

بهبود قدرت عضلانی و توان بی‌هوازی مردان میانسال پس از مصرف مکمل سیتروکلین مالات

مجید پرنوری^۱، وحید تأدیبی^{۲*}

۱- کارشناس ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۲- دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

یافته / دوره ۲۶ / شماره ۳ / پاییز ۱۴۰۳ / مسلسل ۱۰۱

چکیده

دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۱۲/۱۱ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۶/۱۴

مقدمه: با توجه به شیوع مصرف مکمل سیتروکلین مالات برای بهبود عملکرد ورزشی و یافته‌های متناقض موجود در این زمینه، هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر حاد مکمل سیتروکلین مالات بر قدرت بیشینه و توان بی‌هوازی تنیس‌بازان مرد میانسال بود.

مواد و روش‌ها: این کارآزمایی بالینی با یک طرح دوسویه کور متقاطع و با موازنه متقابل انجام شد. بدین منظور، تعداد ۱۶ تنیس‌باز مرد داوطلب با دامنه سنی ۶۴-۴۵ سال به‌طور تصادفی در هر دو شرایط مصرف مکمل و دارونما قرار گرفتند. مکمل سیتروکلین مالات به صورت نوشیدنی حاوی هشت گرم سیتروکلین مالات مصرف شد. در شرایط دارونما، مالتودکسترین جایگزین سیتروکلین مالات شد. یک هفته دوره پاکسازی بین دو شرایط مصرف مکمل و دارونما در نظر گرفته شد تا آثار احتمالی مکمل از بین برود. یک ساعت پس از مصرف مکمل یا دارونما، به ترتیب و با فاصله زمانی پنج دقیقه‌ای، قدرت چنگش، پرش عمودی و آزمون بی‌هوازی وینگیت اجرا شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تی زوجی استفاده شد.

یافته‌ها: تحلیل‌های آماری نشان داد که پس از مصرف مکمل سیتروکلین مالات، اوج و میانگین توان بی‌هوازی در آزمون وینگیت به‌طور معناداری بالاتر از شرایط دارونما بود ($P < 0/001$). همچنین، رکورد پرش عمودی پس از مصرف سیتروکلین مالات در مقایسه با مصرف دارونما بیشتر بود ($P < 0/001$). حداکثر و میانگین قدرت چنگش نیز با مصرف مکمل بیش از شرایط دارونما بود ($P < 0/001$).

بحث و نتیجه‌گیری: مصرف مکمل سیتروکلین مالات، یک ساعت پیش از فعالیت ورزشی منجر به بهبود معنادار در قدرت بیشینه و توان بی‌هوازی تنیس‌بازان مرد میانسال می‌شود.

واژه‌های کلیدی: عملکرد ورزشی، مکمل‌های خوراکی، قدرت چنگش، نیتریک اکساید.

*آدرس مکاتبه: ایران، کرمانشاه، تاق‌بستان، خیابان دانشگاه، دانشگاه رازی، دانشکده تربیت بدنی.

پست الکترونیک: vtadibi@yahoo.com

مقدمه

شمار روز افزون شرکت‌کنندگان میانسال در عرصه ورزش و افزایش حضور آن‌ها در رقابت‌ها و مسابقات موجب شده است که این ورزشکاران در جستجوی روش‌هایی برای افزایش عملکرد ورزشی خود باشند. در همین راستا، استفاده از مکمل‌های ورزشی به منظور افزایش عملکرد ورزشکاران میانسال شایع است (۱). یکی از زیرمجموعه‌های مکمل‌های ورزشی شامل آن‌هایی است که سطوح نیتریک اکساید (Nitric-Oxide; NO) را افزایش می‌دهد (۲). افزایش NO با اتساع عروق همراه است و سرانجام به جریان خون بیشتر در عضلات اسکلتی در حال تمرین می‌انجامد و می‌تواند آثار سودمندی همچون افزایش جذب گلوکز، افزایش جریان خون عضله، انقباض پذیری عضلات داشته باشد (۳). نیتریک اکساید می‌تواند به عنوان یک مکمل مصرف شود، اما چون در جریان خون دارای عمر کوتاهی است؛ باید میانجی‌های تولید کننده آن جایگزین این مکمل شوند. در این زمینه، سیتروآلین مالات (Citrulline-Malate) از شایع‌ترین مکمل‌هایی است که این نقش را ایفا می‌کند (۴). همان‌گونه که پژوهش‌ها نشان داده است، سیتروآلین مالات پیش‌ساز نیتریک اکساید است و NO به وسیله‌ی آنزیم نیتریک اکساید سنتاز از ال-آرژینین ساخته می‌شود. با افزایش سن، تولید NO کاهش می‌یابد که یکی از دلایل این کاهش می‌تواند افزایش فعال شدن آرژیناز (Arginase) باشد (۵). چون ال سیتروآلین آنزیم آرژیناز را مهار می‌کند و سیتروآلین مالات، ال آرژینین در دسترس را افزایش می‌دهد؛ بنابراین، انتظار می‌رود مکمل سیتروآلین مالات، ال-آرژینین در دسترس را افزایش داده و پیرو آن سطوح NO را افزایش دهد. به همین دلیل، سیتروآلین مالات به عنوان مکمل اثرگذار در هنگام فعالیت ورزشی مورد علاقه ورزشکاران رشته‌های مختلف قرار گرفته است (۶). ال سیتروآلین آمینو اسید غیرضروری است که

هنگامی که با مالات (میانجی در چرخه اسید تری کربوکسیلیک) ترکیب می‌شود ظرفیت تمرینی را به هنگام نوبت‌های تکرار شده در تمرین مقاومتی تا مرز خستگی افزایش می‌دهد (۸، ۷). در مردان سالم مصرف حاد ال-سیتروآلین به افزایش سطوح ال-سیتروآلین/آرژینین (۹) پلاسما و سطح نیتریک اکساید پلاسما به هنگام تمرین در مقایسه با دارونما انجامیده است (۱۰).

یکی از محبوب‌ترین رشته‌های ورزشی در جهان تنیس است و این رشته ورزشی نیازمند توانایی‌هایی همچون قدرت چنگش و توان بی‌هوازی برای کسب موفقیت می‌باشد. قدرت چنگش برای اطمینان برخورد صحیح راکت با توپ، به طور معناداری با سرعت واکنش، توان پرش و سرعت در ارتباط است (۱۱) توان بی‌هوازی بالا نیز برای موفقیت تنیس‌باز به دلیل طبیعت انفجاری ضربه‌های زمینی و تغییر سریع جهات مهم است و در نهایت توانایی برای حفظ توان در سراسر رالی طولانی برای امتیازهایی که بالای ۱۵ ثانیه زمان می‌برد ضروری است (۱۲). Glenn و همکاران (۱) اثر حاد مکمل سیتروآلین مالات را بر قدرت چنگش، پرش عمودی و توان بی‌هوازی تنیس‌بازان زن حرفه‌ای را بررسی و نشان دادند که مصرف این مکمل پیش از رقابت‌ها عملکرد ورزشی را در این ورزشکاران بهبود می‌بخشد. در همین راستا، Wethington و همکاران (۱۳) نیز گزارش کردند که مصرف حاد سیتروآلین مالات به بهبود عملکرد ورزشی در تمرین مقاومتی زنان تمرین کرده می‌انجامد. از سوی دیگر، Chappell و همکاران (۱۴) اثر حاد مکمل سیتروآلین مالات بر عملکرد بی‌هوازی مردان و زنان فعال را بررسی کرده و نشان دادند مصرف مکمل اثر معناداری بر عملکرد بی‌هوازی ندارد.

اگرچه اثرگذاری مصرف مکمل سیتروآلین مالات بر عملکرد ورزشی موضوع پژوهش‌های بسیاری بوده است، ضمن ضد و نقیض بودن یافته‌ها، آزمودنی‌های بیشتر

پیروی نمایند (۱۶). زمان انجام آزمون برای هر آزمودنی در ساعات یکسانی از روز در صبح بود.

مکمل سیترولین مالات به صورت یک نوشیدنی شامل هشت گرم سیترولین مالات در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب بر اساس پیشینه موضوع مصرف شد (۱۷). در شرایط دارونما، مالتودکسترین جایگزین سیترولین مالات شد. برای شبیه‌سازی طعم و بوی مکمل و دارونما میزان ۲۰ میلی‌لیتر آب‌لیمو به مکمل و دارونما اضافه گردید و یک ساعت قبل از اجرای آزمون‌ها مصرف شد. مصرف مکمل به صورت دو سوکور و با نظارت مسئول آزمایشگاه انجام گرفت؛ به‌گونه‌ای که آزمودنی‌ها و پژوهشگر نمی‌دانستند که آزمودنی‌ها مکمل یا دارونما مصرف نموده‌اند.

روش جمع‌آوری داده‌ها

پیش از آغاز پژوهش شرکت‌کنندگان با روند انجام پژوهش و آزمون‌ها آشنا شدند و رضایت‌نامه‌های کتبی از آنها گرفته شد و توضیحات و توصیه‌های لازم به آنها گفته شد، همچنین در یک جلسه آشنایی پس از اندازه‌گیری‌های شاخص‌های تن‌سنجی مانند قد و وزن، آزمودنی‌ها با همه آزمون‌ها از جمله آزمون وینگیست آشنا شده و آنها را اجرا کردند. این جلسه آشنایی دست کم دو روز با نخستین روز اعمال مداخلات فاصله داشت.

آزمون‌های قدرت چنگش، پرش عمودی و وینگیست، به شرح و ترتیب زیر و با فواصل زمانی پنج دقیقه‌ای اجرا شدند. قدرت چنگش مچ دست با استفاده از دینامومتر دیجیتال و با واحد کیلوگرم برای دست برتر اندازه‌گیری شد. برای اجرای آزمون، آزمودنی در حال ایستاده، بازو در کنار و پایین، مچ دست در وضعیت طبیعی و حفظ مفصل میانی انگشت وسطی در ۹۰ درجه انجام شد. در این مطالعه دست ترجیحی به عنوان دستی که در گرفتن راکت هنگام ضربه فورهند در ضربه زمینی استفاده شد تعیین شد. آزمون سه بار با دست ترجیحی و ۶۰ ثانیه استراحت بین آنها انجام شد. میانگین قدرت گرفتن (اندازه‌گیری

پژوهش‌ها ورزشکاران جوان بوده‌اند و بخش عمده‌ای از آنها نیز عملکرد ورزشی استقامتی را بررسی نموده‌اند. بنا به دانسته‌های ما، تاکنون اثر گذاری مصرف حاد مکمل سیترولین مالات بر عملکرد قدرتی و توانی مردان میانسال بررسی نشده است. با توجه به اینکه عملکردهای قدرتی و توانی مردان از میانسالی به بعد روند کاهشی دارد، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر مصرف حاد مکمل سیترولین مالات بر قدرت چنگش، پرش عمودی و توان بی‌هوازی تنیس‌بازان مرد میانسال انجام شد.

مواد و روش‌ها

شرکت‌کننده‌ها

شرکت‌کنندگان شامل ۱۶ تنیس‌باز مرد میانسال (۴۵-۶۴ سال) با سابقه حداقل دو سال تمرین منظم تنیس بودند که به‌طور داوطلبانه در پژوهش شرکت کردند. حجم نمونه با در نظر گرفتن اختلاف هدف ۱۰ درصد و انحراف استاندارد ۱۰ درصد برای توان آماری ۸۰ درصد، تعداد ۱۶ آزمودنی محاسبه شد (۱۵).

روش‌های تجربی

پژوهش حاضر در قالب یک طرح متقاطع و با موازنه متقابل انجام شد. شرکت‌کنندگان به‌طور تصادفی به دو گروه تقسیم شدند. یک گروه در دور نخست مکمل و در دور بعدی دارونما دریافت کردند و گروه دیگر نخست دارونما و سپس مکمل. به‌گونه‌ای که همه آزمودنی‌ها در هر دو شرایط مصرف مکمل و دارونما قرار گرفتند. یک دوره پاکسازی یک هفته‌ای بین دو شرایط مصرف مکمل و دارونما در نظر گرفته شد تا آثار احتمالی مکمل از بین برود. از آزمودنی‌ها خواسته شد که در روزهای پیش از آزمون و همچنین در صبح روزهای آزمون از انجام فعالیت‌های بدنی شدید و نوشیدن کافئین پرهیز کنند. فرم یادآمد رژیم خوراکی نیز در اختیار آنها گذاشته شد تا در ۲۴ ساعته پیش از آزمون از الگوی خوراکی یکسانی

تحلیل‌های آماری

برای توصیف داده‌ها از شاخص‌های آمار توصیفی میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد. در بخش آمار استنباطی، ابتدا توزیع طبیعی داده‌ها با آزمون شاپیرو-ویلک بررسی شد. پس از اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها، برای مقایسه داده‌های حاصل از دو شرایط مکمل و دارونما از آزمون تی زوجی استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ و در سطح معنی داری ۰/۰۵ انجام شد.

یافته‌ها

اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. همچنین مقادیر مربوط به متغیرهای اندازه-گیری شده در دو شرایط مصرف مکمل سیترولین مالات و دارونما در جدول ۲ خلاصه شده است.

میانگین سه آزمون) و حداکثر قدرت گرفتن (بیشترین رکورد) اندازه‌گیری شد (۱). برای ارزیابی ارتفاع پرش عمودی، شرکت کنندگان در محل انجام پرش می‌ایستادند، بدون خم شدن و با پاهای صاف در سطح زمین برای تثبیت رسیدن به حداکثر ارتفاع پرش عمودی را انجام دادند. بین پرش‌ها ۶۰ ثانیه استراحت کردند در پایان حداکثر و میانگین پرش عمودی محاسبه شد (۱). آزمون وینگیت برای ارزیابی توان بی‌هوازی شامل اوج توان و میانگین توان استفاده شد. نخست پنج دقیقه گرم کردن به صورت رکاب زدن با مقاومت ۵۰ وات انجام شد. سپس، آزمودنی‌ها آزمون استاندارد ۳۰ ثانیه وینگیت را در برابر مقاومتی معادل ۷/۵ درصد توده وزن بدن انجام دادند (۱). اوج توان و میانگین توان از سوی نرم‌افزار مانیتور متصل به چرخ وینگیت محاسبه می‌شد. آزمون با استفاده از چرخ وینگیت مدل Monark 894 ساخت کشور سوئد انجام شد.

جدول ۱. اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها

سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	نمابه توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)
۵۳/۸±۳/۱	۷۴/۴±۳/۲	۱۷۶/۹±۴/۰	۲۴/۰±۲/۸

مقادیر عبارتند از انحراف استاندارد ± میانگین.

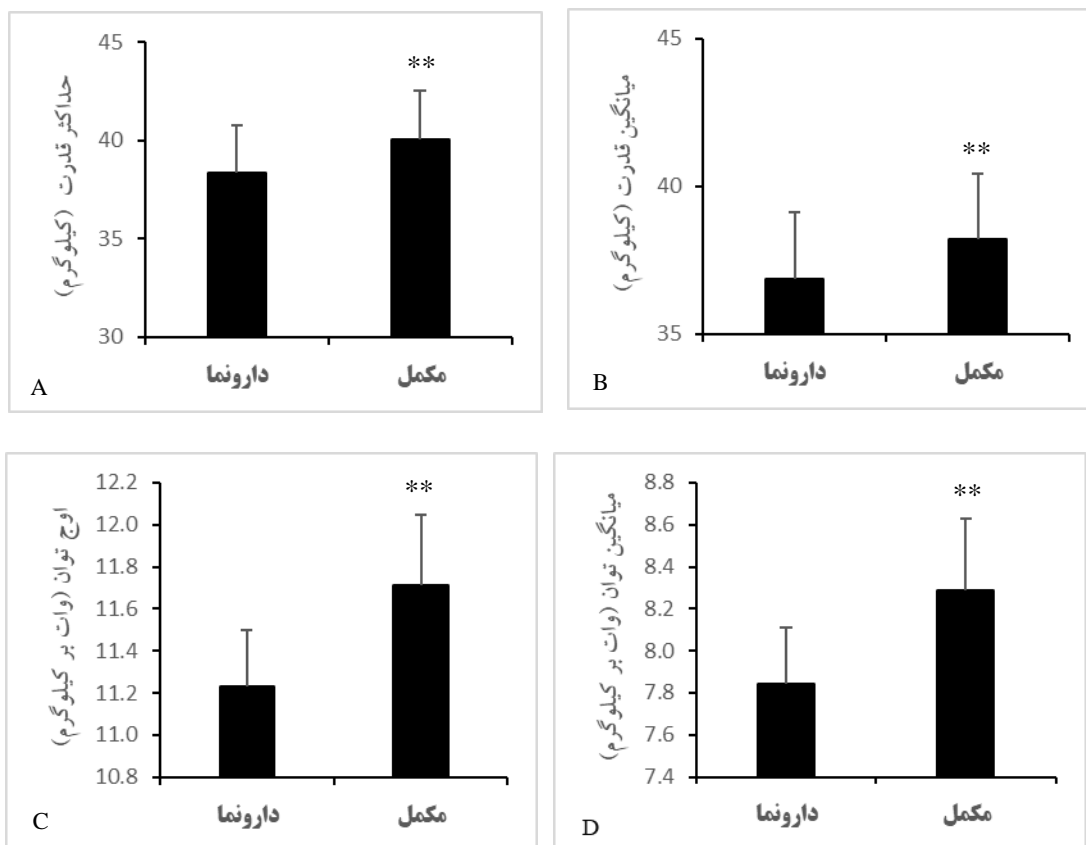
جدول ۲. مقادیر و تفاوت متغیرهای اندازه‌گیری شده پس از مصرف مکمل و دارونما

متغیر	دارونما	سیترولین-مالات	تفاوت میانگین	P-مقدار
حداکثر قدرت چنگش (kg)	۳۸/۳۷±۲/۳۹	۴۰/۰۳±۲/۴۷	۱/۶۵±۰/۵۹	**<۰/۰۰۱
میانگین قدرت چنگش (kg)	۳۶/۸۴±۲/۲۷	۳۸/۲۱±۲/۲۴	۱/۳۷±۰/۳۸	**<۰/۰۰۱
پرش عمودی (cm)	۳۵/۵۶±۳/۳۴	۳۹/۸۱±۲/۹۰	۴/۲۵±۱/۸۴	**<۰/۰۰۱
اوج توان بی‌هوازی (w/kg)	۱۱/۲۳±۰/۳۴	۱۱/۷۱±۰/۲۸	۰/۴۸±۰/۱۷	**<۰/۰۰۱
میانگین توان بی‌هوازی (w/kg)	۷/۸۴±۰/۲۷	۸/۲۹±۰/۳۴	۰/۴۴±۰/۰۹	**<۰/۰۰۱

مقادیر عبارتند از انحراف استاندارد ± میانگین. **: تفاوت معنادار در سطح ۰/۰۰۱

طور معناداری بیشتر از مصرف دارونما بود ($P < 0.001$) (نمودار ۱، C و D). رکورد پرش عمودی نیز به‌طور معناداری در شرایط مصرف مکمل بهتر از مصرف دارونما بود ($P < 0.001$).

نتایج آزمون تی زوجی نشان داد که حداکثر و میانگین قدرت چنگش پس از مصرف مکمل سیترولین مالات به-طور معناداری بیشتر از شرایط دارونما بود ($P < 0.001$) (نمودار ۱، A و B). همچنین اوج و میانگین توان بی‌هوازی در آزمون وینگیت نیز با مصرف مکمل به-



نمودار ۱. مقایسه دو شرایط مصرف دارونما و مکمل. A: حداکثر قدرت، B: میانگین قدرت، C: اوج توان، D: میانگین توان. **: تفاوت معنادار نسبت به شرایط دارونما $P < 0.001$

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که مصرف مکمل سیترولین مالات، یک ساعت پیش از فعالیت ورزشی، باعث افزایش چهار درصدی در قدرت چنگش، افزایش ۱۲ درصدی در رکورد پرش عمودی و افزایش چهار درصدی و شش درصدی در اوج و میانگین توان بی‌هوازی تنیس‌بازان مرد میانسال شد. یافته‌های پژوهش حاضر در خصوص افزایش قدرت چنگش و نیز بهبود عملکرد بی‌هوازی در آزمون وینگیت با یافته‌های گلن و همکاران از نظر میزان تغییرات و معناداری مشابه و همسو بود، با این تفاوت که آزمودنی‌های آن پژوهش تنیس‌بازان زن و با میانگین سنی حدود سه سال جوانتر بودند (۱). در پژوهش‌ها به چندین مورد از سازوکارهای احتمالی اثربخشی سیترولین مالات در فعالیت‌های ورزشی اشاره شده است. افزایش تولید نیتریک اکساید از طریق افزایش آرژنین، یکی از مهمترین

آثار مصرف سیترولین مالات به عنوان پیش‌ساز آرژنین عنوان شده است که می‌تواند با اتساع عروق و در نتیجه بهبود جریان خون و اکسیژن‌رسانی به سمت عضلات فعال، بروز خستگی در فعالیت‌های شدید را به تعویق اندازد (۸). از سوی دیگر عنوان شده است که سیترولین مالات با سم‌زدایی آمونیاک از طریق چرخه اوره، می‌تواند تولید لاکتات را کاهش دهد و در نتیجه عملکرد ورزشی بی‌هوازی را بهبود بخشد (۱۸). همچنین گزارش شده است مالات موجود در سیترولین مالات می‌تواند تولید انرژی و افزایش سرعت تولید آدنوزین تری فسفات را افزایش دهد (۱۸). در زمینه سازوکار فیزیولوژیکی بهبود قدرت و توان در پژوهش حاضر، گزارش شده است که اتساع عروقی ناشی از افزایش نیتریک اکساید می‌تواند با افزایش خون‌رسانی و تغذیه بهتر عضلات، ویژگی‌های انقباضی و بازسازی فیبرهای عضلانی را بهبود بخشد (۱).

مالات ممکن است زمان لازم برای رسیدن به حداکثر توان را به حداقل برساند و احتمالاً ورزشکاران بتوانند پاسخ‌های سریعتری به حریف مقابل داشته باشند. در جنبه‌های عملکرد ورزشی، یافته‌های ما با دیگر پژوهش‌ها همخوانی داشت (۲۰۷). در ادبیات پیشینه، آثار مثبت مصرف حاد مکمل سیترولین مالات بر فعالیت مقاومتی پایین‌تنه و بالاتنه همزمان با کاهش درک فشار تمرین نیز گزارش شده است (۲۲). با این وجود، گزارش‌هایی هم از عدم اثرگذاری مصرف حاد این مکمل وجود دارد (۱۹، ۲۳)؛ اما، یک پژوهش فراتحلیل در بررسی پژوهش‌هایی که اثر حاد مکمل سیترولین مالات را بر فعالیت‌های پر شدت توانی و قدرتی ارزیابی کرده بودند، اثر مثبت این مکمل را بر عملکرد ورزشکاران در فعالیت‌های پر شدت توانی و مقاومتی نشان می‌دهد (۲۴). همچنین، پژوهش فراتحلیل دیگری اثر اندک اما سودمند مکمل سیترولین مالات را بر استقامت عضلانی در تمرین قدرتی پر شدت گزارش می‌کند (۲۵). در جدیدترین پژوهش چاپ‌شده در این زمینه نیز، اثرگذاری مثبت مکمل سیترولین مالات بر عملکرد سرعتی تکراری مردان دانشگاهی ورزشکار در رشته‌های ورزشی تیمی گزارش شده است (۲۶). جالب اینکه یک پژوهش مروری اخیر که در آن اثر مکمل سیترولین مالات بر عملکرد قدرتی نیز بررسی شده است، عنوان می‌کند اگرچه اثرگذاری این مکمل بر عملکرد عضلانی مثبت به نظر می‌رسد، اما با توجه به تناقض‌های موجود، بهتر است پژوهش‌های بیشتری در این زمینه انجام شود (۱۷). بنابراین، از آنجاکه بنا به دانسته‌های ما تاکنون اثر تک‌دوز مکمل سیترولین مالات بر عملکرد توانی و قدرتی مردان تنیس‌باز میانسال بررسی نشده بود، انجام این پژوهش ارزشمند به نظر می‌رسید. در پژوهش حاضر با وجود کنترل بسیاری از موارد کماکان محدودیت‌هایی وجود داشت از جمله عدم امکان کنترل کامل متغیرهای مرتبط با

در پژوهش حاضر، از تک‌دوز هشت گرمی سیترولین مالات یک ساعت پیش از انجام آزمون‌ها استفاده شد. در پیشینه پژوهش نیز شایع‌ترین میزان و زمان مصرف سیترولین مالات به میزان هشت گرم و یکساعت پیش از انجام فعالیت ورزشی گزارش شده است (۱۸) و این میزان مصرف به راحتی و بدون عوارض خاصی برای افراد قابل تحمل و قابل مصرف بوده است (۱۹).

با وجود اینکه پژوهش‌های قابل توجهی در زمینه اثرگذاری سیترولین مالات بر فعالیت‌های ورزشی انجام شده است، وجه تمایز پژوهش حاضر شرکت‌کنندگان در پژوهش می‌باشند که افراد میانسال بوده‌اند. در این راستا، گزارش شده است که با افزایش سن، تولید نیتریک اکساید کاهش می‌یابد که پیامد آن می‌تواند تضعیف عملکرد ورزشی در افراد میانسال باشد (۵). همانگونه که در بالا ذکر شد، یکی از اساسی‌ترین سازوکارهای سودمندی مصرف سیترولین مالات بر عملکرد ورزشی افزایش نیتریک اکساید است. شاید بتوان عدم اندازه‌گیری سطوح نیتریک اکساید در پژوهش حاضر را از محدودیت‌های پژوهش به شمار آورد، اما دیده شد که مصرف پیش‌ساز آن یعنی سیترولین مالات با بهبود عملکرد بی‌هوازی مردان میانسال همراه بود.

عملکرد خوب در رشته ورزشی تنیس به چندین جنبه آمادگی بدنی وابسته است که از جمله آنها می‌توان به قدرت و توان عضلانی اشاره کرد که در پژوهش حاضر مورد بررسی قرار گرفتند. قدرت چنگش برای انتقال قدرت تنیس‌باز به راکت و ضربه به توپ اهمیت قابل توجهی دارد. از طرفی، گزارش شده است که قدرت چنگش به طور معنی‌داری با قدرت عمومی کل بدن (۲۰) و سرعت گام‌برداری مرتبط است (۲۱). نتایج حاصل از آزمون بی‌هوازی وینگیت در پژوهش حاضر بیانگر بهبود معنی‌دار توان بی‌هوازی پس از مصرف مکمل سیترولین مالات بود. این نتایج نشان می‌دهد مصرف حاد مکمل سیترولین

مشارکت نویسندگان

مجید پرنوری: انجام اندازه‌گیری‌های عملی و میدانی، نوشتن پیش‌نویس خام مقاله. وحید تأدیبی: راهنمایی و نظارت بر انجام کار، تجزیه و تحلیل آماری، ویرایش و تکمیل گزارش نهایی مقاله.

ملاحظات اخلاقی

این پژوهش پس از اخذ کد مصوبه اخلاق به شناسه IR.RAZI.REC.1399.065 از کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه رازی و همچنین کد کارآزمایی بالینی به شناسه IRCT20170326033146N4 به انجام رسیده است.

تغذیه، مسائل روانشناختی اثرگذار، و سطوح استراحت و دیگر فعالیت‌های بدنی روزمره آزمودنی‌ها.

در نتیجه‌گیری کلی، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که مصرف تک‌دوز ۸ گرمی مکمل سیتروولین مالات، یک ساعت پیش از فعالیت ورزشی، با افزایش معنی‌دار قدرت بیشینه و توان بی‌هوازی تنیس‌بازان مرد میانسال همراه است و می‌تواند نقش مثبتی در بهبود عملکرد ورزشی این افراد در رشته ورزشی تنیس داشته باشد.

تشکر و قدردانی

از همه شرکت‌کنندگان که داوطلبانه و بدون چشم‌داشت در این کار پژوهشی شرکت نمودند، سپاسگزاریم.

تعارض منافع

تضاد منافع وجود ندارد.

حمایت مالی

پژوهش حاضر از حمایت مالی دانشگاه رازی کرمانشاه برخوردار بوده است.

References

1. Glenn JM, Gray M, Jensen A, Stone MS, Vincenzo JL. Acute citrulline-malate supplementation improves maximal strength and anaerobic power in female, masters athletes tennis players. *Eur J Sport Sci.* 2016; 16(8):1095-103.
2. Bescós R, Sureda A, Tur JA, Pons A. The effect of nitric-oxide-related supplements on human performance. *Sports Med.* 2012;42(2):99-117.
3. Petrovic V, Buzadzic B, Korac A, Vasilijevic A, Jankovic A, Micunovic K, et al. Antioxidative defence alterations in skeletal muscle during prolonged acclimation to cold: role of L-arginine/NO-producing pathway. *J Exp Biol.* 2008;211(Pt 1):114-20.
4. Sureda A, Cordova A, Ferrer MD, Tauler P, Perez G, Tur JA, et al. Effects of L-citrulline oral supplementation on polymorphonuclear neutrophils oxidative burst and nitric oxide production after exercise. *Free Radic Res.* 2009;43(9):828-35.
5. Gough LA, Sparks SA, McNaughton LR, et al. A critical review of citrulline malate supplementation and exercise performance. *Eur J Appl Physiol.* 2021;121(12):3283-3295.
6. Curis E, Nicolis I, Moinard C, Osowska S, Zerrouk N, Bénazeth S, et al. Almost all about citrulline in mammals. *Amino Acids.* 2005;29(3):177-205.
7. Pérez-Guisado J, Jakeman PM. Citrulline malate enhances athletic anaerobic performance and relieves muscle soreness. *J Strength Cond Res.* 2010;24(5):1215-22.
8. Wax B, Kavazis AN, Weldon K, Sperlak J. Effects of supplemental citrulline malate ingestion during repeated bouts of lower-body exercise in advanced weightlifters. *J Strength Cond Res.* 2015;29(3):786-92.
9. Van Wijck K, Wijnands KA, Meesters DM, Boonen B, van Loon LJ, Buurman WA, et al. L-citrulline improves splanchnic perfusion and reduces gut injury during exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2014;46(11):2039-46.
10. Bailey SJ, Blackwell JR, Lord T, Vanhatalo A, Winyard PG, Jones AM. L-Citrulline supplementation improves O₂ uptake kinetics and high-intensity exercise performance in humans. *J Appl Physiol.* 2015;119(4):385-95.
11. Kovacs MS. Applied physiology of tennis performance. *Br J Sports Med.* 2006;40(5):381-5.
12. Girard O, Millet GP. Physical determinants of tennis performance in competitive teenage players. *J Strength Cond Res.* 2009;23(6):1867-72.
13. Wethington LN. The Ergogenic Effects of Acute Citrulline Malate Supplementation on Weightlifting Performance in Trained Females [Thesis]. Fayetteville. University of Arkansas. 2016.
14. Chappell AJ, Allwood DM, Johns R, Brown S, Sultana K, Anand A, et al. Citrulline malate supplementation does not improve German Volume Training performance or reduce muscle soreness in moderately trained males and females. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018;15(1):42.

15. Eng, J. Sample Size Estimation: How Many Individuals Should Be Studied? *Radiology*. 2003;227:309–313.
16. Amirian A, Tadibi V, Amiri E, da Silva Machado DG. The effect of transcranial direct current stimulation on dynamic balance after an endurance exhausting activity in mental fatigue condition. *Sport Sci Health Res*. 2023;15(2):219-230.
17. Gonzalez AM, Townsend JR, Pinzone AG & Hoffman JR. Supplementation with Nitric Oxide Precursors for Strength Performance: A Review of the Current Literature. *Nutrients*. 2023;15(3):660.
18. Gonzalez AM, Trexler ET. Effects of Citrulline Supplementation on Exercise Performance in Humans: A Review of the Current Literature. *J Strength Cond Res*. 2020;34(5):1480-1495.
19. Chappell AJ, Allwood DM, Simper TN. Citrulline Malate Fails to Improve German Volume Training Performance in Healthy Young Men and Women. *J Diet Suppl* 2020;17(3):249-260
20. Porto JM, Nakaishi APM, Cangussu-Oliveira LM, Freire Júnior RC, Spilla SB, Abreu DCC. Relationship between grip strength and global muscle strength in community-dwelling older people. *Arch Gerontol Geriatr*. 2019;82:273-278.
21. Winger ME, Caserotti P, Ward RE, Boudreau RM, Hvid LG, Cauley JA, et al. Jump power, leg press power, leg strength and grip strength differentially associated with physical performance: The Developmental Epidemiologic Cohort Study (DECOS). *Exp Gerontol*. 2021;145:111-172.
22. Glenn JM, Gray M, Wethington LN, Stone MS, Stewart RW JR, Moyen NE. Acute citrulline malate supplementation improves upper- and lower-body submaximal weightlifting exercise performance in resistance-trained females. *Eur J Nutr*. 2017;56(2):775-784.
23. Gonzalez AM, Yang Y, Mangine GT, Pinzone AG, Ghigiarelli JJ, Sell KM. Acute Effect of L-Citrulline Supplementation on Resistance Exercise Performance and Muscle Oxygenation in Recreationally Resistance Trained Men and Women. *J Funct Morphol Kinesiol*. 2023;8(3):88.
24. Trexler ET, Persky AM, Ryan ED, Schwartz TA, Stoner L, Smith-Ryan AE. Acute Effects of Citrulline Supplementation on High-Intensity Strength and Power Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*. 2019;49(5):707-718.
25. Vårvik FT, Bjørnsen T, Gonzalez AM. Acute Effect of Citrulline Malate on Repetition Performance During Strength Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2021;31(4):350-358.
26. Faria VS, Egan B. Effects of 3 days of citrulline malate supplementation on short-duration repeated sprint running performance in male team sport athletes. *Eur J Sport Sci*. 2024;24(6):758–765.

Improvement of Muscular Strength and Anaerobic Power in Middle-Aged Men after Consumption of Citrulline Malate Supplementation

Pornoori M¹, Tadibi V^{2*}

1. Master of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education, Razi University, Kermanshah, Iran

2. Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education, Razi University, Kermanshah, Iran, vtadibi@yahoo.com

Received: 2024/7/2 Accepted: 2024/9/14

Abstract

Background: Given the prevalence of citrulline malate supplementation to improve athletic performance and the conflicting results in this area, this study aimed to investigate the acute effect of citrulline malate supplementation on maximal strength and anaerobic capacity in middle-aged male tennis players.

Materials and Methods: This clinical trial was conducted using a double-blind, placebo-controlled, within-group, counterbalanced design. For this purpose, 16 volunteer male tennis players aged 45-64 years were randomly assigned to two groups that used supplement and placebo in different orders. The citrulline malate supplement was used by the participants in the form of a drink containing 8 g of citrulline malate. In the placebo phase, maltodextrin replaced citrulline malate. A one-week washout period was scheduled between the two phases of supplement and placebo consumption to eliminate the influence of the supplement. One hour after the consumption of the supplement or the placebo, the grip strength, vertical jump, and anaerobic Wingate tests were carried out at five-minute intervals. The paired t-test was used to test the research hypotheses.

Results: Statistical analysis showed that according to the Wingate test, the peak and mean anaerobic power values of participants were significantly higher after the consumption of citrulline malate supplementation, compared to those after the placebo consumption ($P < 0.001$). In addition, the vertical jump record was better after citrulline malate consumption in comparison to that after the placebo consumption ($P < 0.001$). Moreover, maximal and average grip strength values were higher after the supplementation usage, compared to those after the placebo usage ($P < 0.001$).

Conclusion: Consumption of citrulline malate 1 h before exercise would significantly improve the maximum strength and anaerobic capacity in middle-aged male tennis players.

Keywords: Athletic performance, Dietary Supplements, Grip Strength, Nitric Oxide.

***Citation:** Pornoori M, Tadibi V. Improvement of Muscular Strength and Anaerobic Power in Middle-Aged Men after Consumption of Citrulline Malate Supplementation. *Yafte*. 2024; 26(3):60-69.