

علوم زیستی ورزشی \_ بهار ۱۳۹۲  
شماره ۱۶ - ص ص : ۹۲ - ۷۹  
تاریخ دریافت : ۰۳ / ۰۹ / ۹۱  
تاریخ تصویب : ۰۴ / ۱۱ / ۹۱

## تأثیر سه ماهه پرش عمقی و مصرف مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار بر فعالیت آنزیم کراتین کیناز کشتی‌گیران

۱. علی اوصالی<sup>۱</sup> - ۲. احمد آزاد - ۳. فرهاد مردانه

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تهران، ۲. استادیار دانشگاه زنجان، ۳. کارشناس ارشد آسیب شناسی ورزشی دانشگاه اراک

### چکیده

هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر مصرف مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار در یک برنامه تمرینی سه‌ماهه پرش عمقی بر فعالیت آنزیم کراتین کیناز کشتی‌گیران بود. به این منظور ۲۲ کشتی‌گیر مرد طی نمونه‌گیری هدفمند و تصادفی ساده از بین کشتی‌گیران زنجان (سن  $21/54 \pm 3/52$  سال، وزن  $66/18 \pm 3/76$  کیلوگرم، قد  $168/36 \pm 2/41$  سانتی‌متر و شاخص توده بدن  $23/34 \pm 1/97$  کیلوگرم بر متر مربع) انتخاب و به‌طور تصادفی ساده به دو گروه تقسیم شدند. طی این مدت سه‌ماهه، هر دو گروه ساعت ۷:۰۰ صبح صبحانه و ساعت ۹ صبح نیز تمرینات پرش عمقی را در شش ست پیاپی تا سرخستگی، با فاصله ۵ دقیقه در بین ست‌ها انجام دادند و مکمل و دارونمای خود را به‌صورت دوسوکور بعد از پرش‌های عمقی دریافت کردند. گروه یک  $kgBW$   $45 mg$  میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن از هر یک از آمینو اسیدهای (والین، لوسین و ایزولوسین) به‌صورت محلول  $4ml/kgBW$  دریافت کردند. گروه دارونما نیز از محلولی هم‌کالری ( $45 mg/kgBW$  میلی‌گرم گلوکز به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) و هم‌حجم لیمو و نمک مصرف کردند. خون‌گیری در دو مرحله قبل (ناشتا) و ۴۸ ساعت بعد از پرش عمقی به‌منظور اندازه‌گیری فعالیت آنزیم CK انجام گرفت. از روش آماری تحلیل واریانس یکطرفه و تی زوجی به‌ترتیب برای بررسی مقدار تغییرات CK و عملکرد استفاده شد و سطح معنی‌داری ( $0.05$ ) در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که میزان فعالیت آنزیم کراتین کیناز در هر دو گروه (۴۸ ساعت بعد از پرش عمقی) هم در بررسی‌های درون‌گروهی و هم بین‌گروهی تفاوت معناداری نداشتند ( $P < 0.05$ ). احتمالاً آسیب در سطح سلول و افزایش CK پلازما به خستگی بر می‌گردد. با توجه به افزایش عملکرد، پیشنهاد می‌شود برای اطمینان بیشتر، در تحقیقات بعدی افراد پس از سه ماه تمرینات پرش عمقی برای بررسی CK با همان بار کار سه ماه قبل فعالیت نمایند.

### واژه‌های کلیدی

پلايومتریک، BCAAs، پرش عمقی، آنزیم کراتین کیناز، مکمل.

## مقدمه

کشتی از جمله رشته‌های ورزشی است که قدرت بیشینه و توان و سرعت در آن نقش اساسی دارد. مربیان بدنسازی از انواع تمرینات برای افزایش قدرت توان و سرعت کشتی‌گیران استفاده می‌کنند که تمرینات پلايومتریک<sup>۱</sup> یکی از این روش‌های تمرینی است.

تمرینات پلايومتریک شامل اعمال عضلانی ویژه‌ای به نام چرخه کشش و کوتاه شدن است (۱۸). براساس بررسی‌ها این توالی انقباضی اسنتریک<sup>۲</sup> (کشش) و کانسنتریک<sup>۳</sup> (کوتاه شدن) بهتر از به کارگیری فقط انقباض کانسنتریک، موجب بهبود توان و سرعت کشتی‌گیران می‌شود (۱۱،۱۷،۲۲). براساس گزارش‌ها، استفاده از تمرینات پلايومتریک می‌توان موجب بروز آسیب در بخش‌های مختلف بدن از جمله مهره‌های واحدهای استخوانی مفصلی و همچنین ساختارهای عضلانی شود (۶،۱۰،۲۱).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که تمرینات پلايومتریک موجب کوفتگی و آسیب عضلات اسکلتی (۱،۲،۲۴) و در نتیجه افت طولانی مدت عملکرد عضلانی شامل کاهش قدرت و توان تولیدی، انعطاف‌پذیری و سرعت دینامیکی عضله (۲۱)، بنابراین جلوگیری از آسیب عضلات اسکلتی به هر روشی اهمیت بسیاری دارد.

در اثر آسیب‌های ساختاری ناشی از تمرینات پلايومتریک، کراتین کیناز سلول‌های عضلانی به داخل گردش خون نشت میکند (۱،۲،۲۳). تاکنون در تحقیقات متعددی اثر آسیب‌زایی (۲۶،۲۸،۲۰،۱۶،۱۵،۱۰،۶)، اثر بخشی (۲۲،۲۳،۲۹) و استفاده از مکمل‌های مختلف جهت تخفیف اثر آسیب‌زای تمرینات پلايومتریک بررسی شده (۵،۱۴،۱۹،۳۰).

کراتین کیناز<sup>۴</sup> پلاسما پس از تمرینات اسنتریک و پلايومتریک افزایش می‌یابد (۴،۵،۶،۱۱،۱۵،۲۰،۳۰). از طرفی در بعضی از بررسی‌ها برای جلوگیری از آسیب عضلانی ناشی از تمرینات اسنتریک یا پلايومتریک از مکمل اسید آمینه شاخه‌دار<sup>۵</sup> برای تخفیف آسیب عضلانی استفاده شده (۵،۱۴،۱۹،۳۰). مثلاً کومبس و همکاران<sup>۶</sup>

1 - Plyometric

2 - Eccentric

3 - Concentric

4 - Creatine kinase (CK)

5 - Branched chain amino acid (BCAAs)

6 - Coombes & et al

(۲۰۰۰)، کوبا و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۷) اثر مثبت مکمل BCAAs بر پیشگیری از افزایش کراتین کیناز پلاسما را پس از فعالیت استقامتی گزارش می‌کنند (۱۴،۱۹). به طور خلاصه کوپمس و همکاران تاثیر مصرف ۲۰ گرم BCAAs را قبل و بعد از ۱۲۰ دقیقه فعالیت روی دوچرخه کارسنج بر آنزیم CK بررسی کردند و دریافتند که مصرف BCAAs موجب کاهش معنی‌دار مقدار CK سرمی در افرادی که BCAAs مصرف کرده بودند، در مقایسه با گروه کنترل می‌شود. کوبا و همکاران نشان دادند که مصرف ۱۰ گرم BCAAs در مقایسه با دارونمای هم‌کالی سبب کاهش مقدار CK پلاسما می‌شود. درحالی‌که زبلین و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۷)، امیرساسان و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۲) عدم تاثیر مکمل BCAAs بر شاخص آسیب عضلانی CK را مشاهده کردند (۵،۳۰). زبلین و همکاران مصرف ۸ گرم مکمل BCAAs را قبل از فعالیت مقاومتی سبک بررسی کردند و دریافتند که مصرف مکمل BCAAs قبل از فعالیت مورد نظر تاثیری بر شاخص کراتین کیناز سرمی ۴۸ ساعت پس از فعالیت ندارد. همچنین امیرساسان و همکاران مصرف مکمل BCAAs را در دو دوز متفاوت بررسی کردند که یکی از گروه‌ها ۲۱۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن و گروه دیگر ۴۵۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن را ۳۰ دقیقه قبل و بعد از فعالیت مقاومتی سنگین مصرف کردند. آنها مشاهده کردند مصرف مقادیر متفاوت BCAAs تاثیر معنی‌داری در مقایسه با گروه دارونما بر شاخص‌های سرمی CK عضلانی ۴۸ ساعت پس از فعالیت سنگین نداشت. مرور پیشینه مربوط به تمرینات پلايومتریک و آسیب عضلانی و مصرف مکمل اسید آمینه شاخه‌دار برای تخفیف آسیب عضلانی نشان می‌دهد که اغلب پژوهش‌ها از پروتکل تمرینی یک جلسه‌ای و مصرف کوتاه‌مدت مکمل پیش و پس از فعالیت استفاده کرده‌اند و تاکنون هیچ گزارشی در مورد اثر سه ماه تمرینات پرش عمقی<sup>۴</sup> همراه با مصرف مکمل BCAAs بر شاخص آسیب عضلانی گزارش نشده است. بنابراین این تحقیق در نظر دارد اثر دو عامل مؤثر آمادگی جسمانی و مکمل BCAAs بر شاخص آسیب عضلانی (CK) را در تعدادی از کشتی‌گیران بررسی کند و سازوکارهای آثار مربوط را مورد بحث قرار دهد.

1 - Koba &amp; et al

2 - Zebblin &amp; et al

3 - Amirsasan &amp; et al

4 - Drop Jumping

## روش تحقیق

### آزمودنی‌های تحقیق

۲۲ کشتی‌گیر مرد طی نمونه‌گیری هدفمند و تصادفی ساده از بین کشتی‌گیران زنجان (سن  $21/54 \pm 3/52$  سال، وزن  $66/18 \pm 3/76$  کیلوگرم، قد  $168/36 \pm 2/41$  سانتی‌متر و شاخص توده بدن  $23/34 \pm 1/97$  کیلوگرم بر متر مربع) انتخاب و به طور تصادفی ساده به دو گروه تقسیم شدند.

شایان ذکر است هیچ یک از این آزمودنی‌ها طی شش ماه گذشته، سابقه مصدومیت نداشتند و کلیه آنها قادر به اجرای حرکت پرس پا با وزنه‌ای معادل دو برابر وزن خود بودند.

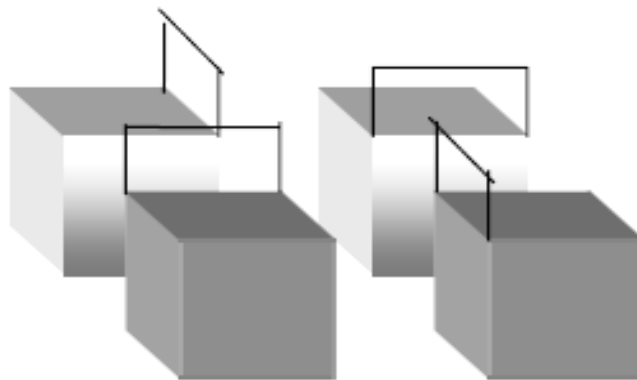
این آزمودنی‌ها به دو گروه ۱۱ نفری همگن از نظر سن، شاخص توده بدن، تعداد پرش‌های عمقی و مقدار کراتین کیناز استراحتی تقسیم شده و سپس به طور تصادفی ساده به عنوان گروه مصرف مکمل اسیدهای آمینه شاخه‌دار و گروه دارونما انتخاب شدند.

### پروتکل تحقیق

یک هفته پس از برگزاری جلسه توجیهی، برای اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم CK در حالت استراحت (حالت پایه)، از آزمودنی‌های دو گروه نمونه‌های خونی ناشتایی ساعت ۷:۰۰ صبح توسط دستیار محقق از محل ورید آنتی کوبیتال به مقدار ۵ میلی‌لیتر گرفته شد. طی این مدت سه ماهه آزمودنی‌ها در هیچ یک از فعالیت‌های بدنی خارج از برنامه شرکت نکردند.

پس از خون‌گیری اولیه، به منظور سنجش خستگی در اجرای پرش‌های عمقی، ساعت ۹:۰۰ صبح کلیه آزمودنی‌ها پرش‌های عمقی را در شش ست تا سرحد خستگی انجام دادند. شایان ذکر است که بین هر ست ۵ دقیقه فاصله زمانی استراحت وجود داشت. قبل از اجرای آزمون کلیه آزمودنی‌ها ۵ دقیقه گرم کردن روی دوچرخه کارسج و ۵ دقیقه حرکات کششی را پشت سر گذاشتند. در این تحقیق برای اجرای پرش‌های عمقی چهار سکو به ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری و چهار مانع ۶۰ سانتی‌متری استفاده شد. ابتدا مربعی به اضلاع یک متر روی زمین آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه زنجان رسم شد و چهار سکوی پرش ۴۰ سانتی‌متری در چهار

گوشه این مربع طوری قرار گرفتند که فاصله سکوها از همدیگر یک متر بود (شکل ۱). چهار مانع ۶۰ سانتی متری نیز در حد فاصل سکوها قرار داده شد که فاصله آنها از یک سکو ۸۰ سانتی متر و از سکوی دوم ۲۰ سانتی متر بود.



فاصله یک متر

شکل ۱- نحوه قرار گیری سکوهای پرش عمقی

نحوه اجرای پرش های عمقی به این صورت بود که آزمودنی روی سکوی اول قرار می گرفت و از روی این سکو با اجرای پرش افت به جلو به حد فاصل بین سکوی اول و مانع اول می پرید. سپس بلافاصله با اجرای پرش رو به بالا و گذشتن از مانع ۶۰ سانتی متری اول به روی سکوی ۴۰ سانتی متری دوم می پرید و این حرکت را تا ارتکاب چهار خطای پرش (برخورد با موانع ۶۰ سانتی متری) در بین سکوهای دیگر تکرار می کرد. ارتکاب چهار خطا به منزله وقوع خستگی در آزمودنی بود و پایان یک ست تمرینی نیز قلمداد می شد. شدت تمرین با تمپومتر کنترل می شد. تمپومتر در هر دقیقه ۴۶ بار به صدا در می آمد به صورتی که با هر ضرب آهنگ فرد یک پرش انجام می داد. تعداد پرش ها در هر ست توسط دستیار محقق ثبت می گردید. شایان ذکر است که آزمودنی ها هنگام عبور از موانع زانوها را به طرف شکم جمع می کردند.

کلیه آزمودنی‌ها به مدت سه ماه، هفته‌ای سه جلسه و هر جلسه تکرار پرش‌های عمقی را ساعت ۹:۰۰ صبح تا سرحدخستگی پشت سر گذاشتند. طی این مدت سه‌ماهه، هر دو گروه ساعت ۷:۰۰ صبح صبحانه و ساعت ۹ صبح نیز تمرینات پرش عمقی را در شش ست پیاپی تا سرحدخستگی، با فاصله ۵ دقیقه در بین ست‌ها انجام دادند و مکمل و دارونمای خود را به صورت دوسوکور قبل و بعد از پرش‌های عمقی دریافت می‌کردند. گروه یک  $45 \text{ mg/kgBW}$  میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن از هر یک از آمینو اسیدهای والین، لوسین و ایزولوسین به صورت محلول  $4 \text{ ml/kgBW}$  دریافت کردند. گروه دارونما نیز محلولی هم‌کالری ( $\text{mg/kgBW}$ )  $45$  میلی‌گرم گلوکز به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) و هم‌حجم لیمو و نمک مصرف کردند. شایان ذکر است که در پایان تمرینات روزانه به منظور بازگشت به حالت اولیه کلیه آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با شدت برابر با  $45$  درصد حداکثر اکسیژن مصرفی ( $\text{Vo}_2\text{max}$ ) می‌دویدند. در پایان دوره تمرین سه‌ماهه، پس از ۵ روز استراحت، کلیه آزمودنی‌ها اقدام به اجرای پرش‌های عمقی تا سرحدخستگی کردند. قبل و پس از ۴۸ ساعت پرش‌های عمقی نمونه‌های خونی توسط دستیار محقق از محل ورید آنتی کوبیتال به مقدار ۵ میلی‌لیتر به‌منظور سنجش میزان فعالیت CK گرفته شد. برای سنجش میزان فعالیت آنزیم CK از روش اسپکتروفتومتری (۶) استفاده شد.

### تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق از روش‌های آمار توصیفی برای بیان میانگین و انحراف معیار داده‌ها استفاده شد. به‌منظور تحلیل داده‌ها ابتدا از طریق آزمون K-S از طبیعی بودن توزیع کلیه داده‌ها اطمینان حاصل شد. در هر گروه برای تحلیل تغییرات CK از آزمون تحلیل واریانس یکطرفه استفاده شد. برای مقایسه CK دو گروه تحقیق و همچنین مقایسه درون‌گروهی و میان‌گروهی عملکرد آزمون پرش‌های عمقی از آزمون تی زوجی در گروه‌های مستقل و همبسته استفاده کردیم. در کلیه تجزیه و تحلیل‌ها سطح معنی‌داری  $\alpha=0/05$  در نظر گرفته شد.

## نتایج و یافته‌های تحقیق

در جدول ۱ برخی از ویژگی‌های گروه مصرف مکمل و گروه دارونما مقایسه شده است. براساس یافته‌های این جدول، بین حالت استراحتی CK، عملکرد، سن و شاخص توده بدن دو گروه تفاوت معنی داری وجود ندارد.

جدول ۱- مقایسه برخی از ویژگی‌های دو گروه تحقیق

P	گروه		متغیر
	دارونما	مکمل	
۰/۳۲	۲۲/۰۹±۳/۲۳	۲۱±۴/۴۲	سن
۰/۸۷	۱۶۸/۸۲±۲/۴۰	۱۶۷/۹۱±۲/۱۱	قد
۰/۲۴	۶۶/۰۹±۳/۳۶	۶۶/۲۷±۳/۹۲	وزن
۰/۱۶	۲۳/۱۹±۰/۶۱	۲۳/۴۹±۱/۲۱	BMI
۰/۵۷	۲۰۲/۸۲±۱۴/۴۹	۱۹۹/۹۱±۱۹/۷۶	CK
۰/۵۹	۱۵/۴۵±۱/۵۰	۱۵/۳۶±۱/۲۸	عملکرد قبل از تمرین سه ماهه

جدول ۲ تغییرات فعالیت آنزیم CK و عملکرد در مراحل مختلف تحقیق دو گروه مکمل و دارونما را نشان

می‌دهد.

جدول ۲ - تغییرات فعالیت آنزیم CK و عملکرد در مراحل مختلف تحقیق دو گروه مکمل و دارونما

P	دارونما	مکمل	مراحل اندازه‌گیری	متغیر
۰/۵۷	۲۰۲/۸۲	۱۹۹/۹۱	قبل از تمرین سه ماه	CK
۰/۱۳۲	۲۰۲/۹۱	۲۰۲/۰۰	بعد از تمرین سه ماه	حالت استراحت
۰/۱۹۳	۶۵۹/۳۶	۶۵۹/۹۱	قبل از تمرین سه ماه	۴۸ ساعت بعد از پرش CK
۰/۷۲	۶۶۶/۱۸	۶۵۸/۵۵	بعد از تمرین سه ماه	عمقی
۰/۵۹	۱۵/۴۵	۱۵/۳۶	قبل از تمرین سه ماه	عملکرد
۰,۰۲*	۱۹/۳۶	۲۱/۷۲	بعد از تمرین سه ماه	عملکرد

براساس یافته‌های جدول ۲، نتایج بین گروهی نشان می‌دهد که مقدار کراتین کیناز ۴۸ ساعت بعد از پرش‌های عمقی، بعد از سه ماه تمرین پرش‌های عمقی تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین عملکرد پس از تمرین سه‌ماهه در گروهی که مکمل مصرف کرده بود، بیشتر از گروه دارونما بود و این مقدار از لحاظ آماری معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۳ - مقایسه درون‌گروهی فعالیت CK و عملکرد در شرایط مختلف تمرین

P	بعد از تمرین سه ماهه	قبل از تمرین سه ماهه	
۰,۷۱	۲۰۲,۰۰	۱۹۹,۹۱	CK قبل از پرش عمقی
۰,۸۱	۶۵۸,۵۵	۶۵۹,۹۱	CK بعد از پرش عمقی
۰,۰۰*	۲۱,۷۲	۱۵,۳۶	عملکرد
۰,۹۷	۲۰۲,۹۱	۲۰۲,۸۲	CK قبل از پرش عمقی
۰,۴۸	۶۶۶,۱۸	۶۵۹,۳۶	CK بعد از پرش عمقی
۰,۰۰*	۱۹,۳۶	۱۵,۴۵	عملکرد

#: معنی‌دار در سطح ( $P < 0.05$ ).

براساس یافته‌های درون‌گروهی جدول ۳ در کراتین کیناز ۴۸ ساعت بعد از پرش‌های عمقی هر دو گروه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین عملکرد هر دو گروه نیز افزایش یافت که این افزایش در هر دو گروه از لحاظ آماری معنی‌دار است.

فعالیت آنزیم CK هم قبل و هم بعد از ۴۸ ساعت از پرش عمقی اندازه‌گیری شد که فعالیت آنزیم کراتین کیناز در هر دو گروه بعد از پرش عمقی نسبت به حالت استراحت هم قبل از پروتکل سه‌ماهه و هم بعد از پروتکل سه‌ماهه بیشتر بود. ولی چون هدف ما بررسی تاثیر مصرف مکمل و تمرین سه‌ماهه بر فعالیت آنزیم CK است، برای نتیجه‌گیری مقدار CK ۴۸ ساعت بعد از پرش عمقی را بررسی می‌کنیم که چه در بررسی درون‌گروهی و چه بین‌گروهی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.



## بحث و نتیجه‌گیری

پس از بررسی تغییرات فعالیت آنزیم کراتین کیناز ۴۸ ساعت بعد از پرش عمقی نسبت به حالت استراحت، افزایش معنی‌داری در مقدار CK هر دو گروه هم قبل از تمرینات سه‌ماهه و هم بعد از آن مشاهده شد. به نظر می‌رسد که مقدار آنزیم CK سرمی به دنبال آسیب سلول عضلانی در فعالیت‌های ورزشی افزایش می‌یابد. وقتی نفوذپذیری غشای سلول عضلانی افزایش می‌یابد یا پارگی کامل سلول عضلانی اتفاق می‌افتد آنزیم به داخل خون یا سیستم لنفاوی وارد می‌شود (۱۵). از عوامل تأثیرگذار بر فعالیت آنزیم‌های سرمی، می‌توان به میزان آمادگی جسمانی، نوع تارهای عضلانی، توده عضلانی، نژاد و سن و تغذیه اشاره کرد، به طوری که ورزشکاران به نسبت افراد غیرورزشکار، تارهای کندانقباض به نسبت تندانقباض، سفیدپوست به نسبت سیاه‌پوست و آزمودنی مسن نسبت به آزمودنی جوان افزایش کمتری در میزان آنزیم‌های سرمی پس از فعالیت‌های ورزشی نشان می‌دهند (۷،۸،۲۸). میزان فعالیت آنزیم‌های سرمی به تفاوت‌های جنسی نیز بستگی دارد. هورمون استروژن اثر محافظتی بر غشای سلول‌های عضلانی دارد، بنابراین میزان افزایش آنزیم‌های سرمی در زنان به علت هورمون استروژن و حجم عضله کم نسبت به مردان کمتر است. تحقیقات نشان می‌دهد که در شرایط استراحت، فعالیت CK در ورزشکاران نسبت به غیرورزشکاران بیشتر است. بنابراین پس از فعالیت ورزشی افزایش کمتری در مقدار CK سرمی ورزشکار مشاهده می‌شود (۷،۸). همچنین میزان فعالیت CK ممکن است پس از مصرف داروهای کاهنده کلسترول، آسم، کم‌کاری تیروئید، استفاده از داروهای واکنشی و مصرف استروئیدهای آنابولیکی افزایش یابد (۸). اهمیت تغذیه در این است که مصرف اسیدهای آمینه به‌ویژه لوسین محیط را از طریق تحریک ترشح هورمون رشد و... آنابولیکی می‌کند و نیز از پروتئولیز عضله جلوگیری به عمل می‌آورد. همچنین از طریق ترانس آمینیشن آلفا کتوایزوکاپروات تولید می‌کند که از فعالیت مجموعه آنزیم اسید آمینه شاخه‌دار آلفا کتو دهیدروژناز (BCKDH) که افزایش‌دهنده اکسیداسیون BCAAs است، جلوگیری می‌کنند. در نتیجه مصرف مکمل BCAAs می‌تواند ترمیم عضله را از طریق کاهش اکسیداسیون پروتئین و افزایش سارکومروژنز بهبود ببخشد (۱۳).

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از تحقیق حاضر بیانگر این بود که فعالیت آنزیم کراتین کیناز ۴۸ ساعت بعد از پرش‌های عمقی چه در بررسی‌های درون‌گروهی و چه بین‌گروهی تفاوت معنی‌داری نداشتند. افراد هر دو گروه

از لحاظ سن، وزن و BMI همگن بودند و همه آنها سفیدپوست و از یک جنس بودند و در زمان شرکت در آزمون از آمادگی یکسانی برخوردار بودند و از داروهای کاهنده کلسترول، آسم، کم کاری تیروئید و استروئیدهای آنابولیکی استفاده نمی کردند. با توجه به همه کنترل های ممکن این عدم تفاوت ممکن است به این علت باشد که هر دو گروه پرش های عمقی خود را تا سرحد خستگی انجام دادند و خستگی یکی از مهم ترین عوامل آسیب در سارکومرها است که متعاقب آن مقدار CK خون افزایش پیدا می کند که این اتفاق هم قبل از تمرین سه ماهه و هم بعد از آن در هر دو گروه اتفاق افتاد.

یافته های تحقیق حاضر با نتایج گرر و همکاران<sup>۱</sup> (۱۵) و زبلین و همکاران<sup>۲</sup> (۳۰)، امیر ساسان و همکاران (۵) همخوانی دارد، اما با یافته های کومبس و همکاران و کوبا و همکاران همخوانی ندارد (۱۴،۱۹). کوبا و همکاران<sup>۳</sup> (۱۹) نشان دادند که مصرف ۱۰ گرم مکمل BCAAs در مقایسه شبه داروی هم کالری سبب کاهش فعالیت CK می شود. کومبس و همکاران (۱۴) تاثیر مصرف ۲۰ گرم BCAAs را قبل و بعد از ۱۲۰ دقیقه فعالیت روی دو چرخه کارسنج بر آنزیم CK بررسی کردند و دریافتند که مصرف BCAAs سبب کاهش معنی دار فعالیت سرمی آنزیم CK در افراد سالم در مقایسه با گروه کنترل می شود. کوبا و همکاران و کومبس و همکاران<sup>۴</sup> تاثیر مصرف مکمل را قبل از پروتکل ورزشی استقامتی در ورزشکاران استقامتی بررسی کردند. در حالی که در تحقیق حاضر تاثیر سه ماه مصرف مکمل و پرش عمقی (فعالیت شدید انقباض برون گرا) را بر کشتی گیران مورد بررسی شد. احتمالاً دلیل تناقض در آزمودنی های استفاده شده و پروتکل تمرینی باشد. رهایش CK در ورزشکاران استقامتی نسبت به مقاومتی کمتر است (۷،۸،۲۷). چون CK از آنزیم های دستگاه فسفاژن به شمار می رود و در تارهای تند انقباض بیشتر از کند انقباض یافت می شود، نوع فعالیت نیز مهم است که اگر سرعتی و انقباض برون گرا باشد، تارهای تند انقباض بیشتر درگیر می شوند و میزان CK پلاسما در این نوع فعالیت ها نسبت به فعالیت های استقامتی بیشتر است (۵،۶،۸،۱۱). از طرفی در پژوهش حاضر از یک فعالیت مقاومتی سنگین برای ایجاد آسیب سلول عضلانی استفاده شده بود. مغایرت یافته های تحقیق حاضر با یافته های قبلی ممکن است به دلیل تفاوت پاسخ های هورمون آنابولیکی به مصرف مکمل BCAAs در فعالیت مقاومتی و

1 - Greer & et al

2 - Zebblin & et al

3 - Koba & et al

4 - Coombes & et al

استقامتی باشد، به طوری که در مطالعات کارلی و همکاران<sup>۱</sup> (۹) مصرف BCAAs قبل از فعالیت ورزشی مقاومتی سبب افزایش هورمون‌های آنابولیکی پس از فعالیت ورزشی می‌شود. این یافته‌ها نشان می‌دهد آن است که مصرف مکمل و تمرین سه‌ماهه تأثیری در کاهش CK خون نداشته است. در حالی که عملکرد هر دو گروه در اثر تمرینات سه‌ماهه پرش عمقی افزایش یافت و این افزایش به لحاظ آماری معنی‌دار بود. در مقایسه بین گروهی نیز عملکرد گروهی که از مکمل استفاده کرده بودند، بهتر از گروه دارونما بود و این افزایش به لحاظ آماری معنی‌دار بود. آزمودنی‌های هر دو گروه قبل و بعد از تمرین سه‌ماهه پرش‌های عمقی را تا سرحد خستگی انجام دادند، با توجه به اینکه عملکرد به لحاظ حجم (تعداد پرش‌ها) در هر دو گروه بهتر شده بود. اگر هر دو گروه با حجم تمرینی سه ماه پیش فعالیت می‌کردند، احتمال اینکه به سرحد خستگی نمی‌رسیدند، وجود داشت. با توجه به تأثیر خستگی در ایجاد آسیب عضلانی و افزایش CK پلاسما، شاید نتیجه تحقیق تأثیرگذاری تمرین و مصرف مکمل را نشان می‌داد.

## منابع و مآخذ

۱. شیران. محمد یاسر. (۱۳۸۵). "مقایسه تأثیر تمرینات پلايومتریک در آب و خشکی بر عملکرد و آسیب کشتی‌گیران مرد جوان باشگاهی". پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران ص ۱۱-۳۳.
۲. کردی. محمد رضا. (۱۳۸۲). "بررسی و مقایسه سه روش تمرینی پرش‌های عمقی بر عملکرد، آسیب عضلانی و شاخص‌های الکترومیوگرافی و الکترونوروگرافی ورزشکاران ۱۸-۱۶ سال باشگاهی". رساله دکتری، دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران، ص ۱۰-۵۴.

3- Adams, K., O'Shea, J.P., O'Shea, K.L. and Climstein, M. (1992). "The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production". *Journal of Strength and Conditioning Research* 6, PP:36-41.

- 
- 4- Alexandre Elias Eiras<sup>1</sup>, Rodrigo Ladeira dos Reis<sup>1</sup>, Pierre Augusto Silva<sup>2</sup>, André N. (2009). "Drop jump and muscle damage markers. *Serbian Journal of Sports Sciences*". 3(1-4):PP: 81-84
- 5- Amirsasan R ,Nikookheslat S, Sari-Sarraf V, Kaveh B, Letafatkar A.(2012). "The effect of two dosage of BCAAs supplementation on wrestlers serum indexes on cellular injury". *Zahedan J Res Med Sci (ZJRMS)*;8(13); PP:22-28.
- 6- Athanasios, z Jamurtas., Ioannis G, Fatouros., Philip, B uckenmeyer., E fstratios, Kokkinidis., Kyriakos, Taxildaris., Antonios, Kambas. and George, Kyriazis. (2000). "Effects of plyometric exercise on muscle soreness and plasma creatine kinase levels and its comparison with eccentric and concentric exercise", *Journal of Strength and Conditioning Research* 14(1),PP: 68-74 .
- 7- Brancaccio P, Limongelli M, Maffulli N.(2006). "Monitoring of serum enzymes in sport". *Br J sports Med*: 40(2); PP:96-97
- 8- Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. (2007). "Creatine kinase monitoring in sport medicine". *Br Med Bull*. 81-82:PP:209-30.
- 9- Carli GM, et al. (1992). "Changes in the exercise-induced hormone response to branched chain amino acid administration". *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 64(3): PP:272-7.
- 10- Chu, D., Faigenbaum, A. and Falkel, J(2006). "Progressive plyomet plyometrics for kids". *Healthy Learning, Monterey, CA*. PP:35-74.
- 11- Chu. D.A (1998). "Jumping into plyometrics, 2nd edition, Champaign, IL". PP:60-79.
- 12- Clarkson PM and Sayers SP.(1999). "Etiology of exercise-induced muscle damage". *Can J Appl Physiol* 24, PP:234-248.
- 13- Cludia R da Luz, et al. (2011). "Potential therapeutic effects of branched-chain amino acid supplementation on resistance exercise-based muscle damage in humans". *Journal of the international Society of Sports Nutrition*, 8:P:23

- 14- Coombes JS, McNaughton LR. (2000). "Effects of branched-chain amino acid supplementation on serum creatine kinase and lactate dehydrogenase after prolonged exercise". *J Sports Med Phys Fitness*. Sep;40(3):PP:240-6.
- 15- Greer BK, Woodard JL, White JP, Arguello EM, Haymes EM. (2007). "Branched-chain amino acid supplementation and indicators of muscle damage after endurance exercise". *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. Dec;17(6):PP:595-607.
- 16- Hedrick, A. (2003). "Learning From Each Other: Plyometric Training". *NSCA Journal* 25(6), PP:53-54.
- 17- Horita. T, Komi., P.V Nicol, C. (1996). "Stretch-shorten cycle fatigue: interactions among joint stiffness, reflex and muscle mechanical performance in the drop jump". *Eur J appl physiol* 73, PP:393-403.
- 18- Hubert Makaruk, Tomasz Sacewicz, Adam Czaplicki, Jerzy Sadowski. (2010). "Effect of Additional load on Power Output during Drop Jump Training". *Journal of Human Kinetics* volume 26,P:31.
- 19- Koba T, Hamada K, Sakurai M, et al. (2007). "Branched-chain amino acids supplementation attenuates the accumulation of blood lactate dehydrogenase during distance running". *J Sports Med Phys Fitness*.;47:PP:316-322.
- 20- Koba, T., H. Koichiro and M. Sakurai. (2005). "Effect Of a Branched-chain amino acids supplementation on muscle soreness during intensive training program". 37(5):P:43.
- 21- Marginson, V., Rowlands, A., Gleeson. N and Eston. R. (2005). "Comparison of the symptoms of exercise-induced muscle damage after and initial and repeated bout of plyometric exercise in men and boys". *Journal of Applied Physiology* 99,PP: 1174-1181.
- 22- Martel, G., Harmer, M., Logan. J and Parker. C. (2005). "Aquatic plyometric training increases vertical jump in female volleyball players". *Medicine and Science in Sports and Exercise* 37, PP:1814-1819.

23- Matavulj, D., Kukolj, M., Ugarkovic, J., Tihanyi. J and Jaric. S. (2001). "Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players" . *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 41,PP:159-164.

24- Matsumoto K; Koba T; K Hamada; M Sakurai; T Higuchi; H Miyata. (2009). "Branched-chain amino acid (BCAA) supplementation attenuates muscle soreness,muscle damage and inflammation during an intensive training program" . *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*; Dec; 49, P:4.

25- Monteiro, Rafael Pereira, Marco Machado.(2009). " Drop jump and muscle damage markers" . *Serbian Journal of Sports Sciences* 3(1-4):PP: 81-8.

26- Nosaka, K & kuramata. T. (1991). "Muscle soreness and serum enzyme activity following consequtive drop jumps" . *J of sport sciences*, 9(2):PP: 213-220.

27- Rahmaninia F ,Nikbakht H, Ebrahim K. (2000 ). "The effect of selected training and ibuprofen on delayed onset muscle sureness after burst eccentric contractions" . *Persian Olympic*. 10(1); PP: 33-39

28- Robinson, L.E., S.T. Devor, M.A. Merrick, and J. Buckworth. (2004). "The effects of land vs. aquatic plyometrics on power, torque, velocity, and muscle soreness in women" . *J Strength Cond. Res*. 18(1):PP:84-91.

29- Thomas D. (1988). "Plyometrics – more than stretch reflex" . *NSCA Journal* 10(5), PP:73-92.

30- Zebblin M. Sullivan, Shawn M. Baier.(2007). "Branched-chain amino acid supplementation maintains muscle power following eccentric exercise" . *Faseb J*. 5(2): PP:21-32.