Pajouhan Scientific Journal Volume 18, Issue 4, Summer 2020, Pages: 17-23

Original Article

doi: 10.52547/psj.18.4.17

# 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)[1,*], Aboozar Zare (PhD)[2]**

[1] *Department of Physical Education, Islamic Azad University, Arsanjam Branch, Arsanjan, Iran*
[2] *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*

**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

## Abstract

**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

[ Downloaded from psj.umsha.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOI: 10.52547/psj.18.4.17 ]

**Copyright** © 2020 Pajouhan Scientific Journal. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (*http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/*) which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cite.

doi: 10.52547/psj.18.4.17

مقاله پژوهشی

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

ولی نوذری [۱،*]، ابوذر زارع [۲]

[۱] استادیار، گروه تربیت بدنی، واحد ارسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، ارسنجان، ایران
[۲] 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

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

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

**چکیده**

**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 کهکیلویه و بویراحمد به طور تصادفی به دو گروه (آزمون و کنترل)، تقسیم شدند. آزمودنی های 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 اندازه گیری 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 اندازه گیری تغییرات این دو فاکتور، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر و روش تعقیبی بونفرونی استفاده شد. سطح معنی‌داری هم ($P<۰/۰۵$) 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 ($P=۰/۰۰۵$). همچنین پس از هشت هفته تمرینات پلیومتریک، سطوح سرمی لاکتات دهیدروژناز نیز افزایش معناداری پیدا کرد ($P=۰/۰۰۰$).

**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 اندازه گیری پس از جلسه اول کاهش نشان داد. احتمالاً پروتکل تمرینات ورزشی پلیومتریک می تواند 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 جالب ترین پیشرفت های تمرینی در سه دهه ی اخیر تمرینات پلایومتریک بوده است. تمرینات پلایومتریک عضله را قادر می سازد تا در کوتاه ترین زمان ممکن به بیشترین نیرو برسد [۲]. برخی از پژوهش ها حاکی از آن است که تمرینات پلایومتریک بیشتر از سایر تمرینات قدرتی-توانی باعث بهبود قابلیت های جسمانی، قدرت، توان عضلانی، هماهنگی، عملکرد ورزشی، اقتصاد دویدن و چابکی ورزشکاران رشته های هندبال، بسکتبال، دوومیدانی، والیبال و سایر رشته های توانی می شود [۳]. از طرفی انجام تمرینات پلایومتریک می‌تواند باعث ایجاد آسیب و کوفتگی عضلانی شود، که این آسیب ها می‌توانند بدلیل شدت زیاد تمرین و نیروی فشاری زمین باشد. آسیب‌های ناشی از تمرین



[ Downloaded from psj.umsha.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOI: 10.52547/psj.18.4.17 ]

پلایومتریک می‌تواند شامل؛ آسیب به پایین کمر، مینیسک‌ها، تندونیت کشکک، کشیدگی تاندون آشیل، بورسیت پاشنه، شکستگی فشاری مهره کمری و افزایش غلظت کراتین کیناز سرمی، کورتیزول و اینترلوکین‌ها 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 وزنه‌برداری و دیگر موارد مشابه اتفاق می‌افتد [۵]. این تمرینات به آسیب دیدگی غشای سلولی منجر می‌شود و پاسخ‌های التهابی در پی دارد. این نوع کوفتگی نـه فقـط در افـراد غیـر ورزشـکار بلکـه در افـراد ورزشکار نیز هنگامی که فعالیـت شـدید یـا جدیـد انجام دهند، بروز می‌کند [۶]. آسیب عضـلانی ناشـی از فعالیـت عضلانی تأخیری ورزشی یا کوفتگی عضلانی تأخیری، اغلب نتیجـه‌ی فعالیـت جدید و به ویژه برونگراست [ ۷]. از جمله نشانه‌هـای ظـاهری، عملکـردی وبیوشـیمیایی کوفتگی عضلانی تاخیری کـه در بسیاری از تحقیقـات بررسـی شـده اسـت، کـاهش قدرت عضلانی و کاهش انعطاف پذیری، سفتی و خشکی عضله، درد، تورم و التهاب، آسیب‌های ریـز در سـطح میکروسـکوپی، ترشح آنزیم‌های کراتین کینـاز (Creatine kinase) و لاکتـــات دهیـــدروژناز (Lactate dehydrogenase) در پلاسما است. علائـم معمولا ۱۲ الی ۲۴ ساعت بعـد از ورزش بـروز مـی کند و معمولا برای افراد خوشایند نیسـت [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 آنزیم‌های کراتین کینـاز و لاکتـــات دهیـــدروژناز را پس از تمرینات برونگرا مشاهده کردند [۱۰]. با توجه به پیچیدگی پاسخ آنزیم های آسیب عضلانی به فعالیتهای بدنی، پرداختن به این سیستم و تأثیرپذیری 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 تاخیری 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 عضلانی شده است [۱۱]. بنابراین با در نظر گرفتن اثرات کوفتگی عضلانی تأخیری که در ورزش های غیر معمول و ورزش‌هایی که انقباض‌های برونگرا در آن‌ها نقش عمده‌ای 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 می‌آید. لذا بررسی چنین مطالعه ای باب تازه‌ای خواهدگشود و امید است زمینه تحقیقاتی تازه‌ای برای محققان و پژوهشگران داخلی و خارجی در حیطه فیزیولوژی ورزشی را فراهم سازد. با توجه به این موضوع هدف از انجام این تحقیق پاسخ‌گویی به این سوال می‌باشد 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 روش‌ها

مطالعه حاضر نیمه تجربی و شامل طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون در دو گروه می‌باشد. آزمودنی هایی این تحقیق شامل ۲۴ زن جوان هندبالیست شهر دهدشت در دامنه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال بود (جدول۱). 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 آزمودنی‌ها 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 آسیب‌دیدگی 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 آزمودنی‌ها شامل قد، وزن اندازه‌گیری و ثبت شدند. قد آزمودنی‌ها با استفاده از قدسنج

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

| | سن | وزن | قد |
|---|---|---|---|
| **تمرین (۱۲ نفر)** | ۲۳/۱۴±۱/۲۸ | ۵۴/۸۵ ±۳/۲۰ | ۱/۶۴±۳/۲۷ |
| **کنترل (۱۲ نفر)** | ۲۴/۸۱±۳/۵۴ | ۵۶/۴۲ ±۴/۵ | ۱/۶۲±۷/۱۳ |

[ Downloaded from psj.umsha.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOI: 10.52547/psj.18.4.17 ]

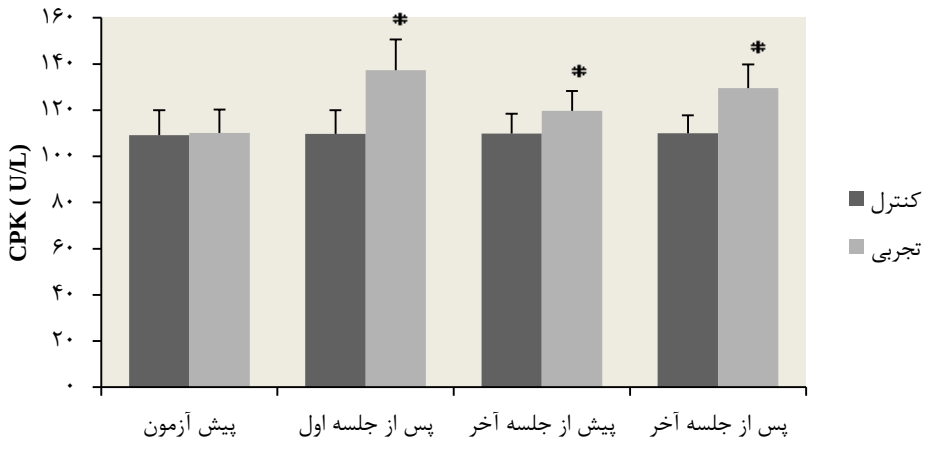
دیواری مدل SECA ساخت آلمان و وزن هم به وسیله ترازوی دیجیتالی مدل SECA ساخت آلمان اندازه گیری و ثبت شد. هندبالیست های زن جوان به صورت تصادفی به دو گروه ۱۲ نفری تقسیم شدند، که گروه اول تجربی، اجرای تمرین پلایومتریک با اضافه بار، و گروه دوم نیز گروه کنترل بود که در هیچ فعالیت ورزشی شرکت نکردند.

پس از دو هفته دوره آشنایی و آموزش تکنیک‌های 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 دورها، ۵ تا ۷ دقیقه استراحت در نظر گرفته شد. تمرینات هفته سوم و چهارم درست مانند هفته اول و دوم و تنها با اضافه نمودن یک حرکت پرش جفت با دست ها به چپ و راست به صورت دراز کش در بالانته 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. نمونه‌های خون، هر بار به میزان ۵ سی‌سی و به‌وسیله سرنگ از ورید بازویی آزمودنی‌ها، قبل از شروع اولین جلسه تمرینات و بلافاصله پس از خاتمه آن و دوباره قبل از شروع آخرین جلسه تمرین هشت هفته ای و بلافاصله پس از خاتمه آن، در محل تمرینات گرفته شد. نمونه‌های 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 لاکتات‌دهیدروژناز (LDH)، با استفاده از کیت آزمایشگاهی و بر اساس دستورالعمل کارخانه سازنده کیت (پارس آزمون) و دستگاه Autoanlayser 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 متغییرها ازآزمون 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 ($p \geq ۰/۰۵$) در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل داده ها با نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام شد.

## یافته‌ها

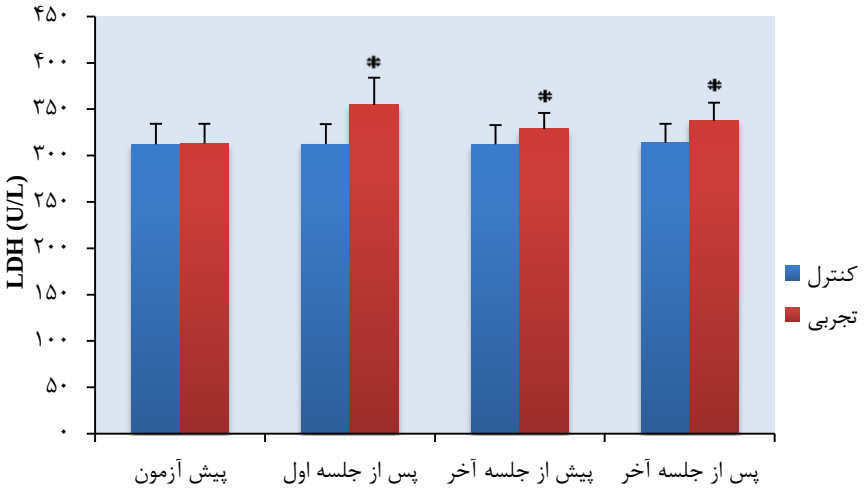
با توجه به نمودار۱، بررسی اثرات درون‌گروهی با استفاده از آزمون تحلیل واریانس در اندازه‌گیری‌های مکرر و تعقیبی




**نمودار۱:** تغییرات سطوح سرمی کراتین فسفوکیناز گروه های مختلف پژوهش
*تفاوت معنی‌دار با گروه پیش آزمون($P<۰/۰۵$)



[ Downloaded from psj.umsha.ac.ir on 2026-11-25 ]
[ DOI: 10.52547/psj.18.4.17 ]




**نمودار۲**: تغییرات سطوح سرمی لاکتات دهیدروژناز گروه های مختلف پژوهش
*تفاوت معنی‌دار با گروه پیش آزمون(P<۰/۰۵)

بونفرونی نشان داد در گروه تجربی، سطوح سرمی آنزیم کراتین فسفوکیناز پس از جلسه اول و پس از جلسه آخر نسبت به قبل از فعالیت به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد، به ترتیب (P=۰/۰۰۰ ، P=۰/۰۰۵)، اما پیش از جلسه پایانی نسبت به پیش آزمون افزایش پیدا کرد اما این افزایش معنادار نبود (P=۰/۱۹۰). 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=۰/۶۷۱).

نمودار۲ نیز بررسی اثرات درون‌گروهی با استفاده از آزمون تحلیل واریانس در اندازه‌گیری‌های مکرر و تعقیبی بونفرونی را نشان می دهد. در گروه تجربی، سطوح سرمی آنزیم لاکتات دهیدروژناز پس از جلسه اول(P=۰/۰۰۰) ، پیش از جلسه آخر (P=۰/۰۰۱) و پس از جلسه آخر (P=۰/۰۰۰)، نسبت به قبل از فعالیت به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. 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=۰/۰۵۱).

## بحث

پژوهش حاضر نخستین مطالعه‌ای 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 پلایومتریک با اضافه بار در دختران جوان هندبالیست پرداخته است. در تحقیق حاضر تمرینات پلیومتریک 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 تمرین شدید بر اثر سازگاری هشت هفته تمرین پلایومتریک با اضافه بار در دختران جوان هندبالیست پرداخته باشد، یافت نگردیده است. در نتیجه یافته‌های تحقیق حاضر با پژوهش‌هایی که تاثیر تمرینات ورزشی با شدت‌ها و پروتکل‌های مختلف را روی کراتین فسفو کیناز و لاکتات دهیدروژناز مورد بررسی قرار داده‌اند، 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 پلیومتریک افزایش معناداری پیدا کرد. اما این افزایش بلافاصله پس از جلسه اول تمرین نسبت به جلسه آخر تمرین که به دنبال ۸ هفته تمرینات پلیومتریک انجام گرفته بود، افزایش بارزتری نشان داد. افزایش سطح کراتین فسفو کیناز و لاکتات دهیدروژناز خون نشان دهنده‌ی آسیب غشای سلول‌های عضلانی و تراوش این آنزیم‌ها به گردش خون است. این یافته‌ها با یافته‌های 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 می‌شود. ورزش هایی که تا حد زیادی غیرمتعارف (برونگرا) هستند مثل اکستنشن ران، به‌طور قابل ملاحظه‌ای باعث آسیب در سلول‌های عضلانی می‌شوند [۱۴]. آسیب غشای سلولی نیز باعث آزاد شدن آنزیمهای داخل سلولی به ویژه کراتین کیناز تام سرمی و

[ Downloaded from psj.umsha.ac.ir on 2026-11-25 ]
[ DOI: 10.52547/psj.18.4.17 ]

لاکتات دهیدروژناز به مایعات خارج سلولی می‌شود [۶]. در پژوهشی که روی دو گروه با انجام انقباض‌های درون‌گرا و برون گرا صورت گرفت، افزایش کراتین کیناز تام سرمی فقط در گروه برونگرا مشاهده شد [۱۵]. در واقع، می‌توان گفت در مورد افزایش سطح کراتین کیناز پس از فعالیت برونگرا بین محققان اتفاق نظر وجود دارد. در مقابل، در فعالیت‌هایی مثل دوچرخه کارسنج که تحمل وزن کمتر است و عضلات کمتری درگیر می شوند، سطح کراتین کیناز به میزان کمتری افزایش می‌یابد [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 می‌یابد. در حالی که در اثر فشار مکانیکی حین تمرینات مقاومتی (به ویژه انقباض‌های برونگرای غیرمرسوم) ممکن است سطح سرمی این شاخص همچنان به دلیل بروز آسیب سلولی به طور معنی‌داری 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 آنزیم‌های 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 رهایش آن ها در خون افزایش پیدا کند [۱۸]. از طرفی آنزیم لاکتات دهیدروژناز (LDH)، کراتین کیناز (CK) و میوگلوبین شاخص‌های بیوشیمیایی تخریب سلول هایی عضلانی‌اند. تراوش این آنزیم‌ها از طریق تنش شدید عضلانی ناشی از انقباض به وجود می‌آید که به آسیب منجر می‌شود. چنین فرض شده که آسیب وارد به عضله به افزاش غلظت لاکتات دهیدروژناز می‌انجامد، زیرا افزایش نفوذپذیری غشای سلول‌های عضله یا تجزیه‌ی (گسیختگی) کامل آن‌ها به، آنزیم‌های عضلانی اجازه می‌دهد تا درون خون یا سیستم لنفاوی نشت کنند [۱۹]. مقدار این آنزیم‌ها تحت شرایط مختلف مانند مدت تمرین، شدت تمرین، چگونگی تمرین، درجه حرارت و... به آسانی تغییر می یابد [۲۰].

## نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که اجرای هشت هفته تمرین پلیومتریک تاثیرات معناداری بر شاخص‌های بیوشیمیایی کراتین فسفو کیناز و لاکتات دهیدروژناز داشته است. احتمالا اگر تمرین استفاده شده در این تحقیق با شدت و حجم پایین بکار برده می‌شد یا از دیگر پروتکل‌های تمرینی مثل تمرین درونگرا که آسیب کمتری ایجاد می‌کنند استفاده می‌شد نمی‌توانست اثرات مطلوبی داشته باشد. زیرا، مطالعات مختلفی نشان داده‌اند افراد تمرین نکرده نسبت به افراد تمرین کرده، تخریب عضلانی بیشتری را تجربه می‌کنند. همچنین ورزش‌هایی که تا حد زیادی غیرمتعارف (برونگرا) هستند، به طور قابل ملاحظه‌ای باعث آسیب در سلول‌های عضلانی می‌شوند. 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 می‌خواهند فعالیت‌هایی با انقباضات برونگرا با شدت بالا برای جلسه‌های متوالی انجام دهند کمک کند تا دچار آسیب‌های 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 هندبالیست شهرستان دهدشت که با این پژوهش همکاری داشتند کمال تشکر و قدردانی به عمل می آید.

## تضاد منافع

این مطالعه برای نویسندگان هیچگونه تضاد منافعی 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

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



[ Downloaded from psj.umsha.ac.ir on 2026-11-25 ]
[ DOI: 10.52547/psj.18.4.17 ]

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, Kashef, 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 Research2011; 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 fallowing 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. Rossiĭskii Fiziologicheskiĭ Zhurnal Imeni I.M. Sechenova / Rossiĭskaia Akademiia Nauk 2016; 9(2): 100-112.


[ Downloaded from psj.umsha.ac.ir on 2026-11-25 ]

[ DOI: 10.52547/psj.18.4.17 ]