University of Birjand

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport *Research Paper*
Spring & Summer 2020, 8(15): 140-151
Received: Oct 14, 2017 Accepted: Apr 23,2018

A survey of one and two inceremental exercise sessions per day during a week on time response of muscles and liver stress enzymes in active girls

Masome Nobahar[1], Shadmehr Mirdar Harijani[2], Zeinab Gorgin Karaji[3]*

1. Instructor of Department of Exercise Physiology, Faculty of Education and Psychology, Payame Noor University, Tehran, Iran.
2. Full Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.
3. PhD Student of Exercise Physiology, Department of Physical Education and sport sciences, Faculty of Literature and Humanities, University of Lorestan, Lorestan, Iran.

Abstract

Background and Aim: The intensity, duration, and type of daily exercise trainings can influence oxidative damage and antioxidant system of the body. The aim of this research was to study of daily 1 and 2 incremental exercise sessions on serum aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT) and alkaline phosphatase (ALP) activity in active girls. **Materials and Methods:** In this semi-experimental research, 21 physical education girls students were selected and randomly divided (n=7) into two experimental groups and one control group. The control group prohibited any participation in physical activity. The first experimental group trained 1 session per day; while the second one performed 2 sessions of training per day (both for 7 days). Exercise training protocole included running on treadmill up to 6-8 kilometer per hours. After 3 minutes, participants run 1 minute up to 3 kilometer per hours as recovery and then the speed of their activity increased 2 kilometer per hours until exhaustion. For biochemical analysis, venous blood samples collected before training, after 1^{th}, 4^{th},7^{th} day of training, and finally 24 hours after the last session. The results were extracted by repeated analysis of variance (ANOVA) and LSD tests at the significant level of $p \leq 0.05$. **Results:** In both experimental groups, the activity of AST and ALP increased significantly after 1^{th}, 4^{th},7^{th} day of training ($p<0.05$), while the AST levels of the experimental groups decreased to baseline after 24 hours recovery. **Conclusion:** These results suggest that incremental training sessions (1 or 2 sessions per day) may increase serum ALT, AST and ALP activity, but these abnormal changes can modifiy by adequate recovery.

Keyword: Aspartate aminotransferase, Alanine aminotransferase, Alkaline phosphatase, Incremental exercise training.

***Corresponding Author, Address: Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Literature and Humanities, Lorestan University, 5th Kilometer of Khorramabad-Boroujerd Highway, Khorramabad, Lorestan, Iran;**
E-mail:Gurgin81@gamil.com **DOI: 10.22077/JPSBS.2018.998.1314**

نشریه مطالعات کاربردی علوم زیستی در ورزش مقاله پژوهشی
بهار و تابستان ۱۳۹۹، دوره ۸، شماره ۱۵، ص ۱۵۱-۱۴۰
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۰۳
دانشگاه بیرجند

تاثیر ۱ و ۲ جلسه تمرین فزآینده در روز بر پاسخ زمانی فعالیت آنزیم‌های کبدی دختران فعال

معصومه نوبهار[۱]، شادمهر میردار هریجانی[۲]، زینب گرگین کرجی[۳*]

۱. مربی گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
۲. استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.
۳. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: شدت، مدت و تکرار جلسات تمرین در روز می توانند آثار متفاوتی بر بروز آسیب های اکسایشی و سیستم ضد اکسایشی بدن داشته باشند. هدف تحقیق حاضر بررسی تاثیر ۱ و ۲ جلسه تمرین فزآینده در روز بر فعالیت آنزیم های اسپارتات‌آمینوترانسفراز (AST)، آلانین‌آمینوترانسفراز (ALT) و آلکانین‌فسفاتاز (ALP) سرم دختران فعال بود. **روش تحقیق:** در این مطالعه نیمه تجربی ۲۱ دانشجوی دختر تربیت‌بدنی به‌طورتصادفی (۷ نفر) به دو گروه تمرینی و یک گروه کنترل تقسیم شدند. گروه کنترل از شرکت در هرگونه فعالیت ورزشی، در طی یک هفته منع شد. اولین گروه تمرینی ۱ جلسه در روز تمرین کردند، در حالی که دومین گروه تمرینی ۲ جلسه در روز (هر دو به مدت ۷ روز) تمرین کردند. تمرین شامل دویدن بر روی نوارگردان باسرعت اولیه ۶ تا ۸ کیلومتر برساعت بود. پس از ۳ دقیقه،۱ دقیقه استراحت به صورت فعال (با سرعت ۳ کیلومتر بر ساعت) اجرا گردید. سپس ۲ کیلومتر بر ساعت بر سرعت قبلی افزوده شده و فعالیت تا حد واماندگی ادامه یافت. به منظور سنجش متغیرهای بیوشیمیایی، خون وریدی قبل از تمرین، بعد از روزهای ۱، ۴ و ۷ تمرینی و ۲۴ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی جمع آوری گردید. نتایج با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی LSD در سطح معنی داری $p\leq ۰/۰۵$ استخراج گردید. **یافته‌ها:** در هر دو گروه تجربی، فعالیت AST و ALP در روزهای ۱، ۴ و ۷ تمرین افزایش معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$)؛ اما پس از ۲۴ ساعت استراحت، مقادیر AST گروه‌های تجربی به سطح قبل از تمرین کاهش یافت. **نتیجه‌گیری:** نتایج دال بر آن است که جلسات تمرینی فزآینـده (با تکرار ۱ یا ۲ جلسـه در روز)، ممکـن است سطوح آنزیم‌های AST، ALT و ALP سرم را افـزایش دهند، اما این تغییرات نامطلوب می تواند با در نظر گرفتن بازگشت به حالت اولیه مناسب، اصلاح شود.

واژه های کلیدی: آسپارتات آمینوترانسفراز،آلانین آمینوترانسفراز، آلکالین فسفاتاز،تمرین ورزشی فزآینده.

***نویسنده مسئول، آدرس: لرستان، خرم آباد، کیلومتر ۵ جاده تهران، دانشگاه لرستان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی؛**
پست‌الکترونیک: gurgin81@gmail.com
DOI: 10.22077/JPSBS.2018.998.1314

مقدمه

ورزش با کاهش خطر ابتلا به بیماری‌های متابولیک همراه است (فراجاکومو[1] و دیگران، ۲۰۱۲). بدن به فعالیت‌بدنی با تغییرات یکپارچه در عملکرد اکثر اندام های متابولیک فعال، مانند کبد پاسخ می‌دهد (پال[2] و دیگران، ۲۰۱۷). مقدار این تغییرات عمدتا به شدت و مدت تمرینات، نیروی بار استفاده شده در تمرین، و سطح اولیه آمادگی بدن بستگی دارد. به خوبی ثابت شده است که آسیب عمدی یا تصادفی به بافت‌ها، می‌تواند منجر به فعالیت غیرطبیعی آنزیم‌ها در پلاسما شود (ایکون[3] و دیگران، ۲۰۱۷) و نشان داده شده است که فعالیت‌بدنی با شدت بالا، موجب تغییر در فعالیت برخی آنزیم‌ها می‌شود (کاکی و گله‌داری، ۲۰۱۷).

کبد عامل اصلی برای تبدیل گونه‌های شیمیایی به یکدیگر، استفاده از داروها و دفع آن‌هاست (قربانی و گائینی، ۲۰۱۳). با توجه به نقش و اهمیت کبد در تعامل ویژگی‌های هورمونی و متابولیکی با استفاده از آنزیم‌های مختلف هنگام استراحت، تمرین و بازسازی منابع انرژی در مرحله بازیافت فعالیت‌های ورزشی؛ بررسی و مطالعه این اندام هنگام فعالیت‌های بسیار مهم است (مسعودسینکی و دیگران، ۲۰۱۴؛ ویو[4] و دیگران، ۲۰۰۴). پژوهش‌ها نشان می‌دهند بهترین شاخص‌ها برای ارزیابی وضعیت کبد، بررسی فعالیت آسپارتات‌آمینو ترانسفراز[5] (AST)، آلانین آمینوترانسفراز[6] (ALT) و آلکالین فسفاتاز[7] (ALP) است (مسعودسینکی و دیگران، ۲۰۱۴؛ ویو و دیگران، ۲۰۰۴). آنزیم AST در کبد و دیگر بافت‌ها، از جمله ماهیچه‌های اسکلتی وجود دارد و سطوح بالای AST نشان‌دهنده التهاب عضلانی است (جورجاکولی[8] و دیگران، ۲۰۱۵). آنزیم ALT نیز عمدتا در کبد و در مقادیر کوچک‌تر در سایر بافت‌ها مانند کلیه‌ها و عضلات اسکلتی یافت می‌شود ؛ از این رو سطح ALT در خون، به طور عمده به التهاب کبدی و عضلانی مربوط می‌شود (بنفی[9] و دیگران، ۲۰۱۲).

به خوبی مشخص شده است که ورزش می‌تواند منجر به افزایش گذرا در آنزیم‌هایی مانند AST، ALT و ALP در افراد سالم (بسته به شدت، مدت زمان و نوع ورزش) شود (جورجاکولی و دیگران، ۲۰۱۵). در واقع، فعالیت ورزشی شدید، با تأثیر بر عملکرد عضله، باعث تحریک آسیب در آن می‌شود (گودرزی و دیگران، ۲۰۱۵). مطالعات متعددی تغییر غلظت آنزیم‌های سرم بعد از فعالیت‌های ورزشی را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج تحقیقات در خصوص تاثیر ورزش بر نشانگرهای آسیب عضلات اسکلتی متفاوت و ناهمسو است، به طوری برخی تحقیقات بیان کرده اند که یک دوره تمرین فزآینده موجب افزایش معنی‌دار در نشانگرهای آسیب عضلات اسکلتی می‌شود، در حالی که برخی دیگر هیچ تفاوت معنی داری گزارش نکرده اند (قربانی و گائینی، ۲۰۱۳). به نظر می‌رسد افزایش سطوح آنزیم‌های کبدی، با نوع فعالیت و شدت آن رابطه دارد (گودرزی و دیگران، ۲۰۱۵). در تحقیقات آمده است که مقادیر AST، ۱۲ ساعت بعد از شروع ورزش افزایش می‌یابد و در روز دوم به بالاترین حد خود می رسد؛ در حالی که در روز چهارم و پنجم ورزش به حد طبیعی خود باز می‌گردد. در مورد ALT، مقادیر آن ۴ تا ۶ ساعت بعد از شروع ورزش افزایش یافته و در روز دوم به بیشترین حد خود (۱۲ برابر حد طبیعی) می رسد، و باز در روز سوم ورزش، به حد طبیعی باز می‌گردد (میردار و دیگران، ۲۰۱۱). علیرغم این ها، فراجاکومو و دیگران (۲۰۱۲) به این نتیجه رسیده اند که تمرینات شدید بر سطوح آنزیم ALT تاثیر ندارد؛ درحالی که پال و دیگران (۲۰۱۷) بیان کرده اند که تمرین شدید روی نوارگردان باعث افزایش معنی‌دار ALT و AST، در سه حالت بلافاصله، پس از ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از تمرین می‌شود، اگرچه بین این مقدار در مراحل مختلف خون‌گیری، تفاوت معنی داری مشاهده نکردند.

ورزشکاران همواره به دنبال این هستند که هرچه سریع‌تر به هدف برسند و این امر موجب می‌شود توجه به دوره‌های بازیافت مناسب توسط ورزشکاران مغفول بماند. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که ورزشکاران همواره به انجام تمرینات متوالی و شدید بدون توجه به تنظیم بازیافت مناسب، گرایش دارند و این امر بروز آسیب‌ها و تغییرات مهم فعالیت آنزیمی ناشی از بیش‌تمرینی را به دنبال دارد (جورجاکولی و دیگران، ۲۰۱۵). همواره برای رسیدن به اوج عملکرد، برنامه‌های تمرینی ورزشکاران نخبه، معمولا شامل

1. Frajacomo
2. Pal
3. Ekun
4. Wu
5. Aspartate aminotransferase (AST)
6. Alanine aminotransferase (ALT)
7. Alkaline phosphatase (ALP)
8. Georgakouli
9. Banfi

چند جلسه فعالیت ورزشی شدید در روز است (جعفری، ۲۰۱۴). در حالی که بهبود عملکرد ورزشی نه تنها نیازمند تنظیم مناسب نسبت استراحت و فعالیت طی دوره بازیافت برای دفع مواد زاید و بازسازی ذخایر انرژی است، بلکه برای سنتز پروتئین مورد نیاز، ترمیم عضلات و بافت‌های هم‌بند آسیب‌دیده نیز امری ضروری است (ایکون و دیگران، ۲۰۱۷). در شرایطی که انجام جلسات متوالی تمرین در هر روز مورد توجه ورزشکاران و مربیان است، ورزشکاران از عوارض تعداد زیاد جلسات تمرین روزانه، آگاهی ندارند و این ناآگاهی موجب شده است به موازات گرایش روز افزون مربیان و ورزشکاران به افزایش روزانه جلسات تمرینی برای رسیدن سریع به اهداف، ورزشکاران با آسیب های جدی روبرو شوند. آگاهی از تغییرات آنزیمی و هورمونی در زمان‌بندی تمرینات ورزشی ضروری است و می‌تواند به شناخت فرد از اقدامات مناسب در دوره بازیافت و بازگرداندن تغییرات حاصله به شرایط طبیعی، کمک نماید (جعفری، ۲۰۱۴). توجه به این امر از یک طرف و وجود نتایج ناهمسو در خصوص تاثیر تمرینات ورزشی بر آنزیم‌های کبدی، بررسی آثار استفاده از جلسات تمرینی متوالی در یک روز و تاثیر آن بر واکنش‌های سلولی و پاسخ‌های آنزیمی را بیش از پیش ضروری می سازد. با شناخت بیشتر و ارائه راهکارها و برنامه‌های تمرینی مناسب، می توان آسیب‌های ورزشکاران را به حداقل رساند. علاوه بر این ها، علیرغم اهمیت سلامت زنان در جامعه و توسعه روزافزون ورزش قهرمانی در بین آنان، بررسی‌های صورت گرفته در خصوص پاسخ آنزیم‌های کبدی، بیشتر مربوط به مردان است و در مورد تاثیر تمرینات مکرر ورزشی بر این آنزیم‌ها در زنان و دختران، پرسش‌های زیادی مطرح است (ایکون و دیگران، ۲۰۱۷؛ جورجاکولی و دیگران، ۲۰۱۵). با توجه به موارد ذکر شده و با توجه به‌این‌که تاکنون تاثیر جلسات مکرر تمرینات فزآینده برتغییرات آنزیم‌های AST، ALT و ALP دختران فعال به طور کافی مورد بررسی قرار نگرفته است، تحقیق حاضر بدنبال یافتن پاسخ به این سوال است که آیا یک و دو جلسه تمرین فزآینده در روز (طی یک هفته)، بر تغییرات آنزیم‌های AST، ALT و ALP چه تاثیری دارد؟

روش تحقیق

این تحقیق از نوع مطالعات نیمه تجربی است. پس از دادن فراخوان و تکمیل پرسشنامه های محقق ساخته مربوط به سابقه بیماری، مشخصات فردی، و میزان فعالیت ورزشی در هفته؛ دانشجویان واجد شرایط و علاقه‌مند به شرکت در این مطالعه، انتخاب شدند. معیارهای ورود به پژوهش شامل سن، عدم ابتلا به بیماری حاد و مزمن و داشتن حداقل سه جلسه در تمرین در هفته به طور منظم، رشته تحصیلی و حداکثر اکسیژن مصرفی بیش از ۳۸ میلی لیتر در دقیقه بود. جامعه آماری این تحقیق را ۶۰ دانشجوی رشته تربیت‌بدنی با حداقل دو سال سابقه ورزشی و حداقل ۳ جلسه تمرین هفتگی، تشکیل می دادند. به منظور ارزیابی اولیه میزان VO_{2max} شرکت کنندگان، آزمون بیشینه بروس[1] بر روی آزمودنی‌ها اجرا گردید (سارما و لوین[2]، ۲۰۱۶). از بین ورزشکاران داوطلب، ۲۱ نفر که دارای VO_{2max} بیشینه بالاتر از ۳۸ میلی‌لیتر بر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه بودند (کریستوفر[3]، ۲۰۰۰)، انتخاب شدند. سپس این افراد به طور تصادفی به سه گروه کنترل (۷ نفر)، تجربی ۱ (۷ نفر) و گروه تجربی ۲ (۷ نفر) تقسیم گردیدند. پس از انتخاب آزمودنی‌ها، از آن‌ها خواسته شد تا ۴۸ ساعت قبل از اولین مرحله خون‌گیری، در هیچ فعالیت ورزشی شرکت نکنند.

پروتکل تمرین فزآینده: گروه تجربی ۱، روزانه یک جلسه فعالیت در بعد از ظهر و گروه تجربی ۲، روزانه دو جلسه فعالیت (صبح و بعد از ظهر) انجام دادند. تمرینات به مدت یک هفته (۷ روز) ادامه داشت. برای گروه تجربی ۱ زمان تمرین بین ساعت ۱۴ الی ۱۷ در نظر گرفته شد و گروه تجربی ۲، در دو زمان متفاوت شامل ساعت ۹ الی ۱۲ و ۱۷ الی ۲۰ تمرین کردند (کراتز[4] و دیگران، ۲۰۰۲؛ میردار و دیگران ۲۰۰۸). برنامه تمرینی مشتمل بر سه بخش گرم کردن، فعالیت اصلی و سرد کردن بود. گرم کردن به صورت ۵ تا ۷ دقیقه حرکات کششی و جنبشی نرم بود. فعالیت اصلی شامل دویدن بر روی نوار گردان با سرعت اولیه ۶ تا ۸ کیلومتر در ساعت بود، بدین ترتیب که بعد از ۳ دقیقه دویدن، ۱ دقیقه استراحت به صورت فعال (راه رفتن) با سرعت ۳ کیلومتر در ساعت در نظر گرفته شد؛ سپس ۲ کیلومتر در ساعت بر سرعت قبلی افزوده شد و فعالیت تا زمانی ادامه یافت که فرد به حد واماندگی برسد. واماندگی ارادی نیز با اظهار ناتوانی آزمودنی از ادامه فعالیت مشخص گردید. با توجه به این‌که پس از هر ۱ دقیقه استراحت، ۲ کیلومتر در ساعت بر سرعت دستگاه اضافه می‌شد، از آزمودنی ها خواسته شد هنگامی که احساس ناتوانی

1. Bruce protocol
2. Sarma & Levine
3. Christopher
4. Kratz

بیش از حد داشتند، با گذاشتن دست بر روی دسته‌های دستگاه، پای خود را در کناره‌های دستگاه قرار داده و متوقف شوند. شدت فعالیت با توجه به ثابت بودن سرعت و شیب دستگاه نوارگردان، با کمک دستگاه ضربان‌سنج پولار[1]، ۶۰ تا ۱۰۰ درصد ضربان قلب بیشینه برآورد شد. سرد کردن شامل ۲ دقیقه راه رفتن آرام با سرعت ۳ کیلومتر در ساعت بر روی نوار گردان و سپس حرکات ملایم کششی بود (کراتز و دیگران، ۲۰۰۲؛ میردار و دیگران، ۲۰۰۸). گروه کنترل از شرکت در هرگونه فعالیت ورزشی، در طی یک هفته منع شدند.

خون‌گیری: طی ۵ مرحله، ۴۸ ساعت قبل از انجام تمرین، بلافاصله بعد از تمرین روز اول، قبل از تمرین روز چهارم، بعد از تمرین روز هفتم، ۲۴ ساعت پس از اتمام تمرینات (طی ۴ پس آزمون در زمان‌های مختلف)، از ورید بازویی دست غیر برتر آزمودنی ها به میزان ۵cc خون گیری شد. خون‌گیری از گروه کنترل همزمان با گروه‌های تمرین به عمل آمد. همه آزمودنی‌ها در مراحل گوناگون تحقیق شرکت کردند و در زمان مداخله، تحت درمان دارویی نبودند (کراتز و دیگران، ۲۰۰۲؛ میردار و دیگران، ۲۰۰۸). مراحل مختلف اجرایی تحقیق در جدول ۱ خلاصه گردیده است.

جدول ۱. زمان بندی و مراحل مختلف اجرای تحقیق

فرآیندها	توضیحات	زمان
قبل از برنامه تمرینی	دعوت افراد به صورت نصب اطلاعیه، توزیع پرسشنامه، به دست آوردن مشخصات فردی و ارائه توصیه‌های روند انجام کار جهت انتخاب اولیه آزمودنی‌ها	سه هفته قبل از شروع برنامه تمرینی
	استفاده از آزمون تعدیل شده بروس و اندازه گیری قد، وزن و چربی زیر پوستی به منظور گزینش افراد فعال	یک هفته قبل از شروع برنامه تمرینی
	انتخاب نمونه بر اساس آزمون بروس و دسته‌بندی تصادفی افراد به سه گروه (کنترل، تجربی ۱ و تجربی ۲)	یک هفته قبل از شروع برنامه تمرینی
	عدم شرکت آزمودنی‌ها در هر گونه برنامه تمرینی	۴۸ ساعت قبل از نمونه‌گیری
	نمونه‌گیری خون اولیه جهت اندازه‌گیری سطوح پایه آنزیم‌ها	۴۸ ساعت قبل از شروع برنامه تمرینی
انجام برنامه تمرینی به مدت هفت روز	شروع برنامه تمرینی	****
	دومین مرحله‌خون‌گیری جهت بررسی اثر حاد تمرین پس از پایان روز اول	پایان روز اول تمرین
	سومین مرحله خون‌گیری در چهارمین روز اجرای برنامه تمرینی	قبل از تمرین روز چهارم
	چهارمین مرحله خون‌گیری درآخرین روز اجرای برنامه تمرینی	پایان روز هفتم تمرین
پس از برنامه تمرینی	آخرین مرحله خون‌گیری ۲۴ ساعت بعد از اتمام برنامه تمرینی	۲۴ ساعت بعد از پایان برنامه تمرینی در روز هفتم

پس از انجام خون‌گیری، نمونه های خونی داخل شیشه های مخصوص ریخته شد و بلافاصله پس از اتمام کار به آزمایشگاه تشخیص طبی ارسال گردید. ابتدا اجازه داده شد که نمونه‌های سرم، از خونی که به‌طور کامل لخته شده‌است، جدا شوند (شایان ذکر است برای این کار، از هیچ ماده‌ی فعال کننده لخته در لوله‌های خون‌گیری سرم استفاده نشد) سپس برای جداسازی صحیح و کامل سرم خون از لخته، نمونه ها سانتریفیوژ شدند. به این ترتیب که در آزمایشگاه، نمونه خونی با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شده و سرم آن‌ها جدا گردید. پس از انتقال سرم به اپندورف‌های شماره‌دار، سرم‌ها در دمای ۲۰- سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. برای انجام آزمایش با استفاده از روش کینتیک آنزیمی[2]، ابتدا مخلوط محلول‌های سوبسترا و کوآنزیم به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه در بن ماری قرار داده شد. سپس با افزودن سرم به محلول فوق، طی مدت ۴ دقیقه با استفاده از فتومتر[3]، فعالیت آنزیم‌های مذکور اندازه‌گیری و ثبت گردید (میردار و دیگران، ۲۰۰۸).

روش‌های آماری: از آزمون کلموگروف- اسمیرنوف[4] جهت بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. آزمون تحلیل

1. Polar pulsemeter 710
2. Enzyme kinetics
3. Photometer
4. Kolmogorov–Smirnov test

واریانس با اندازه‌گیری مکرر به منظور تحلیل یافته‌های درون گروهی حاصل از مراحل پنج‌گانه آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. در ادامه از آزمون LSD[1] برای تعیین اختلاف معنی‌دار مراحل مختلف اندازه‌گیری، بهره برداری شد. همچنین از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه جهت بررسی اختلاف بین‌گروهی استفاده شد. کلیه محاسبات آماری با نرم افزار SPSS به اجرا درآمد و سطح معنی‌داری آماری $p\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

میانگین و انحراف‌معیار ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در جدول ۲ آورده شده است. یافته‌های آماری در جدول های ۳ و ۴ حاکی از آن است که در هر دو گروه تجربی (۱ و ۲)، فعالیت آنزیم‌های AST و ALP در روزهای ۱، ۴ و ۷ تمرین افزایش معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) پیدا کرده است؛ اما پس از ۲۴ ساعت استراحت، فعالیت آنزیم AST گروه‌های تجربی با کاهش معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) نسبت به روزهای تمرین همراه بوده و به سطح اولیه برگشت.

جدول۲. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

متغیرها / گروه ها	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم/مجذور متر)	اکسیژن مصرفی بیشینه (میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه)
گروه تجربی ۱	۲۰/۱۴±۲/۱۱	۵۷/۶۲±۵/۵۵	۲۱/۳۵±۰/۶۴	۴۲/۲۴±۵/۱۸
گروه تجربی ۲	۲۱/۵۰±۲/۳۲	۵۷/۵۲±۴/۵۹	۲۱/۶۸±۰/۰۸	۴۱/۴۶±۵/۲۳
گروه کنترل	۲۰/۳±۱/۲۶	۵۶/۹۸±۶/۷۹	۲۲/۴۲±۱/۰۲	۳۹/۵۱±۴/۹۴

جدول۳. میانگین و انحراف استاندارد فعالیت آنزیم‌های AST ، ALT و ALP مراحل مختلف مداخله در گروه تجربی ۱ و ۲

متغیر ها	گروه ها	پیش آزمون	روز اول	روز چهارم	روز هفتم	۲۴ساعت بعد از آخرین روز تمرین
AST (واحد در لیتر)	تجربی ۱	۳/۲۸±۰/۴۸	۸/۳۲±۲/۳۴	۸/۱۵±۲/۷۹	۸/۵۰±۳/۰۱	۳/۶۸±۰/۹۷
	تجربی ۲	۳/۳۷ ±۰/۳۸	۱۱/۰۸±۴/۴۴	۱۲/۳۱±۴/۹۰	۱۲/۱۰±۴/۰۲	۴/۸۸±۲/۳۱
	کنترل	۳/۶۳±۰/۱۵	۳/۶۶±۰/۲۵	۴/۶۰±۰/۶۰	۴/۸۰±۰/۷۹	۴/۵۰±۰/۰۸
ALT (واحد در لیتر)	تجربی ۱	۳/۰۷±۰/۱۲	۳/۶۷±۱/۲۷	۴/۱۰±۰/۷۶	۴/۳۷±۱/۱۱	۴/۲۸±۱/۶۰
	تجربی ۲	۳/۲۸±۰/۷۵	۴/۷۳±۰/۶۴	۴/۹۶±۰/۸۸	۵/۳۷±۱/۱۸	۶/۷۱±۱/۳۹
	کنترل	۳/۰۸±۰/۳۷	۳/۰۰±۰/۳۱	۳/۵۸±۰/۷۳	۳/۶۸±۰/۹۶	۴/۴۵±۱/۰۵
ALP (واحد در لیتر)	تجربی ۱	۱۳۸/۲۸±۵/۶۷	۱۵۴/۴۲±۱۲/۷۶	۱۸۹/۲۸±۴۰/۶۵	۱۸۳/۲۸±۱۹/۲۶	۱۵۱/۱۷±۲۴/۸۳
	تجربی ۲	۱۳۵/۵۰±۹/۱۱	۱۷۴/۱۲±۳۴/۷۰	۱۷۹/۸۷±۲۸/۲۴	۱۸۷/۸۷±۳۰/۵۲	۱۶۰/۷۵±۴۲/۶۰
	کنترل	۱۳۱/۶۶±۴/۲۲	۱۳۲/۱۶±۳/۹۲	۱۲۸/۳۳±۴/۶۷	۱۲۸/۱۶±۴/۰۲	۱۳۰/۸۳±۲/۶۳

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر و LSD نشان داد که در مورد فعالیت آنزیم AST در مرحله پیش‌آزمون و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد؛ در حالی که در روزهای اول، چهارم و هفتم؛ بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) دیده شد. در مورد فعالیت آنزیم ALT تنها در مرحله‌پیش‌آزمون بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت؛ در حالی که در سایر مراحل اندازه‌گیری، بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) مشاهده گردید. همچنین میزان تغییرات فعالیت ALP در مقایسه مرحله پیش‌آزمون با ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری دیده شد؛ در حالی که در روزهای اول، چهارم و هفتم بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بدست نیامد (جدول ۴).

1. Least significant difference

جدول ۴. نتایج آزمون تعقیبی LSD در مورد مقایسه تغییرات فعالیت آنزیم های AST، ALT و ALP در مراحل مختلف

مراحل مقایسه		آماره ها	AST			ALT			ALP		
			اختلاف میانگین	انحراف استاندارد	p	اختلاف میانگین	خطای استاندارد	p	اختلاف میانگین	خطای استاندارد	p
گروه تجربی ۱	پیش آزمون	پس آزمون ۱ (روز اول)	-۵/۰۴*	۰/۹۰	۰/۰۰۱	۰/۶۰	۰/۴۸	۰/۲۶	-۱۷/۲۸*	۴/۶۸	۰/۰۱
		پس آزمون ۲ (روز چهارم)	-۴/۷۸*	۰/۹۷	۰/۰۰۲	-۱/۰۳*	۰/۲۹	۰/۰۱	-۴۴/۵۷*	۱۱/۱۵	۰/۰۰۷
		پس آزمون ۳ (روز هفتم)	-۵/۲۱*	۱/۰۴	۰/۰۰۲	-۱/۳۰*	۰/۴۳	۰/۰۲	-۴۵/۰۰*	۶/۳۷	۰/۰۰۰۱
		پس آزمون ۴ (۲۴ساعت بعد از روز آخر)	۰/۴۰	۰/۵۱	۰/۴۶	-۱/۲۱	۰/۶۱	۰/۰۹	-۱۳/۴۲	۸/۹۷	۰/۱۸
	پس آزمون ۱	پس آزمون ۲ (روز چهارم)	۰/۱۷	۰/۰۶	۰/۸۷	-۰/۴۳	۰/۲۴	۰/۱۳	-۲۷/۲۸	۱۱/۲۰	۰/۰۵
		پس آزمون ۳ (روز هفتم)	-۰/۱۷	۰/۹۹	۰/۸۶	-۰/۷۰	۰/۳۹	۰/۱۳	-۲۷/۷۱*	۶/۷۳	۰/۰۰۶
		پس آزمون ۴ (۲۴ساعت بعد از روز آخر)	۴/۶۴*	۱/۰۳	۰/۰۰۴	-۰/۶۱	۰/۵۰	۰/۲۶	۳/۸۵	۱۰/۵۲	۰/۷۲
	پس آزمون ۲	پس آزمون ۳ (روز هفتم)	-۰/۳۴	۰/۲۵	۰/۲۳	-۰/۲۷	۰/۳۰	۰/۴۰	-۰/۴۲	۵/۷۶	۰/۹۴
		پس آزمون ۴ (۲۴ساعت بعد از روز آخر)	۴/۴۷*	۱/۱۲	۰/۰۰۷	-۰/۱۸	۰/۵۸	۰/۷۶	۳۱/۱۴*	۵/۳۶	۰/۰۰۱
	پس آزمون ۳	پس آزمون ۴ (۲۴ساعت بعد از روز آخر)	۴/۸۱*	۱/۲۳	۰/۰۰۸	۰/۰۸	۰/۶۵	۰/۹۰	۳۱/۵۷*	۵/۲۵	۰/۰۰۱
گروه تجربی ۲	پیش آزمون	پس آزمون۱ (روز اول)	-۷/۷۱*	۱/۵۳	۰/۰۰۲	-۱/۴۵*	۰/۳۷	۰/۰۰۶	-۳۸/۶۲*	۱۳/۸۲	۰/۰۲
		پس آزمون ۲ (روز چهارم)	-۸/۹۳*	۱/۶۷	۰/۰۰۱	-۱/۶۷*	۰/۴۰	۰/۰۰۵	-۴۴/۳۷*	۱۱/۴۵	۰/۰۰۶
		پس آزمون ۳ (روز هفتم)	-۸/۷۲*	۱/۴۰	۰/۰۰۰۱	-۲/۰۸*	۰/۴۴	۰/۰۰۲	-۵۲/۳۷*	۱۲/۰۷	۰/۰۰۳
		پس آزمون ۴ (۲۴ساعت بعد از روز آخر)	-۱/۵۱	۰/۷۶	۰/۰۸	-۳/۴۲*	۰/۳۸	۰/۰۰۰۱	-۲۵/۲۵	۱۷/۰۲	۰/۱۸
	پس آزمون ۱	پس آزمون ۲ (روز چهارم)	-۱/۲۲*	۰/۳۸	۰/۰۱	-۰/۲۲	۰/۱۹	۰/۲۸	-۵/۷۵	۳/۷۲	۰/۱۶
		پس آزمون۳ (روز هفتم)	-۱/۰۱*	۰/۴۰	۰/۰۳	-۰/۶۳	۰/۳۳	۰/۰۹	-۱۳/۷۵*	۲/۲۹	۰/۰۰۱
		پس آزمون ۴ (۲۴ساعت بعد از روز آخر)	۶/۲۰*	۱/۱۴	۰/۰۰۱	-۱/۹۷*	۰/۴۷	۰/۰۰۴	۱۳/۳۷	۱۰/۶۵	۰/۲۵
	پس آزمون ۲	پس آزمون ۳ (روز هفتم)	۰/۲۱	۰/۵۵	۰/۷۱	-۰/۴۱	۰/۱۹	۰/۰۷۷	-۸/۰۰*	۲/۷۰	۰/۰۲
		پس آزمون ۴ (۲۴ساعت بعد از روز آخر)	۷/۴۲*	۱/۳۲	۰/۰۰۱	-۱/۷۵*	۰/۴۱	۰/۰۰۴	۱۹/۱۲	۱۱/۳۷	۰/۱۳
	پس آزمون ۳	پس آزمون ۴ (۲۴ساعت بعد از روز آخر)	۷/۲۱*	۱/۰۷	۰/۰۰۰۱	-۱/۳۳*	۰/۲۷	۰/۰۰۲	۲۷/۱۲*	۱۱/۳۷	۰/۰۴

*نشانه تفاوت معنی دار بین مراحل مختلف اندازه گیری در سطح p≤۰/۰۵.

بر اساس اطلاعات جدول ۴، فعالیت آنزیم AST در پیش آزمون گروه تجربی ۱ تفاوت معنی‌داری با روزهای اول، چهارم و هفتم؛ روز اول و هفتم، و روز چهارم و هفتم با ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین دارد. در حالی که بین مقادیر پیش‌آزمون با ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، روز اول با روزهای چهارم و هفتم، و روز چهارم با روز هفتم؛ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در این گروه، مقادیر پیش آزمون فعالیت آنزیم ALT تفاوت معنی‌داری با روزهای چهارم و هفتم برنامه تمرین داشت؛ در حالی بین پیش‌آزمون با روز اول تمرینات و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین؛ روز اول با روزهای چهارم، هفتم و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، روز چهارم با روز هفتم و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین؛ و روز هفتم با ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین؛ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین فعالیت فعالیت آنزیم ALP در پیش آزمون تفاوت معنی‌داری با روز اول با روز هفتم، روز چهارم و روز هفتم با ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین داشت؛ این در حالی است که بین مقادیر پیش‌آزمون با ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، روز اول و روز چهارم با ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، و روز چهارم با روز هفتم تمرین؛ تفاوت معنی داری دیده نشد.

همچنین در گروه تجربی ۲ تغییرات فعالیت آنزیم AST، تفاوت معنی‌داری را در مقایسه پیش‌آزمون با روز اول، چهارم و هفتم؛ روز اول با روزهای چهارم و هفتم و ۲۴ ساعت پس از اتمام تمرینات؛ روز چهارم و روز هفتم با ۲۴ با ساعت پس از اتمام تمرینات داشت؛ در حالی که بین مقادیر پیش‌آزمون آنزیم AST با ۲۴ با ساعت پس از آخرین جلسه تمرین و روز چهارم با روز هفتم تفاوت معنی‌دار نبود. در مورد فعالیت آنزیم ALT، تفاوت معنی‌داری در مقایسه مقادیر پیش آزمون با سایر مراحل اجرای مطالعه، روز اول و روز چهارم و روز هفتم با ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین وجود داشت، در حالی که بین روز اول با روز چهارم و روز هفتم، روز چهارم با روز هفتم تفاوت معنی‌داری بدست نیامد. در نهایت، در گروه تجربی ۲ مقادیر پیش‌آزمون آنزیم ALP بین روز اول و روز چهارم با روز هفتم تفاوت معنی‌داری داشت، در حالی که بین پیش‌آزمون، روز اول، روز چهارم و روز هفتم با ۲۴ ساعت پس از اتمام تمرینات، و همچنین روز اول با روز چهارم تفاوت معنی داری دیده نشد (جدول ۴).

بحث

نتایج تحقیق حاضر با تاکید بر تعداد جلسات و مدت زمان دویدن در گروه‌های تمرینی طی یک میکروسیکل هفتگی، مبین آزاد شدن آنزیم‌های استرس عضلانی و کبدی با توجه به فشار تمرینی است. یافته ها حاکی از آن است که در هر دو گروه تجربی، فعالیت AST و ALP در روزهای ۱، ۴ و ۷ تمرین افزایش یافت، اما پس از ۲۴ ساعت استراحت مقادیر AST گروه‌های تجربی بیش از ۱۰۰ درصد و مقادیر ALP آن‌ها بیش از ۱۶ درصد نسبت به روزهای تمرینی، کاهش پیدا کرد. میزان افزایش فعالیت آنزیم AST در گروه تجربی ۱ و ۲ در روزهای تمرین، به ترتیب حدود ۶۰ و ۷۰ درصد نسبت به مقادیر پایه بود. درحالی‌که فعالیت آنزیم ALT در روزهای تمرین و حتی ۲۴ ساعت بعد، سیر صعودی را نشان داد و این روند تغییر افزایشی به ویژه در گروه تجربی ۲ بارزتر بود، به نحوی که در مقایسه آخرین مرحله خون‌گیری با روز هفتم تمرینات، حدود ۱۹ درصد افزایش داشت.

وجود آنزیم AST در سرم و سایر مایعات بدن (مایع مغزی و مایع مفاصل)، نشانه تخریب بافتی است (پادالینو[1] و دیگران، ۲۰۰۷). در تحقیق حاضر میزان آنزیم AST حتی بلافاصله پس از اولین جلسه تمرینی، در هر دو گروه افزایش یافت و این افزایش در گروه تمرینی با تکرار دو جلسه در روز مشهودتر بود (۲/۵ در مقابل ۳/۵ برابر). میزان AST تا روز هفتم افزایش یافت، اما پس ۲۴ ساعت به مقادیر پایه نزدیک شد. از این یافته ها چنین برداشت می شود که ۲۴ ساعت زمان کافی جهت بازیافت و رسیدن AST به شرایط ایده‌ال محسوب می شود و از آن‌جا که بین دو گروه تجربی ۱ و ۲ پس از ۲۴ ساعت تفاوت معنی‌دار نبود، می‌توان گفت رسیدن به سطح پایه AST به تعداد جلسات تمرینی و همچنین میزان افزایش اولیه بستگی ندارد. این در

1. Padalino

حالی است که نتایج ماتسوسه[1] و دیگران (۲۰۰۶) حاکی از عدم تفاوت معنی‌دار مقادیر AST بعد از انجام یک جلسه فعالیت‌بدنی بوده است. با توجه به این‌که در مطالعه یاده شده برخلاف تحقیق حاضر، نوع تمرین فزآینده نبود، می توان علت این ناهمسویی را تفاوت در نوع تمرین نسبت داد.

بر اساس یافته‌های پیشین می‌توان گفت که آسیب سلول‌های کبدی عامل آزاد شدن آنزیم ALT به داخل گردش خون است (ایکون و دیگران، ۲۰۱۷). پیش از این در تحقیقی که توسط فراجاکو و دیگران (۲۰۱۲) انجام شده، گزارش گردید که تمرین شدید مقاومتی (۱۰ تکرار بیشنه، ۳۰ ثانیه استراحت، ۵ روز در هفته، در طول ۵ هفته) بر سطوح آنزیم ALT تاثیر معنی‌داری ندارد. همچنین سطوح آنزیم‌های کبدی در ورزش هوازی حاد در زنان غیرفعال در یک تحقیق بررسی و مشاهده شد که سطح AST و ALP به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد، اما تغییرات معنی‌داری در سطح آنزیم ALT بوجود نمی آید (نظری و دیگران، ۲۰۱۴). مطالعه حاضر ضمن رد این نتایج نشان داد که اگر چه انجام یک جلسه تمرین فزآینده در روز، بلافاصله بعد اولین روز تمرین، تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر ALT ندارد، اما پس از یک هفته تمرین، این آنزیم تا ۱/۵ برابر افزایش می یابد، یعنی تغییری که تا ۲۴ ساعت پس از پایان جلسات تمرین نیز ادامه می یابد. به علاوه، انجام ۲ جلسه تمرین در روز بر میزان تغییرات این آنزیم چشمگیرتر بود و موجب افزایش معنی‌دار حتی بلافاصله پس از تمرین شد؛ افزایشی که ۲۴ ساعت پس از پایان جلسات به دو برابر رسید. مشابه با تحقیق حاضر در تحقیقی که توسط پال و دیگران (۲۰۱۷) انجام شد، میزان فعالیت آنزیم های ALT و AST به طور معنی‌داری بلافاصه بعد از ورزش فزآینده با شدت بالا افزایش یافت، پال و دیگران (۲۰۱۷) چنین نتیجه‌گیری کردند که ورزش با شدت بالا، موجب استرس اکسیداتیو[2] شدید و افزایش شاخص‌های آسیب عضلانی اسکلتی در دختران و پسران پس از بلوغ می‌شود. از سوی دیگر، گرچه ۴۸ ساعت قبل از شروع برنامه تمرینی در میزان آنزیم ALT بین دو گروه تجربی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، اما در سایر مراحل خون‌گیری مقادیر ALT در گروه تجربی ۲ به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه تجربی ۱ بود، وضعیتی که نشان‌دهنده تاثیر بیشتر دو جلسه تمرین در روز نسبت به یک جلسه تمرین است. در توجیه این مطلب بر اساس نتایج سوزکی[3] و دیگران (۲۰۰۶) می‌توان گفت که مدت تمرین، یکی از عوامل موثر بر آزاد شدن این آنزیم است؛ و هرچه مدت زمان بازیافت کم‌تری در نظر گرفته شود، میزان آنزیم ALT بیشتر افزایش پیدا می کند. بر همین اساس انجام دو جلسه تمرین فزآینده در روز به علت آسیب‌های احتمالی توصیه نمی‌شود.

آنزیم ALP شاخصی برای سنجش بیماری‌های کبدی و استخوانی است (میردار و دیگران، ۲۰۱۱). در تحقیق حاضر میزان آنزیم ALP در گروه تجربی های با ۱ جلسه و ۲ جلسه تمرین روزانه، پس از جلسه اول تمرین، به ترتیب ۱۱/۶ و ۲۸/۵ درصد افزایش یافت و این افزایش به طور فزآینده در روزهای چهارم و هفتم نیز ادامه یافت. میزان فعالیت ALP پس از ۲۴ ساعت اگرچه نسبت به مقادیر پایه بالاتر بود، اما این تفاوت معنی‌دار نبود. همچنین بین مقادیر ALP در دو گروه تجربی پس از ۲۴ ساعت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد؛ این بدان معناست که ۲۴ ساعت زمان مناسبی برای بازیافت بدن و رسیدن به مقادیر پایه ALP حتی در صورت انجام دو جلسه تمرین در روز، فراهم می کند. در تایید تحقیق حاضر، قربانی و گائینی (۲۰۱۳) به بررسی تأثیر تمرینات شدید بر سطح آنزیم‌های کبدی در بازیکنان فوتبال پرداخته و افزایش معنی‌داری در غلظت AST و ALP را نشان داده اند. در توجیه افزایشALP بعد از تمرینات، می‌توان گفت که تولید انرژی به شیوه اکسیداتیو (هوازی) و استفاده طولانی مدت متابولیت‌های تولید انرژی، مانند آمینواسیدها و چربی‌ها؛ موجب بالا رفتن این آنزیم در طی فعالیت‌بدنی بلند مدت می‌شود (میردار و دیگران، ۲۰۱۱). در تحقیقی مشابه تحقیق حاضر، میردار و دیگران (۲۰۰۸) نشان داده اند که غلظت AST ورزشکاران زن، بلافاصله بعد از یک جلسه تمرین فزآینده در روز، طی ۷ روز افزایش می یابد و پس از ۲۴ ساعت استراحت، کاهش چشمگیری پیدا می کند. در تحقیق میردار و دیگران (۲۰۰۸)

1. Matsuse
2. Oxidative stress
3. Suzuki

میزان ALT به جز در اولین روز تمرین، در روزهای چهارم و هفتم تمرین افزایش معنی‌داری یافت. مقادیر آنزیم ALP نیز در روزهای اول، چهارم و هفتم تمرین افزایش پیدا کرد. در مطالعه یاد شده، غلظت ALP دو روز پس از تمرین به سطوح پایه خود رسید. نتایج این مطالعه با نتایج تحقیق حاضر در گروه تجربی ۱ هم‌خوانی دارد. شباهت برنامه تمرینی این تحقیق از نظر شدت و حجم تمرین با گروه تجربی ۱ در مطالعه حاضر می‌تواند دلیل این تشابه باشد. در تحقیق حاضر، در گروه تجربی ۲ میزان آنزیم ALT برخلاف بررسی میردار و دیگران (۲۰۰۸) بلافاصله پس از تمرین افزایش داشت و به نظر می‌رسد مدت بیشتر تمرین در این گروه عامل این اختلاف باشد. با توجه به تکرار ۲ بار در روز تمرین فزآینده درمانده‌ساز بدون توجه به زمان بازسازی مناسب با حجم تمرین در گروه تجربی ۲ در مطالعه حاضر، افزایش این آنزیم به عنوان شاخص آسیب عضلانی و کبدی، حتی بلافاصله پس از اولین روز تمرین، می‌تواند نشانه یک وضعیت خاص و چالشی برای این روش تمرینی باشد.

علاوه بر موارد فوق، از مقایسه نتایج گروه‌های تجربی ۱ و ۲ چنین استنباط می شود که دو جلسه تمرین فزآینده به طور معنی‌داری بیشتر از یک جلسه تمرین روزانه، بر فعالیت آنزیم‌های AST، ALP و ALT در روزهای اول، چهارم و هفتم تمرین تاثیر دارد؛ در حالی که پس از ۲۴ ساعت این تفاوت ها از بین رفته و مقادیر آنزیم‌ها در هر دو گروه تمرینی به میزان پایه نزدیک می شود. با توجه افزایش معنی‌دار آنزیم‌های کبدی پس از دو جلسه تمرین روزانه (نسبت به یک جلسه تمرین)، ورزشکارانی که جلسات متعدد تمرین در روز را در برنامه خود دارند، باید به اختصاص زمان بازیافت مناسب، توجه داشته باشند. بالا بودن فعالیت آنزیم‌های AST، ALP و ALT سرم می‌تواند نشانه‌ای از آسیب‌های کبدی باشد (سوزوکی و دیگران، ۲۰۰۶)، ضمن آن که می‌توان افزایش آنزیم AST را به آسیب میوفیبریل‌های تار عضلانی نسبت داد (ایکون و دیگران، ۲۰۱۷). در تحقیق حاضر افزایش این آنزیم‌ها نشان‌دهنده ارتباط مستقیم استرس کبدی و عضلانی با اضافه بار تمرینی است که ممکن است در صورت عدم بازیافت مناسب، به وضعیت حادتری منجر شود (نظری و دیگران، ۲۰۱۴). به نظر می‌رسد افزایش آنزیم‌ها ناشی از پاره شدن سارکومرهای ضعیف‌تر باشد. در واقع، افزایش در سطوح این آنزیم‌ها می‌تواند به علت تراوش این آنزیم از بافت‌های آسیب‌دیده یا افزایش سنتز آنزیم توسط کبد باشد؛ در نتیجه افزیش سطح آنزیم‌های AST و ALT می‌تواند به عنوان نشانگر آسیب سلولی، پلاسمای خون و یا تخریب پروتئین در نظر گرفته شود (آددایو[1] و دیگران، ۲۰۰۹).

بر طبق یافته های موجود، فعالیت بدنی موجب تغییرات متابولیکی و بیوشیمیایی مرتبط با تولید انرژی در طول تمرین و آماده‌سازی قبل از رقابت می‌گردد و می‌بایست با توجه به شدت و حجم تمرین و نیز جنسیت آزمودنی‌ها، زمان بازسازی مناسب را در نظر گرفت. می‌توان گفت تفاوت در تعداد جلسات تمرینی، تأثیر قابل توجهی بر شاخص‌های آسیب کبدی و عضلانی و نیز افزایش فعالیت سلول‌های استخوانی دارد، بنابراین بالا بودن فعالیت آنزیم‌ها در طول تمرین را می‌توان با تغییر در نفوذپذیری غشاء عضله، تخلیه گلیکوژن عضله، پراکسیداسیون لیپیدی غشاء سلول و آسیب سلولی ناشی از فرآیندهای مکانیکی؛ مرتبط دانست (ماتسوسه و دیگران، ۲۰۰۶). از سوی دیگر، با توجه به نقش ALT در روند به کارگیری پروتئین و گلوکونئوژنز[2] به عنوان سوبسترای انرژی، تداوم ۲ جلسه تمرین فزآینده درمانده‌ساز در روز برای ورزشکاران ممکن است منجر به آسیب سلول‌های کبدی، عضلانی و اسکلتی شود. علاوه بر این، تشدید اضافه‌بار تمرینی ممکن است با کاهش سنتز آن در کبد و بافت‌های عضلانی، منجر به سایر علائم بیش‌تمرینی توأم با کاهش عملکرد در ورزشکاران گردد (نظری و دیگران، ۲۰۱۴). از این رو، اتخاذ راهکارهایی به منظور به حداقل رساندن آسیب‌های فوق و نیز امکان جبران و تامین سوبستراهای انرژی ضروری به نظر می‌رسد.

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌های مطالعه حاضر، فعالیت ورزشی درمانده‌ساز با میانگین مدت ۲۳ دقیقه در هر روز، افزایش مقادیر آنزیم‌های ALT، AST و ALP را به دنبال دارد؛ افزایشی می‌تواند

1. Adedapo
2. Gluconeogenesis

نشانه آسیب سلول‌های عضله، کبد یا قلب باشد. مقایسه ۱ جلسه یا ۲ جلسه تمرین در روز نشان داد که افزایش تعداد جلسات تمرین برای ورزشکارانی با این سطح آمادگی، علاوه بر تاثیر بر عملکرد آنان، با مخاطراتی برای سلول‌های سایر اندام‌ها به ویژه عضلات، همراه است. با توجه به نقش بازیافت در آسیب‌های کبدی، به نظر می‌رسد با در نظر گرفتن زمان استراحت کافی، بتوان ضمن جلوگیری از بروز آسیب‌های عضلانی و کبدی، به بهبود روند سازگاری کمک کرد. بنابراین به مربیان و ورزشکاران توصیه می‌شود که برنامه‌های تمرینی را به نحوی برنامه‌ریزی و اجرا کنند که با تنظیم مناسب دوره بازیافت و جلوگیری از عوارض ناشی از بیش‌تمرینی، از صدمات عضلانی و کبدی پیشگیری کرده و به ورزشکار کمک کنند تا از آسیب‌های احتمالی ورزش در امان بمانند. این تدابیر ضمن افزایش عمر قهرمانی ورزشکاران، به حفظ سلامتی توام با کاهش هزینه‌های درمان آنان کمک می‌کند.

قدردانی و تشکر

نویسندگان این مقاله برخود لازم می‌دانند از زحمات تمامی دانشجویان محترمی که نهایت همکاری را در اجرای این پژوهش داشته‌اند، تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

Adedapo, K. S., Akinosun, O. M., Odegbemi, B. O., Arinola, O. G., & Adedeji, O. I. (2009). Plasma biochemical changes during moderate and vigorous exercises. *International Journal of Sports Science Engineering, 3***(2), 073-076.**

Banfi, G., Colombini, A., Lombardi, G., & Lubkowska, A. (2012). Metabolic markers in sports medicine. *Advances in Clinical Chemistry, 56***, 1-54.**

Bijeh, N., Rashidlamir, A., & Hejazi, K. (2013). The effect of eight weeks swimming training on hepatic enzymes and hematological values in young female. *International Journal of Basic Sciences & Applied Research, 2***(1), 123-128.**

Christopher, J. (2000). *Physiological Tests for Elite Athletes, Australian Sports Commission***. Human Kinetics.**

Ekun, O. A., Emiabata, A. F., Abiodun, O. C., Ogidi, N. O., Adefolaju, F. O., & Ekun, O. O. (2017). Effects of football sporting activity on renal and liver functions among young undergraduate students of a nigerian tertiary institution. *BMJ Open Sport Exercise Medicine, 3***(1), e000223.**

Frajacomo, F. T. T., Demarzo, M. M. P., Fernandes, C. R., Martinello, F., Bachur, J. A., Uyemura, S. A., … & Garcia, S. B. (2012). The effects of high-intensity resistance exercise on the blood lipid profile and liver function in hypercholesterolemic hamsters. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 37***(3), 448-454.**

Georgakouli, K., Manthou, E., Fatouros, I. G., Deli, C. K., Spandidos, D. A., Tsatsakis, A. M., … & Jamurtas, A. Z. (2015). Effects of acute exercise on liver function and blood redox status in heavy drinkers. *Experimental and Therapeutic Medicine, 10***(6). 2015-2022.**

Ghorbani, P., & Gaeini, A. A. (2013). The effect of one bout high intensity interval training on liver enzymes level in elite soccer players. *Global Journal of Science, Engineering and Technology, 5,* **192-202.**

Goodarzi, A., BambaeiChi, E., & Rahnama, N. (2015). The effect of a futsal match on some biochemical markers of muscle damage. *Journal of Sport Bioscience, 7***(1), 1-10. [Persian]**

Jafari, H. (2014). The effects of repeated sessions of exercise on immune cells and cortisol infemale athletes. *Journal of Basic Research in Medical Sciences, 1***(2), 30-35. [Persian]**

Kaki, A., & Galedari, M. (2017). The effect of 12 weeks high intensity interval training and resistance training on liver fat, liver enzymes and insulin resistance in men with nonalcoholic fatty liver. *Jundishapur Scientific Medical Journal, 16* **(5), 493-503. [Persian]**

Kawano, M., Shono, N., Yoshimura, T., Yamaguchi, M., Hirano, T., & Hisatomi, A. (2009). Improved cardio-respiratory fitness correlates with changes in the number and size of small dense LDL: randomized controlled trial with exercise training and dietary instruction. *Internal Medicine, 48***(1), 25-32.**

Kratz, A., Lewandrowski, K. B., Siegel, A. J., Chun, K. Y., Flood, J. G., Van Cott, E. M., & Lee-Lewandrowski, E. (2002). Effect of marathon running on hematologic and biochemical laboratory parameters, including cardiac markers. *American Journal of Clinical Pathology, 118***(6), 856-863.**

Masoodsinaki, H., Nazarali, P., & Hanachi, P. (2014). Evaluation and impact of omega-3 supplementation with a period of selective aerobic exercise on liver enzymes (AST-ALT) of active student girls. *Bimonthly Journal of Hormozgan University of Medical Sciences, 18***(3), 234-226, (3). [Persian]**

Matsuse, H., Shiba, N., Umezu, Y., Nago, T., Maeda, T., Tagawa, Y., ... & Basford, J. R. (2006). Effects of a hybrid exercise on the activities of myogenic enzymes in plasma. *The Kurume Medical Journal, 53***(3+ 4), 47-51.**

Mirdar, S., Nobahar, M., Safiri, H., & Sadegh-Pour, B. (2008). The effect of one progressive session exercise in week on some of hepatic enzymes in active females. *Research on Sport Sciences, 6***(18), 141-156. [Persian]**

Mirdar, S., Raisi, M., & Nobahar, M. (2011). The effect of two-peak exercise training program on some of hepatic stress indexes in active girls. *Journal of Exercise Physiology and Metabolism, 1***(1), 11-22. [Persian]**

Nazari, Y., Mohamadimofrad, A., Nazari, A., Jamshidi, R., & Asjodi, F. (2014). Response of liver enzymes to acute aerobic exercise in sedentary human subjects. *New York Science Journal, 7***(4), 89-92.**

Padalino, B., Rubino, G., Centoducati, P., & Petazzi, F. (2007). Training versus overtraining: evaluation of two protocols. *Journal of Equine Veterinary Science, 27***(1), 28-31.**

Pal, S., Chaki, B., Chattopadhyay, S., & Bandyopadhyay, A. (2017). High intensity exercise induced oxidative stress and skeletal muscle damage in post-pubertal boys and girls: A comparative study. *Journal of Strength and Conditioning Research, 32***(4), 1045-1052.**

Sarma, S., & Levine, B. D. (2016). Beyond the Bruce protocol: advanced exercise testing for the sports cardiologist. *Cardiology Clinics, 34***(4), 603-608.**

Suzuki, K., Peake, J., Nosaka, K., Okutsu, M., Abbiss, C. R., Surriano, R., ... & Laursen, P. B. (2006). Changes in markers of muscle damage, inflammation and HSP70 after an ironman triathlon race. *European Journal of Applied Physiology, 98***(6), 525-534.**

Wu, H. J., Chen, K. T., Shee, B. W., Chang, H. C., Huang, Y. J., & Yang, R. S. (2004). Effects of 24 h ultra-marathon on biochemical and hematological parameters. *World Journal of Gastroenterology: WJG, 10***(18), 2711.**