

## Response of Some of the Muscle Damage Enzymes to an Acute Exercise Session Following Adaption to 8 Weeks Plyometric Training with Overload among Young Female Handball Player

Vali Nozari (PhD)<sup>1,\*</sup> , Aboozar Zare (PhD)<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Department of Physical Education, Islamic Azad University, Arsanjam Branch, Arsanjan, Iran

<sup>2</sup> Ph.D. in Sport Management, Farhangian University, Shiraz, Iran

\* **Corresponding Author:** Vali Nozari, Department of Physical Education, Islamic Azad University, Arsanjam Branch, Arsanjan, Iran. Email: aboozarzare363@gmail.com

### Abstract

**Received:** 25/04/2020

**Accepted:** 06/06/2020

#### How to Cite this Article:

Nozari V, Zare A. Response of Some of the Muscle Damage Enzymes to an Acute Exercise Session Following Adaption to 8 Weeks Plyometric Training with Overload among Young Female Handball Player. *Pajouhan Scientific Journal*. 2020; 18(4): 17-23. DOI: 10.52547/psj.18.4.17

**Background and Objectives:** One of the most common injuries during sports and athletes' activities is muscle cramps, which are accompanied by muscle discomfort, pain, and stiffness.

**Materials and Methods:** Twenty-four handball female from dehdasht, kohkiluyeh and boyer-ahmad, randomly divided into two groups: test (n=12) and control group (n=12). Test group performed of plyometric training of 8 weeks, including three sessions per week with a range of workouts, 8 to 12 movements and 10 seconds per session. Blood samples were taken before and after 1 meeting and end meeting, in order to measure CPK and LDH level. CPK and LDH measured by pars azmoon kit. Data were analyzed using Student's Repeated measure with Bonferroni correction. Significance level was considered to be  $P < 0.05$ .

**Results:** 8 weeks plyometric training increase serum CPK concentration of handball women significantly ( $P < 0/005$ ), also serum LDH concentration significantly increased in group training ( $P < 0/000$ ).

**Conclusions:** The present study indicated that 8 weeks plyometric training have effect on CPK and LDH of handball women. But these change lessend in comparison with the modulate after the first meeting. Probably the plyometric training protocol can be a suitable approach for minimizing the production of muscular injury indicators.

**Keywords:** CPK; Handball Women; LDH; Plyometric Training

## بررسی پاسخ برخی از آنزیم های آسیب عضلانی به یک جلسه تمرین شدید بر اثر سازگاری هشت هفته تمرین پلايومتریک با اضافه بار در دختران جوان هندبالیست

ولی نوذری<sup>۱\*</sup>، ابوذر زارع<sup>۲</sup> ID

<sup>۱</sup> استادیار، گروه تربیت بدنی، واحد ارسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، ارسنجان، ایران  
<sup>۲</sup> دکترای مدیریت ورزش، گروه تربیت بدنی، دانشگاه فرهنگیان، شیراز، ایران

\* نویسنده مسئول: ولی نوذری، گروه تربیت بدنی، واحد ارسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، ارسنجان، ایران. ایمیل: aboozarzare363@gmail.com

### چکیده

**تاریخ دریافت مقاله:** ۱۳۹۹/۰۲/۰۶  
**تاریخ پذیرش مقاله:** ۱۳۹۹/۰۳/۱۷

**سابقه و هدف:** یکی از آسیب‌های رایج در جریان فعالیت‌های ورزشی و ورزشکاران، کوفتگی عضلانی بوده که با ناراحتی، درد و سفتی عضلات همراه است.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه نیمه‌تجربی ۲۴ زن هندبالیست از شهر دهدشت که کیلویه و بویراحمد به طور تصادفی به دو گروه (آزمون و کنترل)، تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه آزمون (تمرین)، تمرینات منتخب پلیومتریک را به مدت هشت هفته شامل سه جلسه در هفته با دامنه حجم تمرینی، ۸ تا ۱۲ حرکت و هر حرکت ۱۰ ثانیه برای هر جلسه انجام دادند. خون‌گیری از افراد پیش از جلسه اول و پس از آن و پیش و پس از جلسه آخر برنامه تمرینات، به منظور اندازه‌گیری کراتین فسفوکیناز و لاکتات دهیدروژناز به عمل آمد. سطوح کراتین فسفوکیناز و لاکتات دهیدروژناز با استفاده از کیت آزمایشگاهی شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری تغییرات این دو فاکتور، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و روش تعقیبی بونفرونی استفاده شد. سطح معنی‌داری هم ( $P < 0.05$ ) در نظر گرفته شد.

**یافته‌ها:** سطوح سرمی کراتین فسفوکیناز پس از هشت هفته تمرینات پلیومتریک در مقایسه با پیش از آزمون، افزایش معناداری پیدا کرد ( $P = 0.005$ ). همچنین پس از هشت هفته تمرینات پلیومتریک، سطوح سرمی لاکتات دهیدروژناز نیز افزایش معناداری پیدا کرد ( $P = 0.000$ ).

**نتیجه‌گیری:** نتایج این تحقیق نشان داد که هشت هفته تمرینات پلیومتریک تغییر معناداری در کراتین فسفوکیناز و لاکتات دهیدروژناز ایجاد کرد. اما این تغییرات در مقایسه با اندازه‌گیری پس از جلسه اول کاهش نشان داد. احتمالاً پروتکل تمرینات ورزشی پلیومتریک می‌تواند راهکار مناسبی برای به حداقل رساندن تولید شاخص‌های آسیب عضلانی باشد.

**واژگان کلیدی:** تمرین پلیومتریک؛ زنان هندبالیست؛ کراتین فسفوکیناز؛ لاکتات دهیدروژناز

### مقدمه

امروزه نقش فعالیت‌بدنی و ورزش بر کسی پوشیده نیست و از آن به عنوان مهم‌ترین عامل پیشگیری از بروز بیماری‌ها و داشتن زندگی سالم یاد می‌شود و محققان زیادی گزارش داده‌اند که انجام فعالیت‌های بدنی سازمان‌یافته، اثرات مثبتی بر ساختار و عملکرد دستگاه‌های مختلف بدن و از این رو سلامتی و ارتقای کیفیت زندگی افراد دارد. شناخت تمرینات مناسب برای پیشبرد موفقیت‌آمیز طرح‌ها و برنامه‌های آمادگی جسمانی و مهارت‌های ورزشی، یکی از اهداف مهم تحقیقات در زمینه تربیت بدنی و علوم ورزشی می‌باشد [۱]. یکی از جالب‌ترین پیشرفت‌های تمرینی در سه دهه ی اخیر تمرینات پلیومتریک

بوده است. تمرینات پلیومتریک عضله را قادر می‌سازد تا در کوتاه‌ترین زمان ممکن به بیشترین نیرو برسد [۲]. برخی از پژوهش‌ها حاکی از آن است که تمرینات پلیومتریک بیشتر از سایر تمرینات قدرتی-توانی باعث بهبود قابلیت‌های جسمانی، قدرت، توان عضلانی، هماهنگی، عملکرد ورزشی، اقتصاد دویدن و چابکی ورزشکاران رشته‌های هندبال، بسکتبال، دوومیدانی، والیبال و سایر رشته‌های توانی می‌شود [۳]. از طرفی انجام تمرینات پلیومتریک می‌تواند باعث ایجاد آسیب و کوفتگی عضلانی شود، که این آسیب‌ها می‌توانند بدلیل شدت زیاد تمرین و نیروی فشاری زمین باشد. آسیب‌های ناشی از تمرین

عضلانی شده است [۱۱]. بنابراین با در نظر گرفتن اثرات کوفتگی عضلانی تأخیری که در ورزش های غیر معمول و ورزش هایی که انقباض های برونگرا در آن ها نقش عمده ای دارند و نیز به دلیل فقدان مدارک مستند علمی داخلی و خارجی در رابطه با تاثیر تمرین حاد پلیومتریک به دنبال هشت هفته سازگاری با تمرینات گوناگون پلیومتریک بر برخی شاخص های آسیب عضلانی، تحقیق حاضر به عنوان اولین کار تحقیقی در این زمینه به نظر می آید. لذا بررسی چنین مطالعه ای باب تازه ای خواهد گشود و امید است زمینه تحقیقاتی تازه ای برای محققان و پژوهشگران داخلی و خارجی در حیطه فیزیولوژی ورزشی را فراهم سازد. با توجه به این موضوع هدف از انجام این تحقیق پاسخ گویی به این سوال می باشد که اجرای تمرین حاد پلیومتریک به دنبال هشت هفته سازگاری با تمرینات گوناگون پلیومتریک چه تاثیری بر برخی شاخص های آسیب عضلانی خواهد داشت؟

### مواد و روش ها

مطالعه حاضر نیمه تجربی و شامل طرح پیش آزمون و پس آزمون در دو گروه می باشد. آزمودنی هایی این تحقیق شامل ۲۴ زن جوان هندبالبست شهر دهدشت در دامنه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال بود (جدول ۱). این پژوهش توسط کمیته پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی یاسوج با کد ۱۲۰۲۱۴۰۴۹۴۲۰۲۲ تأیید شده است. این آزمودنی ها به صورت داوطلبانه در این تحقیق، شرکت کردند. از تمامی آزمودنی ها خواسته شد تا فرم پرسش نامه سلامت و سابقه پزشکی و همچنین رضایت نامه شرکت در آزمون را قبل از شرکت در تحقیق تکمیل و امضا نمایند. همچنین جهت آشنا سازی تمام مراحل تحقیق و اندازه گیری ها برای آن ها توضیح داده شد. آزمودنی ها نباید سابقه کشیدن سیگار، مصرف مشروبات الکلی، شکستگی استخوان بازو و یا ران و یا هر گونه مشکل در مفاصل آرنج و یا زانو و فشار خون بالا یا کم خونی را داشته باشند. طرح مطالعاتی و خطرات و منافع بالقوه آن قبل از شروع طرح برای هر آزمودنی تشریح و فرم رضایت آگاهانه به امضای آنها رسید. همچنین در صورت آسیب دیدگی یا هر نوع مشکل دیگر، آزمودنی ها مختار بودند که از تحقیق خارج شوند. یک هفته قبل از اجرای پروتکل، آزمودنی ها با مراحل اجرای تحقیق آشنا شده و سپس معاینات پزشکی جهت تعیین سلامتی آنها به عمل آمد. آنگاه اطلاعات دموگرافیک آزمودنی ها شامل قد، وزن اندازه گیری و ثبت شدند. قد آزمودنی ها با استفاده از قدسنج

پلیومتریک می تواند شامل؛ آسیب به پایین کمر، مینیسک ها، تندونیت کشکک، کشیدگی تاندون آشیل، بورسیت پاشنه، شکستگی فشاری مهره کمری و افزایش غلظت کراتین کیناز سرمی، کورتیزول و اینترلوکین ها شود [۴]. کوفتگی عضلانی تأخیری (Delayed onset muscle soreness) اختلالی است که در هر فردی با توجه به سطح آمادگی وی و اغلب در نتیجه تمرینات برونگرا مانند دویدن در سراشیبی، گام برداشتن روی پله، تمرینات وزنه برداری و دیگر موارد مشابه اتفاق می افتد [۵]. این تمرینات به آسیب دیدگی غشای سلولی منجر می شود و پاسخ های التهابی در پی دارد. این نوع کوفتگی نه فقط در افراد غیر ورزشکار بلکه در افراد ورزشکار نیز هنگامی که فعالیت شدید یا جدید انجام دهند، بروز می کند [۶]. آسیب عضلانی ناشی از فعالیت عضلانی تأخیری ورزشی یا کوفتگی عضلانی تأخیری، اغلب نتیجه فعالیت جدید و به ویژه برونگراست [۷]. از جمله نشانه های ظاهری، عملکردی و بیوشیمیایی کوفتگی عضلانی تأخیری که در بسیاری از تحقیقات بررسی شده است، کاهش قدرت عضلانی و کاهش انعطاف پذیری، سفتی و خشکی عضله، درد، تورم و التهاب، آسیب های ریز در سطح میکروسکوپی، ترشح آنزیم های کراتین کیناز (Creatine kinase) و لاکتات دهیدروژناز (Lactate dehydrogenase) در پلاسما است. علائم معمولاً ۱۲ الی ۲۴ ساعت بعد از ورزش بروز می کند و معمولاً برای افراد خوشایند نیست [۸]. Chatzinikolaou و همکاران (۲۰۱۰)، در پژوهش خود افزایش غلظت شاخص های التهابی را پس از تمرینات پلیومتریک مشاهده کردند [۹]. Hackney و همکاران (۲۰۱۲) نیز افزایش ترشح آنزیم های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز را پس از تمرینات برونگرا مشاهده کردند [۱۰]. با توجه به پیچیدگی پاسخ آنزیم های آسیب عضلانی به فعالیت های بدنی، پرداختن به این سیستم و تأثیر پذیری آن از ورزش برای ورزشکاران رشته های مختلف ورزشی بسیار حائز اهمیت است. نجاتمند و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی تاثیر مصرف کوتاه مدت مکمل کوآنزیم Q10، بر کوفتگی عضلانی تأخیری پسران ورزشکار و غیرورزشکار ۱۵ تا ۱۷ سال پرداختند. بررسی های آماری نشان داد که در سطح لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز گروه ورزشکار و غیرورزشکار تغییر معنی داری به وجود نیامد اما با پایش شفاهی هر دو گروه مشخص شد که مصرف کوتاه مدت مکمل کوآنزیم Q10 منجر به کاهش درد، سوزش عضلانی و خستگی

جدول ۱: میانگین و انحراف استاندارد وزن و قد گروه های مختلف پژوهش قبل و پس از ۸ هفته

سن	وزن	قد
۲۳/۱۴±۱/۲۸	۵۴/۸۵±۳/۲۰	۱/۶۴±۳/۲۷
۲۴/۸۱±۳/۵۴	۵۶/۴۲±۴/۵	۱/۶۲±۷/۱۳

تمرین (۱۲ نفر)

کنترل (۱۲ نفر)

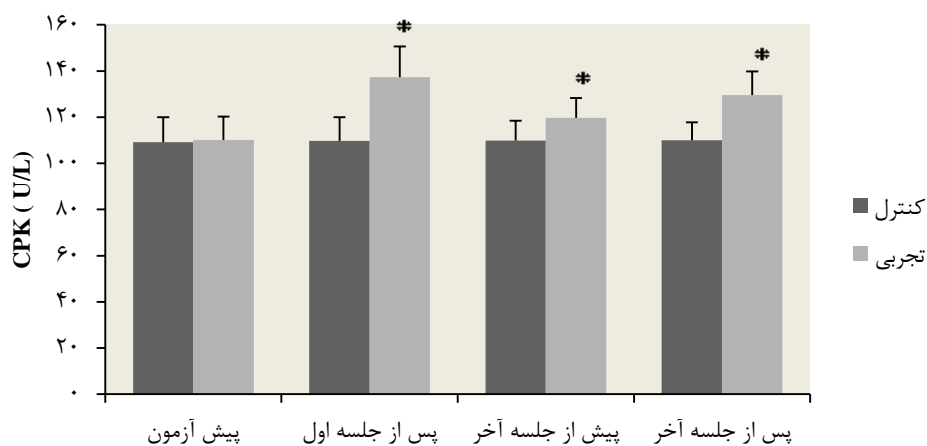
نمودن یک حرکت پرش جفت با دست ها به چپ و راست به صورت دراز کش در بالاتنه و یک حرکت پرش از حالت استارت نشسته در پائین تنه اجرا شد. تمرینات هفته پنجم و ششم نیز با اضافه نمودن دوی رفت و برگشت برای پائین تنه و شنای پرشی بر روی سکوی بلند یک متری برای بالاتنه اجرا شد و بالاخره، در تمرینات هفته هفتم و هشتم، با اضافه نمودن حرکت پای بکس به صورت حمله و دفاع هندبال برای پائین تنه و سپس همین حرکت برای بالاتنه، بصورت حمله و دفاع، دو به دو توسط ورزشکاران اجرا شد. نمونه های خون، هر بار به میزان ۵ سی سی و به وسیله سرنگ از ورید بازویی آزمودنی ها، قبل از شروع اولین جلسه تمرینات و بلافاصله پس از خاتمه آن و دوباره قبل از شروع آخرین جلسه تمرینات هشت هفته ای و بلافاصله پس از خاتمه آن، در محل تمرینات گرفته شد. نمونه های خون پس از اتمام پژوهش، جهت تعیین تغییرات آنزیم های آسیب عضلانی در آزمایشگاه بررسی شد. سطوح سرمی آنزیم های کراتین فسفو کیناز (CPK) و لاکتات دهیدروژناز (LDH)، با استفاده از کیت آزمایشگاهی و بر اساس دستورالعمل کارخانه سازنده کیت (پارس آزمون) و دستگاه Autoanlyser مدل BT1500 تعیین گردید. در این مطالعه از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین و انحراف معیار متغیرهای تحقیق استفاده شد. همچنین برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده ها در متغیرها از آزمون شاپیرو-ویلکز استفاده شد. برای مقایسه متغیرها و تفاوت بین گروه ها از آزمون آنالیز واریانس با اندازه های تکراری استفاده شد. سطح معناداری برای تحلیل داده ها ( $P \geq 0.05$ ) در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل داده ها با نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام شد.

### یافته ها

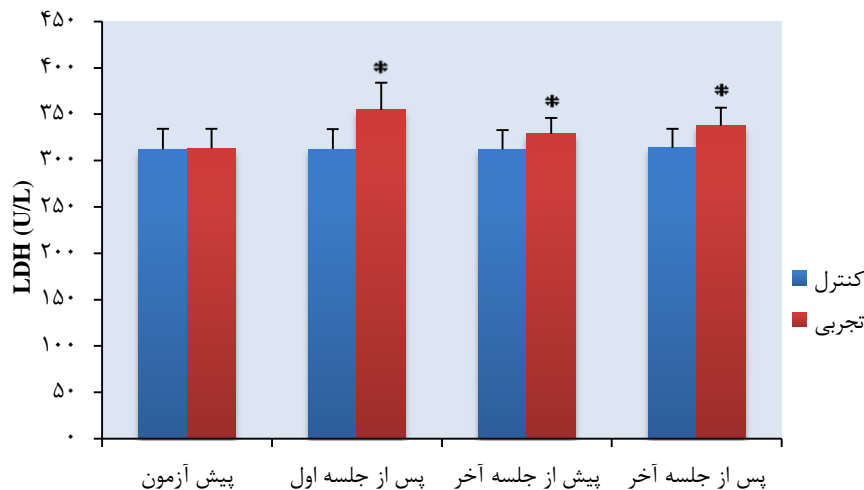
با توجه به نمودار ۱، بررسی اثرات درون گروهی با استفاده از آزمون تحلیل واریانس در اندازه گیری های مکرر و تعقیبی

دیواری مدل SECA ساخت آلمان و وزن هم به وسیله ترازوی دیجیتالی مدل SECA ساخت آلمان اندازه گیری و ثبت شد. هندبالیست های زن جوان به صورت تصادفی به دو گروه ۱۲ نفری تقسیم شدند، که گروه اول تجربی، اجرای تمرین پلایومتریک با اضافه بار، و گروه دوم نیز گروه کنترل بود که در هیچ فعالیت ورزشی شرکت نکردند. پس از دو هفته دوره آشنایی و آموزش تکنیک های اجرایی، برنامه تمرینی آزمودنی ها اجرا گردید. گروه تجربی در یک برنامه تمرینی هشت هفته ای شرکت کرد، که آزمودنی ها انواعی از تمرینات پلایومتریک را اجرا کردند. این پروتکل تمرینی شامل سه جلسه در هفته با دامنه حجم تمرینی، ۸ تا ۱۲ حرکت و هر حرکت ۱۰ ثانیه برای هر جلسه بود. در طول دوره تمرینی تمام آزمودنیها تحت نظارت مستقیم بودند و به آنها گفته شد که چگونه هر تمرین را انجام دهند. در هر دو گروه پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن (دویدن نرم و حرکات کششی) تمرینات را شروع کردند.

تمرینات هفته اول و دوم شامل: هشت حرکت طناب زنی، لی لی، سه گام، پرش کانگورو، پرش زیگزاگ، پرش جفت، زانو بلند و پرش چمباتمه در اندام تحتانی بود. هشت حرکت اندام فوقانی شامل: حرکات پرتاب توپ مدیسن بال با دودست از سینه بصورت پاس دو به دو، پاس دو دست از بالای سر، پاس دو دست با چرخش کمر، پاس یک دست توپ مدیسن بال با دست مسلط، سپس با دست غیر مسلط، پاس دو دست توپ هندبال به حالت دراز و نشست، پاس یک دست توپ هندبال به حالت دراز و نشست، بالا و پائین رفتن از جعبه یا سکوی با ارتفاع ۲۰ سانتی متری انجام شد. استراحت بین حرکات ۱۰ ثانیه ای، سه برابر مدت زمان اجرای حرکت (۳۰ ثانیه) بود. تمرینات به صورت ایستگاهی و در سه دور انجام شد و بین دوره ها، ۵ تا ۷ دقیقه استراحت در نظر گرفته شد. تمرینات هفته سوم و چهارم درست مانند هفته اول و دوم و تنها با اضافه



\*تفاوت معنی دار با گروه پیش آزمون ( $P < 0.05$ )



نمودار ۲: تغییرات سطوح سرمی لاکتات دهیدروژناز گروه های مختلف پژوهش  
\*تفاوت معنی دار با گروه پیش آزمون ( $P < 0.05$ )

تمرین شدید بر اثر سازگاری هشت هفته تمرین پلائیومتریک با اضافه بار در دختران جوان هندبالیست پرداخته باشد، یافت نگردیده است. در نتیجه یافته های تحقیق حاضر با پژوهش هایی که تاثیر تمرینات ورزشی با شدت ها و پروتکل های مختلف را روی کراتین فسفو کیناز و لاکتات دهیدروژناز مورد بررسی قرار داده اند، مقایسه شد. در رابطه با نقش ورزش بر سطوح سرمی کراتین فسفو کیناز و لاکتات دهیدروژناز مطالعاتی صورت گرفته است. با توجه به نتایج کسب شده در این تحقیق ملاحظه شده که میزان کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز در گروه تجربی پس از جلسه اول تمرینی و قبل و پس از جلسه آخر هشت هفته تمرین پلائیومتریک افزایش معناداری پیدا کرد. اما این افزایش بلافاصله پس از جلسه اول تمرین نسبت به جلسه آخر تمرین که به دنبال ۸ هفته تمرینات پلائیومتریک انجام گرفته بود، افزایش بارزتری نشان داد. افزایش سطح کراتین فسفو کیناز و لاکتات دهیدروژناز خون نشان دهنده آسیب غشای سلول های عضلانی و تراوش این آنزیم ها به گردش خون است. این یافته ها با یافته های Chatzinikolaou و همکاران (۲۰۱۰) [۹]، Yoko و همکاران (۲۰۱۵) [۱۲] و همچنین Davies و همکاران (۲۰۱۴) [۱۳]، در زمینه افزایش سطح کراتین فسفو کیناز سرم پس از فعالیت برونگرا همخوانی دارد. تغییرات در آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز با توجه به توده عضلانی، شدت، مدت و حجم تمرین و حد آشنایی آزمودنی با تمرینات برونگرا، متفاوت است. با افزایش شدت تمرین، غلظت این دو آنزیم نیز زیاد می شود. ورزش هایی که تا حد زیادی غیرمتعارف (برونگرا) هستند مثل اکستنشن ران، به طور قابل ملاحظه ای باعث آسیب در سلول های عضلانی می شوند [۱۴]. آسیب غشای سلولی نیز باعث آزاد شدن آنزیم های داخل سلولی به ویژه کراتین کیناز تام سرمی و

بونفرونی نشان داد در گروه تجربی، سطوح سرمی آنزیم کراتین فسفو کیناز پس از جلسه اول و پس از جلسه آخر نسبت به قبل از فعالیت به طور معنی داری افزایش می یابد، به ترتیب ( $P = 0.005$ ،  $P = 0.000$ )، اما پیش از جلسه پایانی نسبت به پیش آزمون افزایش پیدا کرد اما این افزایش معنادار نبود ( $P = 0.190$ ). از سوی دیگر مقادیر سرمی این آنزیم در فاصله زمانی جلسه پایانی بعد از ۸ هفته نسبت به مقادیر این آنزیم پس از جلسه اول فعالیت کاهش غیرمعناداری پیدا کرد ( $P = 0.671$ ).

نمودار ۲ نیز بررسی اثرات درون گروهی با استفاده از آزمون تحلیل واریانس در اندازه گیری های مکرر و تعقیبی بونفرونی را نشان می دهد. در گروه تجربی، سطوح سرمی آنزیم لاکتات دهیدروژناز پس از جلسه اول ( $P = 0.000$ )، پیش از جلسه آخر ( $P = 0.001$ ) و پس از جلسه آخر ( $P = 0.000$ )، نسبت به قبل از فعالیت به طور معنی داری افزایش می یابد. از سوی دیگر مقادیر سرمی این آنزیم در فاصله زمانی جلسه پایانی بعد از ۸ هفته نسبت به مقادیر این آنزیم پس از جلسه اول فعالیت کاهش پیدا کرد اما این کاهش معناداری نبود ( $P = 0.051$ ).

## بحث

پژوهش حاضر نخستین مطالعه ای است که به بررسی پاسخ برخی از آنزیم های آسیب عضلانی (کراتین فسفو کیناز و لاکتات دهیدروژناز) به یک جلسه تمرین شدید بر اثر سازگاری هشت هفته تمرین پلائیومتریک با اضافه بار در دختران جوان هندبالیست پرداخته است. در تحقیق حاضر تمرینات پلائیومتریک موجب تغییرات سطوح سرمی کراتین فسفو کیناز و لاکتات دهیدروژناز شد. تاکنون تحقیقی که به بررسی تغییرات مقادیر کراتین فسفو کیناز و لاکتات دهیدروژناز به یک جلسه

ایجاد می کنند استفاده می شد نمی توانست اثرات مطلوبی داشته باشد. زیرا، مطالعات مختلفی نشان داده اند افراد تمرین نکرده نسبت به افراد تمرین کرده، تخریب عضلانی بیشتری را تجربه می کنند. همچنین ورزش هایی که تا حد زیادی غیرمتعارف (برونگرا) هستند، به طور قابل ملاحظه ای باعث آسیب در سلول های عضلانی می شوند. به هر حال، از آنجایی که تمرین پلیومتریک جزء جدایی ناپذیر همه فعالیت های ورزشی گوناگون می باشد، می تواند راهکار مناسبی برای به حداقل رساندن آسیب های عضلانی شود و همچنین نتایج این تحقیق می تواند به افراد غیر ورزشکار که می خواهند فعالیت هایی با انقباضات برونگرا با شدت بالا برای جلسه های متوالی انجام دهند کمک کند تا دچار آسیب های ناشی از این گونه تمرینات نشوند.

### تشکر و قدردانی

این مطالعه نتیجه پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج با کد پایان نامه ۱۲۰۲۱۴۰۴۹۴۲۰۲۲ بود. از بانوان هندبالبلیست شهرستان دهدشت که با این پژوهش همکاری داشتند کمال تشکر و قدردانی به عمل می آید.

### تضاد منافع

این مطالعه برای نویسندگان هیچگونه تضاد منافی نداشته است.

### ملاحظات اخلاقی

کد پایان نامه این مطالعه ۱۲۰۲۱۴۰۴۹۴۲۰۲۲ و مربوط به دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج بود. از شرکت کنندگان در این مطالعه رضایت نامه کتبی گرفته شد و آزمودنی های مورد مطالعه با موافقت شفاهی خود وارد مطالعه شدند.

### سهم نویسندگان

ولی نوذری استاد راهنمای پژوهش و طراحی پژوهش، ابوذر زارع ویرایش و نگارش مقاله بود.

### حمایت مالی

این تحقیق هیچ کمک مالی خاصی از سازمان های تامین مالی در بخش های دولتی، تجاری یا غیر انتفاعی دریافت نکرده است.

## REFERENCES

- Rahmaninia F, Babaei P. The first spiritual, babak. Prevention and treatment of muscle congestion, First edition, Amol, Sustainable Publication, 2007, 109-111. [Persian]
- Barquilha G, Uchida M, Santos V, Moura N, Lambertucci

لاکتات دهیدروژناز به مایعات خارج سلولی می شود [۶]. در پژوهشی که روی دو گروه با انجام انقباض های درون گرا و برون گرا صورت گرفت، افزایش کراتین کیناز تام سرمی فقط در گروه برونگرا مشاهده شد [۱۵]. در واقع، می توان گفت در مورد افزایش سطح کراتین کیناز پس از فعالیت برونگرا بین محققان اتفاق نظر وجود دارد. در مقابل، در فعالیت هایی مثل دوچرخه کارسج که تحمل وزن کمتر است و عضلات کمتری درگیر می شوند، سطح کراتین کیناز به میزان کمتری افزایش می یابد [۱۶]. همچنین، الگوی تغییرات این شاخص پس از انجام تمرینات هوازی به شکلی است که پس از ۲۴ ساعت به اوج خود رسیده و سپس به تدریج کاهش می یابد. در حالی که در اثر فشار مکانیکی حین تمرینات مقاومتی (به ویژه انقباض های برونگرای غیرمرسوم) ممکن است سطح سرمی این شاخص همچنان به دلیل بروز آسیب سلولی به طور معنی داری تا ۸ روز بالاتر از سطح طبیعی باشد [۱۷]. تحقیقات نشان داده است که در حالت طبیعی، آنزیم های کراتین فسفو کیناز و لاکتات دهیدروژناز آنزیم های شاخص سرمی آسیب سلولی درون غشای سلول محصورند، ولی ممکن است به دلیل پارگی غشای سلول، القای سنتز آنزیم، افزایش تکثیر سلولی و افزایش روند تخریب سلولی میزان رهاش آن ها در خون افزایش پیدا کند [۱۸]. از طرفی آنزیم لاکتات دهیدروژناز (LDH)، کراتین کیناز (CK) و میوگلوبین شاخص های بیوشیمیایی تخریب سلول های عضلانی اند. تراوش این آنزیم ها از طریق تنش شدید عضلانی ناشی از انقباض به وجود می آید که به آسیب منجر می شود. چنین فرض شده که آسیب وارد به عضله به افزایش غلظت لاکتات دهیدروژناز می انجامد، زیرا افزایش نفوذپذیری غشای سلول های عضله یا تجزیه ی (گسیختگی) کامل آن ها به، آنزیم های عضلانی اجازه می دهد تا درون خون یا سیستم لنفاوی نشت کنند [۱۹]. مقدار این آنزیم ها تحت شرایط مختلف مانند مدت تمرین، شدت تمرین، چگونگی تمرین، درجه حرارت و... به آسانی تغییر می یابد [۲۰].

### نتیجه گیری

در مجموع نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که اجرای هشت هفته تمرین پلیومتریک تاثیرات معناداری بر شاخص های بیوشیمیایی کراتین فسفو کیناز و لاکتات دهیدروژناز داشته است. احتمالاً اگر تمرین استفاده شده در این تحقیق با شدت و حجم پایین بکار برده می شد یا از دیگر پروتکل های تمرینی مثل تمرین درونگرا که آسیب کمتری

- R, Hatanaka E, et al. Characterization Of The Effects Of One Maximal Repetition Test On Muscle Injury And Inflammation Markers. WebmedCentral Physiology 2011; 2(3):203-211.

3. Brancaccio P, Lippi G, Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage. *ClinChem Lab Med* 2010; 48(6): 757-67.
4. Chatzinikolaou A, Fatouros IG, Gourgoulis V, Avloniti A, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, Et Al. Time Course Of Changes In Performance And Inflammatory Responses After Acute Plyometric Exercise 2018; *J Strength Cond Res*; 24(5):1389-98.
5. Davies RC, Eston RG, Poole DC, Rowlands AV, DiMenna F, Wilkerson DP, Twist C, and Jones AM. Effect of eccentric exercise induced muscle damage on the dynamics of muscle oxygenation and pulmonary oxygen uptake 2018; *J Appl Physiol*, 10(5):1413-1421.
6. Nameni F, Kashaf, M. The effects of static stretching before eccentric contractions on delayed onset muscle soreness female students 2017; *Olimpic*, 10(18): 95-104 (Persian).
7. Udani-Jay K, Singh-Betsy B, Singh-Vijay J, Sandoval E. Bounce Back capsules for reduction of DOMS after eccentric exercise: a randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover pilot study. *Journal of the International Society Sports Nutrition* 2019; 8(16): 399-408.
8. Vaiczi, MJ., Tihanyi, J., Tihanyi, T., Hortobagyi, L., Racz, Z., Csende, A., Costa, J., Pucsok, J. Biochemical and electromyographic responses to short-Term eccentric-concentric knee extensor training in humans. *Journal Strength Conditioning Research* 2011; 5(2): 922-932.
9. Chatzinikolaou A, Fatouros IG, Gourgoulis V, Avloniti A, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, Et Al. Time Course Of Changes In Performance And Inflammatory Responses After Acute Plyometric Exercise. *J Strength Cond Res* 2010; 24(5): 89-98.
10. Hackney KJ, Engels HJ, Gretebeck RJ. Resting energy expenditure and delayedonset muscle soreness after full-body resistance training with an eccentric concentration. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2012; 22(5):160-172.
11. Nejatmand N, Ramezani A, Barati A H. Effect of Consumption short-term CoQ10 supplementation on markers of delayed onset muscle soreness. *RJMS*. 2014; 21 (119) :77-85. [Persian] URL: <http://rjms.iums.ac.ir/article-1-3105-fa.html>
12. Yoko T, Maeda S, Akazawa N, Zempo-Miyaki A, Choi Y, Ra SG, Imaizumi A, Otsuka Y, Nosaka K. Attenuation of indirect markers of eccentric exercise-induced. *European Journal Applied Physiology* 2015; 11(5): 1949-1957.
13. Davies RC, Eston RG, Poole DC, Rowlands AV, DiMenna F, Wilkerson DP, Twist C, and Jones AM. Effect of eccentric exercise induced muscle damage on the dynamics of muscle oxygenation and pulmonary oxygen uptake. *J Appl Physiol* 2014; 10(4):1413-1421.
14. Friden J, Sjostrom M, Ekblom B. Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. *Int Sports Med* 2011; 4(2):170-176.
15. Jamurtas Az, Fatouros Ig, Buckenmeyer P, Kokkinidis E, Taxildaris K, Kambas A, et al. Effects Of Plyometric Exercise On Muscle Soreness And Plasma Creatine Kinase Levels And Its Comparison With Eccentric And Concentric Exercise. *J Strength Cond Res* 2008; 14(1):68-74.
16. Close GL, Ashton T, Cable T, Doran D. Eccentric exercise, isokinetic muscle torque and delayed onset muscle soreness: the role of reactive oxygen species. *European Journal Applied Physiology* 2014; 9(1): 615-621.
17. Wilmore JH, Castiel D. Exercise physiology and physical activity, Translated by Zia moeini, Farhad Rahmani, Hamid Rajabi, Hamid Agha Ali Nejad and Fatemeh Salami, 17 th Edition, Tehran: Publications Innovators, Volume One, 2012.
18. Saengsirisuwan V, Phadungkij S, Pholpramool C. Renal and liver functions and muscle injuries during training and after competition inthaiboxers. *Br J Sports Med* 2008; 3(2):304-308.
19. Newham DJ, Jones DA, Edwards RH. Large delayed plasma creatine kinase changes after stepping exercise. *Muscle Nerve* 2013; 6(3): 380-385.
20. Shenkman BS, Litvinova KS, Gasnikova NM, Tarakin PP, Chistiakov IN, Lemesheva IS, et al. Creatine as a metabolic controller of skeletal muscles structure and function in strength exercise in humans: The cellular mechanisms. *Rossiiskii Fiziologicheskii Zhurnal Imeni I.M. Sechenova / Rossiiskaia Akademiia Nauk* 2016; 9(2): 100-112.