



Open Access

مقاله پژوهشی

اثر تعاملی تمرین کراس فیت و آب چغندر بر عملکرد ورزشی در مردان جوان غیرفعال

مهرداد مقدسی^{۱*}، زهرا سلطانی^۲، هما شیخانی شاهین^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۶ تاریخ چاپ: ۱۴۰۲/۰۶/۰۱

چکیده

هدف: مکمل‌های غذایی حاوی نیترات طبیعی ممکن است عملکرد ورزشی را از طریق ارتقای ظرفیت عضلات اسکلتی و متابولیسم بهبود بخشند. کراس فیت نیز به‌عنوان شیوه جدیدی از تمرینات شناخته‌شده است که در بهبود عملکرد ورزشی مؤثر است، اما اثر تعاملی مکمل‌های حاوی نیترات و تمرینات کراس فیت بر عملکرد ورزشی به‌درستی مشخص نیست. مطالعه حاضر باهدف بررسی اثر تعاملی تمرین کراس فیت و آب چغندر بر عملکردهای ورزشی در مردان جوان غیرفعال انجام شد.

روش پژوهش: در این مطالعه نیمه تجربی، تعداد ۲۰ مرد غیرفعال با دامنه سنی ۲۱ - ۳۰ سال به‌طور تصادفی در دو گروه مکمل آب چغندر + کراس فیت (۱۰ نفر، میانگین سن $27/4 \pm 2/0$ سال و میانگین وزن $79/4 \pm 0/15$ کیلوگرم) و گروه دارونما + کراس فیت (۱۰ نفر؛ میانگین سن $25/6 \pm 2/8$ سال و میانگین وزن $71/1 \pm 5/5$ کیلوگرم) قرار گرفتند. شرکت‌کنندگان هر دو به مدت هشت هفته و ۳ جلسه در هفته تمرینات کراس فیت انجام دادند. گروه مکمل در هفته هشتم، روزانه ۴۱۰ میلی‌لیتر آب چغندر حاوی حدود ۸۰۰ میلی‌گرم نیترات مصرف کردند. قبل و پس از اتمام دوره تمرینی، عملکردهای ورزشی در شرایط یکسان اندازه‌گیری شد. برای بررسی تغییر متغیرها از آزمون‌های t همبسته و t مستقل بهره گرفته شد و حداقل سطح معنی‌داری $P < 0/50$ بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد پس از اتمام دوره تمرینی عملکرد سرعت ($14/8$ درصد گروه مکمل در مقابل $15/5$ درصد گروه دارونما)، توان بی‌هوازی ($55/7$ درصد گروه مکمل در مقابل $75/5$ درصد گروه دارونما)، شاخص خستگی ($67/2$ درصد در گروه مکمل در مقابل $71/5$ درصد در گروه دارونما) و مقدار پرش عمودی ($12/7$ درصد گروه مکمل در مقابل $17/8$ درصد گروه دارونما) در هر دو گروه بهبود معنی‌داری پیدا کرد ($P < 0/05$) اما اختلاف معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد. علاوه بر این نتایج نشان داد اوج توان هوازی در هر دو گروه افزایش معنی‌داری پیدا کرد اما مقدار افزایش در گروه مکمل به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه دارونما بود ($17/9$ درصد در مقابل $13/3$ درصد؛ $P < 0/05$).

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت تمرینات کراس فیت عملکردهای ورزشی را بهبود می‌بخشد اما مصرف مکمل آب چغندر در کنار این نوع تمرینات، عملکرد ورزشی را ارتقاء نمی‌دهد.

واژگان کلیدی: کراس فیت، آب چغندر، توان هوازی، آزمون رست، توان عضلانی

۱. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت‌بدنی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران. ۲. دانشجوی کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت‌بدنی، مؤسسه آموزش عالی زند شیراز. ۳. دکتر هما شیخانی شاهین (استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت‌بدنی، مؤسسه آموزش عالی زند شیراز).

* نشانی الکترونیک نویسنده مسئول: mehrzad.moghadasi@gmail.com

مقدمه

و با افزایش جریان خون موجب بهبود اکسیژن‌رسانی به عضلات می‌شود (۳، ۵). علاوه بر این، مشخص شده است که مصرف آب چغندر در افزایش تعداد و فعالیت میتوکندری‌ها، انرژی‌زایی و افزایش قطر عروق مؤثر است (۶).

در برخی مطالعات انجام‌شده، اثرات مفید آب چغندر بر عملکرد ورزشی برخی رشته‌ها مشخص شده است. همچنین، مشخص شده است که مصرف یک دوره آب چغندر توانسته است موجب بهبود فشارخون گردد (۷). یکی از پیامدهای مناسب مصرف آب چغندر، بهبود عملکردهای شدید و کوتاه‌مدت است. برای نمونه جودرا و همکاران^۲ (۲۰۱۹) نشان داده‌اند که مصرف ۷۰ میلی‌گرم آب چغندر و ۳ ساعت پیش از آزمون وینگیت، توانسته است اجرای این آزمون را به‌طور معنی‌داری بهبود بخشد (۸). علاوه بر این، نیاکایرو و همکاران^۳ (۲۰۱۷) نشان داده‌اند که مصرف ۲ وهله ۷۰ میلی‌گرمی آب چغندر در روز (مجموعاً ۱۴۰ میلی‌گرم در روز) و به مدت ۶ روز موجب بهبود عملکرد شدید و کوتاه‌مدت در ورزشکاران فوتبالیست شده است (۹). کردی و همکاران (۱۳۹۹) نیز نشان داده‌اند

از آنجایی که یکی از اهداف اصلی ورزشکاران بهبود میزان عملکرد است، ورزشکاران و مربیان در رده‌های مختلف، درصدد دستیابی به عواملی هستند که عملکردشان را روزبه‌روز ارتقا دهند. بنابراین، علاوه بر برنامه‌های تمرینی در حوزه علم تغذیه، هر عاملی که بتواند علاوه بر تأمین انرژی، عملکرد را بهبود بخشد، حائز اهمیت است (۱).

از جمله مکمل‌های غذایی مناسب، می‌توان به مکمل‌هایی که دارای نیترات (NO_3^-) و نیتريت (NO_2^-) هستند اشاره کرد. سبزیجاتی مثل چغندر و اسفناج غنی از نیترات غیرآلی هستند (۲). چغندر^۱ یک منبع عالی از آنتی‌اکسیدان و ریزمغذی از جمله پتاسیم، بتائین، سدیم، منیزیم، ویتامین C و نیترات و شامل ۳۶ کیلوکالری انرژی در هر ۱۰۰ گرم است (۳). نیترات چغندر توسط باکتری‌های درون حفره دهانی و به‌وسیله باکتری‌های خاص درون بافت‌ها مانند اگزانتین اکساید به نیتريت و نیتريت هم به نیتريك اکساید (NO) تبدیل می‌شود (۴). مطالعات نشان داده‌اند مصرف چغندر موجب افزایش NO در عضلات اسکلتی و عروق شده

3. Nyakayiru et al.

1. Beetroot
2. Jodra et al.

که مصرف یک وعده ۲۰۰ گرمی چغندر موجب بهبود سرعت دویدن در مسافت‌های ۱/۶، ۳/۲ و ۵ کیلومتر دویدن در دختران جوان ورزشکار شده است (۷). بهبود عملکردهای هوازی و طولانی‌مدت نیز به دنبال مصرف یک دوره ۶ روزه آب چغندر در شناگران گزارش شده است (۱۰). اخیراً، اثر مثبت مصرف این مکمل همراه با کافئین در بهبود عملکرد استقامتی افراد ورزشکار گزارش شده است (۱۱).

از طرف دیگر، ورزش کراس فیت^۱ ترکیبی از تمرینات قدرتی، استقامتی، ژیمناستیک، انفجاری، پلايومتریک، سرعتی و وزنه‌برداری با استفاده از کتل‌بل^۲ و وزن خود بدن است (۱۲). بنابراین، تمرکز کراس فیت بر بهبود توانایی قلبی عروقی، استقامت، قدرت، انعطاف‌پذیری، سرعت، چابکی، تعادل و تناسب است (۱۳-۱۵). مطالعات نشان داده است افرادی که در فعالیت‌های ورزشی با شدت بالا و یا تمرینات کاربردی پر شدت (HIIT)^۳ شرکت می‌کنند، در مقایسه با افرادی که در تمرینات با شدت متوسط و سبک و طولانی‌مدت فعال هستند از لحاظ

آمادگی جسمانی و توان هوازی موفق‌تر هستند (۱۶). تمرینات پر شدت نسبت به تمرینات با شدت متوسط، موجب بهبود سطح آمادگی در زمان کوتاه‌تری می‌شود (۱۷). کراس فیت، تمرینات ترکیبی هستند که در آن از ترکیب سیستم‌های انرژی و حرکات چند مفصله، کاربردی و ترکیبی شامل تمرینات تحمل وزن، ژیمناستیک پایه، وزنه‌برداری و تمرینات ترکیبی دیگر با شدت بالا استفاده می‌شود. این تمرینات به دو دلیل اثربخشی فیزیولوژیک و اثربخشی روانی بسیار مورد استقبال قرار گرفته است (۱۸). بر اساس اطلاعات ما، تحقیقات زیادی به اثرگذاری این نوع تمرینات بر فاکتورهای آمادگی جسمانی نپرداخته‌اند، در معدود تحقیقات انجام شده، عنوان کرده‌اند که میزان توان هوازی دانش آموزان جوان به دنبال یک دوره تمرینات کراس فیت افزایش معنی‌داری یافته است (۱۹). در دیگر تحقیق به دست آمده، مشاهده شده است که هشت هفته تمرینات کراس فیت در مقایسه با تمرینات ترکیبی هوازی و مقاومتی، موجب بهبود بیشتر تعداد دراز و نشست و توان هوازی اوج (VO_{2peak})

۱. CrossFit
2. Ketelbel

دعوت شدند. بر مبنای ارزیابی سلامت جسمانی، از بین آن‌ها تعداد ۲۰ نفر به‌عنوان آزمودنی تحقیق به‌صورت هدفمند انتخاب شدند. معیارهای ورود به تحقیق حاضر شامل داشتن دامنه سنی بین ۲۰ تا ۳۰ سال، نداشتن سابقه هرگونه بیماری اثرگذار بر روند تحقیق، نداشتن سابقه هرگونه تمرین ورزشی منظم حداقل ۶ ماه پیش از اجرای تحقیق، عدم مصرف مکمل‌های اثرگذار بر روند تحقیق طی حداقل ۱ سال گذشته، عدم شرکت در برنامه‌های کاهش یا افزایش وزن و داشتن سلامت کامل روحی و ذهنی بود. پس از اخذ رضایت‌نامه شرکت در تحقیق و فرم آمادگی شرکت در فعالیت‌های ورزشی، آزمودنی‌ها بر اساس توان هوازی اوج به‌طور تصادفی ساده در ۲ گروه ۱۰ نفری مکمل آب چغندر + کراس‌فیت و گروه دارونما + کراس‌فیت تقسیم شدند. ملاک‌های خروج از مطالعه عدم شرکت در آزمون‌ها و غیبت بیش از ۳ جلسه در برنامه‌های تمرینی بود. کلیه مراحل تحقیق به تأیید کمیته اخلاق در پژوهش مؤسسه آموزش عالی زند شیراز رسیده است.

برنامه تمرین کراس‌فیت

آزمودنی‌های هر دو گروه، به مدت ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته به اجرای تمرینات کراس‌فیت پرداختند. زمان هر جلسه تمرین

در افراد غیرفعال و چاق شده است و این نوع تمرینات اثر معنی‌داری بر قند خون و ترکیب بدن داشته است (۲۰). اخیراً مقیمی سارانی و مقدسی (۲۰۲۱) نشان داده‌اند که ۱۲ هفته تمرینات کراس‌فیت، موجب بهبود معنی‌دار عملکردهای سرعتی و توان هوازی در افراد جوان غیرفعال می‌شود (۲۱).

با توجه به جستجوی انجام‌شده، مطالعات اندکی به بررسی مکمل آب چغندر بر فشارخون و عملکردهای ورزشی از جمله توان هوازی، عملکردهای بی‌هوازی، سرعتی و توانی پرداخته‌اند؛ هرچند با توجه به خاصیت این مکمل به نظر می‌رسد بتواند هم عملکردهای هوازی و هم بی‌هوازی را بهبود بخشد. از طرف دیگر با توجه به نوظهور بودن ورزش کراس‌فیت، اثر این نوع فعالیت‌ها بر عملکردهای ورزشی به تحقیقات علمی بیشتری نیاز دارد. بنابراین تحقیق حاضر باهدف بررسی اثر تعاملی تمرین کراس‌فیت و آب چغندر بر عملکردهای ورزشی در مردان جوان غیرفعال انجام شد.

روش پژوهش

جامعه تحقیق حاضر را مردان غیرورزشکار شهر شیراز تشکیل دادند که با اعلام فراخوان تعدادی به همکاری جهت شرکت در تحقیق

که چغندر به مدت ۹۰ دقیقه پخته و به قسمت‌های ۲۰۰ گرمی تقسیم شد. به هر قسمت ۱۵ میلی‌لیتر آب‌لیمو و ۲ میلی‌لیتر جوز هندی برای طعم‌دار کردن اضافه شد (۷). طی هفت هفته ابتدایی رژیم غذایی خاصی توصیه نشد و تنها از آزمودنی‌ها درخواست شد تا رژیم غذایی خود را تغییر ندهند؛ اما برای هفته هشتم، فهرستی از غذاهای پر نیترات در اختیار آزمودنی‌ها قرار داده شد و از آزمودنی‌ها درخواست شد تا از خوردن غذاهای پر نیترات در هفته هشتم اجتناب کنند. همچنین از آن‌ها خواسته شد تا به‌منظور از بین رفتن باکتری‌های موردنظر، از خوردن کافئین و استفاده از دهان‌شویه ۲۴ ساعت قبل از آزمون خودداری کنند.

بین ۴۵ تا ۶۰ دقیقه بود که از این مقدار آزمودنی‌ها پس از حدود ۱۵ دقیقه گرم کردن، تمرینات کراس‌فیت را که بر اساس WOD^۱ طراحی شده بود اجرا می‌کردند (۲۱). برنامه تمرینی در جدول ۱ نشان داده شده است. پس‌از آن هر جلسه تمرینی با حدود ۵ دقیقه سرد کردن به اتمام می‌رسید.

مکمل‌یاری آب چغندر

در هفته هشتم، آزمودنی‌های گروه مکمل، روزانه ۱۴۰ میلی‌گرم آب چغندر (معادل حدود ۸۰۰ میلی‌گرم نیترات در روز) در دو وهله ۷۰ میلی‌گرمی مصرف کردند (۹) درحالی‌که گروه دارونما طی آن هفته، دارونما (آب زغال‌اخته) استفاده کردند. نحوه درست کردن مکمل در این مطالعه بدین‌صورت بود

جدول ۱. برنامه‌های تمرینی کراس‌فیت بر اساس WOD

WOD 4 لیفت مرده*، ۶۰۰ متر دویدن، ۸۰۰ متر دویدن، ۱۰۰۰ متر دویدن، ۱۲۰۰ متر دویدن	WOD 3 بارفیکس، وال بال	WOD 2 ۸۰۰ متر دویدن، ۵۰ اسکوات با دمبل، ۵۰ دراز و نشست	WOD 1 شنا، بارفیکس، اسکات با وزن بدن، دراز و نشست
WOD 8 ۲۰۰ متر دویدن، برپی، ۱۲ سامو دد لیفت	WOD 7 پرش جعبه، سوینگ کتل بل	WOD 6 دراز و نشست، برپی	WOD 5 بارفیکس، تراستر
WOD 12 شنا کوهنوردی، سر شانه دمبل، پروانه، سوینگ کتل بل، برپی، بتل روپ	WOD 11 طناب، اسنچ دمبل، پرش رو به جلو	WOD 10 شنای سوئدی، اسکات تک‌پا (با کمک بند TRX)	WOD 9 طناب، کلین، برپی
WOD 16 بتل روپ، داز و نشست، اسکات	WOD 15	WOD 14 برپی، بارفیکس، لیفت مرده، لایج	WOD 13

1. Workout of the day

هند استند، پرس با کمک جعبه، وال بال، بریی		۱۲۰۰ متر دویدن، دراز و نشست، فیله	
WOD 20 پرتاب لاستیک، نردبان، تراستر هالتر	WOD 19 ایر بایک، اسنچ هالتر، بارفیکس	WOD 18 بریی پرس جعبه، وال بال	WOD 17 دیپ، ایر اسکوات، پرس جعبه، شنای سوئدی
WOD 24 ۸۰۰ متر حمل وزنه (دمبل)، ایر اسکوات	WOD 23 ۴۰۰ متر دویدن، کتل بل سونگ، بریی پرس جعبه، وال بال	WOD 22 اسکوات از جلو، پرس سرشانه	WOD 21 سامو ددلیفت های پول، بارفیکس
WOD 28 اسنچ هالتر	WOD 27 لیفت مرده، هنگ پاور کلین، پوش جرک	WOD 26 طناب، بارفیکس، اسکات، دوچرخه	WOD 25 رویگ، توز تو بار
WOD 32 طناب، بریی	WOD 31 راه رفتن روی دست، پرس جعبه، ماسل آپ، هنگ پاور کلین، بالا رفتن از طناب	WOD 30 ۴۰۰ متر دویدن، ایر اسکات، شنای سوئدی، دراز نشست، فیله	WOD 29 طناب، کتل بل پوش پرس، پرس جعبه، کتل بل سوینگ، پرس جعبه
WOD 36 دراز نشست، فیله، راه رفتن روی دست	WOD 35 اسنچ دمبل، بریی پرس از روی دمبل	WOD 34 پرس سرشانه دمبل، کتل بل سوینگ، ۳۰۰ متر دویدن، بارفیکس، راه رفتن روی دست	WOD 33 کتل بل لانچ، بارفیکس قدرتی، قایقی، بالا رفتن از طناب
WOD 40 اسنچ هالتر	WOD 39 تراستر دمبل، ۴۰۰ متر دویدن، دمبل تراستر	WOD 38 ۲۰۰۰ متر دویدن، وال بال، ماسل آپ	WOD 37 پرس بالانس، L بارفیکس

* مقدار وزنه‌ها بر اساس ۴۰ تا ۷۵ درصد حداکثر قدرت متغیر بوده است.

اندازه‌گیری متغیرها

در مطالعه حاضر، قد و وزن با حداقل لباس و در حالت استاندارد اندازه‌گیری و شاخص توده بدن از تقسیم وزن برحسب کیلوگرم بر مجذور قد برحسب متر محاسبه شد. درصد چربی بدن نیز با استفاده از روش چین زیرپوستی و با استفاده از دستگاه کالیپر مارک هارپندن ساخت کشور انگلستان در سه نقطه سینه، شکم و ران اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی چگالی بدن از فرمول جکسون-پلاک

و برای محاسبه درصد چربی از فرمول بروزک

استفاده شد (۲۲).

برای اندازه‌گیری سرعت، از آزمون دوی سرعت ۶۰ متر استفاده شد. در این آزمون فرد مسیر مستقیم ۶۰ متر را با نهایت سرعت می‌دوید و پس از ۳ مرتبه تکرار آزمون، بهترین زمان وی ثبت می‌شد (۲۲).

برای اندازه‌گیری توان عضلانی از آزمون پرس سارجنت (پرش عمودی ساده) استفاده شد. اجرای این آزمون بدین‌صورت بود که تخته

$$VO_{2peak} = 88/768 + (8/892 \times \text{مرد جنسیت}) \\ - \text{زمان} \times [1/4527] - [\text{وزن بدن (پوند)} \times 0/0957] - \\ [\text{ضربان قلب} \times 0/1194] - [\text{اجرای آزمون (دقیقه)}]$$

برای ارزیابی توان بی‌هوازی آزمودنی‌ها از آزمون RAST استفاده شد. یک مسافت ۳۵ متر را که در دو سمت آن به اندازه کافی فضای خالی وجود داشت انتخاب شد. پس از گرم کردن کافی، هر آزمودنی با فرمان "رو" مسافت ۳۵ متر را با سرعت هر چه تمام طی می‌کرد. در انتهای مسافت، آزمودنی به مدت ۱۰ ثانیه استراحت می‌نمود. بلافاصله بعد از ۱۰ ثانیه استراحت، آزمودنی مسافت طی شده را برمی‌گشت. هر آزمودنی ۳ مرتبه رفت و برگشت را طی می‌کرد. در هر مرحله رکوردها ثبت می‌شد. با توجه به زمان‌های ثبت شده، با استفاده از فرمول زیر برای هر کدام از مسافت‌ها، توان بی‌هوازی محاسبه شد.

$$1225 \times (\text{وزن بر حسب کیلوگرم}) \\ = \text{توان بی‌هوازی (وات)} \\ \sqrt{\text{زمان بر حسب ثانیه}}$$

در انتها، توان بی‌هوازی متوسط را از میانگین گرفتن ۶ توان بی‌هوازی به دست آمده برای هر مرحله محاسبه شد (۲۳). شاخص خستگی نیز با استفاده از فرمول زیر محاسبه و گزارش شد (۲۳).

مدرجی از ارتفاع ۱۵۰ سانتی‌متری از زمین روی دیوار نصب شد و آزمودنی‌ها از پهلو بدون خم کردن زانوها و دست‌ها کنار دیوار می‌ایستادند و درحالی‌که رو به جلو نگاه می‌کردند، ابتدا یکدست خود را بلند نموده و بر روی صفحه مدرج قرار می‌دادند تا عدد مربوطه ثبت شود. سپس آزمودنی ۳ بار اقدام به پرش می‌کرد و درحالی‌که به سمت بالا پرش می‌نمود، به بالاترین نقطه بر روی صفحه مدرج ضربه می‌زد و اثری به جای می‌گذاشت. در این سه اقدام، بیشترین مقدار برای فرد ثبت می‌شد. سپس باکم کردن مقدار اولیه از مقداری که پرش نموده رکورد به دست می‌آمد و در نهایت اوج توان عضلانی طبق فرمول لوئیس (۱۹۸۱) محاسبه شد (۲۲).

$$\text{پرش مقدار (متر)} \times \sqrt{\text{وزن (کیلوگرم)} \times 21/67} = \text{توان عضلانی (وات)}$$

توان هوازی اوج (VO_{2peak}) آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون راکپورت اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌ها مسافت ۱ مایل را با حداکثر سرعت راه می‌رفتند و پس از اتمام آزمون، ضربان قلب آن‌ها در یک دقیقه اندازه‌گیری شد. با ثبت زمان اجرای آزمودنی‌ها و تعداد ضربان قلب پس از آزمون، توان هوازی اوج آزمودنی‌ها با استفاده از فرمول زیر اندازه‌گیری شد (۲۲).

اجرا شد و حداقل سطح معنی داری $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج مربوط به تغییرات مؤلفه‌های تن‌سنجی و ترکیب بدن آزمودنی‌ها در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان داد پس از اتمام پروتکل تحقیق، مقدار وزن بدن، شاخص توده بدن و درصد چربی بدن در هر دو گروه مکمل + کراس فیت و دارونما + کراس فیت کاهش معنی داری پیدا کرده است ($P < 0.05$) اما تفاوت معنی داری بین دو گروه در انتهای دوره تمرین مشاهده نشد.

زمان کل برای ۶ مرحله دویدن / (توان حداقل - توان حداکثر) = شاخص خستگی لازم به ذکر است که کلیه آزمون‌ها یک‌مرتب در ابتدا و یک‌مرتب در انتهای دوره تمرینی در شرایط مشابه اجرا شدند.

تجزیه و تحلیل آماری

برای تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها، از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. برای بررسی تغییرات درون‌گروهی متغیرها پس از اجرای دوره تمرینی، از t همبسته و برای ارزیابی تغییرات بین‌گروهی از آزمون t مستقل بهره گرفته شد. کلیه آزمون‌های آماری در محیط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲

جدول ۲. مشخصات فردی، تن‌سنجی و ترکیب بدن آزمودنی‌ها به تفکیک گروه (میانگین \pm انحراف معیار)

متغیرها	گروه مکمل + کراس فیت		گروه دارونما + کراس فیت		مقدار t سطح معنی داری
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	
سن (yr)	۲۷/۴ \pm ۲/۰	۲۵/۶ \pm ۲/۸			
قد (cm)	۱۷۹/۵ \pm ۲/۹	۱۸۰/۳ \pm ۳/۷			
وزن بدن (kg)	۹۷/۴ \pm ۱۰/۵	۸۷/۲ \pm ۸/۱*	۹۵/۵ \pm ۷/۱	۸۵/۶ \pm ۵/۵*	-۰/۲
شاخص توده بدن (kg/m^2)	۳۰/۲ \pm ۳/۴	۲۷/۱ \pm ۲/۷*	۲۹/۳ \pm ۲/۳	۲۶/۳ \pm ۱/۸*	-۰/۲
درصد چربی (%)	۳۳/۳ \pm ۵/۴	۳۰/۲ \pm ۴/۴*	۳۲/۸ \pm ۲/۰	۲۹/۶ \pm ۲/۱*	۰/۱

* اختلاف با پیش‌آزمون ($P < 0.05$)

بین دو گروه اختلاف معنی داری مشاهده نشد. همچنین نتایج نشان داد اوج توان عضلانی در هر دو گروه تغییر معنی داری نداشته است. همان طور که در جدول ۳ نیز نشان داده شده است، مقدار توان بی هوازی هم در گروه مکمل + کراس فیت و هم در گروه دارونما + کراس فیت افزایش معنی داری داشته است اما بین دو گروه اختلاف معنی داری مشاهده نشد. علاوه بر این، نتایج تحقیق حاضر حاکی از آن بود که زمان دوی سرعت در هر دو گروه مکمل + کراس فیت و دارونما + کراس فیت بهبود معنی داری داشته است اما بین دو گروه اختلاف معنی داری مشاهده نشد.

میزان تغییرات عملکرد ورزشی و فیزیولوژیک آزمودنی ها در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد پس از اتمام پروتکل تحقیق، توان هوازی اوج در گروه مکمل + کراس فیت و گروه دارونما + کراس فیت افزایش معنی داری داشته است و مقدار افزایش توان هوازی اوج در گروه مکمل + کراس فیت نسبت به گروه دارونما + کراس فیت به طور معنی داری بیشتر بوده است (۱۷/۹ درصد بهبود در مقابل ۱۳/۳ درصد بهبود؛ $P < 0.05$). مقدار پرش عمودی در گروه مکمل + کراس فیت و گروه دارونما + کراس فیت افزایش معنی داری داشته است اما

جدول ۳. میزان تغییرات عملکرد ورزشی آزمودنی ها به تفکیک گروه (میانگین \pm انحراف معیار)

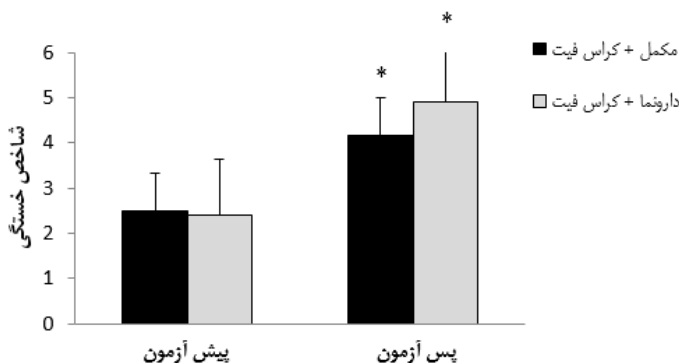
متغیرها	گروه مکمل + کراس فیت		گروه دارونما + کراس فیت		مقدار t	سطح مستقل معنی داری
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون		
توان هوازی اوج (ml/kg/min)	۴۳/۵ \pm ۲/۴	۵۱/۳ \pm ۲/۳*†	۴۴/۳ \pm ۱/۲	۵۰/۲ \pm ۱/۱*	۳/۳	۰/۰۰۴
مقدار پرش عمودی (cm)	۳۳/۶ \pm ۳/۸	۳۷/۹ \pm ۳/۵*	۳۴/۲ \pm ۳/۰	۴۰/۳ \pm ۴/۱*	-۱/۷	۰/۱
اوج توان عضلانی (w)	۱۲۱۰/۴ \pm ۱۷۶/۳	۱۱۵۸/۳ \pm ۱۳۳/۸	۱۲۰۱/۳ \pm ۱۲۰/۰	۱۱۷۲/۱ \pm ۱۱۴/۰	-۱/۰	۰/۳
میانگین توان بی هوازی (w)	۴۲۶/۰ \pm ۲۰۵/۲	۶۶۳/۶ \pm ۱۵۲/۴*	۳۵۹/۴ \pm ۵۵/۹	۶۳۰/۹ \pm ۱۳۰/۳*	-۰/۵	۰/۵
سرعت (s)	۱۲/۸ \pm ۰/۵	۱۰/۹ \pm ۰/۴*	۱۲/۲ \pm ۰/۱	۱۰/۳ \pm ۰/۸*	-۰/۲	۰/۸

* اختلاف با پیش آزمون ($P < 0.05$)

† اختلاف بین دو گروه ($P < 0.05$)

در گروه دارونما + کراس فیت (۷۱/۵ درصد) بهبود معنی داری داشته است، اما بین دو گروه اختلاف معنی داری مشاهده نشد.

میزان تغییرات شاخص خستگی در گروه‌های مختلف در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج حاکی از آن بود که شاخص خستگی هم در گروه مکمل + کراس فیت (۶۷/۲ درصد) و هم



شکل ۱. تغییرات شاخص خستگی در گروه‌های مختلف

نیترات و تمرینات کراس فیت بر عملکرد ورزشی به درستی مشخص نیست. مطالعه حاضر باهدف بررسی اثر تعاملی تمرین کراس فیت و آب چغندر بر عملکردهای ورزشی در مردان جوان غیرفعال انجام شد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد وزن بدن، شاخص توده بدن و درصد چربی بدن در هر دو گروه مکمل + کراس فیت و دارونما + کراس فیت بهبود معنی داری داشته است اما بین دو گروه اختلاف معنی داری مشاهده نشد. همسو با تحقیق حاضر، نتایج مطالعات گذشته نیز نشان داده‌اند که اجرای تمرینات

بحث و نتیجه‌گیری

آب چغندر حاوی مقدار زیادی نیترات طبیعی است و مصرف آن می‌تواند با افزایش مقدار نیتریک اکساید خون، رگ‌ها را گشاد کرده و با افزایش جریان خون اثرات مفیدی بر عملکرد عضلات اسکلتی داشته باشد (۲۴). کراس فیت نیز به‌عنوان شیوه جدیدی از تمرینات شناخته شده است که در بهبود عملکرد ورزشی از جمله توان هوازی، توان بی‌هوازی و فاکتورهای آمادگی جسمانی مرتبط با سلامتی و ترکیب بدن مؤثر است (۲۷-۲۵)، اما اثر تعاملی مکمل‌های حاوی

شدت بخشد. با توجه به پیشینه بسیار اندک در این خصوص، انجام تحقیقات بیشتر در خصوص اثرگذاری مکمل آب چغندر بر بهبود ترکیب بدن با مقادیر مختلف و طول دوره استفاده بیشتر و با یا بدون انجام فعالیت پیشنهاد می‌گردد.

به‌غیراز مؤلفه‌های ترکیب بدن، در مطالعه حاضر مشاهده شد توان هوازی اوج در هر دو گروه مکمل + کراس فیت و گروه دارونما + کراس فیت به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است و افزایش توان هوازی اوج در گروه مکمل + کراس فیت بیشتر بوده است. لذا نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که مصرف آب چغندر توانسته است اثرات تمرین کراس فیت بر آمادگی قلبی عروقی را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد. بهبود VO_{2max} در آزمودنی‌های مختلف به دنبال تمرینات کراس فیت گزارش شده است (۲۱، ۳۰). مک ونی^۱ (۲۰۱۹) علت بهبود آمادگی قلبی تنفسی افراد شرکت‌کننده در تمرینات کراس فیت را ترکیبی از تغییرات میزان فعالیت و تعداد میتوکندری، تغییرات پلاسمای خون، افزایش برون ده و حجم ضربه‌ای قلب، افزایش فعالیت آنزیم‌های

کراس فیت در بهبود ترکیب بدن مؤثر است. اخیراً مقیمی و مقدسی (۲۰۲۱) (۲۰) و دهقان‌زاده سورکی و همکاران (۲۰۲۱) (۲۸) مشاهده کردند که به ترتیب پس از ۱۲ و ۴ هفته تمرینات کراس فیت، ترکیب بدن بهبود معنی‌داری در افراد چاق یافته است. علت اثرگذاری بیشتر تمرینات کراس فیت نسبت به تمرینات قدرتی یا استقامتی سنتی بر بهبود ترکیب بدن، ایجاد هزینه انرژی و تعادل منفی انرژی بیشتر این نوع تمرینات عنوان شده است (۲۹). اگرچه تحقیقی باهدف تأثیر مصرف مکمل آب چغندر بر ترکیب بدن و کاهش وزن انجام نشده است، اما ممکن است به دلیل کالری پایین و فیبر غذایی زیاد آب چغندر، در کاهش درصد چربی بدن اثرگذار باشد. اما آنچه نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد، از آنجاکه هر دو گروه مکمل + کراس فیت و گروه دارونما + کراس فیت وزن بدن، شاخص توده بدن و درصد چربی بدن تقریباً به یک‌میزان کاهش یافته است (اختلاف معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد)، بنابراین به نظر می‌رسد مصرف آب چغندر به میزان مصرف‌شده در تحقیق حاضر نتوانسته است اثرات تمرین بر بهبود ترکیب بدن را

است (۲۱، ۳۲، ۳۳). نوع تمرینات به کاررفته در کراس فیت که شامل تمرینات سرعتی و کوتاه مدت است در کنار تمریناتی که از نوع پلایومتریک هستند همچون پرش از روی موانع، پرش اسکات، پرش طول، پرش ستاره‌ای و ... در بهبود عملکردهای سرعتی، بی‌هوازی و توانی مؤثرند (۳۲، ۳۳). از طرف دیگر، از آنجاکه اختلاف معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که بهبود زمان سرعت، توان بی‌هوازی و توان عضلانی ناشی از تمرینات کراس فیت بوده است و مصرف مکمل آب چغندر اثر معنی‌داری بر بهبود این مؤلفه‌ها نداشته است. این نتایج مغایر با یافته‌های جودرا و همکاران (۲۰۱۹) (۸)، نیاکاپرو و همکاران (۲۰۱۷) (۹) و همتی نفر و همکاران (۱۴۰۰) (۳۱) است. این محققین نشان داده بودند که مصرف کوتاه مدت آب چغندر در بهبود توان بی‌هوازی و عملکردهای شدید و کوتاه مدت ورزشی اثرگذار است. اختلاف در ویژگی‌های آزمودنی‌ها، مقدار و زمان مصرف آب چغندر و پروتکل تحقیق می‌تواند در نتایج متناقض به دست آمده اثرگذار بوده باشد. لازم به ذکر است که آزمودنی‌های تحقیق حاضر را مردان

هوازی و میتوکندریایی و تغییرات ساختمانی فیزیولوژیک قلب نسبت به تمرینات کراس فیت ذکر کرده است (۳۰). پیش‌ازاین، افزایش مقدار VO_{2max} پس از مصرف مکمل آب چغندر در فوتبالیست‌ها و شناگران گزارش شده است (۱۰، ۳۱). پینا و همکاران^۱ (۲۰۱۴) علت بهبود توان هوازی را به افزایش سطح NO مرتبط می‌دانند (۳۰). همان‌طور که مشخص شده است، NO_3^- موجود در آب چغندر موجب افزایش سطح NO می‌شود (۴) و با افزایش سطح NO، جریان خون عضلات بهبود یافته و در نتیجه اکسیژن‌رسانی به عضلات بهبود می‌یابد (۳، ۵). علاوه بر این، مشخص شده است که مصرف آب چغندر در افزایش تعداد و فعالیت میتوکندری‌ها مؤثر است (۶). ترکیب اکسیژن‌رسانی بهتر به عضلات و کارایی بیشتر میتوکندری‌ها به افزایش VO_{2max} منجر می‌شود.

از دیگر نتایج تحقیق حاضر، بهبود زمان سرعت، توان بی‌هوازی و مقدار پرش عمودی ساده در هر دو گروه مکمل + کراس فیت و گروه دارونما + کراس فیت بود. اثرات مثبت تمرینات کراس فیت بر بهبود زمان سرعت، توان بی‌هوازی و توان عضلانی گزارش شده

به مطالعات اندک و نتایج متناقض، لزوم انجام مطالعات بیشتر در خصوص اثرات مصرف آب چغندر بر ترکیب بدن و عملکردهای ورزشی احساس می‌شود.

تقدیر و تشکر

بدین‌وسیله نویسندگان از کلیه افرادی که در این مطالعه به‌عنوان آزمودنی شرکت داشته‌اند، تشکر می‌نمایند. مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد ارائه‌شده به مؤسسه آموزش عالی زند شیراز می‌باشد.

تعارض منافع

تمام نویسندگان مقاله اعلام می‌کنند تضاد منافی بین آن‌ها وجود ندارد.

کم‌تحرک و چاق تشکیل می‌دادند در حالی که نمونه‌های مطالعه جودرا و همکاران (۲۰۱۹)، نیاکایرو و همکاران (۲۰۱۷) و همتی نفر و همکاران (۱۴۰۰) را به ترتیب مردان قدرتی کار تمرین دیده، شناگران و فوتبالیست‌ها تشکیل می‌دادند.

به‌طورکلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد مصرف یک هفته آب چغندر به میزان ۱۴۰ میلی‌لیتر در روز در کنار یک دوره هشت‌هفته‌ای تمرینات کراس‌فیت، تنها در بهبود توان هوازی اوج اثرگذار است و بهبود مشاهده‌شده در ترکیب بدن، توان بی‌هوازی، عملکرد سرعتی و توان بی‌هوازی آزمودنی‌ها به تمرینات کراس‌فیت مرتبط است. با توجه

منابع

1. Caldwell JT, Sutterfield SL, Frye J, Ade CJ. Beetroot juice enhances functional sympatholysis in hypertensive humans. *The FASEB Journal* 2017; 31(1): 682-692.
2. Satyanand V, MahaboobVali S, PhaniKrishna B, Narayanasamy D, Lilly N, Mujeer, S, et al. A study of beet root derived dietary nitrate efficacy on performance of runners. *IJBAMR* 2014; 3(2): 690-695.
3. Larsen FJ, Ekblom B, Lundberg JO, Weitzberg E. Effects of dietary nitrate on oxygen cost during exercise. *Acta Physiol* 2007; 191, 59-66.
4. Lundberg JO, Weitzberg E, Lundberg JM, Alving K. Intra-gastric nitric oxide production in humans: Measurements in expelled air. *Gut* 1994; 35, 1543-1546.
5. Ferguson SK, Hirai DM, Copp SW, Holdsworth CT, Allen JD, Jones AM, Musch TI, Poole DC. Impact of dietary nitrate supplementation via beetroot juice on exercising muscle vascular control in rats. *J Physiol* 2013, 591 Pt 2, 547-557.

6. Larsen FJ, Schiffer TA, Borniquel S, Sahlin K, Ekblom B, Lundberg JO, et al. Dietary inorganic nitrate improves mitochondrial efficiency in humans. *Cell Metab*. 2011; 13(2): 149-159.
7. Kordi MR, Salimi NahrSolduz M, Hooshmand Moghadam B. The effects of beetroot consumption on blood pressure, heart rate, perceived exertion and the speed of running in young female athletes. *Sci J Kurdistan Univers Med Sci* 2020; 25: 79-92. [Persian]
8. Jodra P, Domínguez R, Sánchez-Oliver AJ, Veiga-Herrerros A, Bailey AJ. Effect of beetroot juice supplementation on mood, perceived exertion and performance during a 30 s wingate test. *Intern J Sport Physiol Perform* 2019; 3: 2-14.
9. Nyakayiru J, Jonvik KL, Trommelen J, Pinckaers PJM, Senden JM, van Loon LJC et al. Beetroot juice supplementation improves high-intensity intermittent type exercise performance in trained soccer players. *Nutrients* 2017; 9: 314-324.
10. Pinna M, Roberto S, Milia R, Marongiu E, Olla S, Loi A, et al. Effect of beetroot juice supplementation on aerobic response during swimming. *Nutrients* 2014; 6: 605-615.
11. Sedighian Rad M, Mehrabani J. Short-term effect of caffeine and beetroot juice supplementation on antioxidative variables and performance in endurance athletes. *J Appl Exerc Physiol* 2021; 34:31-45.
12. Patel R. The influence of a CrossFit exercise intervention on glucose control in overweight and obese adults. A thesis for the degree of Master of Science 2012; PP: 8.
13. Claudino JG, Gabbett TJ, Bourgeois F, de Sá Souza H, Miranda RC, Bruno Mezêncio, et al. CrossFit overview: Systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine* 2018; 4: 11-25.
14. Glassman G. What is fitness. *CrossFit J* 2002; 3: 1-11.
15. Glassman G. Understanding CrossFit. *CrossFit J* 2007; 56: 1-2.
16. Heinrich KM, Spencer V, Fehl N, Poston WSC. Mission essential fitness: Comparison of functional circuit training to traditional army physical training for active duty military. *Military Medicine* 2012; 177.
17. Gaesser GA, Angadi SS. High-intensity interval training for health and fitness: can less be more? *J Appl Physiol* 2011; 111: 1540-1541.
18. Borrás PA, Herrera J, Ponseti FJ. Effects of CrossFit lesions in physical education on the aerobic capacity of young students. *J Physi Edu Health* 2017; 6: 5-11.

19. Chen X, Cui J, Zhang Y, Peng W. The association between BMI and health related physical fitness among Chinese college students: a cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2020;20:444-451.
20. Shaw BS, Dullabh M, Forbes G, Brandkamp JL, Shaw I. Analysis of physiological determinants during a single bout of Crossfit. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 2015; 15(3): 809-815.
21. Moghimi Sarani A, Moghadasi M. CrossFit training improves health-related physical fitness in overweight men. *Ann Appl Sport Sci* 2021; In press.
22. ACSM. ACSM's health-related physical fitness. Translate by Moghadasi M and Rashidfarid S. 3rd Edition, Islamic Azad University, Shiraz branch publishing, 2018. [Persian].
23. Zagatto AM, Beck WR, Gobatto, CA. Validity of the running anaerobic sprint test (Rast) for assess anaerobic power and predicting performances. *J Strength Condition Res*, 2009; 23: 1820-1827.
24. Domínguez R, Maté-Muñoz JL, Cuenca E, García-Fernández P, Mata-Ordoñez F, Lozano-Estevan MC, et al. Effects of beetroot juice supplementation on intermittent high-intensity exercise efforts. *J Intern Soc Sport Nutr*, 2018; 15: 2-12.
25. Choi EJ, So WY, Jeong TT. Effects of the CrossFit exercise data analysis on body composition and blood profiles. *Iran J Public Health*, 2017; 46: 1292-1294.
26. Eather N, Morgan PJ, Lubans DR. Improving health-related fitness in adolescents: the CrossFit TeensTM randomised controlled trial. *J Sports Sci*, 2016; 34: 209-223.
27. Bellar D, Hatchett A, Judge LW, Breaux ME, Marcus L. The relationship of aerobic capacity, anaerobic peak power and experience to performance in CrossFit exercise. *Biol Sport*, 2015; 32: 315-320.
28. 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 Sci Health*. 2021; In press.
29. Murawska-Cialowicz E, Wojna J, Zuwała-Jagiello J. CrossFit training changes brain-derived neurotrophic factor and irisin levels at rest, after wingate and progressive tests,

and improves aerobic capacity and body composition of young physically active men and women. *J Physiol Pharmacol*. 2015; 66: 811-821.

30. Mcweeny D K. The effect of CrossFit vs. resistance training on aerobic, anaerobic, and musculoskeletal fitness. (MS thesis), Faculty of Kinesiology, Sport, and Recreation, University of Alberta, Canada; 2019.

31. Hemmatinfar M, Mosallanezhad Z, Abdollahei MH, Yazdani H, Samsami Pour A, Kooroshfard N, et al. Beetroot juice supplementation improves fatigue, aerobic, anaerobic performance and nitrite concentration in college soccer players. *Razi J Med Sci*, 2021; 28: 81-92.

32. Hamdouni H, Kliszczewicz B, Zouhal H, Rhibi F, Ben Salah FZ, Ben Abderrahman A. Effect of three fitness programs on strength, speed, flexibility and muscle power on sedentary subjects. *J Sports Med Phys Fitness*. 2021; In press.

33. Crawley AA, Sherman RA, Crawley WR, Cosio-Lima LM. Physical fitness of police academy cadets: Baseline characteristics and changes during a 16-week academy. *J Strength Cond Res*. 2016; 30: 1416-1424.



Metabolism and Exercise
A biannual journal

Vol 13, Number 1, 2023



The interaction effects CrossFit training and beetroot juice on exercise performances in young inactive men

Moghaddasi^{1*}, Soltani Z², Sheikhani Shahin H³

Received: 06/05/2023

Accepted: 23/05/2023

Published: 23/08/2023

Abstract

Aim: Dietary supplementation with inorganic nitrate (NO_3^-) may enhance exercise performance by improving skeletal muscle contractility and metabolism. CrossFit also, is recognized as a new method improves exercise performance but the interaction effects of nitrate supplements and CrossFit on exercise performance are not well known. The present study was done to examine the interaction effects of CrossFit training and beetroot loading on exercise performances in young inactive men.

Methods: In this quasi study, twenty inactive men (aged 21-30 years old), were randomly divided into beetroot juice + CrossFit group ($n = 10$) or placebo + CrossFit group ($n = 10$). All participants were performed CrossFit training 3 days a week for 8 weeks. At the end week of the intervention, supplement group received 140 mL beetroot juice containing about 800 mg of NO_3^- per day. Exercise performances were evaluated before and after the intervention. Independent and paired sample t-test were used for data analysis and statistical analyses was set at $P \leq 0.05$.

Results: The results demonstrated that sprint (14.8% vs. 15.5%), anaerobic power (55.7% vs. 75.5%), fatigue index (67.2% vs. 71.5%) and vertical jump test (12.7% vs. 17.8%) were improved in the both groups ($P < 0.05$), however no significant differences were observed between two groups. Peak aerobic power was increased in the both groups ($P < 0.05$), while the increase of peak aerobic power was higher in the supplement group compare to the placebo group (17.9% vs. 13.3%; $P < 0.05$).

Conclusion: Generally, we can conclude that CrossFit training caused improves exercise performance but the interaction of beetroot juice and CrossFit cannot enhance these performances.

Key words: CrossFit, Beetroot juice, Aerobic power, Rast test, Muscular power

1. Associate professor in exercise physiology, Department of exercise physiology, Shiraz branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran. 2. Master of Sciences student in exercise physiology, Zand institute of higher education, Shiraz, Iran. 3. Assistant professor in exercise physiology, Department of exercise physiology, Zand institute of higher education, Shiraz, Iran.

* E-mail: mehrzad.moghaddasi@gmail.com

