The effect of single session CrossFit exercise on blood lipid profile in professional athletes, with consideration of blood plasma volume changes

Sara Zare Karizak*, Abdosaleh Zar

Department of Sport Science Department, Faculty of Literature and Humanities, Persian Gulf University, Boushehr, Iran

*** Corresponding author e-mail: szk6699@gmail.com**

Abstract

Background and Objective: The effect of single session of CrossFit exercise on blood lipid profile is not completely clear. The purpose of this study was to determine the single session of CrossFit exercise on the blood lipid profile of professional male athletes with consideration of blood plasma volume changes.

Materials and Methods: In this Causal-comparative study, 32 male athletes were selected as subjects (with mean of age 26.9±4.7 year, Height 177±5 cm, Weight 80.7±6.4 kg). Exercise session was consisting of 400 meters running on treadmill, triple dead lift, pull-up (30 repetition), swing of kettlebell (30 kg) and throwing of 20 sand balls. Blood sampling, CBC and biochemistry auto analyzer tests were used for measuring of plasma volume, Total Cholesterol (TC), Triglyceride (TG), Low Density Lipoprotein (LDL), High Density Lipoprotein (HDL), low density lipoprotein / High density lipoprotein (LDL/HDL) and Total Cholesterol / High Density Lipoprotein (TC/HDL) ratios. In addition, ANOVA with repeated measure and Bonferroni post hoc tests were used to examine the differences between variables in resting position, post exercise and after correction for the volume of plasma lost with using of SPSS version 25 software.

Results: The results showed significant increase in lactic acid ($P<0.001$), TC ($P<0.001$), TG ($P=0.006$), LDL ($P=0.001$) HDL ($P<0.001$), LDL/HDL ($P=0.005$), TC/HDL($P<0.001$). Also the results of study showed significant decrease in plasma volume ($P<0.001$). In addition, the significant results of some indices were removed by consideration of plasma volume change ($P>0.05$).

Conclusion: The single session of crossfit exercise is accompanied by an increment in blood lipid profile and the main reason is the decrease in blood plasma volume.

Keywords: CrossFit Exercise, Total Cholesterol, Triglyceride, Low Density Lipoprotein, High Density Lipoprotein

Received: Jan 28, 2024 **Revised:** Mar 13, 2024 **Accepted:** Apr 24, 2024

How to cite this article: Zare Karizak S, Zar A. The Effect of Single Session CrossFit Exercise on Blood Lipid Profile in Professional Athletes, with Consideration of Blood Plasma Volume Changes. Daneshvar Medicine 2024; 32(1):81-91. doi: 10.22070/DANESHMED.2024.18769.1456

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial License 4.0 (CCBYNC), where it is permissible to download, share, remix, transform, and buildup the work provided it is properly cited. The work cannot be used commercially without permission from the journal.

تاثیر یک جلسه فعالیت ورزشی کراس فیت بر نیمرخ چربی های خون با در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما در ورزشکاران حرفه ای

سارا زارع کاریزک*، عبدالصالح زر

گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

*نویسنده مسئول: سارا زارع کاریزک **Email:** szk6699@gmail.com

چکیده

مقدمه و هدف: تغییرات نیمرخ چربی های خون در اثر فعالیت های ورزشی شدید همچون کراس فیت کاملا مشخص نیست. هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر یک جلسه فعالیت ورزشی کراس فیت بر نیمرخ چربی های خون با در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسمای خون مردان ورزشکار حرفه ای بود.

مواد و روش ها: در این مطالعه علّی مقایسه ای ۳۲ مرد ورزشکار (میانگین سنی۴/۷±۲۶/۹ سال، قد ۵±۱۷۷سانتیمتر، وزن٤/ ٦±۸۰/۷ کیلو گرم) به عنوان آزمودنی انتخاب شدند. جلسه فعالیت شامل ٤۰۰ متر دویدن روی نوارگردان، حرکت لیفت مرده سه گانه، تعداد ۳۰ حرکت بارفیکس، تاب دادن کتل بل ۳۰ کیلوگرمی و پرتاب ۲۰ توپ شنی بود. از آزمایش سی بی سی و اتوآنالایزر بیوشیمی برای اندازه گیری حجم پلاسما، کلسترول کل (TC)، تری گلیسرید(TG)، لیپوپروتئین پرچگال (HDL)، لیپوپروتئین کم چگال (LDL)، نسبت لیپوپروتئین کم چگال/لیپوپروتئین پرچگال (LDL/HDL)، نسبت کلسترول کل/ لیپوپروتئین پرچگال (TC/ HDL) و لاکتات سرم استفاده شد. همچنین از آزمون‌های تحلیل واریانس با اندازه گیری تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی برای بررسی تغییرات شاخص‌ها در سه موقعیت قبل، بعد از فعالیت و با در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما از طریق نرم افزار SPSS نسخه ۲۵ استفاده شد.

نتایج: نتایج افزایش معنی داری را به ترتیب در شاخص‌های لاکتات (P<۰/۰۰۱)، TC (P<۰/۰۰۱)، تری گلیسرید(P=۰/۰۰٦)، LDL (P=۰/۰۰۱) ، HDL(P<۰/۰۰۱)، نسبت LDL/HDL (P=۰/۰۰۵)، نسبت TC/HDL(P<۰/۰۰۱)، و کاهش معنی داری در حجم پلاسما (P<۰/۰۰۱)، نشان داد. همچنین اصلاح شاخص‌ها با در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما، معنی داری برخی نتایج را از میان برد

نتیجه گیری: یک جلسه فعالیت کراس فیت باعث افزایش چربی های خون در ورزشکاران می‌شود و دلیل عمده این افزایش، کاهش حجم پلاسما است.

واژه های کلیدی: فعالیت ورزشی کراس فیت،کلسترول کل، تری گلیسرید، لیپوپروتئین کم چگال)، لیپوپروتئین پر چگال

وصول مقاله: ۱۴۰۲/۱۱/۰۸
اصلاحیه نهایی: ۱۴۰۲/۱۲/۲۳
پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۰۵

مقدمه

فعالیت ورزشی تنظیم کننده فیزیولوژیک قوی سوخت و ساز است. به ویژه فعالیت ورزشی شدید با افزایش ۱۰۰ برابری هزینه انرژی استراحتی همراه است (۱). کراس فیت[1] نوعی فعالیت تناوبی شدید است که از محبوبیت زیادی در سالیان گذشته برخوردار شده است (۲). و این مسئله باعث افزایش نیاز به پژوهش های بیشتر در مورد این ورزش از جمله سوخت و ساز انرژی مربوط به این رشته شده است. بیشتر مطالعات انجام شده در مورد این رشته از نظر متابولیک، پاسخ لاکتات را به کراس فیت بررسی کرده اند و همه آنها افزایش از ۱ تا ۲ میلی مول قبل فعالیت تا ۱۸ تا ۲۰ میلی مول بعد فعالیت که معمولا تا ۳۰ دقیقه بعد از فعالیت بالا باقی می ماند را نشان داده اند. سطح زیاد لاکتات و RER[2] ۱ به بالا نشان دهنده هزینه متابولیک زیاد وابسته به گلیکولیز بی هوازی است (۳). در این راستا، ابراهیمی (۱٤۰۰) تاثیر یک جلسه فعالیت ورزشی کراس فیت را بر آنزیم های پیروات دهیدروژناز کیناز (PDK4)، کارنتین پالمیتول ترنسفراز (CPT1) و گلوکز و چربی های خون زنان فعال دانشجو بررسی کرد و با توجه به عدم تفاوت معنی دار بیشتر متغیرهای مرتبط با سوخت چربی در گروه های تمرینی و کنترل و افزایش لاکتات، سهم گلوکز در تولید انرژی از مسیرهای هوازی و بی هوازی را غالب دانست (٤). از سوی دیگر، مطالعات چنین گزارش کرده اند که سازگاری با تمرینات کراس فیت، ظرفیت بی هوازی، ظرفیت هوازی و کارایی هر ۳ دستگاه انرژی (فسفاژن، گلیکولیز بی هوازی و دستگاه اکسایشی) را افزایش می دهد(۵). همچنین، تمرینات کراس فیت به دلیل شدت زیادی که دارند، باعث بالاماندن سوخت و ساز تا چند ساعت بعد از تمرین می شوند (٦،۷). همچنین وام اکسیژن (EPOC[3]) زیاد بعد از انواع فعالیت های شدید از جمله کراس فیت باعث چربی سوزی بیشتر و همچنین دفع اسید لاکتیک در دوره بازگشت به حال اولیه فرد می شود (٦). از سوی دیگر اثرات تمرینات کراس فیت در چربی سوزی و بهبود نیمرخ لیپیدی همچون کاهش کلسترول تام (TC)، تری گلیسرید (TG)، لیپوپروتئین کم چگال (LDL) و افزایش لیپوپروتئین پر چگال (HDL) نشان داده شده است. برای مثال، دانگ و یوساب (۲۰۱۸) تاثیر ۱۰ هفته تمرین کراس فیت (۳ جلسه تمرین در هفته) را بر میزان آمادگی جسمانی، چربی های خون سنجیدند و کاهش TC، TG، LDL و افزایش HDL را نشان دادند (۸). دهقان زاده و همکاران (۲۰۲۱)، تاثیر ٤ هفته تمرین کراس فیت را بر میزان آمادگی جسمانی، ترکیب بدنی و چربی های خون مردان دارای اضافه وزن بررسی کردند و کاهش معنی داری را در میزان LDL، TG، نسبت LDL/HDL و عدم تغییر در HDL و VLDL را نشان دادند (۹). مقیمی و همکاران (۲۰۲۰) تاثیر ۱۲ هفته تمرین کراس فیت را بر نیمرخ چربی های خون مردان دارای اضافه وزن بررسی کردند و کاهش معنی داری را در میزان TC، TG، LDL و افزایش معنی داری را در میزان HDL نشان دادند (۱۰). دولت آبادی و همکاران (۲۰۲۲) تاثیر ۸ هفته تمرینات HIIT را بر نیمرخ لیپیدی زنان دارای اضافه وزن و چاقی بررسی کردند و کاهش TC،TG،LDL، VLDL و عدم تفاوت معنی دار در HDL را در مقایسه با گروه کنترل نشان دادند (۱۱). همچنین نشان داده شده است، کراس فیت باعث عضله سازی و افزایش سوخت و ساز بدن می شود. در واقع بسیاری از تمریناتی که وزنه زده می شود همچون کراس فیت و یا تمرینات تناوبی شدید باعث عضله سازی می شوند. و در نتیجه با توجه به اینکه عضله یک بافت فعال از نظر سوخت و سازی است، حجم عضله بیشتر که به ویژه در افراد حرفه ای وجود دارد باعث افزایش سوخت و ساز بدن و چربی سوزی بیشتر نیز

1. CrossFit
2. Respiratory Exchange Ratio (RER)
3. Excess Post-Exercise Oxygen Consumption (EPOC)

می‌شود (۱۲). در این راستا، سویلر و زیلی (۲۰۲۲) نشان دادند که، ۲۰ دقیقه تمرین کراس فیت در روز، ٤ روز در هفته به مدت ١٦ هفته باعث کاهش قابل توجه **BMI**، درصد چربی، وزن توده چربی و افزایش توده عضلانی و توسعه سایر متغیرهای فیزیولوژیک و آمادگی جسمانی همچون **VO2max**، ضربان قلب استراحت، فشار خون، قدرت و انعطاف پذیری در زنان میانسال دارای اضافه وزن شده است. و به این نتیجه رسیدند که تمرین کراس فیت در چربی سوزی و بهبود عوامل فیزیولوژیک و آمادگی جسمانی موثر است (۱۳). با وجود مطالعات بیشتر که در مورد تمرینات تناوبی شدید (HIIT) و تمرینات کراس فیت در مورد چربی های خون انجام شده است، اما تاثیر تک جلسه ای فعالیت های ورزشی شدید و به ویژه کراس فیت بر نیمرخ چربی های خون محدود است. برای مثال نشان داده شده است، یک جلسه فعالیت ورزشی درمانده ساز (آزمون کانینگهام فالکنر) با افزایش چربی های خون همراه است و نویسندگان این افزایش را با عرق ریزی زیاد در این نوع فعالیت ها و کاهش احتمالی حجم پلاسما طی آن مرتبط دانسته اند (١٤،١٥). اما میزان حجم پلاسما را نسنجیده بودند. لذا با توجه به محدود بودن مطالعات در زمینه پاسخ چربی های خون به یک جلسه فعالیت ورزشی کراس فیت و با توجه به تاثیر احتمالی تغییرات حجم پلاسما در پاسخ های احتمالی بر آن شدیم تا میزان هماتوکریت و هموگلوبین را قبل و بعد از فعالیت، برای برآورد حجم پلاسما و درصد تغییرات در حجم پلاسما اندازه گیری کنیم تا پاسخ چربی های خون به یک جلسه فعالیت ورزشی کراس فیت را دقیق تر بررسی کنیم. بنابراین هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر یک جلسه فعالیت ورزشی کراس فیت بر نیمرخ چربی های خون (TC,TG,LDL,HDL,LDL/HDL,TC/HDL) با در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما در مردان ورزشکار حرفه ای بود.

مواد و روش‌ها

۳۲ مرد ورزشکار حرفه ای که در باشگاه اکسیژن تهران فعالیت می‌کردند و سابقه شرکت در تمرینات فانکشنال[1] و کراس فیت را به مدت ۳ تا ۱۰ سال داشتند، بین ٤ تا ٦ جلسه در هفته تمرین می‌کردند و جلسات آن‌ها شامل تلفیقی از حرکات قدرتی، پلایومتریک انفجاری و سرعت در قدرت بود به عنوان آزمودنی انتخاب شدند. مشخصات تن سنجی آزمودنی‌ها در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. همه آزمودنی‌ها سالم بودند و آسیب دیدگی خاصی نداشتند. به هر کدام از آزمودنی‌ها به طور کامل در مورد پژوهش توضیح داده شد و فرم رضایت نامه کتبی پس از مطالعه و فهم جزئیات مراحل پژوهش توسط آن‌ها امضا شد. تمام مراحل پژوهش حاضر مورد تایید کمیته اخلاق دانشکده علوم ورزشی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی با شماره **IR.SRTTU.SSF. 2018.117** قرار گرفت.

لازم به ذکر است که، مرحله اجرایی تحقیق حاضر مربوط به مسابقات نیمه نهایی کراس فیت در سطح ملی بوده است. در روز مسابقه، ورزشکاران به صورت دو به دو به رقابت پرداختند و آزمودنی‌ها از نظر ایجاد انگیزه در شرایط یکسان بودند. مدت زمان مسابقه ۸ دقیقه بود و در فضای داخل باشگاه برگزار شد. مراحل مسابقه شامل موارد ذیل بود: ۱) ٤۰۰ متر دویدن روی نوار گردان، ۲) حرکت لیفت مرده سه گانه (شامل۵ بار بلند کردن وزنه ۱۱۰ کیلوگرمی، ۳ بار بلند کردن وزنه ۱۳۰ کیلوگرمی و یک بار بلند کردن وزنه ۱۵۰ کیلوگرمی. نحوه اجرا به این صورت بود که، ورزشکار هالتر را از زمین برداشته و تا جلوی ران بالا می آورد و سپس به سمت زمین برمی‌گرداند و بلند کردن وزنه‌های مختلف پشت سر هم انجام می‌شد)، ۳) بارفیکس ۳۰ تکرار، ٤) تاب دادن کتل بل ۳۰ گیلوگرمی و ۵) پرتاب ۲۰ توپ شنی با وزن‌های متفاوت به فاصله ۵ متری پشت جعبه ۷۵ سانتیمتری، که به ترتیب و پشت سر هم توسط ورزشکاران اجرا شد.

1.Functional Training

نمونه گیری خونی و روش‌های آزمایشگاهی

مشخصات تن سنجی آزمودنی‌ها از طریق دستگاه **Inbody 577** ساخت کشور کره جنوبی سنجیده شد. ٤میلی لیتر خون وریدی از ورید بازویی ورزشکاران قبل از شروع مسابقه و بلافاصله پس از مسابقه در حالت نشسته گرفته شد و خون در لوله حاوی ماده ضد انعقاد **EDTA** ریخته شد نمونه‌های خونی در محل مسابقه و در دمای ۳ تا ٤ درجه سانتیگراد نگهداری و پس از یک ساعت با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند (**Behdad,Iran**) و پلاسمای خون برای اندازه گیری میزان هماتوکریت و هموگلوبین قبل و بعد از فعالیت، به وسیله شمارنده سلول (**Sysmex, K1000,US**) برای برآورد حجم پلاسما و درصد تغییرات در حجم پلاسما به وسیله معادله دیل و کاستیل سنجیده شد (١٦). همچنین سنجش میزان چربی ها و لاکتات سرم به وسیله اتوآنالایزر بیوشیمی (Hitachi911) انجام شد. و در نهایت، اصلاح شاخص‌ها با در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما طبق فرمول زیر صورت گرفت (۱۷).

مقادیر اصلاح شده = × مقادیر اصلاح نشده100/(100+ΔPV[1])

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری توسط نرم افزار SPSS نسخه ۲۵ انجام شد. جهت بررسی توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف استفاده شد . از آزمون‌های تحلیل واریانس با اندازه گیری تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی برای بررسی تغییرات شاخص‌ها در سه موقعیت قبل، بعد از فعالیت و با در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما استفاده شد.

نتایج

نتایج پژوهش حاضر، پیش از اصلاح شاخص‌ها و بدون در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما نشان داد که، میزان لاکتات و چربی های خون **شامل TC,TG,LDL,HDL** افزایش معنی دار، نسبت های **LDL/HDL** و **TC/HDL** افزایش غیر معنی دار (**p**>۰/۰۵). و میزان حجم پلاسما کاهش معنی دار داشته است (**p**≤۰/۰۵). (میزان کاهش حجم پلاسما معادل ٤/۹۰±۱۲/۹۸ درصد بود). همچنین نتایج اصلاح شاخص‌ها با توجه به تغییرات حجم پلاسما بدین صورت بود که، افزایش لاکتات همچنان معنی دار بود (**p**≤۰/۰۵)، اما میزان **LDL,HDL,TC,TG** و نسبت **LDL/HDL** به کاهش غیر معنی دار (**p**>۰/۰۵) و میزان نسبت **TC/HDL**، به کاهش معنی دار (**p**≤۰/۰۵) تغییر یافت. جدول های شماره ۲تا٤ و شکل شماره ۱تغییرات شاخص‌ها را در سه موقعیت اندازه گیری قبل از فعالیت، بعد از فعالیت و بعد از اصلاح نتایج با در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما نشان داده است.

1-Plasma Volume Change (ΔPV)

جدول ۱. مشخصات آزمودنی ها

متغیرها	انحراف استاندارد ± میانگین
سن (سال)	۲۶/۹±٤/۷
قد (سانتیمتر)	۱۷۷±۵
وزن (کیلوگرم)	۸۰/۷±٦/٤
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۵/٦±۱/٦
چربی بدن (درصد)	۹/۹±۲/۷

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد چربی های سرم خون در سه موقعیت اندازه گیری قبل از فعالیت، بعد از فعالیت و با در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما

متغیر	قبل از فعالیت	بعد از فعالیت	با در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما
کلسترول کل (**ml/dL**)	۱٤۹/۱۸±۲۷/۳۵	۱٦۵/۲۸±۳۰/۲۷	۱٤۳/۵۷±۲۸/۱۲
تری گلیسرید (**ml/dL**)	۹٤/٦۵±٤۲/٦۰	۱۱۰/۷۵±۳٤/۱٦	۹٦/۷۰±۳۲/٤٤
HDL (**ml/dL**)	٤٦/۰۳±۱۲/۲۳	۵۱/۸٤±۱۳/۷۵	٤۵/۱۲±۱۲/۹۰
LDL (**ml/dL**)	۸۳/۷۵±٤۳/۰۱	۹۷/۱۸±٤٦/۵٤	۸۳/۷۱±٤۰/٦۲
LDL /HDL	۱/۹٤±۱/۱۱	۲/۰۰±۱/۱۰	۱/۷۲±۰/۹٦
TC / HDL	۳/۳۸±۰/۷۷	۳/۳٤ ±۰/۷۹	۲/۹۰±۰/۷۲
لاکتات (**mmol/L**)	۳/۲۷±۰/۷۲	۲۱/۲۳±۱/٦۹	۱۸/٤۷±۱/۹۸
حجم پلاسما (**ml**)	۵۲/۰۲±۲/۲۲	٤۵/۱٤±۳/۱۸	–

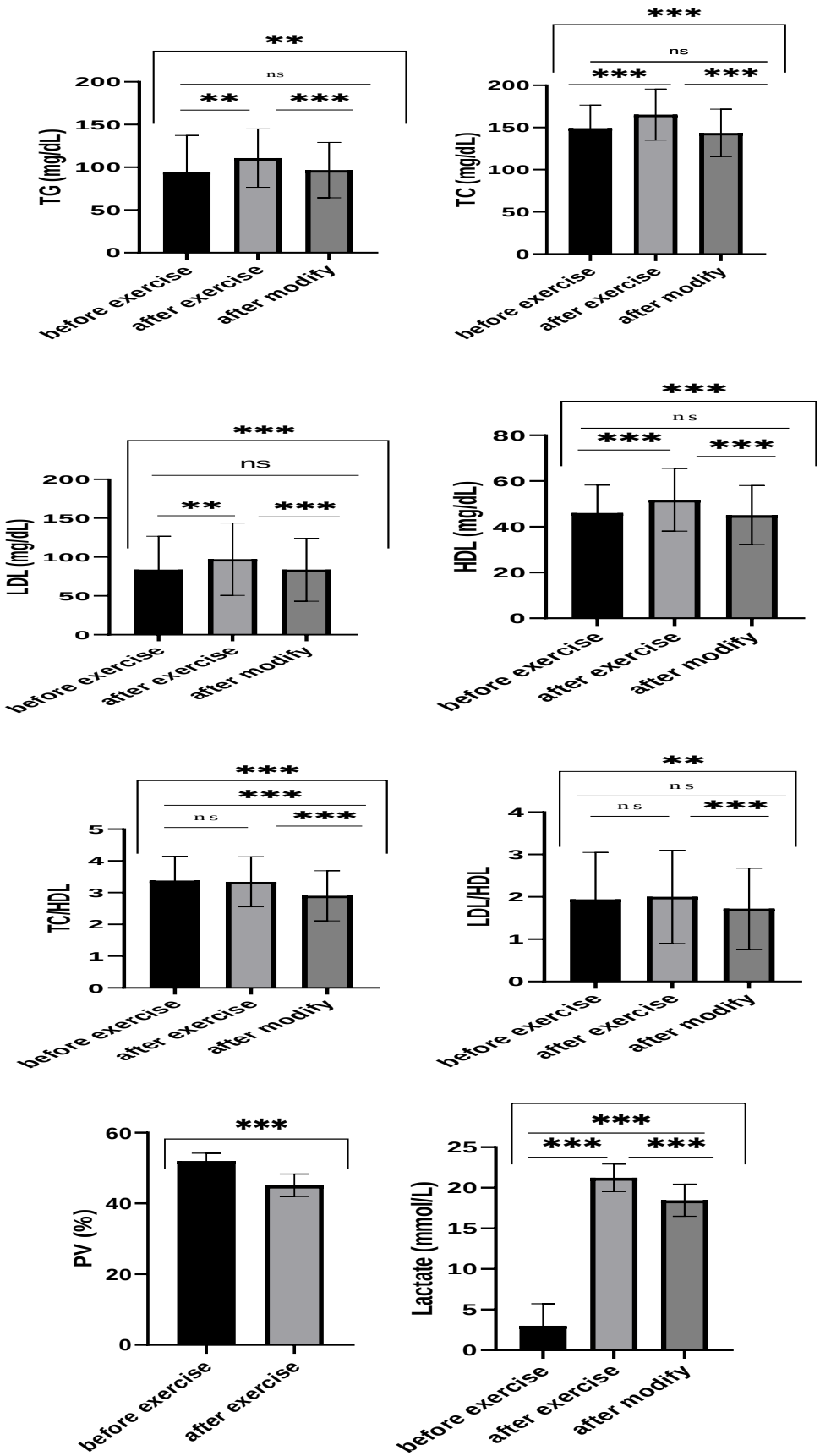
LDL/HDL : نسبت لیپوپروتئین کم چگال/ لیپوپروتئین پرچگال، TC/ HDL: نسبت کلسترول کل/ لیپوپروتئین پرچگال

جدول ۳. مقایسه چربی های سرم خون در موقعیت های اندازه گیری قبل از فعالیت، بعد از فعالیت و بعد از اصلاح نتایج با در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما از طریق آزمون واریانس با اندازه گیری تکراری در سطح معنی داری $p\leq ۰/۰۵$

متغیر	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	P-value
کلسترول کل	۸۱۲٤/۷٦	۲	٤۰٦۲/۳۸	۵۲/۱٦	۰/۰۰۰ *
تری گلیسرید	٤۹۱۲/٤۰	۲	۲٤۵٦/۲۰	۸/۰۵	۰/۰۰٦ *
HDL	۸۵۰/۵۹	۲	٤۲۵/۲۹	۳۰/۷۹	۰/۰۰۰ *
LDL	۳۸٦۲/۵۸	۲	۱۹۳۱/۲۹	۱۰/۸۹	۰/۰۰۱ *
LDL /HDL	۱/۳۸	۲	۰/٦۹	۵/۸٦	۰/۰۰۵ *
TC / HDL	٤/۵۲	۲	۲/۲٦	٤۱/۱٦	۰/۰۰۰ *
لاکتات	۵۷٤۳/۵۷	۲	۲۸۷۱/۷۸	۱٦۱٤/۵۳	۰/۰۰۰ *
حجم پلاسما	۷۵۷/٤۰	۱	۷۵۷/٤۰	۸۳/۲۰	۰/۰۰۰ *

جدول ٤. مقایسه تعقیبی متغیرها در موقعیت های اندازه گیری سه گانه از طریق *آزمون بونفرونی* در سطح معنی داری $p\leq ۰/۰۵$

متغیرها	موقعیت اندازه گیری	قبل از فعالیت	بعد از فعالیت	بادرنظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما
کلسترول کل	قبل از فعالیت	–	۰/۰۰۰*	۰/۰۹۵
	بعد از فعالیت	۰/۰۰۰*	–	۰/۰۰۰*
	با در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۰*	–
تری گلیسرید	قبل از فعالیت	–	۰/۰۱*	۱/۰۰۰
	بعد از فعالیت	۰/۰۱*	–	۰/۰۰۰*
	با در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰*	–
HDL	قبل از فعالیت	–	۰/۰۰۰*	۱/۰۰۰
	بعد از فعالیت	۰/۰۰۰*	–	۰/۰۰۰*
	با در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰*	–
LDL	قبل از فعالیت	–	۰/۰۰۶*	۱/۰۰۰
	بعد از فعالیت	۰/۰۰۶	–	۰/۰۰۰*
	با در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰*	–
LDL /HDL	قبل از فعالیت	–	۱/۰۰۰	۰/۱۰۸
	بعد از فعالیت	۱/۰۰۰	–	۰/۰۰۰*
	با در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما	۰/۱۰۸	۰/۰۰۰*	–
TC /HDL	قبل از فعالیت	–	۱/۰۰۰	۰/۰۰۰*
	بعد از فعالیت	۱/۰۰۰	–	۰/۰۰۰*
	با در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۰*	–
لاکتات	قبل از فعالیت	–	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۰*
	بعد از فعالیت	۰/۰۰۰*	–	۰/۰۰۰*
	با در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۰*	–
حجم پلاسما	قبل از فعالیت	-	۰/۰۰۰*	–



شکل شماره ۱. تغییرات متغیرها در سه وضعیت قبل از فعالیت، بعد از فعالیت و با در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما از طریق آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی در سطح معنی داری p≤۰/۰۵ *: p≤ 0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001 **ns**: غیر معنی دار

بحث

در پژوهش حاضر به بررسی تاثیر کوتاه مدت یک جلسه فعالیت ورزشی کراس فیت بر شاخص‌های چربی خون مردان ورزشکار پرداخته شد. در مورد شاخص‌های **TC,TG,LDL,HDL**، نتایج پژوهش حاضر افزایش معنی داری را بعد از فعالیت نشان داد که، با در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما به کاهش غیر معنی داری تبدیل شد. همچنین نتایج مربوط به نسبت های **LDL/HDL** و **TC/HDL** بعد فعالیت کراس فیت به ترتیب افزایش وکاهش غیر معنی دار داشت و با در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما نیز به ترتیب به کاهش غیرمعنی دار ومعنی دار تبدیل شد. این نتایج با نتایج مطالعه ابراهیمی و مطالعه کاشف و همکاران همسو و با نتایج مطالعه دانگ و یوساب، گمز و همکاران، دهقان زاده و مقیمی ناهمسو بود (۱۴،۱۸ و ۱۰-۸). همسو و ناهمسو بودن نتایج با پژوهش های فوق احتمالا به نوع پژوهش که در مطالعه ابراهیمی و در مطالعه کاشف و همکاران از نوع تک جلسه ای بوده و افزایش چربی های خون را متعاقب یک جلسه فعالیت ورزشی کراس فیت و فعالیت ورزشی درمانده ساز نشان دادند و در ۳ پژوهش دیگر از نوع سازگاری با یک دوره تمرین ورزشی بوده و کاهش چربی های خون را در اثر سازگاری با یک دوره طولانی مدت تمرین کراس فیت نشان داده اند، مربوط است. در توجیه افزایش معنی دار چربی های خون پس از فعالیت تک جلسه ای کراس فیت می‌توان به افزایش هورمون های استرسی همچون کاتکولامین ها در انواع فعالیت ها و به ویژه فعالیت های ورزشی شدید که با فعال کردن آنزیم لیپوپروتئین لیپاز که کلیدی ترین آنزیم درگیر در لیپولیز است، اشاره داشت که باعث افزایش راه اندازی مسیر تجزیه چربی ها و شاخص های مربوط به آن در خون می شود (۱۹). همچنین می‌توان به تاثیر کاهش حجم پلاسما در اثر شدت زیاد فعالیت ورزشی کراس فیت در افزایش اولیه شاخص‌های فوق اشاره کرد. در این راستا، نشان داده شده است که، افزایش زیاد متابولیت‌هایی همچون لاکتات، آمونیوم و پتاسیم و در نتیجه افزایش اسمولاریته فضای بین بافتی باعث کاهش حجم پلاسما در طول فعالیت از طریق اسمز می‌شود (۲۱،۲۰). همچنین افزایش میزان تعریق و شروع دهیدراسیونی که در اثر فعالیت ورزشی شدید ایجاد شده است نیز می تواند با غلیظ تر کردن خون در افزایش شاخص های چربی خون موثر بوده باشد (۲۳-۲۱). قابل ذکر است که تغییرات حجم پلاسما در پژوهش حاضر به طور مستند اندازه گیری شد و کاهش آن که دلیلی بر افزایش اولیه شاخص های چربی خون می باشد به اثبات رسید. همچنین افزایش شدیدلاکتات در پژوهش حاضرکه به عنوان متغیر گواه اندازه گیری شد که افزایش معنی دارش پس از اصلاح نتایج با در نظر گرفتن تغییرات حجم پلاسما همچنان باقی ماند همراه با کاهش های غیر معنی دار همه چربی های خون پس از در نظرگرفتن تغییرات حجم پلاسما نشان دهنده تاثیر جزئی چربی های خون در سوخت و ساز انرژی حین یک جلسه فعالیت ورزشی کراس فیت و غالب بودن مسیر انرژی زایی گلیکولیز بی هوازی و هوازی در آن می باشد. از محدودیت های پژوهش حاضر می توان به عدم اندازه گیری آنزیم های درگیر در سوخت گلوگز و چربی و میزان گلوکز خون اشاره کرد.

نتیجه‌گیری

یک جلسه فعالیت ورزشی کراس فیت باعث افزایش چربی‌های خون در ورزشکاران می‌شود و دلیل عمده این افزایش، کاهش حجم پلاسما است.

ملاحظات اخلاقی

تمام مراحل پژوهش حاضر مورد تایید کمیته اخلاق دانشکده علوم ورزشی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی با شماره **IR.SRTTU.SSF. 2018.117** قرار گرفت.

تعارض و منافع

نویسندگان مقاله اعلام می دارند که هیچ گونه تضادی در منافع وجود ندارد.

منابع

1. Kido K, Kjøbsted R. Exercise and its role in regulating energy metabolism−Insight from intramuscular mechanisms and cellular signaling. Frontiers in Physiology 2023;14:381.
2. Meyer J, Morrison J, Zuniga J. The benefits and risks of CrossFit: a systematic review. Workplace Health & Safety 2017;65(12):612-618.
3. Escobar KA, Morales J, VanDusseldorp TA. Metabolic profile of a crossfit training bout. Journal of Human Sport and Exercise 2017;12(4):1248-1255.
4. Ebrahimi M. Effect of a single session of Crossfit exercise in fasting and fed state on PDK4 and CTP-1 levels and their relationship with blood glucose, lactate and lipid profile in active female students. Metabolism and Exercise 2020;10(1):55-64.
5. Goins JM. Physiological and performance effects of CrossFit: The University of Alabama 2014.
6. Schleppenbach LN, Ezer AB, Gronemus SA, Widenski KR, Braun SI, Janot JM. Speed-and circuit-based high-intensity interval training on recovery oxygen consumption. International Journal of Exercise Science 2017;10(7):942.
7. Yépez Castillo CA. Ejercicios aeróbicos interválicos en pacientes con EPOC: Universidad Nocional de Chimborazo; 2023.
8. Yoo D-H, Huh Y-S. Effects of CrossFit Training on Physical Fitness, Blood Lipids, and Bone Metabolism Index of Prepubescent Girls. Exercise Science 2019;28(2):122-130.
9. Dehghanzadeh Suraki R, Mohsenzade M, Tibana RA, Ahmadizad S. Effects of CrossFit training on lipid profiles, body composition and physical fitness in overweight men. Sport Sciences for Health 2021:1-8.
10. Moghimi Sarani A. CrossFit training improves blood lipid profile in overweight men: A randomized controlled trial. Journal of Physical Activity and Hormones 2020;4(1):17-28.
11. Dolataabadi P, Amirsasan R, Vakili J. The effect of high-intensity interval training on serum asprosin and lipid profile of overweight and obese Women. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport 2023;11(27):22-33.
12. Martins C, Kazakova I, Ludviksen M, Mehus I, Wisloff U, Kulseng B, et al. High-intensity interval training and isocaloric moderate-intensity continuous training result in similar improvements in body composition and fitness in obese individuals. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism 2016;26(3):197-204.
13. Söyler M, Zileli R. The Effect of Crossfit Cindy Model on Anthropometric and Physiological Characteristics in Sedentary Women. Journal of Basic and Clinical Health Sciences 2022;6(2):597-607.
14. Kashef M, Zare Karizak S, Shabaninia M. Effect of One-Session Anaerobic Exhaustive Exercise on Lipid Profile of Active and Inactive Individuals. Quantum Heisenberg Manifolds 2014;20(3):171-177.
15. Kashef M, Shabaaninia M, Zare Karizak S. Variation of blood pressure, heart rate and oxygen consumption and their relationship with body lipid profile in active and Inactive Students. Journal of Sport Biosciences 2015;7(2):279-296.
16. Dill DB, Costill DL. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. Journal of Applied Physiology 1974;37(2):247-248.
17. de Oliveira Teixeira A, Franco OS, Borges MM, Noronha Martins C, Fernando Guerreiro L, da Rosa CE, et al. The Importance of Adjustments for Changes in Plasma Volume in the Interpretation of Hematological and Inflammatory Responses after Resistance Exercise. Journal of Exercise Physiology Online 2014;17(4).
18. Ahmad A, Jusoh N, Tengah R. Acute physiological responses and performance following subsequent CrossFit 'CINDY' workout with Zea Mays juice. Physical Education of Students 2019;23(2):57-63.
19. Sagiv MS. Exercise cardiopulmonary function in cardiac patients: Springer Science & Business Media; 2012.
20. Ploutz-Snyder L, Convertino V, Dudley G. Resistance exercise-induced fluid shifts: change in active muscle size and plasma volume. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology 1995;269(3):R536-R43.
21. Rhibi F, Prioux J, Attia MB, Hackney AC, Zouhal H, Abderrahman AB. Increase interval training intensity improves plasma volume variations and aerobic performances in response to intermittent exercise. Physiology & Behavior 2019;199:137-145.
22. Kashef A, Karizak SZ, Nikoo AS, Kashef M. Response of Some Hematologic Factors to Single Session of CrossFit Exercise in Professional Male Athletes. Zahedan Journal of Research in Medical

Sciences. 2022;24(3).
23. Kashef A, Karizak SZ, Nikoo AS, Kashef M. Effect of Single Session of High Intensity Interval Exercise on Some Immune and Inflammatory Factors in Male Athletes and the Risk of Infection to Coronavirus. Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences 2020(12). DOI:10.18502/ssu.v28i12.5779.