Archive of SID

مجله دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد
سال۶۳، شماره۴
مهر- آبان۹۹، صفحه ۲۵۰۹-۲۵۱۷

www.mums.ac.ir
Medical Journal of Mashhad
University of Medical Sciences
Vol. 63, No.4, P: 2509-2517
Sep-Nov 2020

مقاله اصلی

تأثیر مکمل‌یاری ال- سیترولین بر نیتریک اکساید و لاکتات خون زنان جوان پس از فعالیت ورزشی بیشینه

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۱۳- تاریخ پذیرش: ۲۹ /۹۹/۰٤

عاطفه فریدونی[۱]
پروانه نظرعلی[۲]
فهیمه کاظمی[۳*]

[۱] *کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه الزهرا (س)، تهران، ایران.*
[۲] *دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه الزهرا (س)، تهران، ایران.*
[۳] *استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه الزهرا (س)، تهران، ایران.*

Email: f.kazemi@alzahra.ac.ir

چکیده

مقدمه: مصرف مکمل‌های ورزشی و اثرات آن‌ها بر عملکرد ورزشکاران نیازمند ارزیابی است. هدف از پژوهش حاضر، تعیین تأثیر مکمل‌یاری ال- سیترولین بر نیتریک اکساید (NO) و لاکتات خون زنان جوان پس از فعالیت ورزشی بیشینه بود.

روش کار: روش پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح دوسویه کور بود. پس از پر کردن پرسش‌نامه تندرستی، ۲۴ زن جوان غیرفعال داوطلب با شاخص توده بدنی کمتر از ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع به طور تصادفی به دو گروه مکمل (۱۲ نفر) و دارونما (۱۲ نفر) تقسیم شدند. آزمودنی‌ها دو بار به آزمایشگاه مراجعه کردند؛ در جلسه اول، اولین نمونه خونی آزمودنی‌ها پس از انجام پروتکل تمرینی بلافاصله پس از تمرین گرفته شد. آزمودنی‌ها پس از ۵ دقیقه گرم کردن به اجرای پروتکل آزمون تردمیل بروس تا حد واماندگی پرداختند. سپس گروه مکمل به مدت یک هفته پودر ال- سیترولین و دارونما (پودر نشاسته)، ۶ گرم در روز مصرف کردند. جلسه دوم، یک هفته بعد در شرایط یکسان با جلسه اول انجام شد. بلافاصله پس از آزمون زمان واماندگی ثبت، نمونه‌های خونی جمع‌آوری و سطوح پلاسمایی لاکتات و NO اندازه-گیری شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر (۲×۲) با سطح معنی-داری $P<۰/۰۵$ استفاده شد.

نتایج: نتایج نشان داد که بین زمان واماندگی، سطوح پلاسمایی لاکتات و NO دو گروه (دارونما و مکمل) در دو جلسه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد که مکمل‌یاری کوتاه‌مدت ال- سیترولین بر NO و لاکتات خون زنان جوان پس از فعالیت ورزشی بیشینه تأثیری ندارد.

کلمات کلیدی: ال- سیترولین، زمان واماندگی، نیتریک اکساید، لاکتات، آزمون ورزشی بروس، زنان

پی نوشت: این مطالعه فاقد تضاد منافع می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کاملاً مشخص شده است که خستگی ناشی از فعالیت ورزشی بر عملکرد اثر می‌گذارد، ولی در ایجاد خستگی عوامل بسیاری دخیل هستند، مانند تجمع لاکتات (۱). خون‌رسانی به عضلات در هنگام فعالیت ورزشی برای جلوگیری از خستگی و تأمین اکسیژن عضلات اهمیت فراوانی دارد. جریان خون کافی هنگام فعالیت ورزشی از آن جهت مهم است که نیاز به دریافت سوبسترای انرژی افزایش می‌یابد. هنگام انقباضات عضلانی متابولیت‌ها در عضله فعال تجمع می‌یابند که پیامدهای زیادی برای عضله دارد (۲). با افزایش شدت انقباض عضلانی تبادلات انرژی و نیز جریان خون افزایش می‌یابد. افزایش جریان خون به عضلات اسکلتی توسط رگ‌گشایی به وجود می‌آید که به صورت موضعی در بافت عضلانی تولید می‌شود (۳). یکی از عوامل رگ‌گشایی که باعث افزایش جریان خون می‌شود نیتریک اکساید (NO) نام دارد. NO یا نیتروژن مونوکساید یک گاز رادیکال آزاد کوچک است که از اندوتلیوم ترشح می‌شود. NO به عنوان یک گشادکننده قوی عروق شناخته شده است که تحریک و تکثیر و مهاجرت سلول‌های عضلات صاف عروق، نقل و انتقال سلول‌های اندوتلیال و جدید و تجدید ساختار ماتریکس خارج سلولی را در محیط کشت مهار می کند. در مجموع، این وقایع برای بازسازی دیواره عروق خونی امری بسیار ضروری است. NO گاز تولید شده توسط انواع سلول‌های بدن است و در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی و پاتوبیولوژیکی مشارکت دارد که توسط واکنش ال- آرژنین (L-arginine) با آنزیم نیتریک اکساید سنتاز (NOS) تولید می‌شود و اثر گشاد کنندگی عروق و افزایش جریان خون به عضلات و بافت‌های در حال فعالیت را دارد (۳). بنابراین، برای مقابله با دفع عوامل خستگی سازوکارهای بسیاری وجود دارد که یکی از آن‌ها فعالیت NO می‌باشد. افزایش غلظت NO به انبساط عضلات صاف اندوتلیالی عروق منجر می‌شود و در نهایت به دفع متابولیت‌های عضلات اسکلتی و افزایش گردش خون می‌انجامد (۴).

از سال‌های گذشته مکمل‌های خوراکی زیادی برای بهتر شدن عملکرد ورزشی به بازار وارد شده‌اند. ادعا می‌شود که این مکمل‌ها به ورزشکاران برای بازیابی سریع‌تر هنگام فعالیت ورزشی کمک می‌کنند (۵). اخیراً، مکمل‌های ال- آرژنین به بازار عرضه شده است که ادعا می‌کنند با افزایش تولید NO از NOS رگ‌گشایی را افزایش می‌دهند. NO به طور عمده از متابولیسم آرژنین به وجود می‌آید و ال- سیترولین (L-citrulline) که پیش‌سازی برای آرژنین است مورد توجه قرار گرفته است (۶). هنگام فعالیت ورزشی تجمع لاکتات باعث افزایش غلظت یون هیدروژن، اسیدی شدن درون عضله و کاهش توانایی کار عضله می‌شود. مکمل‌یاری ال- سیترولین می‌تواند در کاهش لاکتات مؤثر باشد و توانایی کار عضله و قدرت عضله را هنگام فعالیت ورزشی افزایش دهد (۷).

اغلب پژوهش‌های انجام شده بر روی تأثیر ال- سیترولین همراه با ترکیب مالات بوده است، چون مکمل‌یاری ال- سیترولین همراه با مالات استفاده از اسید آمینه‌های شاخه‌دار را هنگام فعالیت ورزشی افزایش می‌دهد (۸، ۹)، ولی تأثیر احتمالی مکمل‌یاری ال- سیترولین تام در پاسخ‌های فیزیولوژیکی به فعالیت ورزشی، دفع متابولیت‌های مضر مانند لاکتات و به تأخیر انداختن خستگی می‌تواند بحث برانگیز باشد. از طرفی، بین فعالیت ورزشی و تشکیل NO رابطه احتمالی وجود دارد و نوع تمرینات ورزشی و نیز شدت و مدت تمرین از عوامل اثرگذار بر این ارتباط است.

با وجود مطالب ارائه شده، به درستی مشخص نشده است که آیا تأثیرات احتمالی ال- سیترولین بر کاهش خستگی عضلانی هنگام فعالیت ورزشی با افزایش تولید NO ارتباط دارد یا خیر. بنابراین، سؤال پژوهش حاضر این است که آیا مکمل‌یاری ال- سیترولین بر سطوح پلاسمایی NO و تغییرات احتمالی در پارامترهای بیوشیمیایی مرتبط با خستگی عضلانی (لاکتات خون) در پاسخ به فعالیت ورزشی بیشینه تأثیر دارد؟

www.SID.ir

Archive of SID

روش کار

پژوهش حاضر از لحاظ هدف از نوع کاربردی و نیمه تجربی بود و از لحاظ گردآوری داده‌ها، روش آزمایشگاهی با طرح دوسویه کور (بدان معنا که محقق و آزمودنی‌ها از تخصیص گروه‌ها اطلاعی نداشتند و ظاهر مکمل و دارونما در هر دو گروه شبیه بود. لذا، شخصی غیرمرتبط با مطالعه، مکمل و دارونما را کدگذاری کرد) کنترل شده با دارونما بود. پژوهش حاضر در پاییز سال ۱۳۹۷ در دانشکده علوم ورزشی دانشگاه الزهرا (س) شهر تهران انجام شد. نمونه آماری پژوهش حاضر ۲۴ زن جوان غیرفعال دانشگاه الزهرا (س) در شهر تهران (دامنه سنی ۲۴ تا ۲۹ سال، شاخص توده بدنی (BMI) کمتر از ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع) بودند که به صورت داوطلبانه انتخاب شدند. انتخاب آزمودنی‌ها بر اساس ملاک‌های تعیین شده یعنی سالم بودن از لحاظ جسمانی (عدم سابقه هرگونه بیماری قلبی-عروقی، عدم سابقه ابتلا به بیماری خاص یا بیماری عصبی-روانی)، عدم هرگونه حساسیت به مواد و داروها، عدم مصرف هرگونه مکمل غذایی، رژیم دارویی یا تغذیه‌ای در ۳ ماه گذشته، عدم انجام فعالیت ورزشی منظم در ۶ ماه گذشته صورت گرفت. از بین دانشجویانی که برای شرکت در پژوهش اعلام آمادگی کردند تعداد ۲۴ نفر انتخاب شدند و به صورت تصادفی ساده (قرعه‌کشی) به دو گروه دارونما (۱۲ نفر) و مکمل (۱۲ نفر) تقسیم شدند. شرایط و مراحل پژوهش برای همه آزمودنی‌ها تشریح شد و قبل از شروع پژوهش، کلیه آزمودنی‌ها پرسش‌نامه تندرستی و رضایت‌نامه برای شرکت در پژوهش را تکمیل و امضاء کردند.

تهیه مکمل و دارونما

پودر ال- سیترولین (شرکت NOW ساخت کشور آمریکا) از داروخانه خریداری شد و توسط ترازوی دیجیتال بسیار دقیق به میزان روزی ۶ گرم برای گروه مکمل اندازه‌گیری و در کپسول ریخته شد. گروه دارونما از روزی ۶ گرم پودر نشاسته (شرکت صیتی ساخت کشور ایران) استفاده می‌کرد. برای یکسان‌سازی شکل مکمل و دارونما، پودر نشاسته در کپسول‌های مشابه کپسول‌های ال- سیترولین ریخته شد. هر دو گروه هر شب طی یک زمان تعیین شده (در نوبت شب ساعت ۱۰) مکمل و دارونما را با یک لیوان آب مصرف می‌کردند (۱۰).

روش اجرای پژوهش

پس از انجام هماهنگی‌های لازم و جلب همکاری داوطلبانه آزمودنی‌ها و تهیه ابزارهای لازم، پژوهش به صورت آزمایشگاهی انجام شد. آزمودنی‌ها بعد از اعلام آمادگی برای تشریح شرایط آزمون و تکمیل برگه رضایت‌نامه و پرسش‌نامه تندرستی به آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه الزهرا (س) فراخوانده شدند. نمونه‌ها به طور تصادفی ساده به دو گروه دارونما (پودر نشاسته) و مکمل (ال- سیترولین) تقسیم شدند. از شرکت‌کنندگان خواسته شد که به طور روزانه در طی یک هفته به میزان ۶ گرم در روز از کپسول‌های مکمل و دارونما استفاده کرده و شیوه زندگی و فعالیت بدنی خود را در طول اجرای طرح تغییر ندهند. بعد از هماهنگی آزمودنی‌ها در زمان تعیین شده رأس ساعت ۸ صبح به صورت ۱۲ ساعت ناشتا در محل آزمایشگاه حاضر شدند. در این جلسه قد و وزن قبل از فعالیت اندازه‌گیری شد و آزمودنی‌ها جهت اجرای آزمون وامانده‌ساز (آزمون ورزشی بروس) بر روی تردمیل قرار گرفتند. پروتکل تمرینی آزمودنی‌ها شامل دویدن روی تردمیل بود که ۳۰۰ متر اول با سرعت کم به منظور گرم کردن بدن بود، سپس به تدریج سرعت تردمیل تا ۲۰۰ متر در دقیقه افزایش یافت و این سرعت تا ۱۲ دقیقه حفظ شد و پس از آن سرعت به ۲۵۰ متر در دقیقه افزایش یافت و فرد با همین سرعت تا زمان واماندگی به فعالیت ادامه داد (۱۱). این برنامه برای ۲ جلسه با فاصله زمانی یک هفته انجام شد. بعد از اتمام آزمون بلافاصله نمونه خونی انجام شد. پس از دوره بارگیری ۷ روزه مکمل و دارو نما آزمودنی‌ها به آزمایشگاه مراجعه کردند و تمام مراحل جلسه اول نیز دقیقاً در جلسه دوم تکرار شد.

خون‌گیری و اندازه‌گیری متغیرهای بیوشیمیایی

در این پژوهش برای اندازه‌گیری میزان لاکتات و NO در دو مرحله توسط تکنسین مجرب از آزمودنی‌ها خون‌گیری به عمل آمد. خون‌گیری اول در جلسه اول بلافاصله بعد از انجام آزمون و خون‌گیری دوم در جلسه دوم دقیقاً مثل جلسه اول بلافاصله

www.SID.ir

Archive of SID

بعد از اجرای آزمون انجام شد. از تمام آزمودنی‌ها در دو جلسه خون‌گیری به صورت ناشتا در صبح به عمل آمد. در هر بار خون‌گیری، ۵ میلی‌لیتر خون از سیاهرگ بازویی گرفته و نمونه-های خونی در لوله‌های حاوی EDTA ریخته شد و سپس جهت جداسازی پلاسمای خون نمونه‌ها سانتریفیوژ (۱۵ دقیقه با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه و با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) شد و بلافاصله بعد از جداسازی پلاسما تا زمان اندازه‌گیری فاکتورهای مورد نظر در دمای ۷۰- درجه نگهداری شدند. همه اندازه‌گیری‌ها در آزمایشگاه پاتوبیولوژی نور تهران انجام شد. لاکتات خون با استفاده از کیت الایزا لاکتات ساخت شرکت Zellbio کشور آلمان با ضریب تغییرات (CV) ۶/۳ درصد اندازه‌گیری شد. در پژوهش حاضر، NO به وسیله کیت الایزا ساخت شرکت Zellbio کشور آلمان با ضریب تغییرات ۵/۹ درصد اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

اطلاعات جمع‌آوری شده با روش‌های آماری توصیفی و استنباطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و اطلاعات در قالب جداول و نمودارهای مربوطه ارائه شد. برای آزمون فرضیه‌ها از آزمون‌های پارامتریک استفاده شد. برای مقایسه میانگین دو گروه در دو جلسه از آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) با اندازه‌گیری مکرر (۲×۲) استفاده شد. سطح معنی‌داری $P<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد. جهت تجزیه و تحلیل آماری از SPSS24 استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های فردی و آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها در جدول ۱ و میانگین و انحراف معیار متغیرهای اندازه‌گیری شده دو گروه (دارونما و مکمل) در دو جلسه در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های فردی و آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها (۱۲ نفر در هر گروه)

متغیر گروه	سن (سال)	قد (سانتی متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدنی (BMI) (کیلوگرم بر متر مربع)
دارونما	۲۵/۵۵ ± ۱/۹۴	۱۶۴/۲۷ ± ۵/۷۱	۶۲/۱۵ ± ۹/۶۸	۲۲/۷۴ ± ۳/۷۱
مکمل	۲۶ ± ۱/۴۱	۱۶۳/۷۴ ± ۴/۰۸	۶۲/۵۶ ± ۹/۹۵	۲۳/۲۷ ± ۳/۲۳

مقادیر به صورت میانگین و انحراف معیار بیان شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. متغیرهای اندازه‌گیری شده دو گروه در دو جلسه (۱۲ نفر در هر گروه)

متغیر / گروه		زمان واماندگی (دقیقه)	لاکتات خون (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	نیتریک اکساید (میکرومول)
دارونما	جلسه اول	۷/۶۲ ± ۰/۹۵	۳۴/۶۸ ± ۴/۱۸	۶۴/۱۴ ± ۷/۳۹
	جلسه دوم	۸/۴۵ ± ۱/۰۱	۳۵/۹۵ ± ۵/۸	۶۲/۶۷ ± ۸/۳۳
مکمل	جلسه اول	۷/۷۶ ± ۰/۹۹	۳۴/۴ ± ۲/۱۹	۵۸/۹۴ ± ۷/۵۵
	جلسه دوم	۸/۴۹ ± ۱/۴۵	۳۶/۸۴ ± ۲/۷۶	۶۳/۷۷ ± ۸/۶۳

مقادیر به صورت میانگین و انحراف معیار بیان شده است.

نتایج حاصل از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر (۲×۲) نشان داد که بین زمان واماندگی (F=۰/۲۷۶، P=۰/۶۱۸)، لاکتات خون (P=۰/۵۹۹، F=۰/۲۹۹) و نیتریک اکساید خون (P=۰/۲۸۸، F=۱/۲۹۷) دو گروه (دارونما و مکمل) در دو جلسه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (جدول۲).

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های فکری متخصصان علوم ورزشی به تعویق انداختن زمان خستگی است. با توجه به موضوع مهم خستگی و نیازی که برای تعویق زمان واماندگی است، استفاده از مکمل‌های مجاز می‌تواند ورزشکاران را برای رسیدن به هدف و کسب موفقیت‌های ورزشی یاری کند.

در پژوهش حاضر زمان واماندگی در گروهی که مکمل ال- سیترولین مصرف کرده بودند نسبت به گروه دارونما تفاوت معنی‌داری پیدا نکرد. در اغلب پژوهش‌هایی که تأثیر مکمل-یاری پیش‌سازهای NO را بررسی کردند (مانند سیترولین و آرژنین) زمان فعالیت ثابت بوده و زمان واماندگی مورد توجه نبوده است، اما در تعداد کمی از پژوهش‌های انجام گرفته مانند پرز- گوییسادو و همکارانش (۲۰۱۰) (۹) و یاووز و همکارانش (۲۰۱۴) (۱۲) زمان واماندگی با خوردن مکمل‌های پیش‌ساز سنتز NO افزایش یافته بود. درباره تأثیر مکمل ال- سیترولین بر به تعویق افتادن زمان واماندگی نظرات متفاوتی وجود دارد، اما به نظر می‌رسد دلیل مهم به تعویق افتادن زمان واماندگی میانجی‌گری NO است که باعث بهتر شدن عملکرد عروق، افزایش جریان خون و دفع بیشتر متابولیت‌های عضله می‌شود.

در این رابطه بیلی و همکارانش (۲۰۱۰) نشان دادند که در افرادی که با شدت متوسط و شدید بر روی دوچرخه کارسنج کار رکاب زدند و ۱ ساعت قبل از آن ۶ گرم مکمل ال- آرژنین مصرف کرده بودند زمان واماندگی افزایش و اکسیژن کاهش زیادی یافت (۱۳). در پژوهشی دیگر یاووز و همکارانش تأثیر مکمل‌یاری ال- آرژنین را بر عملکرد ۹ کشتی‌گیر زبده مورد بررسی قرار دادند. ورزشکاران آزمون دوچرخه را تا زمان واماندگی ادامه دادند. نتایج اختلاف معنی-داری را در میزان لاکتات و اکسیژن مصرفی بین دو گروه نشان نداد، اما زمان واماندگی در گروه مکمل افزایش یافته بود (۱۲). مقدار NO در این پژوهش اندازه‌گیری نشده است، پس کاهش خستگی را نمی‌توان به افزایش مقادیر NO نسبت داد.

فعالیت ورزشی بیشینه باعث انباشتگی مقدار زیادی لاکتات و افزایش اسیدوز و کاهش PH عضله می‌شود و این کاهش عملکرد سلول عضلانی را در پی دارد. تجمع اسید لاکتیک و کاهش PH عضله می‌تواند هنگام فعالیت ورزشی بیشینه موجب خستگی شود. کاهش PH در فعالیت PFK و فسفوریلاز که آنزیم‌های تنظیم‌کننده گلیکولیز و گلیکوژنولیز هستند تأثیر بازدارنده دارد (۱۴). در پژوهش حاضر مقادیر لاکتات بعد از آزمون بروس در دو گروه مکمل و دارو نما تفاوت معنی‌داری نداشت. این نتیجه با نتایج وکس و همکارانش (۲۰۱۶) (۱۵) همسو و با نتایج تکدا و همکارانش (۲۰۱۱) (۱۶) و سانتوس و همکارانش (۲۰۱۳) (۱۷) غیر همسو بود. از جمله دلایل غیر همسو بودن نتایج می‌توان به این اشاره کرد که در مدت و شدت فعالیت ورزشی اجرا شده تفاوت وجود داشت. و دیگر

www.SID.ir

Archive of SID

این که روش اندازه‌گیری ما به روش شیمیایی و با استفاده از کیت الایزا بود، اما سانتوس و همکارانش در پژوهش خود مقدار لاکتات را از طریق دستگاه لاکتومتر مورد سنجش قرار دادند. در پژوهش تکدا و همکارانش که مقدار لاکتات در گروه مکمل کاهش یافته بود می‌توان به زمان اجرای فعالیت اشاره نمود که زمان اجرای آزمون ثابت بود و این می‌تواند کاهش مقادیر لاکتات را توجیه کند (۱۶). با این که تغییرات لاکتات در دو گروه معنی‌دار نبود، اما گروهی که مکمل مصرف کرده بودند تجمع لاکتات در خون آن‌ها بیشتر شده بود. یکی از احتمالاتی که وجود دارد این است که ال- سیترولین باعث رگ‌گشایی شده و جریان خون عضله نیز افزایش پیدا کرده و باعث خروج مقدار بیشتری از لاکتات شده است.

گفته می‌شود مکمل‌های غذایی که در آن‌ها ال- سیترولین وجود دارد با افزایش NO از طریق افزایش آرژنین باعث رگ‌گشایی می‌شوند. پژوهش حاضر نشان داد که مصرف روزانه ۶ گرم مکمل ال- سیترولین باعث تغییر معنی‌داری در مقادیر پلاسمایی NO گروه مکمل نسبت به گروه دارونما نشد. نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌های چرچوارد- ونه و همکارانش (۲۰۱۴) (۱۸)، لیو و همکارانش (۲۰۱۰) (۱۹)، کوپو و همکارانش (۲۰۰۹) (۲۰) همخوانی دارد، اما با نتایج هیکنر و همکارانش (۲۰۱۶) (۲۱)، پیاتی و همکارانش (۲۰۰۳) (۲۲) و نیز کویفمن و همکارانش (۱۹۹۵) (۲۳) همخوانی ندارد. برای دلیل اختلاف نتایج می‌توان گفت که تفاوت بین دوز مصرفی مکمل و اختلاف بین روش‌های اندازه‌گیری وجود داشت. می‌توان به این اشاره کرد که محیط، سن، سطح آمادگی اولیه آزمودنی‌ها در بروز این اختلاف دخالت داشته است. مثلاً در پژوهش پیاتی و همکارانش آزمودنی‌ها دچار نارسایی قلبی بودند (۲۲).

از پژوهش‌های همسو با نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر می‌توان از چرچوارد- ونه و همکارانش نام برد که آن ها دلیل عدم معنی‌داری افزایش NO را کم بودن دوز ال- سیترولین می‌دانستند. آن‌ها بر این باور بودند که این مقدار ال- سیترولین (۱۰ گرم) نمی‌تواند آرژنین پلاسما را زیاد کند و در نتیجه نمی‌تواند NO کافی برای بهبود جریان خون تولید کند (۱۸). یکی دیگر از پژوهش‌های همسو با پژوهش حاضر سوردا و همکارانش (۲۰۰۹) بودند که مشاهده کردند مقدار نیتریت پلاسما در گروه مکمل ال- سیترولین نسبت به گروه دارونما بعد از مسابقه دوچرخه سواری افزایش بیشتری پیدا کرده بود (۲۴).

پژوهش هیکنر و همکارانش از جمله پژوهش‌هایی بود که با پژوهش حاضر ناهمسو بود. آن‌ها مشاهده کردند که بعد از خوردن مکمل و قبل از فعالیت ورزشی مقادیر پلاسمایی NO نه تنها افزایش پیدا نکرده بلکه کاهش یافته بود. و نکته مهم این بود که مقادیر NO بعد از فعالیت ورزشی فقط در گروه دارونما افزایش یافته بود. آن‌ها بر این باور بودند که مکمل ال- سیترولین مانع از تبدیل ال- آرژنین به NO می‌شود (۲۱). کوپو و همکارانش به مدت ۱۴روز به ۷ مرد سالم و فعال ۷/۲ گرم مکمل آرژنین دادند که آن‌ها هیچ تغییری در مقدار نیترت و نیترات ادراری مشاهده نکردند (۲۰). لیو و همکارانش اختلاف معنی‌داری بعد از مکمل‌یاری ۶ گرم ال- آرژنین در ۱۰ مرد ورزشکار به مدت ۳ روز در مقایسه با گروه دارونما در میزان غلظت نیتریت و نیترات مشاهده نکردند (۱۹).

همه این پژوهش‌ها همراه با فعالیت ورزشی بودند پس عدم تفاوت بین گروه‌ها می‌تواند به دلیل ماهیت سنتز NO باشد. تنش برشی عروق، محرک اصلی تولید NO اندوتلیالی هنگام فعالیت ورزشی است (۲۵). پس احتمالاً مکمل ال- سیترولین که پیش‌ساز سنتز NO است در هنگام فعالیت ورزشی نباید تأثیری در سنتز NO داشته باشد.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که مکمل‌یاری کوتاه مدت ال- سیترولین (یک هفته) تأثیری بر زمان واماندگی، سطوح پلاسمایی NO و لاکتات خون زنان جوان پس از فعالیت ورزشی بیشینه نداشته است. از آنجایی که هنوز تحقیقات زیادی در زمینه تأثیر مکمل یاری ال- سیترولین بر سطوح NO و لاکتات در پاسخ به فعالیت ورزشی وامانده‌ساز انجام نشده به

www.SID.ir

Archive of SID

نظر می‌رسد مطالعات بیشتری نیاز است تا به طور دقیق‌تر سازوکارهای مؤثر بر این پارامترها مورد بررسی قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

این مطالعه از سوی کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی با کد IR.SSRC.REC.1398.050 تصویب و در مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران با کد IRCT20181125041749N1 ثبت شد. نتایج پژوهش حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول، عاطفه فریدونی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه الزهرا (س) در سال ۱۳۹۸ می‌باشد. بدین وسیله از کلیه افرادی که در پژوهش حاضر به ما یاری رساندند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1- Wilkinson DJ, Smeeton NJ, Watt PW. Ammonia metabolism, the brain and fatigue; revisiting the link. Progress in Neurobiology. 2010; 91(3):200-19.
2- Pitcher JB, Miles TS. Pitcher JB, Miles TS. Influence of muscle blood flow on fatigue during intermittent human hand-grip exercise and recovery. Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology. 1997; 24(7):471-6.
3- McConell GK. Effects of L-arginine supplementation on exercise metabolism. Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care. 2007; 10(1):46-51.
4- Alvares TS, Conte-Junior CA, Silva JT, Paschoalin VM. Acute L-arginine supplementation does not increase nitric oxide production in healthy subjects. Nutrition & Metabolism. 2012; 9(1):1-8.
5- Kreider RB, Wilborn CD, Taylor L, Campbell B, Almada AL, Collins R, et al. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2010; 7(1):1-43.
6- Fitts RH, Balog EM. Effect of intracellular and extracellular ion changes on E–C coupling and skeletal muscle fatigue. Acta Physiologica Scandinavica. 1996; 156(3):169-81.
7- Rougé C, Des Robert C, Robins A, Le Bacquer O, Volteau C, De La Cochetière MF, Darmaun D. Manipulation of citrulline availability in humans. American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology. 2007; 293(5):G1061-7.
8- Bendahan D, Mattei JP, Ghattas B, Confort-Gouny S, Le Guern ME, Cozzone PJ. Citrulline/malate promotes aerobic energy production in human exercising muscle. British Journal of Sports Medicine. 2002; 36(4):282-9.
9- Pérez-Guisado J, Jakeman PM. Citrulline malate enhances athletic anaerobic performance and relieves muscle soreness. Journal of Strength and Conditioning Research. 2010; 24(5):1215-22.
10- Ashley J, Kim Y, Gonzales JU. Impact of L-citrulline supplementation on oxygen uptake kinetics during walking. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2018; 43(6):631-37.
11- Moazami M, Taghizadeh V, Ketabdar A, Dehbashi M, Jalilpour R. Effects of oral L-arginine supplementation for a week, on changes in respiratory gases and blood lactate in female handballists. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 2015; 9(4):45-52. (Persian)
12- Yavuz HU, Turnagol H, Demirel AH. Pre-exercise arginine supplementation increases time to exhaustion in elite male wrestlers. Biology of Sport. 2014; 31(3):187-91.
13- Bailey S. Acute L-arginine supplementation reduces the O2 cost of moderate-intensity exercise and enhances high-intensity exercise tolerance. Journal of Applied Physiology. 2010; 109(5):1394-403.
14- Amorena CE, Wilding TJ, Manchester JK, Roos A. Changes in intracellular pH caused by high K in normal and acidified frog muscle. Relation to metabolic changes. Journal of General Physiology. 1990; 96(5):959-72.

www.SID.ir

Archive of SID

15- Wax B, Kavazis AN, Luckett W. Effects of supplemental citrulline-malate ingestion on blood lactate, cardiovascular dynamics, and resistance exercise performance in trained males. Journal of Dietary Supplements. 2016; 13(3):269-82.
16- Takeda K, Machida M, Kohara A, Omi N, Takemasa T. Effects of citrulline supplementation on fatigue and exercise performance in mice. Journal of Nutritional Science and Vitaminology (Tokyo). 2011; 57(3):246-50.
17- Santos Baião DD, Conte Jr CA, Joab Silva T, Flosi VM Paschoalin. L-arginine supplementation and nitric oxide production: no additional effect when associated to exercise. Food and Nutrition Sciences. 2013, 4(8):779-84.
18- Churchward-Venne TA, Cotie LM, MacDonald MJ, Mitchell CJ, Prior T, Baker SK, Phillips SM. Citrulline does not enhance blood flow, microvascular circulation, or myofibrillar protein synthesis in elderly men at rest or following exercise. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism. 2014; 307(1):E71-83.
19- Liu TH, Hung W, Tsong-Rong J, Chang CK. Effect of short-term arginine supplementation on vasodilation and performance in intermittent exercise in judo athletes. International Journal of Sport and Exercise Science. 2010; 1(2):7-12.
20- Koppo K, Taes YE, Pottier A, Boone J, Bouckaert J, Derave W. Dietary arginine supplementation speeds pulmonary VO2 kinetics during cycle exercise. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2009; 41(8):1626-32.
21- Hickner RC, Tanner CJ, Evans CA, Clark PD, Haddock A, Fortune C, et al. L-citrulline reduces time to exhaustion and insulin response to a graded exercise test. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2006; 38(4):660-6.
22- Piatti P, Fragasso G, Monti LD, Setola E, Lucotti P, Fermo I, et al. Acute intravenous L-arginine infusion decreases endothelin-1 levels and improves endothelial function in patients with angina pectoris and normal coronary arteriograms: correlation with asymmetric dimethylarginine levels. Circulation 2003; 107(3):429-36.
23- Koifman B, Wollman Y, Bogomolny N, Chernichowsky T, Finkelstein A, Peer G, et al. Improvement of cardiac performance by intravenous infusion of L-arginine in patients with moderate congestive heart failure. Journal of the American College of Cardiology. 1995; 26(5):1251-6.
24- 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 Radical Research. 2009; 43(9):828-35.
25- Hickner RC, Fisher JS, Ehsani AA, Kohrt WM. Role of nitric oxide in skeletal muscle blood flow at rest and during dynamic exercise in humans. American Journal of Physiology. 1997; 273(1 Pt 2):H405-10.

www.SID.ir

Archive of SID

Original Article

Effects of L-citrulline supplementation on nitric oxide and blood lactate in young women after a maximum exercise session

Received:02/02/2020 –Accept:19/07/2020

Atefeh Fereidooni[1]
Parvaneh Nazarali[2]
Fahimeh Kazemi[3]*

[1]*M.Sc in Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran.*
[2]*Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran.*
[3] *Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran.*

Email: f.kazemi@alzahra.ac.ir

Abstract

Introduction: The consumption of sport supplements and their effects on the performance of athletes needs to be evaluated. The purpose of this study was to determine the effects of L-citrulline supplementation on nitric oxide (NO) and blood lactate in young women after a maximal exercise session.

Materials and Methods: The research method was quasi-experimental with double blind design. After filling out the health questionnaire, 24 voluntary inactive young women with body mass index less than 25 kg/m^2 were randomly divided into two groups of supplement (n=12) and placebo (n=12). Subjects referred to the laboratory twice; in the first session, the first blood sample was taken immediately after the exercise protocol. After 5 minutes of warm-up, they performed the Bruce treadmill test protocol up to the time to exhaustion. Then the supplement group consumed 6 gr daily L-citrulline powder. The second session was performed one week later in the same conditions as the first session. Immediately after the test, time to exhaustion was recorded, blood samples collected and lactate and NO plasma levels were measured. Data were analyzed by variance with repeated measures (2×2) with significant level of $P<0.05$.

Results: The results showed that there was no significant difference between time to exhaustion, plasma levels of lactate and NO between the two groups (placebo and supplement) in two sessions.

Conclusion: It seems that acute supplementation of L-citrulline has no effect on nitric NO and blood lactate in young women after a maximal exercise session.

Key words: L-citrulline, Time to exhaustion, Nitric oxide, Lactate, Bruce exercise test, Women

Acknowledgement: There is no conflict of interest.

www.SID.ir