیل استفاده از آزمودنی‌های انسانی و عدم امکان کنترل همه جانبه و محدود ساختن آنان، روش پژوهش حاضر نیمه‌تجربی بود که با در نظر گرفتن محدودیت‌های پژوهش، با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون همراه با گروه کنترل اجرا گردید. جامعه آماری تحقیق حاضر شامل کلیه تیراندازان حرفه‌ای استان تهران با سابقه حداقل پنج سال تمرین و در دامنه سنی ۲۵ تا ۴۰ سال بود. ۴۰ تیرانداز داوطلب به روش خوشه‌ای به عنوان نمونه در دسترس به روش تصادفی ساده در چهار دسته: گروه شاهد مرد (۱۰ نفر)، گروه شاهد زن (۱۰ نفر)، گروه تجربی مرد (۱۰ نفر) و گروه تجربی زن (۱۰ نفر) تخصیص داده شدند. برای انجام پژوهش حاضر، اطلاعات باشگاه‌های تیراندازی استان تهران از فدراسیون تیراندازی جمهوری اسلامی ایران اخذ و از بین پنج باشگاه برتر سطح استان، نمونه‌هایی به صورت تصادفی انتخاب شدند. پس از ارسال دعوت نامه شرکت در تحقیق برای آنان، نهایتاً از بین افرادی که اعلام آمادگی نمودند ۴۰ نفر به طور تصادفی ساده، انتخاب شدند. از آزمودنی‌ها خواسته شد از ۱۲ ساعت پیش از هر جلسه آزمون‌گیری، از مصرف کافئین، الکل و نیز شرکت در فعالیت بدنی شدید خودداری کرده و از خوردن مواد غذایی از سه ساعت مانده به آزمون‌ها اجتناب نمایند. معیار ورود به تحقیق عبارت از، سن مابین ۲۵ تا ۴۰ سال، عدم سابقه فشار خون بالا، عدم بیماری‌های قلبی عروقی تنفسی، عصبی عضلانی، و داشتن حداقل پنج سال فعالیت حرفه‌ای در رشته تیراندازی بود. بدلیل در معرض تست فشار سرما قرار گرفتن آزمودنی‌ها، همه آن‌ها از نظر عدم ابتلا به بیماری به ویژه بیماری‌های قلبی عروقی و تنفسی توسط پزشک متخصص مورد بررسی قرار گرفتند. معیارهای خروج احتمالی نیز شامل یک مورد یا بیشتر واکنش منفی به تمرین، عدم توانایی در درک راهنمایی‌ها و عدم اجرای تمرینات و پروتکل آزمون فشار سرما بود که خوشبختانه نمونه‌ای این معیارها را در طی پژوهش نداشت. همچنین در فرمی دیگر اطلاعات مربوط به سوابق پزشکی شرکت‌کنندگان جمع‌آوری شد تا در صورت وجود هرگونه بیماری عصبی، قلبی عروقی یا تنفسی که باعث به خطر افتادن سلامتی آنها در اثر تمرینات و یا آزمون فشار سرما می‌شود از شرکت آنها جلوگیری شود. علاوه بر این، قد، وزن و ویژگی‌های دموگرافیک آنها ثبت شد. فرایند گردآوری اطلاعات به این صورت بود که در ابتدا، ۴۸ ساعت پیش از شروع اولین جلسه تمرینی، پیش‌آزمون انجام گرفت. سپس آزمودنی‌های گروه تمرینی به مدت هشت هفته تمرینات TRX را انجام دادند. در نوبت بعد ۴۸ ساعت پس از پایان پروتکل تمرینات، اندازه‌گیری‌های پس‌آزمون انجام شد.

اجرای آزمون CPT

آزمون CPT با قرار دادن دست غیرغالب شرکت‌کننده تا میچ در یک لگن آب یخ با دمای دو درجه سانتی‌گراد برای دو دقیقه انجام گرفت. دمای آب لگن توسط دماسنج (Beurer, Model: FT09) مورد سنجش قرار گرفت. دست تا میچ به طور کامل در آب غوطه ور و انگشتان در حالت باز شده از هم بود (۲۲). در این پژوهش پاسخ‌های فیزیولوژیکی قلبی عروقی شامل ضربان قلب^۱، فشار خون^۲، فشار نبض^۳ و عضلانی (لرزش عضلانی^۴) در فاصله سه نوبت، بلافاصله پیش از شروع تست فشار سرما، یک دقیقه پس از شروع تست فشار سرما و درست پیش از پایان این تست سنجش و بیشترین اختلاف (دلتا) آن‌ها ثبت شد. از همه شرکت‌کنندگان خواسته شد تا طی CPT میزان درد ادراک شده را در مقیاس لیکرت از ۰ (بدون درد) تا ۱۰ (بالاترین دردی که تا بحال حس نموده) نمره دهی

¹RHR: Resting Heart Rate

²BP: Blood pressure

³PP: Pulse Pressure

⁴MT: Muscle Tremor

کنند. در این مقیاس میزان درد گزارش شده، شش و زیر شش سطح مطلوبی از فشار سرمایی را نشان داد که برای آزمودنی‌ها قابل تحمل بود. محیط آزمون تا حد امکان ساکت نگهداشته شد و تعاملات بین آزمون‌گیرنده و شرکت‌کننده در حداقل ممکن بود (تنها پرسیدن از شرکت‌کننده در مورد درد، راحتی و موارد مربوط به پژوهش). از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا طی CPT تا حد ممکن بی‌حرکت باشند.

سنجش فاکتورهای فیزیولوژیکی

در مطالعه حاضر ضربان قلب و فشار خون با دستگاه مچی دیجیتال ساخت شرکت beurer آلمان اندازه‌گیری شد. همچنین فشار نبض از اختلاف عدد سیستول و دیاستول، بدست آمد. علاوه بر این قد آزمودنی‌ها به وسیله متر نواری FiberGlass با دقت ۰/۱ سانتی متر اندازه‌گیری گردید. وزن آزمودنی‌ها به وسیله ترازوی دیجیتال مارک SECA ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۱ کیلوگرم اندازه‌گیری شد.

سنجش لرزش عضلانی

برای سنجش لرزش عضلانی از روش‌های آنالیز حرکت (تصویربرداری دیجیتالی) استفاده گردید (۲۳). سیستم مورد استفاده برای این کار شامل یک دوربین دیجیتالی تصویربرداری مدل TRV356E (ساخت شرکت سونی) و نرم افزار ویژه تحلیل بود (۲۴). در این روش، فرد دستکشی نخ‌ی به دست می‌پوشد که در نوک انگشتان آن نشانگرهای رنگی کاغذی نصب شده است. پس از تصویربرداری از لرزش به مدت ۱۰ ثانیه، اطلاعات تصویری به رایانه منتقل می‌شود. توسط برنامه‌ای که با نرم افزار Lab View نوشته شده است اطلاعات مربوط به هر پیکسل از تصاویر، در سه بایت ذخیره می‌شود که هر بایت داده مربوط به یکی از سه رنگ اصلی (قرمز، سبز و آبی) است. به این صورت، نرم‌افزار ویژه تحلیل با شناسایی نشانگرها و تعیین موقعیت آن‌ها در صفحه حرکت منحنی‌های موقعیت هر نشانگر را بر حسب زمان ترسیم می‌کند. با مشتق‌گیری عددی از این منحنی بر حسب زمان، منحنی سرعت حرکت در دو راستای عمود بر هم (صفحه حرکت) محاسبه و نمایش داده می‌شود. همچنین با مشتق‌گیری از منحنی سرعت بر حسب زمان، منحنی شتاب نیز به دست می‌آید. برنامه با شمارش نقاط حداکثر نمودار موقعیت بر حسب زمان و تقسیم این عدد بر کل زمان حرکت، بسامد متوسط حرکت را نیز محاسبه می‌کند.

پروتکل تمرینی

روش تمرینی مورد استفاده در این مطالعه، تمرینات TRX بود. این فعالیت شامل تمرین با یک بند چتر بازی و دو دسته که هیچ‌گونه کشی در آن به کار نرفته است بود. فرد با آویزان شدن از آن و با وزن بدن خود می‌تواند هرگونه حرکات و تمرینات کامل آمادگی جسمانی را با کمترین خطر انجام دهند. برنامه تمرینی به مدت هشت هفته، هر هفته سه جلسه و هر جلسه ۸۰ دقیقه اجرا گردید. هر جلسه تمرین شامل ۱۰ دقیقه دقیقه گرم کردن، انجام حرکات اصلی به مدت ۶۵ دقیقه و پنج دقیقه حرکات کششی به منظور سرد نمودن بود. حرکات در سه نوبت با استراحت بین هر نوبت یک دقیقه و استراحت بین هر حرکت دو دقیقه انجام شد. این تمرینات با شدتی معادل ۶۵ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه در مقیاس بورگ ۱۰ رتبه‌ای، یعنی در دامنه درک فشار پنج تا هشت لحاظ گردید. (۲۵). تمرینات تی آر ایکس انجام شده در پژوهش حاضر در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. برنامه تمرینات TRX در تحقیق حاضر

تمرینات جلسه ۱-۳-۵-۷	تمرینات جلسه ۲-۴-۶-۸
۱ شنای سوئدی تی آر ایکس	قایقی تک دست تی آر ایکس
۲ پرس سینه تی آر ایکس	پرس سینه ایستاده تی آر ایکس
۳ قایقی تی آر ایکس	اسکات تی آر ایکس
۴ جلو بازو تی آر ایکس	کوهنورد معکوس تی آر ایکس
۵ لانچ تی آر ایکس	پل تی آر ایکس
۶ پلانک از بغل تی آر ایکس	اسکات تک پا تی آر ایکس
۷ کرانچ و جلو بازو تی آر ایکس	کرانچ و جلو بازو تی آر ایکس

از اثرات مهم این تمرینات بهبود هماهنگی عصب عضله، قدرت و استقامت عضلانی است (۲۶). اما در زمینه تأثیر این تمرینات بر پاسخ‌های قلبی عروقی تحقیقات محدودی انجام شده است (۲۷). به همین دلیل این شیوه تمرینی در تحقیق حاضر استفاده گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از آمار توصیفی و استنباطی و با استفاده از نرم افزار Spss (نسخه ۲۴) انجام گرفت. در قسمت آمار توصیفی از میانگین و انحراف استاندارد جهت توصیف ویژگی‌های نمونه‌های تحقیق استفاده شد. برای ترسیم نمودارها از برنامه Excel استفاده گردید. در آمار استنباطی به منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلکس و برای بررسی تجانس واریانس‌ها آزمون لون به کار گرفته شد. همچنین برای مقایسه میانگین‌ها در گروه‌های تحقیق از آزمون تحلیل واریانس یک راهه و برای مقایسه تاثیر جنسیت از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده گردید. سطح معنی‌داری پنج صدم در نظر گرفته شد.

ملاحظات اخلاقی

در پژوهش حاضر اصول اعلامیه هلسینکی رعایت گردید. افراد شرکت‌کننده به منظور انصراف از پژوهش حاضر کاملاً مختار بوده و در هر مرحله از پژوهش که دیگر قادر به تحمل شدت تمرین و یا تست فشار سرما نبودند، می‌توانستند آزادانه از ادامه فعالیت سر باز زنند. همچنین افرادی که دارای بیماری‌های قلبی عروقی یا هرگونه بیماری بودند که آنها را از ورزش و فعالیت بدنی منع می‌نمود، در این مطالعه شرکت داده نشدند. علاوه بر این، ضمن بازگو نمودن خطرات احتمالی، پیش از اجرای دوره، رضایت‌نامه شرکت در پژوهش را که شامل بندهای: هدف پژوهش، شرکت کاملاً داوطلبانه در پژوهش، مدت کل دوره پژوهش، آزادی در انصراف از شرکت در طرح در هر زمان از پروتکل، صداقت در تکمیل فرم اولیه و پرسشنامه‌ها، تعهد پژوهشگر به محفوظ نگه‌داشتن اطلاعات و نتایج فردی پژوهش بود، مطالعه و امضاء نمودند. همچنین این پژوهش در سامانه پژوهش‌یار دانشگاه آزاد اسلامی با کد رهگیری ۱۶۲۴۶۹۱۴۶ ثبت شده است.

یافته‌ها

ویژگی‌های جمعیت شناختی آزمودنی‌ها به تفکیک گروه‌های پژوهش در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد آزمودنی‌های پژوهش

تعداد	شاخص توده بدن	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی متر)	سن (سال)	
۱۰	۲۵/۳۶	۷۲/۳±۲/۲	۱۶۵/۱±۱/۵	۳۱/۶±۲/۶	کنترل زن
۱۰	۲۳/۳۷	۷۵/۵±۲/۴	۱۷۶/۸±۳/۱	۳۲/۹±۳/۳	کنترل مرد
۱۰	۲۶/۶۰	۷۶/۹±۲/۵	۱۶۳/۹±۲/۲	۳۳/۱±۳/۰	آزمایش زن
۱۰	۲۳/۷۰	۷۱/۱±۳/۲	۱۷۵/۱±۲/۵	۳۳/۳±۲/۴	آزمایش مرد

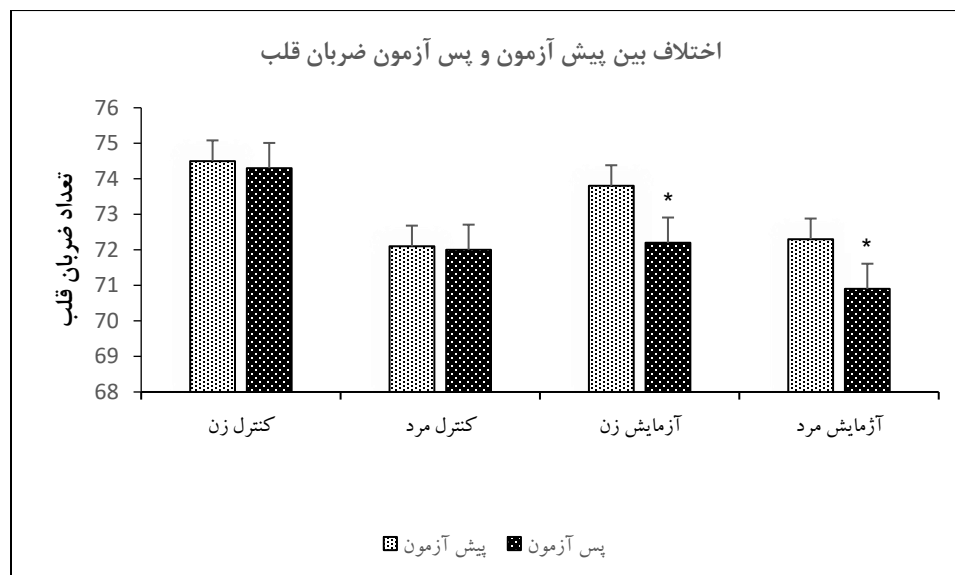
با توجه به نتایج بدست آمده در جدول ۳ و ۴ تمرینات تی آر ایکس، از میان فاکتورهای قلبی عروقی بر روی ضربان قلب آزمودنی‌های مرد و زن اثر معناداری داشته است ($P < 0.05$). در نمودار ۱ نیز نشان داده شده است که ضربان قلب در دو گروه مرد و زن به طور معناداری پس از تمرین کاهش یافت است.

جدول ۳. نتایج پاسخ‌های قلبی عروقی در مردان

متغیر	مرحله سنجش	میانگین	آماره t	sig
ضربان قلب (RHR)	قبل از تمرین	۷۲/۳	۴/۹۲۸	*۰/۰۰۲
	پس از تمرین	۷۰/۹		
فشار خون سیستولی	قبل از تمرین	۱۱/۹	۰/۸۹۵	۰/۴۸۷
	پس از تمرین	۱۱/۳		
فشار خون دیاستولی	قبل از تمرین	۷/۸	۰/۳۷۴	۰/۷۶۹
	پس از تمرین	۷/۷		
فشار نبض (PP)	قبل از تمرین	۵۲/۹	۱/۰۲۲	۰/۳۴۲
	پس از تمرین	۵۲/۱		

جدول ۴. نتایج پاسخ‌های قلبی عروقی در زنان

متغیر	مرحله سنجش	میانگین	آماره t	sig
ضربان قلب (RHR)	قبل از تمرین	۷۳/۸	۵/۱۱۶	*۰/۰۰۱
	پس از تمرین	۷۲/۰		
فشار خون سیستولی	قبل از تمرین	۱۱/۵	۱/۵۳۳	۰/۲۶۳
	پس از تمرین	۱۱/۱		
فشار خون دیاستولی	قبل از تمرین	۷/۳	۰/۸۱۲	۰/۶۸۸
	پس از تمرین	۷/۴		
فشار نبض (PP)	قبل از تمرین	۵۱/۶	۱/۱۹۲	۰/۱۷۴
	پس از تمرین	۵۰/۹		



نمودار ۱. اختلاف بین پیش آزمون و پس آزمون ضربان قلب در گروه‌های پژوهش

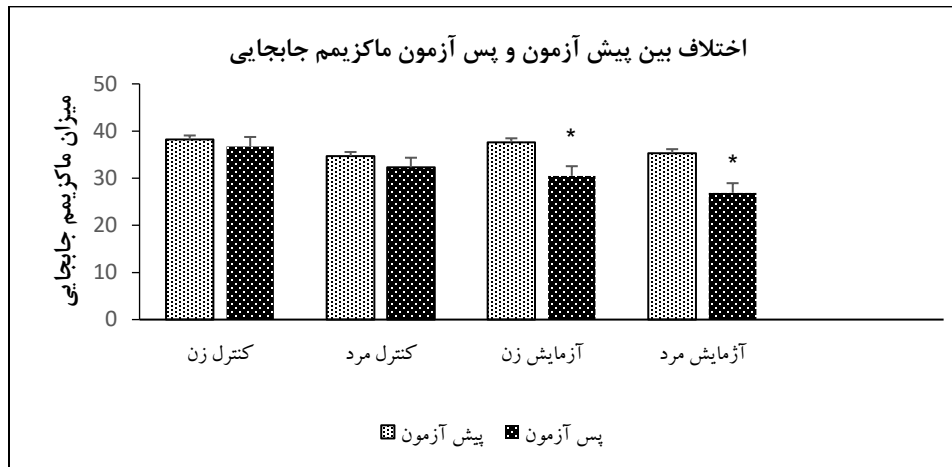
با توجه به یافته‌های بدست آمده در جدول ۵ و ۶ تمرینات تی آر ایکس، از میان فاکتورهای پاسخ عضلانی بر روی دو شاخص حداکثر جابجایی و بسامد متوسط اثر معناداری داشته است ($P < 0.05$). در نمودار ۲ و ۳ نیز نشان داده شده است که حداکثر جابجایی و بسامد متوسط در دو گروه مرد و زن به طور معناداری پس از تمرین کاهش یافت است.

جدول ۵. نتایج پاسخ‌های عضلانی در مردان

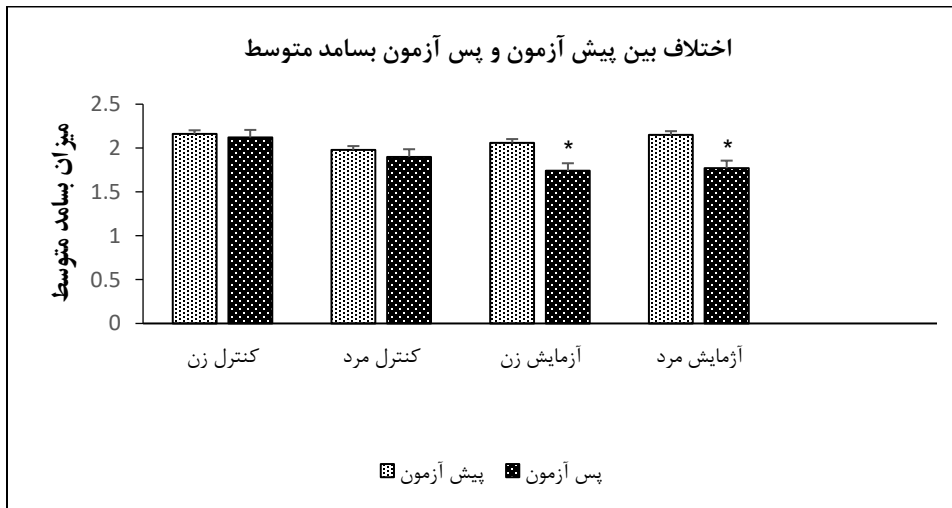
متغیر	مرحله سنجش	میانگین	آماره t	sig
حداکثر جابجایی	قبل از تمرین	۳۵/۳	۶/۲۷۵	* / ۰.۰۰۱
	پس از تمرین	۲۶/۹		
حداکثر سرعت	قبل از تمرین	۷/۳	۲/۵۱۱	۰/۰۷۸
	پس از تمرین	۶/۴		
بسامد متوسط	قبل از تمرین	۲/۱۵	۳/۱۸۹	* / ۰.۰۳۰
	پس از تمرین	۱/۷۷		

جدول ۶. نتایج پاسخ‌های عضلانی در زنان

متغیر	مرحله سنجش	میانگین	آماره t	sig
حداکثر جابجایی	قبل از تمرین	۳۷/۶	۳/۱۹۰	* / ۰.۰۴۲
	پس از تمرین	۳۰/۵		
حداکثر سرعت	قبل از تمرین	۷/۲	۱/۲۹۵	۰/۴۶۸
	پس از تمرین	۶/۵		
بسامد متوسط	قبل از تمرین	۲/۰۶	۳/۳۱۱	* / ۰.۰۳۳
	پس از تمرین	۱/۷۴		



نمودار ۲. اختلاف بین پیش آزمون و پس آزمون حداکثر جابجایی در گروه‌های پژوهش



نمودار ۳. اختلاف بین پیش آزمون و پس آزمون بسامد متوسط در گروه‌های پژوهش

همانطور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود از آنجا که برای پاسخ‌های قلبی عروقی (ضربان قلب، فشار خون و فشار نبض) اندازه اثر به ترتیب به میزان $\eta^2 = 0/383$ ، $\eta^2 = 0/158$ و $\eta^2 = 0/312$ است، این امر نشان می‌دهد که اندازه اثر برای آزمون تحلیل کوواریانس در حد ضعیف بوده لذا اختلاف بین آزمودنی‌های مرد و زن در پارامترهای قلبی عروقی معنادار نمی‌باشد.

جدول ۷. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای تفاوت پاسخ‌های قلبی عروقی در زنان و مردان

مجموع مجذور نوع III	درجه آزادی	مجذور میانگین	F	sig	η^2	ضربان
۲۰/۴۳۷	۱	۲۰/۴۳۷	۸/۴۸۶	۰/۵۰۳	۰/۳۸۳	گروه
۱۴۰/۰۵۶	۳۷	۶/۸۳۹	-	-	-	قلب

بررسی اثر هشت هفته تمرین تی آر ایکس بر برخی پاسخ‌های قلبی عروقی و عضلانی در ورزشکاران مرد و زن ...

فشار	گروه	۱۱/۵۱۴	۱	۱۱/۵۱۴	۴/۹۷۱	۰/۷۲۲	۰/۱۵۸
خون	خطا	۱۵۸/۲۲۷	۳۷	۴/۷۷۲	-	-	-
فشار	گروه	۱۶/۲۴۸	۱	۱۶/۲۴۸	۶/۵۷۵	۰/۴۸۵	۰/۳۱۲
نبض	خطا	۱۹۳/۵۲۳	۳۷	۲/۱۸۶	-	-	-

همچنین همانگونه که در جدول ۸ مشاهده می‌شود از آنجا که برای پاسخ‌های عضلانی (حداکثر جابجایی، حداکثر سرعت و بسامد متوسط) اندازه اثر به ترتیب به میزان $\eta^2 = 0/296$ ، $\eta^2 = 0/314$ و $\eta^2 = 0/179$ است این امر نشان می‌دهد که اندازه اثر برای آزمون تحلیل کوواریانس در حد ضعیف بوده لذا اختلاف بین آزمودنی‌های مرد و زن در پارامترهای پاسخ عضلانی هم معنادار نمی‌باشد.

جدول ۸. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای تفاوت پاسخ‌های عضلانی در زنان و مردان

مجموع مجذور نوع III	درجه آزادی	مجذور میانگین	F	sig	η^2		
۱۲/۶۱۸	۱	۱۲/۶۱۸	۳/۴۸۶	۰/۶۴۸	۰/۲۹۶	حداکثر	گروه
۹۸/۰۵۶	۳۷	۲/۸۳۹	-	-	-	جابجایی	خطا
۱۴/۷۲۲	۱	۱۴/۷۲۲	۴/۹۷۱	۰/۵۹۳	۰/۳۱۴	حداکثر	گروه
۷۵/۶۸۹	۳۷	۳/۵۳۸	-	-	-	سرعت	خطا
۹/۰۸۶	۱	۹/۰۸۶	۱/۵۷۵	۰/۷۹۳	۰/۱۷۹	بسامد	گروه
۹۰/۵۲۳	۳۷	۱/۱۸۶	-	-	-	متوسط	خطا

بحث و نتیجه‌گیری

نظر به پیچیدگی‌هایی که پاسخ سیستم قلبی - عروقی به فعالیت‌های بدنی مقاومتی دارد، توجه به این سیستم و تأثیرپذیری آن از تمرین برای ورزشکاران و حتی غیر ورزشکاران اهمیت بالایی دارد. در هنگام فعالیت، ضربان قلب، حداکثر اکسیژن مصرفی و حجم خون پمپ شده در هر ضربه افزایش می‌یابد (۲۸). اخیراً تمرینات TRX به ویژه برای افرادی که با کمبود زمان مواجه هستند امکانی را فراهم کرده است که با صرف حداقل زمان اقدام به انجام فعالیت‌های مقاومتی کنند تا از مزایای سلامتی آن بهره‌مند شوند. این تمرینات به خاطر عدم نیاز به امکانات پر هزینه، فضای کمتر و همچنین درصد آسیب پایین، مورد توجه قرار گرفته است. بر اساس مطالعات قبلی، این تمرینات باعث بهبود متابولیسم هوازی و بی‌هوازی عضلانی، افزایش عملکرد ورزشی، بهبود شاخص‌های فعالیت سمپاتیکی و استحکام شریانی می‌شود (۲۹). نتایج پژوهش ما تغییر معنی‌داری در برخی پارامترهای قلبی عروقی و عضلانی در ورزشکاران مرد و زن تیرانداز بدنبال هشت هفته تمرینات TRX بر پاسخ‌های قلبی عروقی و عضلانی نسبت به CPT را نشان داد. تمرینات TRX از بین پاسخ‌های قلبی عروقی به CPT بر ضربان قلب تأثیر معناداری داشت. با این حال این تمرینات بر فشار خون و فشار نبض در مواجهه با CPT تأثیر معناداری نداشت که این یافته در هر دو جنسیت مرد و زن مشابه بود. با این وجود نتایج متضادی هم در این زمینه وجود دارد. ممکن است روش‌های تمرینی، ویژگی‌های آزمودنی‌ها، عدم کنترل کامل تغذیه در نتایج حاصل از تمرینات تأثیر گذار باشد (۳۰). در تمرینات TRX می‌توان شدت فشار در حرکات را با توجه به زاویه و جهت بدن تنظیم نمود. با توجه به یافته‌های تحقیق در بخش پاسخ عضلانی، اختلاف میانگین دو پارامتر پاسخ عضلانی قبل و پس از تمرین مشاهده می‌شود.

لذا تمرینات TRX در زنان و مردان تیرانداز بر پاسخ عضلانی آنها به CPT تأثیر معناداری داشته است. در تمرینات TRX باید فرد ابتدا نحوه انجام تمرینات را بداند تا هنگام اجرا بار اضافی به بدن خود تحمیل نکند و از مصدومیت های احتمالی جلوگیری شود. تکنیک های تمرینی در TRX به ویژه برای حرکت دادن مرکز بدن طراحی شده اند. در هر حرکت سایر عضلات نیز درگیر می شوند و مقاومت بدن بسیار بالا خواهد بود. از این رو، در تحقیق حاضر تمرینات زیر نظر یک مربی با تجربه و دارای صلاحیت انجام شد تا تمامی حرکات طبق اصول علمی انجام شود. در تمرینات TRX به علت آویزان شدن از بند و حفظ تعادل، فرد کالری زیادی را در ساعت با توجه به نوع برنامه می سوزاند. این روش تمرینی تمام شرایطی که در آمادگی جسمانی لازم می باشد از جمله استقامت، قدرت، چابکی، انعطاف پذیری و تعادل را به طور همزمان تقویت می کند (۳۱). با این حال در رابطه با تأثیر این تمرینات بر پاسخ های عضلانی مانند لرزش عضلانی اطلاعات کافی وجود ندارد. در تحقیق حاضر سه پارامتر مهم لرزش عضلانی (حداکثر جابجایی، حداکثر سرعت و بسامد متوسط) در تیراندازهای مرد و زن اندازه گیری شد.

شایان ذکر است، یکی از مهمترین فاکتورها برای عملکرد موفقیت آمیز در تیراندازی کنترل لرزش دست است که اصولاً به طور صد در صدی قابل دستیابی نیست. در تحقیقات قبلی اثر مثبت تمرینات مقاومتی در کاهش نوسانات قامتی نشان داده شده است اما تأثیر تمرینات TRX بر کاهش لرزش عضلانی در دست تیراندازها مورد توجه محققان قرار نگرفته بود (۳۲). یافته های تحقیق حاضر نشان داد که هشت هفته تمرین TRX توانست بهبود معناداری در حداکثر جابجایی و بسامد متوسط از پارامترهای لرزش عضلانی ایجاد کند. در تحقیق رضانی و حسینی (۲۰۱۹) هشت هفته تمرین مقاومتی در تیراندازها توانست تغییرات شیب فعالیت عضلانی و میزان خستگی عضلات و دقت هدف گیری را بهبود دهد که در فرم وضعیت ایستادن ممتد که استراحت وجود نداشت تأثیر بهتری مشاهده شد که از جنبه بهبود عملکرد با یافته های تحقیق حاضر همسو بود (۳۲). مطالعات قبلی نشان داده است که فاکتورهای سیستم عصبی تا ۴ هفته پس از شروع تمرین تغییر می کنند ولی هشت هفته پس از تمرین این فاکتور هیپرتروفی عضلانی است که باعث تقویت عضلات و در نتیجه عملکرد مربوطه می شود. بنابراین، اگر کاهش لرزش مشاهده شده در این مطالعه تحت تأثیر فعالیت عضلانی باشد، ممکن است با افزایش تعداد واحدهای حرکتی، افزایش و همگام تر شدن فرکانس شلیک، کاهش فعالیت عضلات آنتاگونیست و بهبود هماهنگی با مفصل واسطه شده باشد (۳۳).

در این تحقیق، یک مورد از پارامترهای مورد ارزیابی یعنی ضربان قلب در واکنش به CPT بعد از هشت هفته تمرین TRX با کاهش معناداری روبرو شد. اما فشار خون و فشار نبض در واکنش به CPT بعد از یک دوره تمرین تغییر معناداری نداشتند. واکنش بیش از حد قلبی عروقی نسبت به استرس یک عامل خطر مهم برای توسعه بیماری های قلبی عروقی به شمار می رود. از طرفی بیان شده است که بالا رفتن فشار خون در پاسخ به تست فشار سرما با افزایش خطر فشار خون و بیماری قلبی عروقی در ارتباط است. تست فشار سرما (CPT) به عنوان یک آزمون برای سنجش پاسخ فشار خون به محرک سرمای خارجی، در تحقیقات قبلی برای ارزیابی واکنش قلبی عروقی به استرس در نمونه های دارای فشار خون طبیعی و بالا به کار گرفته شده است (۸). محققان پیشنهاد کرده اند که پاسخ نسبی وازوموتور در عروق کرونر پیش بینی کننده رویدادهای آتی قلبی عروقی (مانند انفارکتوس میوکارد و سکته) است (۹). تاکنون، CPT برای پیش بینی رویدادهای قلبی عروقی در افرادی با ناراحتی مزمن های قلبی عروقی مختلف استفاده شده است، با این حال کاربرد بالینی CPT از این گسترده تر است چرا که شواهد اولیه نشان دهنده کاهش پاسخ قلبی عروقی به CPT در افراد مبتلا به ضربه مغزی است و این افت پاسخ قلبی عروقی به CPT احتمالاً ناشی از اختلال ناشی از ضربه مغزی در سیستم عصبی خودمختار است این افراد است (۱۰). پژوهش های اندکی به ارزیابی این موضوع پرداخته اند که چگونه پاسخ فیزیولوژیکی به CPT

می‌تواند در افراد سالم تغییر کند. با توجه به وجود استرس‌های مختلف فیزیکی و دمایی در ورزش، ارزیابی پاسخ‌های فیزیولوژیکی به CPT پس از تمرین در ورزشکاران باید بررسی شود. یافته‌های تحقیق حاضر حاکی از تغییر معنادار برخی این پاسخ‌های فیزیولوژیکی در ورزشکاران تیراندازی است. اما نتایج تحقیق در خصوص اختلاف ورزشکاران زن و مرد در زمینه پاسخ‌های قلبی عروقی و عضلانی به CPT پس از یک دوره تمرین TRX تفاوت معناداری را نشان نداد. بیان این نکته ضروری است که بر خلاف تحقیقات پیشین، در مطالعه حاضر از ورزشکاران تیرانداز حرفه‌ای استفاده گردید که سبب شد اثر بخشی مداخله‌ای تمرین (TRX) بر حرکات اصلی تیراندازی به طور واقعی مشخص شود (۳۳). با این وجود، تأثیر تمرین بر لرزش دست صرفاً بر اساس اطلاعات به‌دست‌آمده توسط آنالیز حرکت (تصویربرداری دیجیتالی) مورد قضاوت قرار گرفت و تغییرات فیزیولوژیکی عضلات مرتبط ناشناخته ماند. گفتنی است بدلیل کمبود مطالعات مشابه نمیتوان نتایج را بطور دقیق با یافته‌های پیشین مقایسه نمود.

نتیجه‌گیری کلی

در تحقیق حاضر تمرینات TRX موجب بهبود معناداری در برخی شاخص‌های قلبی عروقی و عضلانی به CPT در ورزشکاران تیراندازی شد. بر این اساس، به نظر می‌رسد که تمرینات TRX به واسطه ایجاد سازگاری‌های دستگاه عصبی خودمختار در ورزشکاران تیراندازی می‌تواند واکنش‌های فیزیولوژیکی به استرس‌های محیطی را تعدیل کند. در تحقیق حاضر از آزمون فشار سرما برای ایجاد استرس بهره گرفته شد که در تحقیقات پیشین بیشتر کاربردهای بالینی آن بررسی شده بود. بنابراین با توجه به اینکه تمرینات TRX حاضر موجب کاهش ضربان قلب و بهبود لرزش عضلانی در واکنش به CPT در ورزشکاران تیراندازی گردید و از آنجا که هر چه ضربان قلب و لرزش عضلانی بالاتر باشد دقت ورزشکار در عملکرد تیراندازی پایین می‌آید، می‌توان استفاده از این تمرینات را در ورزشکاران مذکور توصیه نمود. همچنین در این زمینه به منظور پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود اثر سایر روش‌های تمرینی بر پاسخ‌های قلبی عروقی نسبت به CPT بررسی شود. همچنین توصیه می‌شود که همین پژوهش در ورزشکاران دیگر رشته‌های ورزشی که بهبود پاسخ‌های قلبی عروقی و عضلانی برای آن‌ها حائز اهمیت است، انجام گیرد.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از تمامی افرادی که ما را در انجام بهتر این مهم یاری نموده‌اند، کمال قدردانی و سپاسگزاری را داریم. پژوهش حاضر مستخرج از پایان‌نامه نویسنده اول مقاله می‌باشد.

حامی مالی

این مقاله حامی مالی نداشت و کل هزینه پژوهش توسط نویسندگان مقاله تأمین گردید.

عدم تعارض منافع

نویسندگان مقاله حاضر عدم تعارض منافع را در نوشتار و ارسال آن اعلام می‌نمایند. علاوه بر این، جملگی با تایید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

منابع

1. Streff A, Kuehl LK, Michaux G, Anton F. Differential physiological effects during tonic painful hand immersion tests using hot and ice water. *European journal of pain*. 2010;14(3):266-72. doi.org/10.1016/j.ejpain.2009.05.011.
2. Bachmann P, Zhang X, Larra MF, Rebeck D, Schönbein K, Koch KP, Schächinger H. Validation of an automated bilateral feet cold pressor test. *International Journal of Psychophysiology*. 2018; 124:62-70. doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2017.10.013
3. Vianna LC, Sales AR, da Nóbrega AC. Cerebrovascular responses to cold pressor test during static exercise in humans. *Clinical physiology and functional imaging*. 2012;32(1):59-64. doi.org/10.1111/j.1475-097X.2011.01055.x
4. Mourot L, Bouhaddi M, Regnard J. Effects of the cold pressor test on cardiac autonomic control in normal subjects. *Physiological research*. 2009;58(1). doi.org/10.33549/physiolres.931360.
5. Wirch JL, Wolfe LA, Weissgerber TL, Davies GA. Cold pressor test protocol to evaluate cardiac autonomic function. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*. 2006;31(3):235-43. doi.org/10.1139/h05-018.
6. Gouloupoulou S, Fernhall B, Kanaley JA. Hemodynamic responses and linear and non-linear dynamics of cardiovascular autonomic regulation following supramaximal exercise. *European Journal of Applied Physiology*. 2009. 105:525-31. doi.org/10.1007/s00421-008-0930-4.
7. Hutchison MG, Mainwaring L, Senthinathan A, Churchill N, Thomas S, Richards D. Psychological and physiological markers of stress in concussed athletes across recovery milestones. *Journal of head trauma rehabilitation*. 2017;32(3):38-48. doi.org/10.1097/HTR.0000000000000252.
8. Zhao Q, Gu D, Lu F, Mu J, Wang X, Ji X, Hu D, Ma J, Huang J, Li J, Chen J. Blood pressure reactivity to the cold pressor test predicts hypertension among Chinese adults: The GenSalt study. *American journal of hypertension*. 2015;28(11):1347-54. doi.org/10.1093/ajh/hpv035.
9. Johnson BD, Sackett JR, Schlader ZJ, Leddy JJ. Attenuated cardiovascular responses to the cold pressor test in concussed collegiate athletes. *Journal of athletic training*. 2020;55(2):124-31. doi.org/10.4085/1062-6050-573-18.
10. Reed EL, O'Leary MC, Sackett JR, Schlader ZJ, Leddy JJ, Johnson BD. Cardiovascular responses to the cold pressor test are correlated with resting cerebral blood flow in healthy controls and concussed athletes. *The FASEB Journal*. 2019;33(S1):838-21. doi.org/10.1096/fasebj.2019.33.1_supplement.838.21.
11. Geleris P, Stavratsi A, Boudoulas H. Effect of cold, isometric exercise, and combination of both on aortic pulse in healthy subjects. *The American journal of cardiology*. 2004;93(2):265-7. doi.org/10.1016/j.amjcard.2003.09.059.
12. Youssef M, Ghassemi A, Carvajal Gonczi CM, Kugathasan TA, Kilgour RD, Darlington PJ. Low baseline sympathetic tone correlates to a greater blood pressure change in the cold pressor test. *Aerospace medicine and human performance*. 2018;89(6):503-9. doi.org/10.3357/AMHP.4943.2018.
13. LeBlanc J, Cote J, Dulac S, Dulong-Turcot F. Effects of age, sex, and physical fitness on responses to local cooling. *Journal of Applied Physiology*. 1978;44(5):813-7. doi.org/10.1152/jappl.1978.44.5.813.
14. Srivastava RD, Kumar M, Shinghal R, Sahay AP. Influence of age and gender on cold pressor response in Indian population. *Indian J Physiol Pharmacol*. 2010;54(2):174-8. PMID: 21090536.
15. Joyner MJ, Wallin BG, Charkoudian N. Sex differences and blood pressure regulation in humans. *Experimental physiology*. 2016;101(3):349-55. doi.org/10.1113/EP085146.

16. Hogarth AJ, Mackintosh AF, Mary DA. Gender-related differences in the sympathetic vasoconstrictor drive of normal subjects. *Clinical Science*. 2007;112(6):353-61. doi.org/10.1042/CS20060288.
17. Loh SK, Lim JZ, Pan JW, Aziz L, Lee M, Kong PW. 2021. Air pistol shooting: Upper limb muscle activation between training and simulated competition. *Sports Biomechanics*, 1-12. doi.org/10.1080/14763141.2021.1975812.
18. Goldschmied N, Raphaeli M, Moothart S, Furley P. Free throw shooting performance under pressure: a social psychology critical review of research. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*. 2022;20(5):1397-415. doi.org/10.1080/1612197X.2021.1979073.
19. Açıkada C, Hazır T, Asçı A, Aytar SH, Tınazcı C. 2019. Effect of heart rate on shooting performance in elite archers. *Heliyon*, 5(3): e 01428. doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01428.
20. Lakie M. The influence of muscle tremor on shooting performance. *Experimental physiology*. 2010;95(3):441-50. doi.org/10.1113/expphysiol.2009.047555.
21. Tang WT, Zhang WY, Huang CC, Young MS, Hwang IS. 2008. Postural tremor and control of the upper limb in air pistol shooters. *Journal of Sports Sciences*, 26(14): 1579-1587. doi.org/10.1080/02640410802287063.
22. Pouwels S, Van Genderen ME, Kreeftenberg HG, Ribeiro R, Parmar C, Topal B, and et al. Utility of the cold pressor test to predict future cardiovascular events. *Expert review of cardiovascular therapy*. 2019;17(4):305-18. doi.org/10.1080/14779072.2019.1598262.
23. Hess CW, Pullman SL. Tremor: clinical phenomenology and assessment techniques. *Tremor and other hyperkinetic movements*. 2012;2. doi.org/10.7916/D8WM1C41.
24. Lauk M, Timmer J, Lücking CH, Honerkamp J, Deuschl G. A software for recording and analysis of human tremor. *Computer methods and programs in biomedicine*. 1999;60(1):65-77. doi.org/10.1016/S0169-2607(99)00012-7.
25. Heltne T, Welles C, Riedl J, Anderson H, Howard A. Effects of TRX versus Traditional Training Programs on Core Endurance and Muscular Strength. 2013. <http://digital.library.wisc.edu/1793/67181>.
26. Janot J, Heltne T, Welles C, Riedl J, Anderson H, Howard A, and et al. Effects of TRX versus traditional resistance training programs on measures of muscular performance in adults. *Journal of Fitness Research*. 2013;2(2):23-38. doi.org/10.1249/01.mss.0000493944.82425.a8.
27. Akbarpour Beni M, Alishirazi M. The Effects of TRX and Traditional Resistance Training on Some of Cardiovascular Risk Factors in Sedentary Women. *J Vessel Circ* 2021; 2 (2) :85-92. doi.org/10.32598/JVC.2.2.91.1.2.
28. Joyner MJ, Dominelli PB. Central cardiovascular system limits to aerobic capacity. *Experimental physiology*. 2021;106(12):2299-303. doi.org/10.1113/EP088187.
29. Akbarpour Beni M, Maleki G, Samari Z. Comparison the effect of TRX and traditional resistance training on responses some indices of muscle damage of soccer player. *Journal of Exercise & Organ Cross Talk*. 2021;1(2):77-85. doi.org/10.22034/JEOCT.2021.296752.1011.
30. Saadatian A, Sahebalzamani M, Amiri Khorasani MT, Karimi MT, Sadeghi M. Effect of Two Types of Exercises on the Strength Ratio of Shoulder Muscles in Overhead Athletes with Shoulder Impingement Syndrome. *Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation*. 2019;8(3):45-55. (In Persain). doi.org/10.22038/JPSR.2019.28470.1736.
31. Arazi H, Malakoutinia F, Izadi M. Effects of eight weeks of TRX versus traditional resistance training on physical fitness factors and extremities perimeter of non-athlete underweight females. *Physical Activity Review*. 2018; 6:73-80. doi.org/10.16926/par.2018.06.10.

32. Ramezani A, Hosseini M. Study of Shooting Accuracy and Fatigue of Leg Muscles After Eight Weeks of Resistance Training in Shooters Men With a Inflatable Pistol. *Journal of Sport Biomechanics*. 2019;4(4):66-77. (In Persain). doi.org/10.32598/biomechanics.4.4.66.
33. Shinohara H, Hosomi R, Sakamoto R, Urushihata T, Yamamoto S, and et al. Effect of exercise devised to reduce arm tremor in the sighting phase of archery. 2023. *PLOS ONE* 18(5): e0285223. doi.org/10.1371/journal.pone.0285223.