

## Changes in muscle damage enzymes inactive overweight male students after exhausted aerobic and anaerobic exercise

Asma Soleimani<sup>1</sup>, Saeed Shakerian<sup>2</sup>, Ruhollah Ranjbar<sup>2</sup>

**Background and Aim:** Since the intensity and duration of exercise and recovery time are one of the influencing factors on injuries and adaptations, the current study examined changes in muscle damage active in overweight male students after exhaustive aerobic and anaerobic exercises.

**Materials and Methods:** In this semi-experimental study, 22 overweight male students were randomly divided into experimental (n = 12) and control (n = 10) groups. The subjects first tested the aerobic test of astrand (including running on a treadmill at the rates of 5 to 8 mph with a gradient of 0, for 3 minutes, and after 3 minutes every 2 minutes, a steep gradient of 2.5%, and the rate was constant and the activity continued until the time of exhaustion, and one week after an anaerobic Rast test (including 6 repetitions of two fast running 35 meters and with a maximum intensity performed after the rest interval of 10 seconds in each repetition) The control group continued to their daily activities without any interruption. Finally, the obtained data were analyzed through covariance and T-dependent analyses at the significant level of 0.05.

**Results:** It was found that in the pre-test, post-test LDH(17.16±0.9), AST(140±5.61) and CPK(147.5±7.65) levels in the experimental group, compared to the control, due to aerobic and anaerobic exercise, showed a significant increase. The level of CPK and LDH between the experimental and control groups was significant in aerobic exercise ( $P \leq 0.05$ ), ( $P \leq 0.01$ ); respectively, and in anaerobic exercise ( $P = 0.004$ ), ( $P = 0.006$ ); respectively, but the AST values between the two groups increased except for the aerobic exercise sessions ( $P = 0.7$ ), ( $P = 0.1$ ); respectively.

**Conclusion:** In general, the study showed that the muscle damage in exhausted aerobic exercise is less than that in anaerobic exercise. Thus, it is recommended that performing aerobic and anaerobic activities should be done at appropriate resting intervals.

**Key Words:** Aerobic exercise, Anaerobic exercise, Aspartate aminotransferase, Lactate dehydrogenase, Creatine phosphokinase

*Journal of Birjand University of Medical Sciences. 2017; 24(3): 190-198.*

**Received: March 3, 2017, Accepted: November 16, 2017**

---

<sup>1</sup>**Corresponding Author;** Department of Exercise Physiology, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.  
Email: asma.soleimani1365@gmail.com Tel: 08435222253 Fax:08435222253

<sup>2</sup>Department of Exercise Physiology, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.

## تغییرات آنزیم‌های آسیب عضله متعاقب تمرین توان بر، هوازی و بی‌هوازی در دانشجویان پسر فعال دارای اضافه وزن

اسماء سلیمانی<sup>۱</sup>، سعید شاکریان<sup>۲</sup>، روح‌اله رنجبر<sup>۲</sup>

### چکیده

زمینه و هدف: از آنجا که شدت و مدت تمرین از عوامل اثرگذار بر آسیب‌ها و سازگاری‌ها می‌باشد، این پژوهش تغییرات برخی شاخص‌های آسیب عضله پسران فعال دارای اضافه وزن متعاقب تمرین توان برهوازی و بی‌هوازی را بررسی کرد. روش تحقیق: در این مطالعه نیمه‌تجربی، ۲۲ دانشجوی پسر دارای اضافه وزن، به‌طور تصادفی به دو گروه تجربی (n=۱۲) و کنترل (n=۱۰) تقسیم شدند. افراد مورد مطالعه ابتدا آزمون هوازی استراند (شامل دویدن بر روی نوار گردان با سرعت ۵ تا ۸ مایل در ساعت با شیب صفر و به‌مدت ۳ دقیقه و بعد از ۳ دقیقه هر ۲ دقیقه افزایش شیب به میزان ۲/۵٪، با سرعت ثابت و تارسیدن به حد توان بری) و یک هفته بعد آزمون بی‌هوازی Rast (شامل ۶ تکرار دوی سریع در مسافت ۳۵ متر و با حداکثر شدت، با فاصله استراحت ۱۰ ثانیه در بین هر تکرار) را انجام دادند. گروه کنترل نیز بدون مداخله به فعالیت‌های روزانه خود ادامه دادند. در نهایت داده‌ها با تحلیل کواریانس T-وابسته در سطح معنی‌داری  $\alpha \leq 0.05$  تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: نتایج حاکی از آن بود که مقادیر LDH ( $17/16 \pm 0/9$ )، AST ( $140 \pm 5/61$ ) و CPK ( $147/5 \pm 7/65$ ) با انجام یک جلسه فعالیت ورزشی هوازی و بی‌هوازی در پیش‌آزمون- پس‌آزمون گروه تجربی نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌داری نشان داد. مقدار CPK و LDH بین دو گروه تجربی و کنترل بر اثر فعالیت ورزشی هوازی به ترتیب ( $P=0/005$ ) ( $P=0/01$ ) و بی‌هوازی به ترتیب ( $P=0/004$ ) ( $P=0/006$ ) معنی‌دار بود؛ ولی مقادیر AST بین دو گروه با وجود افزایش، با انجام یک جلسه فعالیت ورزشی هوازی و بی‌هوازی معنی‌دار نبود ( $P=0/07$ ) ( $P=0/1$ ).

نتیجه‌گیری: معلوم شد که آسیب عضلانی در فعالیت توان بر هوازی کمتر از فعالیت توان بر بی‌هوازی است؛ بنابراین شاید بهتر باشد در افراد دارای اضافه وزن، فعالیت توان بر هوازی و بی‌هوازی با فواصل استراحتی مناسب اجرا شود.

واژه‌های کلیدی: ورزش هوازی، ورزش بی‌هوازی، اسپارئات آمینوترانسفراز، لاکتات‌دهیدروژناز، کراتین فسفو کیناز

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند. ۱۳۹۶؛ ۲۴(۳): ۱۹۰-۱۹۸.

دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۱۳ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۲۵

<sup>۱</sup> نویسنده مسؤول؛ گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران

آدرس: ایران- اهواز- دانشگاه شهید چمران- دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی

تلفن: ۰۸۴۳۵۲۲۲۵۳؛ نامبر: ۰۸۴۳۵۲۲۲۵۳؛ پست الکترونیکی: asma.soleimani1365@gmail.com

<sup>۲</sup> گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران

## مقدمه

محرک‌های شیمیایی هستند که موجب آسیب و ایجاد درد در عضلات درگیر می‌شوند (۴). ضربات مکانیکی، ایسکمی، استفاده از داروها و فعالیت‌های عضلانی فشرده به‌ویژه اگر شدید یا طولانی باشد، ممکن است باعث افزایش LDH، AST و CPK گردند (۱، ۳). محققان رابطه انباشت اسید لاکتیک درون عضلانی با کاهش اوج تنش را تأیید کرده‌اند. این تأثیر با افزایش اسید لاکتیک و متعاقب آن تراکم یون هیدروژن و کاهش PH، در ارتباط است (۴). چندین مطالعه نیز به بررسی تغییرات غلظت آنزیم‌های سرم بعد از تمرین و فعالیت بدنی پرداخته‌اند (۸، ۹). Saengsirisuwan و همکاران، Mashiko و همکاران و Clarkson افزایش معنی‌دار مقادیر آنزیم‌های شاخص آسیب عضله بعد از انجام تمرینات و رقابت‌های ورزشی را گزارش کردند که نتایج آنها با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد (۱، ۱۰، ۱۱). این در حالی است که Matsus و همکاران در مطالعه خود، تغییر معنی‌دار این آنزیم‌ها بعد از یک جلسه فعالیت را مورد تأیید قرار ندادند که نتایج آنها با نتایج پژوهش حاضر ناهمخوان است (۱۲).

با توجه به نتایج متناقض و مطالعات محدود و عدم دسترسی به تحقیقات جامع و مدون، این مطالعه بر آن شد تا تغییرات برخی آنزیم‌های آسیب عضله (LDH، AST و CPK) پسران فعال دارای اضافه وزن، متعاقب تمرین توان بر هوازی و بی‌هوازی را مشخص سازد.

## روش تحقیق

در این مطالعه نیمه‌تجربی، دانشجویان پسر دارای اضافه وزن در حال تحصیل در دانشگاه شهید چمران بررسی شدند. پس از اعلام فراخوان، ابتدا از میان دانشجویان پسر فعال دارای اضافه وزن دانشگاه شهید چمران اهواز در سال ۱۳۹۴، که در یک سال گذشته سابقه پرداختن به فعالیت ورزشی منظم به‌طور میانگین ۳ روز در هفته و هر روز به‌مدت یک‌ساعت را داشتند، ثبت‌نام به‌عمل آمد؛ سپس بر اساس

مطالعات نشان می‌دهند، ضربات عمدی و ناگهانی به بافت‌ها می‌تواند به اختلال در فعالیت آنزیم‌های پلاسما منجر شود. برخی مطالعات، ارتباط آسیب‌های عضلانی با آزادسازی آنزیم‌های عضلانی را مورد تأیید قرار داده‌اند (۱). مطالعات محققان حاکی از آن است که آسپاراتات آمینوترانسفراز (AST)، کراتین فسفوکیناز (CPK) و لاکتات‌دهیدروژناز (LDH) به‌عنوان آنزیم‌های ویژه آسیب عضلانی، از اهمیت خاصی برخوردار هستند (۲).

CPK آنزیم کلیدی است که موجب متابولیسم سلول عضلانی و تسریع تبدیل کراتین به فسفات یا بالعکس، می‌شود (۲). این آنزیم در افراد سالم، داخل غشای سلول قرار دارد و مقدار آن در خون پایین است و با افزایش فعالیت بدنی میزان پلاسمایی آن افزایش می‌یابد. پژوهش‌ها CPK را حساس‌ترین آنزیم نشانه آسیب عضلانی می‌دانند (۳). LDH نیز آنزیمی است که به مقدار فراوان در سیتوپلاسم تمام بافت‌های بدن با غلظت‌های متفاوت یافت می‌شود و در تبدیل اسیدپیرویک به اسیدلاکتیک یا بر عکس در مسیر گلیکولیز بی‌هوازی باعث سرعت آن می‌شود. خستگی مرتبط با تجمع اسید لاکتیک در عضله، برای سال‌ها در پرده ابهام قرار داشت؛ ولی امروزه رابطه معنی‌داری بین کاهش اوج تنش عضلانی و نیز افزایش اسیدلاکتیک در عضله مشاهده شده است (۴). همچنین روشن شده است که این ماده می‌تواند از انقباض عضلانی جلوگیری کرده و فرآیند گلیکولیز بی‌هوازی را مختل نماید (۴-۶). تغییرات این آنزیم دیرتر از CPK رخ می‌دهد و معمولاً مقدار آن ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از تحریک به‌تدریج افزایش می‌یابد. آسپاراتات آمینوترانسفراز (AST) آنزیمی است که در حالت طبیعی محدود به سیتوپلاسم سلول است و آزادسازی آن به محیط خارج سلولی فقط با مرگ سلولی رخ می‌دهد (۷).

بسیاری از محققان معتقدند که آنزیم‌هایی مانند CPK و AST و نیز مواد متابولیکی چون اسید لاکتیک، از جمله

ها نصب و بر روی صفحه نمایش دستگاه ترمیم مشاهده می شد کنترل می شد. خون گیری از افراد مورد مطالعه طی چهار مرحله (به ازاء هر مرحله فعالیت ورزشی دو مرحله خونگیری قبل و پس از هر فعالیت گرفته می شود) انجام و در هر مرحله، ۵ سی سی از ورید بازویی گرفته شد. نمونه های خونی در حالت ناشتا در زمان انجام پیش آزمون و پس آزمون تهیه شدند. نمونه های خونی بعد از جمع آوری در آزمایشگاه با ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و تا انجام کار، در دمای ۲۰- سانتی گراد قرار گرفتند. در مطالعه حاضر، سطوح اسپاراتات آمینوترانسفراز، کراتین فسفوکیناز و لاکتات دهیدروژناز به روش الایزا و بیوشیمی با استفاده از کیت های شرکت پارس آزمون و به وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتریک ساخت شرکت GBC کشور استرالیا اندازه گیری شد.

فعالیت ورزشی در یک جلسه شامل: گرم کردن، مرحله اصلی و سرد کردن بود. گرم کردن شامل ۵ تا ۷ دقیقه حرکات کششی و جنبشی نرم بود. سرد کردن شامل ۲ دقیقه راه رفتن آرام با سرعت ۳ کیلومتر در ساعت بر روی نوار گردان برای کاهش ضربان قلب و سپس حرکات کششی نرم بود. ابتدا در مرحله اول از افراد گروه تجربی خواسته شد، آزمون هوازی آستراند را انجام دهند. آزمون آستراند شامل دویدن بر روی نوار گردان با سرعت ۹ تا ۱۴ کیلومتر در ساعت با شیب صفر و به مدت ۳ دقیقه بود. بعد از ۳ دقیقه هر ۲ دقیقه ۵/۲ درصد به شیب اضافه می شد و سرعت ثابت می ماند. فعالیت تا زمانی ادامه می یافت که فرد به حد و اماندگی برسد. پس از این مرحله از افراد مورد مطالعه خواسته شد، به مدت یک هفته هیچ گونه فعالیت ورزشی انجام ندهند.

پس از یک هفته از گروه تجربی خواسته شد، آزمون Rast را انجام دهند. آزمون Rast شامل ۶ تکرار دو سریع در مسافت ۳۵ متر و با حداکثر شدت است که با فاصله استراحت ۱۰ ثانیه در بین هر تکرار انجام می شود. افراد قبل از شروع آزمون، ۵ دقیقه خود را گرم کردند. رکوردها با دستگاه چشم نوری (فتوسل) مدل FTB-500 شرکت EXFO ثبت شد؛ به

فرمول تعیین حجم نمونه<sup>۱</sup>، تعداد ۲۲ نفر از افراد واجد شرایط انتخاب شدند (۱۳).

عدم وجود سابقه بیماری خاص، عدم استفاده از داروها و مکمل های ضد التهابی، سابقه فعالیت بدنی،  $BMI \geq 25$  کیلوگرم بر متر مربع و دامنه سنی ۲۵-۲۳ سال به عنوان معیارهای ورود به مطالعه در نظر گرفته شد. معیارهای خروج از پژوهش نیز شامل: رعایت نکردن توصیه های محققین، عدم حضور مرتب در تمرینات و مصرف مکمل بود که هیچ کدام از افراد به این دلایل حذف نشدند.

پس از غربالگری و انتخاب نمونه های مطالعه، شرکت کنندگان به طور تصادفی ساده در دو گروه شامل: گروه تجربی و گروه کنترل تقسیم شدند. از شرکت کنندگان خواسته شد در طول دوره مطالعه از مصرف چای سیاه، ماءالشعیر، آب میوه، هرگونه قرص یا مکمل دارویی ضد اکسایشی و انجام فعالیت بدنی شدید، پرهیز کنند. شایان ذکر است که موازین اخلاقی حاکم بر یک مطالعه از جمله: اخذ رضایت نامه، رازداری، عدم تجاوز به حریم خصوصی افراد، حراست شرکت کنندگان در برابر فشارها، آسیب ها و خطرهای جسمی و روانی و آگاهی از نتیجه، در مطالعه حاضر به طور کامل رعایت شد.

افراد مورد مطالعه یک هفته قبل از شروع آزمون، آزمون آستراند و Rast را برای آشنایی با نحوه اجرای آن، انجام دادند.  $VO_{2max}$  آنها از طریق آزمون راکپورت محاسبه شد. شدت تمرین ها براساس درصدی از حداکثر ضربان قلب فرد و با استفاده از ضربان سنج پولار کنترل شد. حداکثر ضربان قلب، با استفاده از معادله کارونن<sup>۲</sup> برای هر فرد محاسبه شد. در تمام مراحل اجرای فعالیت ورزشی هوازی Strand، شدت تمرین بین ۹۵-۸۵ درصد ضربان قلب حداکثر بود که برای هر شرکت کننده به صورت جداگانه با استفاده از ضربان سنج (مدل پولار ساخت کشور فنلاند) که در ناحیه سینه آزمودنی

<sup>۱</sup>  $n = [(SD12 + SD22) \times (Z1 - a/2 + Z1 - b)2] / D2$

<sup>۲</sup> سن آزمودنی - ۲۲۰ = حداکثر ضربان قلب آزمودنی

**یافته‌ها**

مشخصات افراد مورد مطالعه در جدول یک آمده است. همانطور که در جدول مشخص شده است، دو گروه از نظر ویژگی‌های جسمانی و آمادگی بدنی تفاوت معنی داری نداشتند.

نتایج حاصل از این مطالعه در رابطه با اثر دو تمرین هوازی و بی‌هوازی، به ترتیب در جدول ۲ و ۳ بیان شده است. در جدول ۲ مقادیر میانگین آنزیم‌های لاکتات دهیدروژناز، آسپاراتات آمینوترانسفراز و کراتین فسفوکیناز هر کدام از گروه‌ها بر اثر فعالیت هوازی ارائه شده است. با توجه به نتایج آزمون t وابسته، مشخص شد که در گروه تجربی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تمرین هوازی، تغییر معنی‌داری وجود داشت. علاوه بر این بر اساس نتایج تحلیل کوواریانس، پس از انجام فعالیت ورزشی هوازی، میانگین و دامنه تغییرات فعالیت آنزیم کراتین فسفوکیناز (CPK) گروه تجربی، تفاوت معنی‌داری با گروه کنترل داشت ( $P=0/005$ ). همچنین، پس از انجام فعالیت ورزشی هوازی، میانگین و دامنه تغییرات فعالیت آنزیم لاکتات دهیدروژناز (LDH) گروه تجربی، تفاوت معنی‌داری با گروه کنترل یافت ( $P=0/01$ ). به دنبال آن، میانگین و دامنه تغییرات فعالیت آنزیم آسپاراتات آمینوترانسفراز (AST)، حاکی از عدم تفاوت معنی‌دار بین گروه تجربی با گروه کنترل به دنبال اجرای تمرین هوازی بود ( $P=0/7$ ).

این ترتیب که دو جفت فتوسل در نزدیکی خط شروع و پایان ۳۵ متر قرار داده شد. فرد در هر تکرار، به فاصله ۷۰ سانتی‌متر از خط شروع می‌ایستاد و با شنیدن صدای بوق دستگاه، شروع به دویدن هرچه تمام‌تر می‌کرد و در انتها، پس از عبور از مقابل چشم نوری، زمان سنج دستگاه متوقف و رکورد فرد ثبت می‌شد. به منظور حذف زمان واکنش، دستگاه در حالتی تنظیم شد که زمان سنج پس از عبور فرد از مقابل چشم نوری اول، شروع به کار کند. برای به دست آوردن نتیجه مطلوب از آزمون Rast، فرد مورد مطالعه باید هر تکرار را با شدت هرچه تمام‌تر انجام دهد.

افراد گروه کنترل نیز بدون مداخله در هر کدام از دوره‌های فعالیت‌های Astrand و Rast، به فعالیت‌های روزانه خود ادامه دادند. از آمار توصیفی برای تعیین میانگین و انحراف معیار هر متغیر و از آزمون شاپیرو ویلک برای تعیین توزیع طبیعی داده‌ها استفاده شد. بر اساس آزمون شاپیرو ویلک متغیرهای قد، وزن، شاخص توده بدن و حداکثر اکسیژن مصرفی، توزیع طبیعی داشتند. برای بررسی تغییرات درون‌گروهی، از آزمون T وابسته و برای مقایسه بین‌گروهی از تحلیل کوواریانس با عامل بین‌گروهی استفاده گردید. در نهایت داده‌ها با کمک نرم‌افزار SPSS (ویرایش ۱۷) و با حداقل سطح معنی‌داری  $P=0/05$  تجزیه و تحلیل شدند.

جدول ۱- ویژگی‌های بدنی و آنزیم‌های افراد مورد مطالعه

سطح معنی‌داری	گروه		خصوصیات افراد مورد مطالعه
	کنترل	تجربی	
۰/۷۸	۲۳/۱±۰/۲۱	۲۳/۵۸±۰/۲۲	سن (سال)
۰/۸۶	۱۷۲/۷۱±۱/۴	۱۷۳/۹۶±۱/۵۵	قد (سانتی‌متر)
۰/۶۳	۶۲/۶۲±۷/۸۲	۷۸/۴۲±۶/۷۶	وزن (کیلوگرم)
۰/۶۷	۲۶/۰۴±۰/۲۲	۲۶/۵۱±۰/۹۶	BMI (کیلوگرم بر متر مربع)
۰/۷۳	۴۴/۴۷±۱/۲۲	۴۵/۳۵±۱/۴۶	VO2MAX (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)

جدول ۲- تغییرات آنزیم LDH، AST و CPK در هر کدام از گروه‌ها بر اثر فعالیت هوازی (تجربی و کنترل)

شاخص	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	P (درون گروهی)*	P (بین گروهی)*
AST (IU)	تجربی	۱۷/۱۶±۰/۹	۱۹/۳۳±۱/۴	۰/۰۵	۰/۷
	کنترل	۱۵،۳۳±۰/۶۱	۱۶/۸۳±۰/۷۹	۰/۱	
LDH (IU)	تجربی	۱۴۰±۵/۶۱	۱۵۷/۲±۶/۲۹	۰/۰۱	۰/۰
	کنترل	۱۳۸/۵±۵/۰۳	۱۴۰/۲±۵/۶۶	۰/۰۹	
CPK (IU)	تجربی	۱۰۰/۳±۱۲/۷۴	۱۲۳/۱±۱۲/۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۵
	کنترل	۱۰۰/۱±۱۲/۹۵	۱۸۸/۹±۲۶/۰۲	۰/۰۸	

\*سطح معنی‌داری  $P \leq 0/05$  بود و برای بررسی تغییرات درون گروهی از آزمون t وابسته و برای بررسی تغییرات بین گروهی از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد.

جدول ۳- تغییرات آنزیم‌های LDH، AST و CPK در هر کدام از گروه‌ها بر اثر فعالیت بی‌هوازی (تجربی و کنترل)

شاخص	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	P (درون گروهی)*	P (بین گروهی)*
AST (IU)	تجربی	۱۹/۳۳±۲/۸۲	۲۲/۶۶±۳/۳۸	۰/۰۲	۰/۱
	کنترل	۱۵/۱۶±۰/۴۷	۱۵/۳۳±۰/۴۲	۰/۱	
LDH (IU)	تجربی	۱۴۰/۸±۵/۳۷	۱۵۳/۹±۴/۸۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶
	کنترل	۱۳۸/۳±۴/۴۹	۱۴۰/۵±۵/۷۳	۰/۰۷	
CPK (IU)	تجربی	۹۷/۹±۱۲/۲۳	۱۰۰/۱±۱۲/۹۴	۰/۰۰۹	۰/۰۰۴
	کنترل	۹۷/۹±۱۲/۸۶	۱۰۰/۳±۱۳/۰۱	۰/۲	

\*سطح معنی‌داری  $P \leq 0/05$  بود و برای بررسی تغییرات درون گروهی از آزمون t وابسته و برای بررسی تغییرات بین گروهی از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد.

### در جدول ۳ مقادیر میانگین آنزیم‌های لاکتات

یافته‌های پژوهش حاضر مبنی بر افزایش آنزیم‌های آسیب عضلانی (کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز سرمی) بلافاصله پس از یک جلسه فعالیت وامانده‌ساز هوازی و بی‌هوازی بیشینه با نتایج مطالعه Pantoja و همکاران (۲۰۰۹) و Pettersson و همکاران (۲۰۰۷) همخوانی دارد (۱۴، ۱۵). گروه تحقیقاتی Pantoja با بررسی شاخص‌های غیرمستقیم آسیب عضلانی در نه مرد سالم متعاقب انجام سه نوبت حرکات خم و بازکردن عضلات آرنج با شدت ۱۰ تکرار بیشینه، اعلام کردند که میزان آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز پلاسمایی بلافاصله پس از فعالیت افزایش معنی‌داری نشان داد (۱۴) همچنین Pettersson و همکاران (۲۰۰۷) اعلام کردند که انجام یک جلسه فعالیت وزنه‌برداری به مدت یک ساعت در ۱۵ مرد

دهیدروژناز، آسپاراتات آمینوترانسفراز و کراتین فسفوکیناز کدام از گروه‌ها بر اثر فعالیت بی‌هوازی ارائه شده است. با توجه به نتایج آزمون t وابسته، مشخص شد که در گروه تجربی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تمرین بی‌هوازی، تغییر معنی‌داری وجود داشت. علاوه بر این بر اساس نتایج آزمون تحلیل کوواریانس، پس از انجام فعالیت ورزشی بی‌هوازی میانگین و دامنه تغییرات فعالیت آنزیم‌های کراتین فسفوکیناز (CPK) و لاکتات دهیدروژناز (LDH) گروه تجربی، تفاوت معنی‌داری با گروه کنترل داشت (به ترتیب  $P=0/004$ ،  $P=0/006$ ). میانگین و دامنه تغییرات فعالیت آنزیم AST نیز حاکی از آن بود که بین دو گروه، به دنبال اجرای تمرین بی‌هوازی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ( $P=0/1$ ).

نزدیکی میان انتشار فسفولیپازها و کراتین‌کیناز ناشی از فعالیت آنزیم‌های پروتئولیک درون سلولی تحریک شده توسط کلسیم در عضله جدا شده پستانداران وجود دارد (۱۴-۱۶).

سطوح LDH و CPK بلافاصله پس از تمرین، با گذشت روزهای تمرینی میزان بالاتری را نسبت به روز قبل نشان داد. افزایش سطوح این آنزیم‌ها می‌تواند شاخص مرگ سلولی و آسیب بافتی پس از تمرینات عضلانی بدون توجه به بازیافت مناسب باشد که احتمالاً به دلیل افزایش متابولیسم انرژی و آسیب بافت عضله به همراه افزایش کاتابولیسم پروتئین در عضله اسکلتی می‌باشد (۲۰).

به نظر می‌رسد استفاده از شیوه‌های مناسب تمرین و نیز زمانبندی مناسب زمان تمرین و بازیافت، با توجه به سطوح آمادگی ورزشکاران موجب کاهش اختلال در تغییرات بیوشیمیایی گردد. از سوی دیگر مطالعات نشان داده‌اند، انجام تمرین‌های شدید و طولانی مدت بدون توجه به زمان بازیافت مناسب، موجب صدمه دیدن تارهای عضلانی در طول انقباض‌ها، تجزیه درونی عضلات اسکلتی و بافت‌های همبند می‌شود و با یک پاسخ التهابی، نفوذ ماکروفاژها، آنزیم‌های سیتوزومی و سیتوپلاسمی تارهای عضلانی و آزاد شدن آنزیم‌های LDH، AST و CK همراه می‌شود و به دنبال آنها علائم درد، محدودیت حرکتی و تغییرات بیوشیمیایی و اسپاسم تارهای عضلانی ظاهر می‌شوند (۱، ۲۱).

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان گفت: احتمالاً افزایش مقادیر آنزیم‌های LDH، AST و CK بعد از فعالیت ورزشی درمانده‌ساز هوازی و بی‌هوازی موجب آسیب جدی سلول‌های عضله اسکلتی گردیده است. البته باید در نظر داشت که این آنزیم‌ها در سلول‌های سایر اندام‌ها نظیر کبد و قلب نیز وجود دارد؛ بنابراین ممکن است یک جلسه فعالیت ورزشی در روز برای ورزشکارانی با این سطح آمادگی علاوه بر تأثیر بر عملکرد آنان، همراه با مخاطراتی برای سلول‌های سایر اندام‌ها به‌ویژه سلول‌های عضلانی باشد.

وزنه‌بردار نخبه، منجر به افزایش تمام شاخص‌های آسیب عضله و کبد به مدت هفت روز پس از انجام فعالیت می‌گردد (۱۵).

از طرفی گروه تحقیقاتی Fatouros و همکاران (۲۰۱۰) اظهار داشتند که به دنبال انجام یک جلسه فعالیت مقاومتی دایره‌ای به مدت ۳۰ دقیقه در ۱۷ مرد جوان سالم، میزان فعالیت آنزیم‌های کراتین‌کیناز و لاکتات دهیدروژناز تغییر چندانی با قبل از فعالیت نشان نداد (۱۶). Barquilha و همکاران نیز به دنبال تحقیقی با هدف تعیین تأثیرات یک تکرار بیشینه آزمون پرس سینه بر شاخص‌های آسیب عضلانی (کراتین‌کیناز) در ۱۱ فرد سالم (۸ مرد و ۳ زن)، با جمع‌آوری متناوب نمونه‌های خونی ۲۴ و ۴۸ ساعت و ۶ روز پس از فعالیت، اعلام کردند که میزان فعالیت کراتین‌کیناز پلاسمایی تنها در روز ششم افزایش معنی‌داری در مقایسه با قبل از فعالیت داشت (۱۷).

دلایل احتمالی تناقض یافته‌های مطالعات بیان شده با نتایج پژوهش حاضر را می‌توان به تفاوت‌های فردی در پاسخ کراتین‌کیناز به سطح سلامت و نیز نوع و مدت فعالیت بدنی مرتبط دانست (۱۸). این عوامل، مقدار پاسخ و دوره زمانی ترشح را به دنبال آسیب تحت تأثیر قرار می‌دهند. در کل، محققان چنین اظهار می‌دارند که فعالیت‌های شدید به علت اعمال فشار مکانیکی-متابولیکی بیشتر روی تارچه‌ها، در نهایت منجر به پارگی تارچه‌ها، سیال شدن صفحات Z، پارگی سارکولما، جابجایی اندامک‌های درون سلولی، ناپایداری غشای پلاسمایی و افزایش ترشح پروتئین‌های درون سلولی پس از انجام فعالیت وامانده شدید می‌شود (۱۷، ۱۸). در واقع خستگی تارهای عضلانی متعاقب فعالیت‌های وامانده‌ساز می‌تواند منجر به افزایش نفوذپذیری غشای سلولی به یون کلسیم آزاد درون سلولی و اختلال در عملکرد پمپ‌های سدیمی-پتاسیمی شده و باعث ناپایداری غشای سلولی و فعال شدن پروتئازها و لیپازهای درون سلولی (فسفولیپازها) گردد (۱۷-۱۹)؛ به طوری که ارتباط

می‌شود. افزایش سطوح این آنزیم‌ها به‌عنوان شاخص آسیب عضله در افراد دارای اضافه وزن که بیشتر مستعد ابتلا به آسیب عضلانی هستند، وجود دارد. به طور کلی نتایج پژوهش نشان داد، آسیب عضلانی در فعالیت وامانده هوازی کمتر از فعالیت وامانده بی‌هوازی است.

### تقدیر و تشکر

این مطالعه برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد مصوب دانشگاه شهید چمران اهواز با کد اخلاق Ir.medilam.rec.1395.192 است. بدین‌وسیله از کلیه افرادی که در انجام این مطالعه همکاری داشتند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

از این رو برنامه‌ریزی صحیح جلسات تمرین و تنظیم مناسب بار تمرینی با فاصله‌گذاری مناسب بین جلسات، راهبرد مناسبی برای به‌حداقل رساندن کوفتگی تأخیری و افزایش ظرفیت عملکرد فیزیولوژیکی، کاهش آسیب‌دیدگی‌ها و در نتیجه افزایش عمر قهرمانان ورزشی و حفظ سلامت توأم با کاهش هزینه‌های درمانی محسوب می‌شود.

### نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه مشخص نمود که یک جلسه تمرین وامانده‌ساز هوازی و بی‌هوازی، باعث افزایش برخی شاخص‌های آسیب عضله پسران فعال دارای اضافه وزن

### منابع:

- 1- Saengsirisuwan V, Phadungkij S, Pholpramool C. Renal and liver functions and muscle injuries during training and after competition in Thai boxers. *Br J Sports Med.* 1998; 32(4): 304-8.
- 2- Nameni F, Kashef M, Lari AA. [The effect of warming on the relationship between CK and LDH in women's athletic recovery]. *Olympic.* 2005; 12(4): 97-107. [Persian]
- 3- Talaie H, Pajouhmand A, Abdollahi M, Panahandeh R, Emami H, Hajinasrolah S, et al. Rhabdomyolysis among acute human poisoning cases. *Hum Exp Toxicol.* 2007; 26(7):557-61.
- 4- Mcardle WD, Kach FI, Kach VL. *Debut Exercise Physiology 1 (energy and power)*. Translated by: Khalid A. 6<sup>th</sup> ed. Tehran: Samt. pp: 187-312. [Persian]
- 5- Artioli GG, Coelho DF, Benatti FB, Gailey AC, Berbel P, Adolpho TB, et al. Relationship between blood lactate and performance in a specific judo test. 2005; *Med Sci Sports Exerc.* 37(5): S99.
- 6- Pösö AR. Monocarboxylate transporters and lactate metabolism in equine athletes: A review. *Acta Vet Scand.* 2002; 43(2): 63-74.
- 7- Paknegad M, Miremadi A, Tabatabaei-e-Yazdi M, Khodadad-e- Motarjemi M. An evaluation on the activity level of Aspartate aminotransferase and Alkaline phosphatase nzymes in peri-implant sulcus fluid. *J Dent Med.* 2003; 16(2): 64-72. [Persian]
- 8- Mirdar S, Raisi M, Nobahar M. The effect of two-peak exercise training program on some of hepatic stress indexes in active girls. *Metabolism and Exercise a Biannual Journal.* 2011; 1(1): 11-23. [Persian]
- 9- Mirdar Sh, Nowbahar M, Safiri H, Sadegh-Pur B. The Effects of One Progressive Session Exercise in Week on Some of Hepatic Enzymes in Active Females. *Research on Sport Sciences.* 2008; 5(1): 141-56.
- 10- Mashiko T, Umeda T, Nakaji S, Sugawara K. Effects of exercise on the physical condition of college rugby players during summer training camp. *Br J Sports Med.* 2004; 38(2): 186-90.
- 11- Clarkson PM, Kearns AK, Rouzier P, Rubin R, Thompson PD. Serum creatine kinase levels and renal function measures in exertional muscle damage. *Med Sci Sports Exerc.* 2006; 38(4): 623-7.
- 12- Matsuse H, Shiba N, Umezu Y, Nago T, Maeda T, Tagawa Y, et al. Effects of hybrid exercise on the activities of myogenic enzymes in plasma. *Kurume Med J.* 2006; 53(3-4): 47-51.



- 13- Heyward V. Advanced fitness assessment and exercise prescription. 6<sup>th</sup> ed. Amazon Warehouse Deals: Human Kinetics; 2010. PMID: 0736086595
- 14- Pantoja PD, Alberton CL, Pilla C, Vendrusculo AP, Kruegel LF. Effect of resistive exercise on muscle damage in water and on land. *J Strength Cond Res.* 2009; 23(3): 1051-4.
- 15- Pettersson J, Hindorf U, Persson P, Bengtsson T, Malmqvist U, Werkström V, et al. Muscular exercise can cause highly pathological liver function tests in healthy men. *Br J Clin Pharmacol.* 2008; 65(2): 253-9.
- 16- Fatouros I, Chatzinikolaou A, Paltoglou G, Petridou A, Avloniti A, Jamurtas A, et al. Acute resistance exercise results in catecholaminergic rather than hypothalamic-pituitary- adrenal axis stimulation during exercise in young men. *Stress.* 2010; 13(6): 461-8.
- 17- Barquilha G, Uchida MC, Santos VC, Moura NR, Lambertucci RH, Hatanaka E, et al. Characterization of the Effects of One Maximal Repetition Test on Muscle Injury and Inflammation Markers. *WebmedCentral Physiology* 2011; 2(3): WMC001717.
- 18- Brancaccio P, Lippi G, Maffulli N. Biochemical markers of muscular damage. *Clin Chem Lab Med.* 2010; 48(6): 757-67.
- 19- Machado M, Koch AJ, Willardson JM, dos Santos FC, Curty VM, Pereira LN. Caffeine does not augment markers of muscle damage or leukocytosis following resistance exercise. *Int J Sports Physiol Perform.* 2010; 5(1): 18-26.
- 20 Lee S, Umeda T, Takahashi I, Matsuzaka M, Danjo K, Iwane K. Effects of the first training session on the physiological and mental conditions in male university freshmen judoists. *Hiroshima Med J.* 2011; 61: 87-96.
- 21- Krstrup P, Hellsten Y, Bangsbo J. Intense interval training enhances human skeletal muscle oxygen uptake in the initial phase of dynamic exercise at high but not at low intensities. *J Physiol.* 2004; 559(Pt 1): 335-45.