

## تأثیر مصرف مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر نشانگرهای آسیب عضلانی به دنبال فعالیت برون‌گرا در بازیکنان بسکتبال مرد

دیانا کیهانی بروجنی<sup>۱</sup>، مهدی کارگرفرد<sup>۲</sup>

۱. دانشجوی دکتری دانشگاه ارومیه\*

۲. استاد دانشگاه اصفهان

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۲۵

### چکیده

هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی اثرات مصرف مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر نشانگرهای آسیب عضلانی به دنبال فعالیت برون‌گرا در بازیکنان بسکتبال مرد می‌باشد. بدین منظور، ۲۶ بازیکنان مرد نخبه بسکتبال (با میانگین سنی  $29/04 \pm 3/55$  سال، وزن  $89/54 \pm 8/98$  کیلوگرم، شاخص توده بدنی  $25/42 \pm 1/44$  کیلوگرم بر متر مربع و درصد چربی بدن  $14/30 \pm 3/60$ ) به شکل داوطلبانه در پژوهش شرکت کردند و به طور تصادفی در دو گروه مکمل (۱۳ نفر) و دارونما (۱۳ نفر) قرار گرفتند. برنامه تمرینی شامل فعالیت برون‌گرا (۱۵ ست با ۱۰ تکرار) بود. کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز، حداکثر انقباض ارادی و کوفتگی عضلانی به عنوان نشانگرهای آسیب عضلانی پیش از آزمون، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از پروتکل تمرینی اندازه‌گیری شدند که سطح معناداری آزمون‌ها با استفاده از نرم‌افزار تحلیل آماری اس.پی.اس. نسخه ۱۸ کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. براساس نتایج، اثرات بین گروهی کاهش معناداری را در متغیرهای کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز و کوفتگی عضلانی در گروه مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار در مقایسه با گروه دارونما نشان می‌دهد. علاوه بر این، بازیافت بیشتری در حداکثر انقباض ارادی گروه مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار در مقایسه با گروه دارونما مشاهده می‌شود. همچنین، یافته‌ها بیانگر آن است که مصرف مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار، نشانگرهای آسیب عضلانی ناشی از تمرینات برون‌گرا را کمتر کرده و دوره بازیافت پس از تمرینات شدید عضلانی را کاهش می‌دهد.

**واژگان کلیدی:** اسید آمینه شاخه‌دار، آسیب عضلانی، تمرین برون‌گرا، بازیکنان بسکتبال

## مقدمه

در حال حاضر، مکمل‌های ورزشی زیادی توسط ورزشکاران با هدف بهبود عملکرد، قدرت و توان عضلانی، ترکیب بدنی و بازیافت پس از تمرین‌های شدید مصرف می‌شود (۱). مکمل‌های غذایی از جمله اسیدهای آمینه شاخه‌دار (BCAA) در ترکیب با رژیم غذایی و ورزش می‌توانند به بهبود بازیافت و فعالیت‌های ضدالتهابی (۱) و آسیب عضلانی کمک کنند (۲). اسید آمینه‌های لوسین، ایزولوسین و والین از جمله اسید آمینه‌های شاخه‌دار هستند که حدود ۱۸-۱۴ درصد از کل اسید آمینه‌های عضلانی و حدود ۴۰-۳۵ درصد از اسید آمینه‌های ضروری پروتئین‌های بدن را تشکیل می‌دهند (۳). زنجیره جانبی لوسین و ایزولوسین، یک گروه ایزوبوتیریل<sup>۲</sup> است که شاخه‌دار شدن آن‌ها به ترتیب در  $\beta$  کربن اتفاق می‌افتد. زنجیره جانبی والین نیز یک شاخه از گروه ایزوپروپیل<sup>۳</sup> می‌باشد که شاخه‌دار شدن آن در  $\beta$  کربن اتفاق می‌افتد (۴). نشان داده شده است که جذب اسیدهای آمینه شاخه‌دار به مقدار ناکافی ممکن است رشد را به تعویق بیندازد (۵). اعتقاد بر این است که BCAA از طریق یک فرایند کاتابولیکی به آلفاکتواسیدها و در نهایت، به سوکسینیل کوا و استیل کوا تبدیل گشته و وارد چرخه کربس (TCA) می‌شود و به متابولیسم انرژی در هنگام ورزش کمک می‌کند. این اسید آمینه‌ها می‌توانند برخلاف دیگر آمینواسیدها، در عضلات متابولیزه شوند و منبع انرژی قرار گیرند و یا از شکست پروتئین عضلات جلوگیری کنند (۶). مطالعات نشان داده است که احتمالاً مصرف مکمل BCAA می‌تواند از طریق تبدیل به گلوتامین و طی مسیر متابولیکی پیشنهادی خاص، عوامل التهابی را کاهش دهد (۱). براساس پژوهش‌ها مشخص می‌شود که استفاده از مکمل‌های اسیدهای آمینه شاخه‌دار به نسبت مشخص (دو، یک، یک ایزولوسین، والین و لوسین)، هیچ‌گونه اثر سمی در بدن ایجاد نمی‌کند، بلکه باعث کاهش آسیب‌های عضلانی پس از فعالیت ورزشی می‌شود (۳).

استفاده از مکمل‌های اسیدهای آمینه شاخه‌دار سبب بهبود عملکرد عضلانی و ذهنی و نیز کاهش خستگی محیطی و مرکزی در ورزشکاران می‌شود (۷). اثربخشی اسیدهای آمینه شاخه‌دار به‌عنوان منبع انرژی در ورزشکاران، ۱۸-۳ درصد برآورد گردیده است که به شدت و مدت فعالیت ورزشی بستگی دارد (۸). براساس پژوهش‌ها، سنتز پروتئین بلافاصله پس از تمرین و تا ۴۸ ساعت پس از فعالیت‌های ورزشی مقاومتی افزایش می‌یابد (۹). به‌نظر می‌رسد این افزایش در سنتز پروتئین به

- 
1. Branched chain amino acid
  2. Isobutyl
  3. Isopropyl
  4. Tricarboxylic acid (TCA) cycle

واسطهٔ سیگنالینگ PI3<sup>1</sup> کیناز و PKB<sup>2</sup> باشد که احتمالاً با فاکتورهای رشدی نظیر فاکتور رشدی شبه‌انسولینی یک و میوستتین در ارتباط است (۱۰). امروزه، بسیاری از ورزشکاران به‌ویژه بازیکنان بسکتبال، به‌طور منظم از تمرینات مقاومتی و توانی، به‌ویژه تمرینات پلايومتریک و انقباض‌های برون‌گرا به‌منظور به‌حداکثر رساندن سازگاری‌های بالقوه استفاده می‌کنند. این‌گونه تمرینات، به‌ویژه انقباضات برون‌گرا به‌دلیل تولید نیروی زیاد، به‌طور موقت موجب آسیب بافت عضلانی ناشی از ورزش<sup>3</sup> (EIMD) و کاهش عملکرد عصبی عضلانی، کاهش دامنهٔ حرکتی، افزایش کوفتگی و درد عضلانی، تورم و افزایش پروتئین‌های بین عضلانی در خون می‌شوند (۱۱).

آسیب بافت عضلانی از طریق ایجاد اختلال در غشای پلازما همراه با ازدست‌دادن پروتئین‌های عضلانی (به‌عنوان مثال کراتین کیناز<sup>4</sup> CK)، میوگلوبین، لاکتات دهیدروژناز<sup>5</sup> LDH)، آلدولاز و تروپونین)، هجوم پروتئین‌های سرم، افزایش نفوذ عوامل التهابی در تارهای عضلانی (ماکروفاژها و نوتروفیل‌ها)، کوفتگی تأخیری، اختلال عملکرد (کاهش قدرت) و اختلالات ساختاری مانند بی‌نظمی خطوط Z در سارکومرها ایجاد می‌شود (۱۲). در میان این نشانگرها، سرم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز در پاسخ به تمرینات مقاومتی در بافت‌های عضلانی بیشتر دیده می‌شود (۱۳، ۱۴). در پژوهش‌های اخیر نشان داده شده است که اسیدهای آمینه شاخه‌دار به‌عنوان یک شاخص تغذیه‌ای مفید می‌توانند موجب بهبود EIMD شوند. به‌دلیل این که تمرینات مقاومتی، به‌ویژه تمرین برون‌گرا، میزان تجزیهٔ پروتئین‌های عضلانی را افزایش می‌دهد (۱۵)، دریافت اسیدهای آمینه برای به‌دست‌آوردن تعادل پروتئینی مثبت ضروری می‌باشد (۱۶). در همین رابطه، هاتسون<sup>6</sup> و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهش خود درمورد تأثیر مصرف مکمل‌های اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر شاخص‌های آسیب عضلانی پس از تمرینات مقاومتی، کاهش معناداری را در آنزیم کراتین کیناز، درد عضلانی و بهبود عملکرد عضلانی پس از دورهٔ بازیافت نشان دادند (۱۷). در مطالعه‌ای دیگر که توسط رستمی دیدار و همکاران (۱۳۸۸) انجام گرفت مشخص شد که مصرف مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار، تخریب عضلانی مردان ورزشکار را هنگام فعالیت‌های استقامتی طولانی‌مدت کنترل می‌کند (۱۸)؛ اما نتایج پژوهش امیرساسان و همکاران (۱۳۹۰) به‌گونه‌ای متناقض نشان داد که مصرف دو مقدار متفاوت اسیدهای آمینه شاخه‌دار با وجود اثر کاهندگی، تأثیر معناداری بر فعالیت‌های آنزیمی CK و

- 
1. Phosphoinositide-3-kinase
  2. Protein kinase B
  3. Exercise-induced muscle damage
  4. Creatine kinase
  5. lactate dehydrogenase
  6. Howatson

LDH سرم، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی سنگین در کشتی‌گیران ندارد (۱۹). با توجه به اثربخشی مکمل‌های حاوی اسید آمینه شاخه‌دار بر افزایش سنتز پروتئین و کاهش آسیب‌های عضلانی، به‌نظر می‌رسد مصرف این‌گونه مکمل‌ها، اثرات مثبتی بر عملکرد ورزشکاران داشته باشد. همچنین، مطالعات انجام‌شده در این زمینه، مصرف اسیدهای آمینه شاخه‌دار با دوزهای متفاوت و پروتکل‌های تمرینی گوناگون را مورد بررسی قرار داده‌اند و نتایج به‌دست‌آمده از مطالعات یکسان نمی‌باشد. علاوه‌براین، با توجه به این که شرکت‌های سازنده مکمل‌ها با تبلیغات گسترده خود مدعی اثرات مفید و قابل‌توجه آن‌ها بر ورزشکاران هستند؛ لذا، پژوهشگران بر آن هستند تا اثرات مصرف مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر نشانگرهای آسیب عضلانی به‌دنبال فعالیت در بازیکنان بسکتبال را مورد مطالعه قرار دهند.

### روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی بوده و به‌صورت مقطعی و کاربردی اجرا گردیده است. جامعه آماری آن را کلیه بازیکنان بسکتبال مرد شهرستان اصفهان تشکیل دادند. بدین شکل که ۲۶ بازیکن بسکتبال نخبه به‌طور داوطلبانه انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی در دو گروه مکمل (۱۳ نفر با ویژگی استفاده از مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار و تمرین برون‌گرا) و دارونما (۱۳ نفر با ویژگی استفاده از دارونما و تمرین برون‌گرا) قرار گرفتند. پس از انتخاب آزمودنی‌ها و توجیه مربیان و بازیکنان درمورد تشریح دقیق مراحل کار و تکمیل پرسش‌نامه تندرستی، رضایت‌نامه شرکت در پژوهش از آن‌ها اخذ شد. همچنین، درنظرگرفتن معیارهای حذف و شمول، مواردی از قبیل داشتن تمرینات بدنی منظم و مداوم، نداشتن هیچ‌گونه آسیب‌های سابقه‌حاد و مزمن در اندام‌های تحتانی، داشتن حداقل سه سال سابقه بازی بسکتبال، عدم استفاده بیش‌ازحد از قهوه (بیش از چهار لیوان)، عدم استفاده از مواد نیروزا، نداشتن بیماری‌های قلبی - عروقی و عضلانی، داشتن خواب مناسب و کافی در شبانه‌روز، داشتن انگیزه لازم، همکاری جدی با پژوهشگران، عدم استفاده از مواد مخدر و الکل و نیز عدم استفاده از رژیم‌های غذایی و دارویی خاص (داروهای التهابی) حداقل دو ماه قبل از شرکت در پژوهش کنترل گردید. علاوه‌براین، از ورزشکاران خواسته شد که در طول دوره مصرف مکمل، غذاهای دارای پروتئین اضافی و مکمل‌های دیگر مصرف نکنند و رژیم غذایی خود را ثبت نمایند. این پژوهش در یک دوره ۱۲ روزه در فصل بدن‌سازی انجام شد. شرکت‌کنندگان گروه مکمل از مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار استفاده کردند و شرکت‌کنندگان گروه کنترل به‌مدت هفت روز دارونما مصرف نمودند. در روز هشتم یک جلسه تمرین حاد برون‌گرا انجام شد. سپس، متغیرهای کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز، کوفتگی عضلانی و حداکثر انقباض ارادی قبل از آزمون و طی

۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از فعالیت برون‌گرا اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌های گروه مکمل، ۱۰ گرم اسید آمینه شاخه‌دار در روز (در دو نوبت صبح و بعدازظهر) استفاده کردند. درحالی که آزمودنی‌های گروه کنترل در مدت مذکور، تنها دارونما را در وعده‌های مشابه مصرف نمودند. مکمل اسید آمینه شاخه‌دار<sup>۱</sup> شامل نسبت ۲، ۱، یک لوسین، ایزولوسین و والین بود. میزان دوز مصرفی مکمل موردنظر با توجه به دستورالعمل شرکت سازنده و مطالعات قبلی، به‌صورت پودر در هر وعده با ۳۰۰ میلی‌لیتر آب مصرف شد (۲۰، ۲۱). علاوه‌براین، شرکت‌کنندگان پس از یک ناشتای شبانه، ۲۰ گرم اسید آمینه اضافی را به‌صورت کپسول یک ساعت قبل و بلافاصله پس از تمرین مصرف کردند. این مصرف اضافی همان‌طور که در پژوهش‌های قبلی نشان داده شده است می‌تواند اثر مثبتی بر نشانگرهای آسیب عضلانی داشته باشد (۱۷، ۱۸). برای گروه دارونما از پودر اسپارتام و شکر استفاده شد که در هر وعده با ۳۰۰ میلی‌لیتر آب حل می‌گشت و به آزمودنی‌ها داده می‌شد. پروتکل تمرینی مورد استفاده در این پژوهش شامل فعالیت برون‌گرا بود. در ابتدا، طی یک جلسه قبل از شروع برنامه تمرینی، آزمودنی‌ها با تکنیک‌های صحیح آشنا شدند. آزمون قدرت یک تکرار بیشینه از آن‌ها در حرکات پایین‌تنه اکستنشن و فلکشن زانو گرفته شد. بدین شکل که آزمودنی‌ها وزنه اولیه‌ای را بالا بردند که به تدریج تا ۲/۵ کیلوگرم افزایش یافت. به تمام شرکت‌کنندگان آموزش داده شد که چگونه وزنه را بالا ببرند، دو ثانیه نگه دارند و سپس به‌صورت آهسته پایین بیاورند. همچنین، در جلسه تمرینی، ۱۵ ست با ۱۰ تکرار در ۱۲۰ درصد از یک تکرار بیشینه درون‌گرا با پنج ثانیه استراحت بین تکرارها و یک دقیقه استراحت بین ست‌ها انجام شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد که کاملاً به صندلی تکیه دهند تا پژوهشگران مطمئن شوند که این عمل تنها با استفاده از پا انجام شده است. نمونه‌گیری از ورید پیش‌آرنجی دست چپ و در حالت نشسته به مقدار پنج میلی‌لیتر پس از ۱۰ ساعت حالت ناشتا در ساعت نه صبح توسط یک پرستار ماهر و با رعایت نکات ایمنی قبل از شروع فعالیت انجام شد و پس از اتمام فعالیت، دوره بازیافت پس از ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت به همین منوال تکرار گردید. سپس، نمونه خون به مدت هفت دقیقه در ۲۵۰۰ تا ۲۷۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد و پلاسما و لایه رویی از سلول‌ها جدا گردید. به‌منظور اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز از کیت‌های شرکت پارس و دستگاه اتوآنالایزر (ساخت شرکت ابوت<sup>۲</sup> آمریکا) استفاده شد. قبل از فعالیت برون‌گرا و ساعات ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ بازیافت، تست پرش عمودی از آزمودنی‌ها گرفته شد. جهت انجام این تست، آزمودنی‌ها در کنار دستگاه

---

1. Myprotein, Cheshire, UK  
 2. Aspartame  
 3. Abbott

دیجیتالی پرش سارجنت ایستادند و از آن‌ها خواسته شد که دست خود را تا حد ممکن به سمت بالا بکشند؛ طوری که پاشنه پاها روی زمین باشد. نوک انگشت میانی به‌عنوان نقطه صفر دستگاه در نظر گرفته شد و دستگاه در این نقطه تنظیم گردید. همچنین، صفحه عمودی دستگاه قابلیت جابه‌جایی داشت و بنا بر قد آزمودنی‌ها تنظیم گشت. از آزمودنی‌ها خواسته شد که حداکثر پرش عمودی خود را انجام داده و در نقطه اوج با نوک انگشت خود صفحه دستگاه را لمس کنند. هر آزمودنی در هر نوبت از آزمون این عمل را دو بار انجام داد و میانگین به‌عنوان داده اصلی در نظر گرفته شد. قبل از انجام فعالیت برون‌گرا و ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت بعد از آن از آزمودنی‌ها خواسته شد یک اسکات (زاویه ۹۰ درجه زانو) نیز انجام دهند و میزان کوفتگی عضلانی را با مقیاس دیداری ۲۰۰ میلی‌متر (صفر میلی‌متر: بدون درد و ۲۰۰ میلی‌متر: درد غیرقابل تحمل) نشان دهند (۲۲). سپس، حداکثر انقباض ارادی ایزومتریک اکستنسورهای زانوی ورزشکاران با کش‌سنج ارزیابی شد. بدین منظور، کش‌سنج در وضعیت نشسته به بالای قوزک زانوی آزمودنی‌ها متصل شد (۲۳، ۲۴) و هر انقباض بیشینه ارادی در زاویه ۹۰ درجه زانو انجام گردید. زاویه مفاصل قبل از هر تکرار با استفاده از گونیامتر در برآمدگی جانبی استخوان فمور اندازه‌گیری شد. حداکثر انقباض ارادی نیز سه ثانیه و با استراحت ۶۰ ثانیه‌ای بین تکرارها انجام گشت. هر کدام از آزمودنی‌ها سه بار این تست را انجام دادند و مقدار بیشینه به‌عنوان حداکثر تلاش در نظر گرفته شد.

علاوه‌براین، به‌منظور توصیف داده‌ها از آمار توصیفی و آمار استنباطی استفاده گردید. جهت بررسی پیش‌فرض طبیعی بودن یا غیرطبیعی بودن توزیع داده‌ها نیز آزمون کلموگروف - اسمیرنوف (KS) مورد استفاده قرار گرفت. همچنین، به‌دلیل آن که طرح پژوهشی شامل دو گروه مستقل و تکرار پنج سطح با اندازه‌گیری مختلف برای هر گروه است، تحلیل واریانس دوطرفه با اندازه‌های تکراری<sup>۱</sup> به‌عنوان سطوح عامل درون - موضوعی<sup>۲</sup> استفاده گردید. به‌علاوه، از آنجایی که در تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری باید قالب‌های واریانس - کوواریانسی در هر اندازه مساوی باشد (از جمعیت‌های یکسان نمونه‌گیری به‌عمل آمده باشد)، فرض کرویت توسط آزمون کرویت موچلی<sup>۳</sup> به‌عمل آمد. در صورت معنادار بودن تفاوت‌ها بین مراحل اندازه‌گیری در گروه‌ها، از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. سطح معناداری آزمون‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار تحلیل آماری اس پی اس نسخه ۱۸، کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

- 
- 1 . Repeated measures
  - 2 . Within-subject
  3. Mauchly's Test of Sphericity
  4. SPSS 18

جدول ۱- مشخصات آنتروپومتریک بازیکنان شرکت‌کننده در مطالعه (میانگین  $\pm$  انحراف استاندارد)

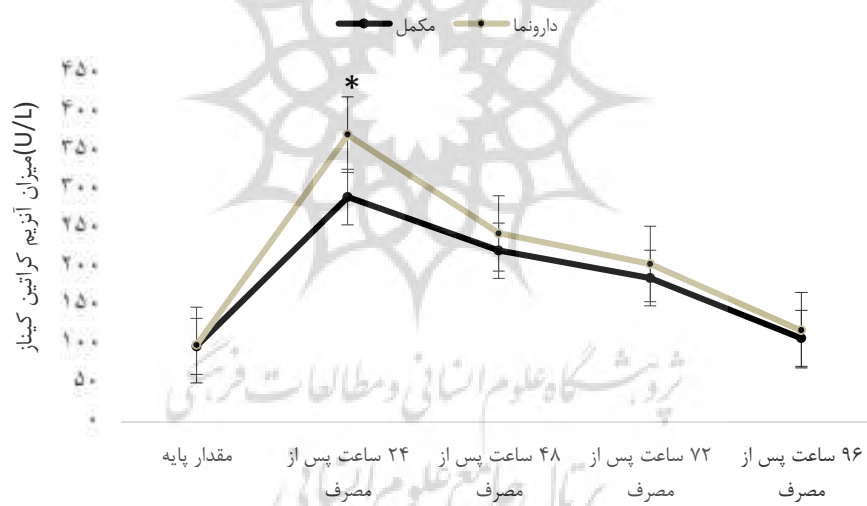
فاکتورها	گروه مکمل (۱۳ نفر)	گروه دارونما (۱۳ نفر)
سن (سال)	۲۸ $\pm$ ۳/۴۴	۳۰/۰۷ $\pm$ ۳/۴۶
قد (سانتی‌متر)	۱۸۸/۱۵ $\pm$ ۶/۵۴	۱۸۶/۷۷ $\pm$ ۷/۶۵
وزن (کیلوگرم)	۹۱/۴۶ $\pm$ ۷/۵۴	۸۷/۶۱ $\pm$ ۱۰/۱۵
شاخص توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع)	۲۵/۸۱ $\pm$ ۱/۱۶	۲۵/۰۵ $\pm$ ۱/۶۵

## نتایج

براساس نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر در خصوص متغیرهای اندازه‌گیری شده مشخص می‌گردد که کلیه متغیرهای عملکردی و بیوشیمیایی آزمودنی‌ها در هر دو گروه مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار و دارونما پس از تمرین برون‌گرا در مقایسه با حالت پایه تفاوت معناداری را نشان می‌دهد ( $P < 0.05$ ) که بیانگر این است که پروتکل تمرینی به خوبی توانسته است منجر به آسیب عضلانی گردد و افزایش معناداری در کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز ایجاد کند و در مقابل، سبب کاهش معنادار در شاخص‌های عملکردی گردد. تغییرات درون‌گروهی مقادیر کراتین کیناز در هر دو گروه نیز نشان می‌دهد که مقادیر کراتین کیناز طی مراحل مختلف اندازه‌گیری به‌طور معناداری کاهش یافته است ( $F=4.924$ ,  $P=0.005$ ). با این حال، اثرات بین‌گروهی نشان می‌دهد که مقادیر کراتین کیناز در گروه مکمل در مقایسه با گروه دارونما به‌طور معناداری پایین‌تر می‌باشد ( $P=0.04$ ,  $F=4.880$ ). همچنین، اوج کراتین کیناز در این پژوهش، ۲۴ ساعت پس از پروتکل تمرینی در هر دو گروه به دست آمد ( $371/71 \pm 58/04$  برای گروه دارونما در مقایسه با  $291/12 \pm 69/53$  برای گروه مکمل) (شکل ۱). لاکتات دهیدروژناز نیز مشابه با پاسخ کراتین کیناز، ۲۴ ساعت پس از تمرین در هر دو گروه به دست آمد ( $417/76 \pm 67/64$  برای گروه دارونما در مقایسه با  $409/43 \pm 49/27$  برای گروه مکمل). اگرچه، غلظت لاکتات دهیدروژناز در هر دو گروه ۲۴ ساعت پس از تمرین در مقایسه با حالت پایه افزایش معناداری را نشان داد ( $P > 0.001$ )؛ اما روند تغییرات لاکتات دهیدروژناز در کلیه مراحل اندازه‌گیری بین دو گروه معنادار بود ( $F=8.988$ ,  $P=0.006$ ). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نیز حاکی از پایین‌تر بودن مقادیر لاکتات دهیدروژناز در گروه مکمل در مقایسه با گروه دارونما در دوره‌های زمانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از تمرین می‌باشد ( $P < 0.001$ ) (شکل ۲). همچنین، نتایج حاصل از اثر زمان در این پژوهش نشان می‌دهد که کوفتگی عضلانی ۴۸ ساعت پس از تمرین شدید آسیب‌زا در هر دو گروه افزایش معناداری داشته است ( $F=14.469$ ,  $P=0.001$ ).

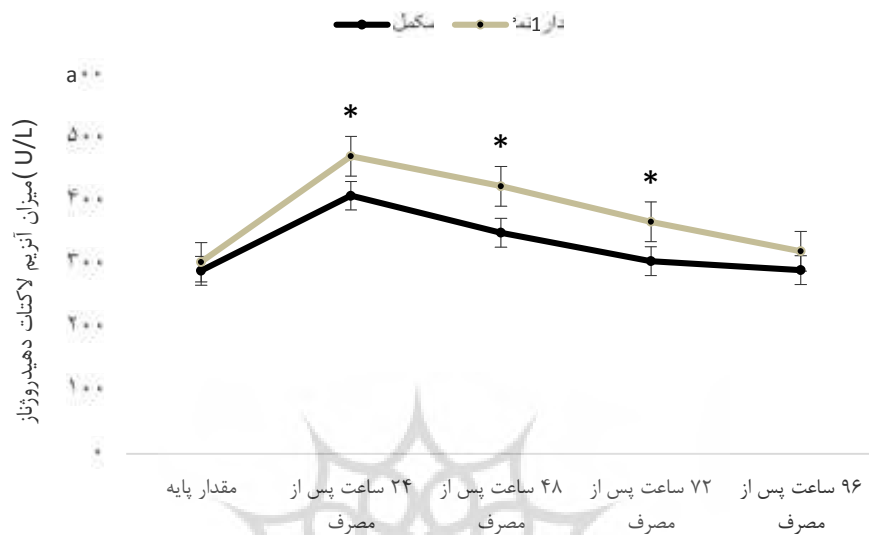
باین حال، میزان کوفتگی عضلانی در گروه مکمل در مقایسه با گروه دارونما به طور معناداری پایین تر است ( $F=59.413, P=0.001$ ). تحلیل آزمون تعقیبی بونفرونی نیز نشان می دهد که میزان کوفتگی به طور معناداری در ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از تمرین در گروه مکمل در مقایسه با گروه دارونما پایین تر می باشد ( $P<0.001$ ) (شکل ۳).

نتایج، بیشترین کاهش معنادار را در عملکرد پرش عمودی در هر دو گروه مکمل و دارونما ۲۴ ساعت پس از تمرین برون گرا نشان می دهد ( $F=4.679, P=0.02$ ). باین حال، تفاوت معناداری بین عملکرد پرش عمودی در هر دو گروه طی مراحل اندازه گیری مشاهده نمی شود ( $P>0.05$ ) (شکل ۴). همچنین، حداکثر انقباض عضلانی گروه دارونما در مقایسه با گروه مکمل ۲۴ ساعت پس از تمرین برون گرا، کاهش معناداری را نشان می دهد ( $P<0.05$ ). به عبارت دیگر، گروه مکمل دوره بازیافت کوتاه تری نسبت به گروه دارونما داشته است (شکل ۵).

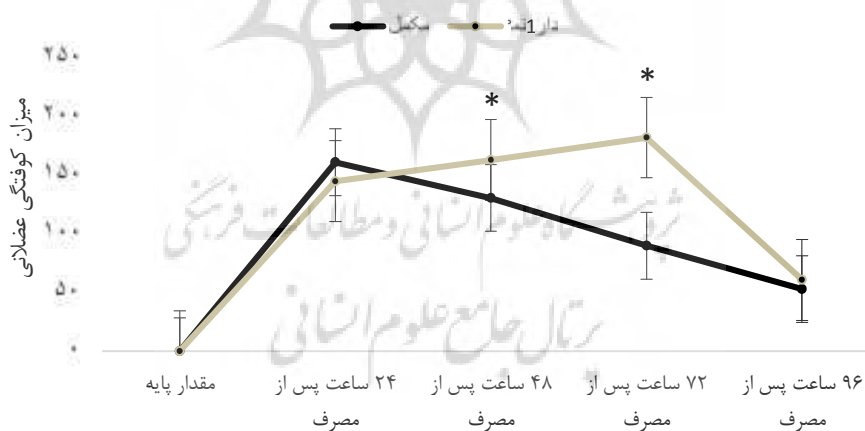


شکل ۱- تغییرات آنزیم کراتین کیناز در دو گروه مکمل و دارونما در مراحل مختلف اندازه گیری

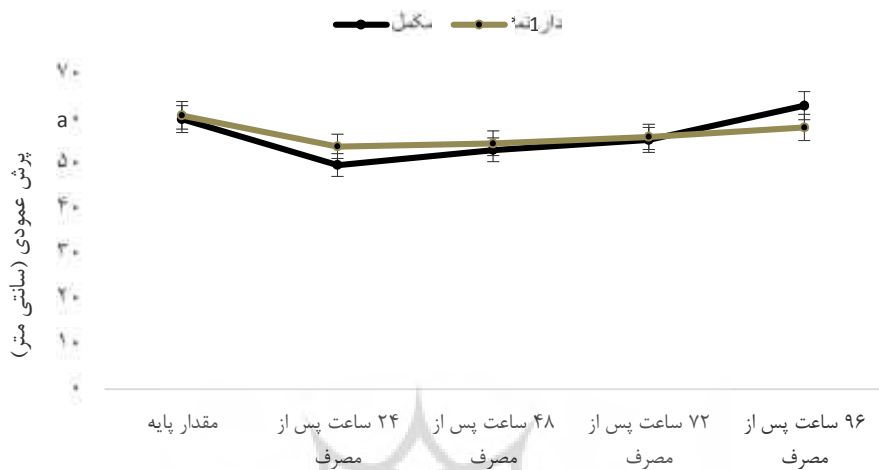




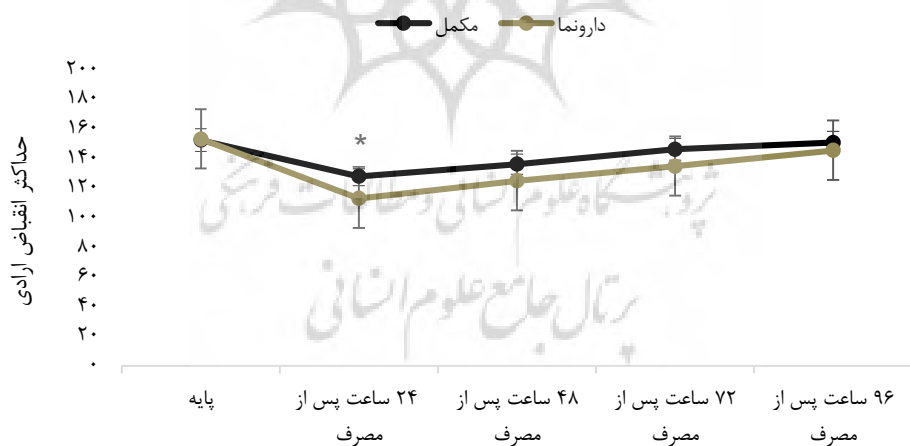
شکل ۲- تغییرات آنزیم لاکتات دهیدروژناز در دو گروه مکمل و دارونما در مراحل مختلف اندازه‌گیری



شکل ۳- تغییرات کوفتگی عضلانی در دو گروه مکمل و دارونما در مراحل مختلف اندازه‌گیری



شکل ۴- تغییرات پرش عمودی در دو گروه مکمل و دارونما در مراحل مختلف اندازه‌گیری



شکل ۵- تغییرات حداکثر انقباض ارادی در دو گروه مکمل و دارونما در مراحل مختلف اندازه‌گیری

## بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی اثرات مصرف مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر نشانگرهای آسیب عضلانی به دنبال فعالیت برون‌گرا در بازیکنان بسکتبال مرد نخبه بود. نتایج، بیانگر اثرات مثبت اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر بهبود عملکرد بدنی و جلوگیری از آسیب‌های عضلانی پس از تمرینات برون‌گرا در بازیکنان بسکتبال می‌باشد. با توجه به داده‌های حاصل، روند تغییرات مقادیر کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز در گروه مکمل در مقایسه با گروه دارونما به‌طور معناداری پایین‌تر بود. میزان کوفتگی نیز در ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از تمرین در گروه مکمل در مقایسه با گروه دارونما به‌طور معناداری پایین‌تر گزارش شد ( $P < 0.001$ ). همچنین، تغییرات بین گروهی قدرت عضلانی بیانگر کاهش معنادار کمتر و بازیافت بیشتر آن در گروه مکمل در مقایسه با گروه دارونما طی مراحل مختلف اندازه‌گیری بود. با توجه به این که به‌طور معمول، تمرینات بازیکنان شامل انقباض‌های عضلانی بیشینه درون‌گرا و برون‌گرا است که موجب درک کوفتگی عضلانی تأخیری می‌شود (۲۵) و استفاده مکرر بسکتبالیست‌ها از فعالیت‌های برون‌گرا، آسیب‌های عضلانی و کوفتگی تأخیری در ورزشکاران را افزایش می‌دهد، استفاده از مکمل‌های دارای اسید آمینه شاخه‌دار می‌تواند بروز چنین آسیب‌هایی را کاهش دهد و روند تجزیه پروتئین‌های عضلانی را به حداقل برساند. تمرینات مقاومتی نقش بنیادی و اساسی در برنامه‌های فعالیت‌های جسمانی و بازتوانی دارد (۲۶). مکانیسم‌های احتمالی نشان داده‌اند که فعالیت‌های ورزشی مقاومتی و اسیدهای آمینه، توانایی تحریک سنتز پروتئین را تحریک می‌کنند و هنگامی که با هم ترکیب شوند اثرات آن‌ها بیشتر می‌شود (۲۷، ۲۸). با توجه به این که تمرینات مقاومتی میزان تجزیه پروتئین‌های عضلانی را افزایش می‌دهند (۱۵)، دریافت اسیدهای آمینه برای به‌دست‌آوردن تعادل پروتئینی مثبت نیز ضروری می‌باشد (۱۶). اسیدهای آمینه شاخه‌دار از منابع انرژی عضلات انقباضی در ورزش‌های استقامتی هستند و اکسیداسیون آن‌ها به‌ویژه لوسین، با افزایش شدت تمرین افزایش می‌یابد. همچنین، مکمل‌های خوراکی همراه با ترکیبی از اسیدهای آمینه شاخه‌دار، تجزیه پروتئین‌ها در ورزش‌های طولانی‌مدت را متوقف می‌کنند. این در حالی است که آسیب عضلانی کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، نشان داده شده است که استفاده از هریک از مکمل‌های اسیدهای آمینه شاخه‌دار به‌تنهایی، تجزیه پروتئین‌های عضلانی را هنگام ورزش‌های استقامتی در آزمودنی‌ها کاهش می‌دهد (۲۹). اسیدهای آمینه شاخه‌دار از طریق یک فرایند کاتابولیکی به آلفا کتواسیدها و در نهایت، به سوکسینیل کوا و استیل کوا تبدیل می‌شوند و وارد چرخه کربس می‌گردند. این اسید آمینه‌ها می‌توانند برخلاف دیگر آمینو اسیدها در عضلات متابولیزه شوند و منبع انرژی قرار گیرند و یا از شکست پروتئین عضلات جلوگیری کنند (۶). بیشتر مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از مکمل‌های اسیدهای آمینه

شاخه‌دار موجب بهبود آسیب‌های عضلانی ناشی از تمرینات برون‌گرا و بازیافت سریع‌تر می‌شوند. در این میان، CK به‌عنوان نماینده‌ای آسیب عضلانی ناشی از ورزش‌های شدید و نیز به‌عنوان شاخصی از آسیب سارکولما مطرح می‌باشد که افزایش آن در بافت‌های عضلانی هنگام ورزش‌های شدید، موجب نشت آنزیم‌های سیتوزولی از درون سلول به خون می‌شود (۳۰)، با این حال، غشای سلول احتمالاً در نتیجه عدم هموستاز کلسیم تا اندازه‌ای تحت فرایند لیپولیز قرار می‌گیرد و این احتمال وجود دارد که چنین اتفاقاتی، در نتیجه ورزش رخ دهد (۳۱). پراکسیداسیون چربی نیز با تخریب غشای لیپیدی سلول، سبب افزایش خروج کراتین کیناز از سلول می‌شود (۳۲). برخی مطالعات نشان داده‌اند که تغییرپذیری میزان CK و LDH، وابسته به تغییرات درون‌فردی است؛ اما عاملی که تأثیر بیشتری دارد، مدت و شدت تمرینات ورزشی است. در بسیاری از پژوهش‌ها، پاسخ CK در گروه تمرین‌کرده نسبت به گروه تمرین‌نکرده، کمتر می‌باشد. اگرچه، مکانیسم درد عضلانی هنوز ناشناخته است؛ اما به‌نظر می‌رسد به التهاب و به‌ویژه عناصر ارتباطی بافت مرتبط باشد که گیرنده‌های درد عضله را فعال کرده و سبب درد می‌شود (۳۳). نتایج پژوهش امیرساسان (۱۳۹۰) و همکاران نیز نشان داد مصرف دو مقدار متفاوت اسیدهای آمینه شاخه‌دار با وجود اثر کاهندگی، تأثیر معناداری بر فعالیت‌های آنزیمی CK و LDH سرم، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی سنگین در کشتی‌گیران ندارد (۱۹) که با نتایج این پژوهش هم‌خوان نمی‌باشد. این احتمال وجود دارد که دلیل این مغایرت ناشی از این باشد که آن‌ها در پژوهش خود از آزمودنی‌های کشتی‌گیر استفاده کرده‌اند. علاوه‌براین، در مطالعه سولیوان<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۷) که آزمودنی‌ها مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار (ایزولوسین، لوسین و والین را به نسبت یک، دو، یک) را قبل از تمرینات برون‌گرا استفاده کردند گزارش شد که فعالیت سرمی CK و کوفتگی عضلانی در دو گروه مکمل و دارونما تفاوت معناداری ندارد (۳۴). به‌نظر می‌رسد علل احتمالی ناهم‌سوبودن مطالعه سولیوان و همکاران با پژوهش حاضر، سن آزمودنی‌ها و غیرورزشکاربودن آن‌ها باشد. نوساکا<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۶) نیز نشان دادند که استفاده از مکمل‌های اسیدهای آمینه (تقریباً حاوی ۶۰ درصد اسیدهای آمینه شاخه‌دار) ۳۰ دقیقه قبل از تمرین، بلافاصله پس از تمرین و در طول چهار روز دوره بازیافت، در کاهش درد و آسیب عضلانی به‌دنبال آسیب‌های انقباض‌های طولی‌کننده مؤثر بوده است. در این مطالعه، تفاوت معناداری در گروه دریافت‌کننده مکمل قبل و بلافاصله بعد از تمرین با توجه به کوفتگی عضلانی و شاخص‌های آسیب دیده نشد. اگرچه، آزمودنی‌های استفاده‌کننده از مکمل اسیدهای آمینه در مقایسه با گروه دارونما در طول چهار روز پس از تمرینات، کاهش CK (از

- 
1. Sullivan
  2. Nosaka

۴۸ تا ۹۶ ساعت)، میوگلوبین (از ۲۴ تا ۹۶ ساعت) و کوفتگی عضلانی (از ۲۴ تا ۹۶ ساعت) را نشان دادند (۳۵)، پژوهش راو<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۳) اثرات مثبت مکمل ترکیبی اسید آمینه شاخه‌دار و تورین بر LDH, CK, LDH, حداکثر انقباض ارادی<sup>۲</sup> و کوفتگی عضلانی مردان غیرفعال به‌دنبال تمرینات برون‌گرای خم‌کننده آرنج را گزارش داد. در این پژوهش، پژوهشگران دریافتند که استفاده از مکمل ترکیبی تورین و BCAA نسبت به مصرف مکمل BCAA به‌تنهایی، نتایج بهتری را به‌همراه دارد که با توجه به ترکیب اثرات مثبت BCAA بر کاهش آسیب عضلانی و اثرات ضدالتهابی و آنتی‌اکسیداسیونی تورین قابل‌توجیه است (۳۶). همچنین، در یکی از پژوهش‌های مشابه که توسط شارپ<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۰) انجام شد، کوفتگی عضلانی با استفاده از اسیدهای آمینه شاخه‌دار کاهش یافت (۳۷). شیمارو<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۹) نیز در پژوهشی هم‌سو با یافته‌های مطالعه حاضر دریافتند که غلظت سرمی اسیدهای آمینه شاخه‌دار در گروه دارونما نسبت به گروه استفاده‌کننده از مکمل کاهش معناداری داشته است (۳۸). با توجه به نتایج، پروتکل‌های ورزشی، اکسیداسیون اسیدهای آمینه شاخه‌دار را تحریک کرده و باعث تخلیه منابع اسیدهای آمینه شاخه‌دار در عضلات فعال می‌شوند. طوری که استفاده از مکمل مناسب می‌تواند از این اثرات جلوگیری کند. علاوه‌براین، شیمارو و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای هم‌سو با این یافته‌ها نشان دادند که استفاده از مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار (پنج گرم) ۱۵ دقیقه قبل از تمرینات مقاومتی، به‌طور مشابهی زمان کوفتگی عضلانی را (دو تا سه روز پس از ورزش) در زنان جوان به میزان ۴۵ درصد نسبت به گروه دارونما کاهش می‌دهد و این کاهش تا پنج روز پس از تمرینات معنادار می‌باشد (۳۹). این داده‌ها نشان می‌دهند که آسیب‌های عضلانی ناشی از تمرینات مقاومتی، سبب افزایش جذب اسیدهای آمینه شاخه‌دار از سرم به عضله اسکلتی جهت استفاده به‌عنوان منبع انرژی و یا شرکت در مسیرهای آغازگر ترجمه می‌شود که استفاده از مکمل می‌تواند سبب جایگزینی این منابع شده و آسیب را کاهش دهد. آتشک و همکاران (۱۳۹۲) نیز اثرات مفید مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار را بر کاهش معنادار شاخص التهابی پروتئین واکنش‌گر C، ۲۴ ساعت پس از فعالیت مقاومتی در مقایسه با گروه دارونما گزارش دادند (۴۰) که با توجه به نتایج حاصل از آن‌ها می‌توان گفت که مکمل BCAA بر کاهش شاخص‌های فاز حاد التهاب نیز اثرات مثبتی دارد.

به‌طور کلی، نتایج این پژوهش آثار مفید مکمل‌های اسید آمینه شاخه‌دار به‌دنبال تمرینات برون‌گرا و بهبود فعالیت‌های آنزیمی پس از استفاده از مکمل را نشان می‌دهد؛ بنابراین، شواهد به‌دست‌آمده

- 
1. Ra
  2. Maximal voluntary contraction
  3. Sharp
  4. Shimomura

پیشنهاد می‌کند مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار، احتمالاً در کاهش نشانگرهای آسیب عضلانی نقش دارد؛ از این رو، با در نظر گرفتن جوانب احتیاط می‌توان به ورزشکاران پیشنهاد داد به منظور جلوگیری از آسیب‌های عضلانی ناشی از انجام فعالیت‌های ورزشی شدید، از مکمل‌سازی اسیدهای آمینه شاخه‌دار استفاده نمایند؛ اما، از آنجایی که این مطالعه روی ورزشکاران نخبه صورت گرفته است، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های مشابهی در سطوح مختلف ورزشی و با دوز متفاوت اسیدهای آمینه شاخه‌دار صورت گیرد.

**پیام مقاله:** یکی از بهترین شاخصها برای به حداقل رساندن آسیب‌های عضلانی ناشی از ورزش، سنجش نشانگرهای آسیب عضلانی می‌باشد. امید است که با توجه به پیشرفت روزافزون علم فیزیولوژی ورزشی راه‌های ساده‌تر و غیرتهاجمی برای سنجش چنین شاخص‌هایی بوجود آید.

### تشکر و قدردانی

این مطالعه با حمایت‌های مالی و معنوی دانشگاه اصفهان انجام گردیده است؛ لذا از مسئولین، مربیان و آزمودنی‌هایی که پژوهشگران را در انجام این مطالعه یاری کردند تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

### منابع

- 1) Matsumoto K, Koba T, Hamada K, Sakurai M, Higuchi T, Miyata H. Branched-chain amino acid supplementation attenuates muscle soreness, muscle damage and inflammation during an intensive training program. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2009; 49(4): 424-31.
- 2) Shimomura Y, Yamamoto Y, Bajotto G, Sato J, Murakami T, Shimomura N, et al. Nutraceutical effects of branched-chain amino acids on skeletal muscle. *The Journal of Nutrition*. 2006; 136(2): 232-529.
- 3) Shimomura Y, Murakami T, Nakai N, Nagasaki M, Harris R A. Exercise promotes BCAA catabolism: effects of BCAA supplementation on skeletal muscle during exercise. *The Journal of Nutrition*. 2004; 134(6): 1583-7.
- 4) Adeva M M, Calviño J, Souto G, Donapetry C. Insulin resistance and the metabolism of branched-chain amino acids in humans. *Amino Acids*. 2012; 43(1): 171-81.
- 5) Hutson S M, Sweatt A J, LaNoue K F. Branched-chain amino acid metabolism: Implications for establishing safe intakes. *The Journal of Nutrition*. 2005; 135(6): 1557-64.
- 6) Nicklas B J, Hsu F C, Brinkley T J, Church T, Goodpaster B H, Kritchevsky S B, et al. Exercise training and Plasma C-reactive Protein and Interleukin-6 in elderly people. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2008; 56(11): 2045-52.

- 7) Blomstrand E, Hassmen P, Ekblom B, Newsholme E. Administration of branched-chain amino acids during sustained exercise—effects on performance and on plasma concentration of some amino acids. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1991; 63(2): 83-8.
- 8) Sowers S. A primer on branched Chain Amino Acids. Huntington College of Health Sciences. 2009.p. 32-40.
- 9) Phillips S M. Protein requirements and supplementation in strength sports. *Nutrition*. 2004; 20(7): 689-95.
- 10) Coffey V G, Hawley J A. The molecular bases of training adaptation. *Sports Medicine*. 2007; 37(9): 737-63.
- 11) Howatson G, Van Someren K A. The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. *Sports Medicine*. 2008; 38(6): 483-503.
- 12) Da Luz C R, Nicastrro H, Zanchi N E, Chaves D, Lancha Jr A H. Potential therapeutic effects of branched-chain amino acids supplementation on resistance exercise-based muscle damage in humans. *J Int Soc Sports Nutr*. 2011; 8: 23-7.
- 13) Beaton L J, Tarnopolsky M A, Phillips S M. Contraction-induced muscle damage in humans following calcium channel blocker administration. *The Journal of Physiology*. 2002; 544(3): 849-59.
- 14) Kobayashi Y, Takeuchi T, Hosoi T, Yoshizaki H, Loepky J A. Effect of a marathon run on serum lipoproteins, creatine kinase, and lactate dehydrogenase in recreational runners. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 2005; 76(4): 450-5.
- 15) Phillips S M, Tipton K D, Aarsland A, Wolf S E, Wolfe R R. Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*. 1997; 36(1): 99.
- 16) Kumar V, Atherton P, Smith K, Rennie M J. Human muscle protein synthesis and breakdown during and after exercise. *Journal of Applied Physiology*. 2009; 106(6): 2026-39.
- 17) Howatson G, Hoad M, Goodall S, Tallent J, Bell P G, French D N. Exercise-induced muscle damage is reduced in resistance-trained males by branched chain amino acids: A randomized, double-blind, placebo controlled study. *J Int Soc Sports Nutr*. 2012; 9(1): 20.
- ۱۸) رستمی دیدار هادی، کردی محمدرضا، گائینی عباسعلی، فلاحی علی اصغر. تأثیر مصرف مکمل اسید آمینه شاخه‌دار (BCAA) بر غلظت لاکتات دهیدروژناز و کوفتگی عضلانی تأخیری دانشجویان پسر ورزشکار. *نشریه المپیک*. ۱۳۸۹؛ ۵۲(۴): ۵۵-۵۶.
- ۱۹) امیرساسان رامین، نیکوخلصت سعید، ساری صراف وحید، بتوراک کاوه، لطافت کار امیر. تأثیر ۲ میزان مکمل‌سازی اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر شاخص‌های سرمی آسیب سلولی در کشتی‌گیران. *نشریه تحقیقات علوم پزشکی زاهدان*. ۱۳۹۰؛ ۱۳(۸): ۲۲-۸.
- 20) Coombes J, McNaughton L. Effects of branched-chain Amino Acid supplementation on serum creatine kinase and lactate dehydrogenase after prolonged exercise. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2000; 40(3): 240-6.
- 21) Blomstrand E, Andersson S, Hassmen Pa, Ekblom B, Newsholme E. Effect of branched-chain Amino Acid and carbohydrate supplementation on the exercise-induced change in plasma and muscle concentration of amino acids in human subjects. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1995; 153(2): 87-96.

- 22) Goodall S, Howatson G. The effects of multiple cold water immersions on indices of muscle damage. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2008; 7(2): 235.
- 23) Howatson G, Hough P, Pattison J, Hill J A, Blagrove R, Glaister M, et al. Trekking poles reduce exercise-induced muscle injury during mountain walking. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2011; 43(1): 140-5.
- 24) Howatson G, McHugh M, Hill J, Brouner J, Jewell A, Van Someren K A, et al. Influence of tart cherry juice on indices of recovery following marathon running. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2010; 20(6): 843-52.
- ۲۵) رئیسی دهکردی امیرعطا، تقیان فرزانه، اسفرجانی فهیمه. مقایسه ۲ روش ریکاوری فعال و شناوری در آب متضاد بر درک کوفتگی و عملکردهای بی‌هوازی بازیکنان فوتسال. *نشریه فیزیولوژی ورزشی*. ۱۳۹۳؛ ۶(۲۴): ۳۱-۴۸.
- ۲۶) تقی‌زاده محمودرضا، احمدی‌زاد سجاد، هوانلو فریبرز. کینتیک لاکتات پس از انقباض‌های درون‌گرا و برون‌گرای آیزوکینتیک در مردان. *نشریه فیزیولوژی ورزشی*. ۱۳۹۳؛ ۶(۲۴): ۷۱-۸۴.
- 27) Mascher H, Tannerstedt J, Brink-Elfegoun T, Ekblom B, Gustafsson T, Blomstrand E. Repeated resistance exercise training induces different changes in mRNA expression of MAFbx and MuRF-1 in human skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2008; 294(1): 43-51.
- 28) Moore D R, Tang J E, Burd N A, Rerечich T, Tarnopolsky M A, Phillips S M. Differential stimulation of myofibrillar and sarcoplasmic protein synthesis with protein ingestion at rest and after resistance exercise. *The Journal of Physiology*. 2009; 587(4): 897-904.
- 29) Shimomura Y, Inaguma A, Watanabe S, Yamamoto Y, Muramatsu Y, Bajotto G, et al. Branched-chain amino acid supplementation before squat exercise and delayed-onset muscle soreness. *International Journal of Sport Nutrition*. 2010; 20(3): 236.
- 30) Jackman S R, Witard O C, Jeukendrup A E, Tipton K D. Branched-chain amino acid ingestion can ameliorate soreness from eccentric exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2010; 42(5): 962-70.
- 31) Hortobagyi T, Hill J P, Houmard J A, Fraser D D, Lambert N J, Israel R G. Adaptive responses to muscle lengthening and shortening in humans. *Journal of Applied Physiology*. 1996; 80(3): 765-72.
- ۳۲) معمارباشی عباس، عباسیان مجتبی. تأثیر ۱۰ روز مصرف دارچین بر شاخص‌های بیوشیمیایی و عملکردی کوفتگی عضلانی تأخیری. *نشریه فیزیولوژی ورزشی*. ۱۳۹۲؛ ۵(۲۰): ۶۳-۸۰.
- 33) Clarkson P M, Hubal M J. Exercise-induced muscle damage in humans. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2002; 81(11): 52-69.
- 34) Sullivan Z, Baier S, Johannsen N M, King D S. Branched-chain Amino Acid (BCAA) supplementation maintains muscle power following eccentric exercise. *The FASEB Journal*. 2007; 22(2): 523-70.
- 35) Nosaka K, Sacco P, Mawatari K. Effects of Amino Acid supplementation on muscle soreness and damage. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2006; 16(6): 620-35.
- 36) Ra S G, Miyazaki T, Ishikura K, Nagayama H, Suzuki T, Maeda S, et al. Additional effects of taurine on the benefits of BCAA intake for the delayed-onset muscle soreness and muscle damage induced by high-intensity eccentric exercise. *Taurine 8*: Springer;



Advances in Experimental Medicine and Biology. 2013. P. 179-87.

37) Sharp C P, Pearson D R. Amino Acid supplements and recovery from high-intensity resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010; 24(4): 1125-30.

38) Shimomura Y, Kobayashi H, Mawatari K, Akita K, Inaguma A, Watanabe S, et al. Effects of squat exercise and branched-chain Amino Acid supplementation on plasma free amino acid concentrations in young women. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*. 2009; 55(3): 288-91.

39) Shimomura Y, Harris R A. Metabolism and physiological function of branched-chain Amino Acids: Discussion of session 1. *The Journal of Nutrition*. 2006; 136(1): 232-3.

۴۰) آتشک سیروان، بتوراک کاوه. تأثیر مصرف مکمل اسید آمینه شاخه‌دار (BCAA) بر پروتئین واکنشگر- (HS-CRP) پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی در فوتبالیست‌ها. نشریه دانش و تندرستی. ۱۳۹۲؛ ۸(۱): ۱۶-۱۲.

#### استناد به مقاله

کیهانی بروجنی دینا ، کارگرفرد مهدی. تأثیر مصرف مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر نشانگرهای آسیب عضلانی به‌دنبال فعالیت برون‌گرا در بازیکنان بسکتبال مرد. فیزیولوژی ورزشی. بهار ۱۳۹۵؛ ۸(۲۹): ۹۰-۷۳.

Keyhani Borojeni. D, Kargarfard. M. Effects of a BCAA supplementation on markers of muscle damage followed eccentric exercise in male basketball players. *Sport Physiology*. Spring 2016; 8 (29): 73-90. (In Persian)

## Effects of a BCAA supplementation on markers of muscle damage followed eccentric exercise in male basketball players

D. Keyhani Boroojeni<sup>1</sup>, M. Kargar Fard<sup>2</sup>

1. Ph.D. Student at University of Urmia\*
2. Professor at University of Isfahan

Received date: 2014/08/16

Accepted date: 2015/07/13

---

### Abstract

The aim of this study was to examine the effects of a BCAA supplementation on markers of muscle damage followed eccentric exercise in basketball players. Twenty-six elite male basketball players (mean  $\pm$ SD age, 29.04 $\pm$ 3.55 years; weight, 89.54 $\pm$ 8.98 kg; BMI, 25.43 $\pm$ 1.44 kg.m<sup>2</sup>; body fat percentage, 14.30 $\pm$ 3.60) volunteered to participate in the study and were selected randomly and assigned to supplement (n=13) and placebo (n=13) groups. The damaging exercise consisted eccentric exercise (15 set and 10 repetitions per set). Creatine kinase (CK), lactate dehydrogenase (LDH), maximal voluntary contraction (MVC), muscle soreness was measured immediately before the damaging exercise and at 24, 48, 72 and 96 hours' post-exercise. Data were statistically analyzed using SPSS 18 ( $P < 0.05$ ). There was significant reduction in CK, LDH and muscle soreness in the BCAA group compared to the controls ( $P < 0.05$ ). In addition, the recovery of MVC was greater in the supplement group ( $P < 0.05$ ). BCAA supplement decreases eccentric exercise induced muscle damage and improves recovery in male basketball players.

**Keywords:** Branched-chain amino acid, Muscle damage, Eccentric exercise, Basketball players

---

---

\* Corresponding author

E-mail: Keyhanid1368@gmail.com