

تأثیر یک جلسه تمرین فزاینده درمانده ساز در روز به مدت یک هفته بر برخی آنزیم‌های کبدی دختران

دکتر شاد مهر میردار^۱، معصومه نوبهار^۲، دکتر حمید سفیری^۳، دکتر بهرام صادق پور^۴

۱. استادیار دانشگاه مازندران

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد تربیت بدنی دانشگاه مازندران

۳. دکترای علوم آزمایشگاهی

تاریخ دریافت مقاله: ۸۶/۴/۱۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۶/۷/۴

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر یک جلسه تمرین فزاینده در روز، به مدت یک هفته، بر برخی آنزیم‌های کبدی شامل آسپاراتات آمینوترانسفراز (AST)، آلانین آمینوترانسفراز (ALT)، آلکالین فسفاتاز (ALP) در دختران فعال بود. بدین منظور ۱۳ داوطلب، از بین دانشجویان دختر رشته تربیت بدنی که حداقل سه جلسه تمرین در هفته داشتند، با اکسیژن مصرفی بیشینه $41/07 \pm 11/5$ میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه که از لحاظ جسمی و روحی در سلامت کامل بودند، در این آزمون شرکت کردند. سپس آزمودنی‌ها به طور تصادفی به دو گروه کنترل (۶ نفر) و تجربی (۷ نفر) تقسیم شدند. خون‌گیری از آزمودنی‌ها ۲۴ ساعت قبل از تمرین و در روزهای ۱، ۴ و ۷ تمرین و ۲۴ ساعت پس از پایان آخرین جلسه تمرینی انجام شد. یافته‌های پژوهش با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر^۱ (ANOVA) و آزمون t مستقل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. حداقل سطح معنی‌داری برای این تحقیق ($P < 0/05$) تعیین شد.

نتایج تحقیق حاکی از آن بود که مقادیر AST بعد از روزهای ۱، ۴ و ۷ تمرین، افزایش معنی‌داری ($P \leq 0/005$) یافت و پس از ۲۳ ساعت استراحت، کاهش چشمگیری ($P \leq 0/005$) داشت. همچنین مقادیر ALT، به جز اولین روز تمرین، در روزهای چهارم و هفتم تمرین افزایش معنی‌داری ($P \leq 0/01$ و $P \leq 0/05$) یافت. مقادیر ALP نیز در اولین، چهارمین و هفتمین روز تمرین، افزایش معنی‌داری ($P \leq 0/01$ ، $P \leq 0/01$ و $P \leq 0/001$) یافت و پس از باز یافت ۲۴ ساعته، کاهش معنی‌داری ($P \leq 0/001$) نشان داده شد.

1. Repeated measure

با توجه به اثر تمرینات فزاینده در افزایش رهاسازی آنزیم‌های کبدی که ممکن است با عدم بازیافت مناسب به حالت حادثی برسد. لذا پیشنهاد می‌شود ۲۴ ساعت، زمان مناسبی برای بازیافت و جبران نیازهای سلولی و زیر سلولی با توجه به شدت تمرین نمی‌باشد.

کلید واژه‌های فارسی: کبد، اسپاراتات آمینوترانسفراز، آلانین آمینوترانسفراز، آکالین فسفاتاز، تمرین فزاینده

مقدمه

افزایش تمرین با افزایش حجم یا شدت تمرین صورت می‌گیرد. در تحقیقاتی که برای ایجاد پرتمرینی و یا بیش تمرینی انجام می‌گیرد، یک یا هر دو این عوامل افزایش می‌یابد (۱). بررسی‌ها نشان می‌دهد ورزشکاران و مربیان، علاقه‌مند به انجام تمرینات متوالی و شدید هستند بدون آنکه در تنظیم بازیافت مناسب دقت کنند. به علاوه نسبت به بروز آسیب‌ها و آزاد شدن آنزیم‌های مختلف ناشی از بیش تمرینی که نشان دهنده تغییرات مهمی در داخل بدن است، توجه ندارند (۱). از سوی دیگر، انجام فعالیت‌های ورزشی بر اندام‌های داخلی بدن مانند کبد، کلیه و مغز تأثیرگذار است. کبد بزرگترین عضو داخلی بدن محسوب می‌شود و در فرد بالغ با اندام متوسط حدود دو درصد وزن کل بدن را تشکیل می‌دهد (۴). کبد نقش مهمی در متابولیسم کربوهیدرات، چربی و پروتئین، به ویژه در هنگام ورزش، دارد. همچنین اعمال مختلفی مانند پالایش و ذخیره سازی خون، متابولیسم هورمون‌ها، تولید آنزیم و صفرا، ذخیره سازی ویتامین‌ها، آهن و تولید فاکتورهای انعقادی را بر عهده دارد (۲). از سوی دیگر کبد دارای اهمیت حیاتی در ترکیبات واسطه‌ای متابولیسم، سم‌زدایی و حذف مواد سمی است (۳، ۴).

برخی پژوهش‌ها تأثیر ورزش بر کبد را مورد بررسی قرار داده‌اند (۸-۵). کبد در تعامل ویژگی‌های هورمونی و متابولیکی، با استفاده از آنزیم‌های مختلف، هنگام استراحت، تمرین و بازسازی منابع انرژی در مرحله بازیافت فعالیت‌های ورزشی از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است به همین دلیل، بررسی و مطالعه این اندام هنگام فعالیت‌های ورزشی از اهمیت انکارناپذیری برخوردار است (۹). در عین حال به دلیل ظرفیت ذخیره‌ای قابل ملاحظه کبد، صدمه به این عضو ممکن است بر روی فعالیت آن تأثیر قابل ملاحظه‌ای داشته باشد (۳).

مطالعات نشان می‌دهد نتایج حاصل از تمرینات ورزشی نه تنها تحت تأثیر وضعیت کبد رخ می‌دهند، بلکه تحت تأثیر وضعیت سایر ارگان‌ها و کل بدن شخص نیز هستند (۱۰، ۱۱). پژوهش‌ها نشان دادند که بهترین شاخص‌ها برای ارزیابی وضعیت کبد، آسپاراتات آمینوترانسفراز^۱ (AST)، آلانین آمینوترانسفراز^۲ (ALT) و آلکالین فسفاتاز^۳ (ALP) می‌باشند (۱۶، ۱۸، ۵، ۹، ۱۵-۱۲). بررسی‌ها نشان می‌دهند که AST (به ترتیب غلظت) در کبد، قلب، عضله، کلیه، مغز، لوزالمعده، ریه، گویچه‌های سفید خون و اریتروسیت‌ها (۱۲-۱۰، ۱۵، ۱۸)، ALT در کبد و کلیه و به مقدار کمتر در قلب و عضله (۱۲-۱۰، ۱۵، ۱۸) و ALP در کلیه، کبد، استخوان (۱۲-۱۰، ۱۵) جفت، روده کوچک، و لکوسیتها (۳، ۱۵) یافت می‌شوند.

آمینوترانسفرازها، عامل آمین اسیدهای آمینه را بر روی اسیدهای آلفای ستونی منتقل می‌سازند. آسپاراتات آمینوترانسفراز، عامل اسید گلوتامیک را روی اکسالواتات منتقل ساخته و تولید آلفا ستوگلو تاریک و اسید آسپارتیک می‌کند. آلانین آمینوترانسفراز، عامل آمین اسید پیرویک را منتقل ساخته، و منجر به تولید آلانین و اسید آلفاستوگلو تاریک می‌شود. هر دو این واکنش‌ها برگشت پذیرند. آنزیم آلکالین فسفاتاز، واکنش انتقال یک گروه فسفات از یک ماده اولیه دارای فسفات به یک ترکیب گیرنده که واحد حداقل یک گروه (OH) باشد را کاتالیز می‌نماید (۲).

فعالیت آنزیم‌های کبدی پلاسما، تحت تأثیر فعالیت‌های ورزشی، تشدید می‌شود که با توجه به مدت، شدت، نوع و شیوه تمرین تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۵، ۸، ۱۹). فعالیت بدنی، به ویژه اگر شدید و طولانی باشد، بر فعالیت آنزیم‌ها تأثیر قابل ملاحظه‌ای دارد (۵، ۷). مطالعات انجام شده در این زمینه نشان می‌دهد فعالیت‌های آنزیمی سرم در حین تمرین افزایش می‌یابد. یکی از این پژوهش‌ها حاکی است فعالیت آلدولاز سرم و AST در افرادی که فقط پنج دقیقه روی نوار گردان راه رفتند، افزایش یافت (۲۰). در تحقیق دیگری بعد از یک دوره رقابت‌های بوکس، مقادیر ALT و AST در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل،

1. Aspartate aminotransferase
2. Alanine aminotransferase
3. Alkaline phosphatase

۲ تا ۲/۵ برابر افزایش نشان داد (۸). نوآکس و کارتر^۱ (۱۹۸۲) پارامترهای بیوشیمیایی ۲۳ ورزشکار شرکت کننده در مسابقه ۵۷ کیلومتر دویدن را مورد مطالعه قرار دادند. ۱۸ ورزشکار قبلاً "مسافت شرکت در مسابقات ماراتون را تجربه نکرده بودند. بعد از مسابقه، علی‌رغم سرعت کم دوندگان مبتدی، افزایش بیشتری در ALT، AST، ALP آنان در مقایسه با افراد مجرب مشاهده شد، هر چند این تفاوت معنی دار نبود (۶).

هیگمن^۲ و همکاران (۲۰۰۴) با مطالعه بر روی بیماران غیر الکلی دارای اضافه وزن و بیماری کبدی مزمن، نشان دادند که کاهش ملایم در وزن، همراه با تمرین موجب بهبود در مقادیر ALT می‌شود (۲۱). همچنین سینار^۳ و همکاران (۲۰۰۶) با مطالعه بر روی ۲۷ زن و مرد مبتلا به بیماری کبدی غیر الکلی دریافتند که رژیم غذایی و ورزش (پیاده روی و دوی نرم)، به مدت سه ماه، موجب بهبود مقادیر آمینوترانسفرازها می‌شود. در حالی که در شاخص جرم بدن تفاوت معنی‌داری دیده نشد (۲۲). سوزوکی^۴ و همکاران (۲۰۰۶) نشانه‌های آسیب عضله و التهاب و HSP70، بعد از مسابقات سه گانه مردان آهنین را مورد بررسی قرار دادند. این مسابقات شامل ۳/۸ کیلومتر شنا، ۱۸۰ کیلومتر دوچرخه سواری و ۴۲/۲ کیلومتر دویدن بود. نتایج نشان داد فعالیت پلاسمایی ALT و AST، دو روز بعد از مسابقه بالا رفت اما فعالیت ALP پلازما بلافاصله بعد از مسابقه نسبت به قبل از آن کمتر بود. علاوه بر این، مطالعات محققان مذکور نشان داد فعالیت پلاسمایی ALT و AST بعد از مسابقات سه گانه فوق نسبت به ماراتن کمتر بود. این پژوهشگران پیشنهاد کردند که احتمالاً "مدت تمرین، بر این متغیرها اثر گذار بوده است (۲۳). اسکندری^۵ و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که آسیب کبدی و عضلانی، بعد از ۲۴۶ کیلومتر دویدن، باعث افزایش ALT و AST می‌شود (۲۴). در تحقیق دیگری کلارک سون^۶ و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی ۵۰ انقباض بیشینه اکستریک در عضله خم کننده آرنج، قبل و پس از تمرین آزمودنی‌ها، دریافتند مقادیر ALT و AST پس از تمرین افزایش یافته است. به عقیده

1. Noaks & Carter
 2. Hickman, et al.
 3. Cinar, et al.
 4. Suzuki, et al.
 5. Skenderi, et al.
 6. Clark Son, et al.

پژوهشگران، آسیب عضلانی در تمرین اکستریک از دلایل افزایش مقادیر آنزیم‌ها بود (۲۵).

با وجود این که اغلب پژوهش‌های فوق بر روی مردان انجام شده است، اما نتایج در برخی موارد هم سو نبوده است (۸-۵، ۲۳-۲۵). از سوی دیگر با توجه به اهمیت سلامت زنان ورزشکار و چگونگی اثرات تمرینات ورزشی بر روی کبد آنان و نیز تفاوت ظرفیت‌های هوازی و بی‌هوازی آنان هنوز پرسش‌های زیادی وجود دارد که مستلزم مطالعه بیشتر است. بر این اساس این پژوهش در پی یافتن پاسخ این پرسش است تا چگونگی تأثیر یک جلسه تمرین در روز را بر شاخص‌های آسیب و فعالیت کبدی از جمله AST، ALT و ALP در دختران فعال مورد بررسی قرار دهد.

روش‌شناسی تحقیق

این پژوهش از نوع پژوهش‌های نیمه تجربی بود. برای انجام این پژوهش ابتدا با انجام فراخوان، دانشجویان علاقه‌مند به شرکت در پژوهش با دریافت پرسش‌نامه، اطلاعات لازم را در مورد سابقه بیماری، مشخصات فردی، میزان فعالیت ورزشی در هفته، سابقه ورزشی و رضایت خود را برای شرکت در این پژوهش اعلام کردند. جامعه آماری این پژوهش را ۶۰ نفر از دانشجویان رشته تربیت بدنی تشکیل می‌داند که حداقل دارای ۲ سال سابقه ورزشی بودند و هفته‌ای سه جلسه تمرین داشتند. برای غربال اولیه آزمودنی‌ها از بین ورزشکاران داوطلب، بر اساس آزمون بیشینه بروس، ۱۳ نفر که دارای اکسیژن مصرفی بیشینه بالاتر از ۳۰ میلی‌لیتر در کیلوگرم وزن بدن در دقیقه بودند انتخاب و به طور تصادفی به دو گروه کنترل (۶ نفر) و تجربی (۷ نفر) تقسیم شدند.

پس از انتخاب آزمودنی‌های پژوهش، از آنها خواسته شد تا ۴۸ ساعت قبل از اولین مرحله خون‌گیری در هیچ فعالیت ورزشی شرکت نکنند و در این مدت زمان از آزمودنی‌ها خون‌گیری به عمل آمد. برنامه تمرینی شامل سه بخش گرم کردن، فعالیت اصلی و سرد کردن بود. گرم کردن شامل ۵ تا ۷ دقیقه حرکات کششی و جنبشی نرم بود. فعالیت اصلی شامل دویدن بر روی نوارگردان با سرعت اولیه ۶-۸ کیلومتر در ساعت بود و بعد از ۳ دقیقه،

یک دقیقه استراحت به صورت فعال و با سرعت ۳ کیلومتر در ساعت اجرا می‌شد. سپس ۲ کیلومتر در ساعت بر سرعت قبلی افزوده می‌شد و فعالیت تا زمانی ادامه می‌یافت که فرد به حد واماندگی برسد (۲۶). سرد کردن شامل ۲ دقیقه راه رفتن آرام با سرعت ۳ کیلومتر در ساعت بر روی نوارگردان جهت کاهش ضربان قلب و سپس حرکات کششی نرم بود. گروه تجربی، در هر بعد از ظهر، یک جلسه فعالیت داشتند و گروه کنترل از شرکت در هر گونه فعالیت ورزشی، در طی یک هفته منع شدند.

از آزمودنی‌ها طی ۵ مرحله، ۲۴ 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 پس‌آزمون در زمان‌های مختلف)، خون‌گیری به عمل آمد. در مدت انجام فعالیت، آزمودنی‌ها از غذای دانشگاه استفاده نمودند و از آنها خواسته شد از خوردن یا نوشیدن داروهای حاوی استامینوفن (۴، ۲۷)، آسپرین، داروهای ضد تشنج، داروهای ضد آریتمی و مواد روان‌درمان (۱۰)، مصرف غذاهای پرچرب (۲۷) و الکل (۱۱، ۱۲) به مدت دو هفته قبل و در حین اجرای برنامه تمرینی، به منظور جلوگیری از اثرات این مواد بر میزان آزاد شدن آنزیم‌ها، خودداری کنند. همه آزمودنی‌ها در مرحله‌های گوناگون تحقیق شرکت کردند و در زمان پژوهش تحت درمان دارویی نبودند. به منظور انجام آزمایش، آنزیم‌های مورد مطالعه به روش کینتیک آنزیمی اندازه‌گیری شد. بدین ترتیب که ابتدا مخلوط محلول‌های سوبسترا و کوآنزیم به مدت ۱۰ تا ۱۵ دقیقه در یخ‌ماری قرار داده شد. سپس با افزودن سرم به محلول فوق طی مدت ۴ دقیقه، با استفاده از فوتومتر، آنزیم‌های مذکور اندازه‌گیری و ثبت شد.

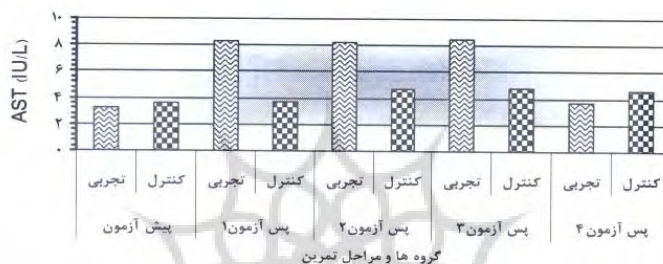
یافته‌های تحقیق:

مشخصات آزمودنی‌ها در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

متغیر گروه	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	VO ₂ max (میلی لیتر)
تجربی	۲۱/۵ ± ۲/۳۲	۵۷/۵۲ ± ۴/۵۹	۱۶۲/۸۷ ± ۶/۶۸	۴۱/۴۶ ± ۵/۲۳
کنترل	۲۰/۳۳ ± ۱/۳۶	۵۶/۹۸ ± ۶/۷۹	۱۵۹/۳۹ ± ۴/۸۳	۳۹/۵۱ ± ۴/۹۴

همان‌طور که در جدول مشخص است دو گروه، از ویژگی‌های جسمانی و آمادگی بدنی نسبتاً "نزدیکی برخوردار بودند. در نمودار ۱، میانگین مقادیر AST هر دو گروه در مراحل مختلف خون‌گیری نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود مقادیر AST گروه تجربی در پس‌آزمون ۱ (۶۰٪)، پس‌آزمون ۲ (۶۲٪)، پس‌آزمون ۳ (۶۰٪) و پس‌آزمون ۴ (۱۰٪)، نسبت به قبل از تمرین، افزایش یافته است.



نمودار ۱. میانگین آسپاراتات آمینوترانسفراز در گروه‌ها و مراحل مختلف

داده‌های جدول ۲ نشان می‌دهد که، بین مقادیر AST به دست آمده پیش از تمرین با روزهای ۱، ۴ و ۷ تمرین ($P \leq 0/001$ ، $P \leq 0/002$ و $P \leq 0/002$) تفاوت معنی‌داری وجود دارد؛ در حالی که بین مقادیر قبل از تمرین و ۲۴ ساعت پس از اتمام تمرین‌ها، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ($P \leq 0/465$). بر اساس یافته‌های پژوهش، بین مقدار AST روز اول تمرین و روزهای ۴ و ۷ تمرین، اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0/877$ ، $P \leq 0/869$) مشاهده نشد در حالی که مقایسه روز اول تمرین با ۲۴ ساعت پس از تمرین، اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0/004$) را نشان داد. مقدار آنزیم AST در مقایسه روز چهارم تمرین با روز هفتم تمرین، نیز اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0/231$) را نشان نمی‌دهد، هر چند مقایسه همین روز با ۲۴ ساعت پس از تمرین، اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0/007$) را نشان می‌دهد. ضمناً اختلاف معنی‌داری بین روز هفتم تمرین با ۲۴ ساعت پس از تمرین ($P \leq 0/008$) مشاهده می‌شود. جدول ۲ نشان می‌دهد که بین مقادیر ALP قبل از تمرین با روزهای ۱، ۴ و ۷ روز تمرین ($P \leq 0/007$ ، $P \leq 0/014$ و $P \leq 0/000$) تفاوت معنی‌داری وجود دارد؛ در حالی که بین مقادیر قبل از تمرین و ۲۴ ساعت پس از تمرین، اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0/185$) وجود

ندارد. در بین مقادیر ALP اولین روز تمرین با روز چهارم، و ۲۴ ساعت پس از اتمام تمرین‌ها، اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0/062$ ، $P \leq 0/130$ و $P \leq 0/817$) وجود ندارد؛ در حالی که بین روز اول تمرین و آخرین روز تمرین‌ها، اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0/007$) وجود دارد. در مقایسه ALP روز چهارم تمرین با آخرین روز تمرین‌ها، اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0/573$) مشاهده نشد؛ در حالی که بین روز چهارم و ۲۴ ساعت پس از اتمام تمرین‌ها، اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0/008$) وجود دارد. همچنین بین روز هفتم تمرین و ۲۴ ساعت پس از تمرین نیز، اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0/001$) مشاهده می‌شود.

جدول ۲. تغییرات آنزیم AST، ALT و ALP در مراحل مختلف در گروه تجربی

پیش‌آزمون	روز اول	روز چهارم	روز هفتم	۲۴ ساعت بعد از تمرین	
۳/۲۸ ± ۰/۴۸	۸/۳۲ ± ۲/۴۳ ^a	۸/۱۵ ± ۲/۷۹ ^a	۸/۵۰ ± ۳/۰۱ ^a	۳/۶۸ ± ۰/۹۷ ^{bcd}	AST
۳/۰۷ ± ۰/۱۲	۳/۶۷ ± ۱/۲۷	۴/۱۰ ± ۰/۷۶ ^a	۴/۳۷ ± ۱/۱۱ ^a	۴/۲۸ ± ۱/۶۰	ALT
۱۳۸/۲۸ ± ۵/۶۷	۱۵۴/۴۲ ± ۱۲/۷۶ ^a	۱۸۹/۲۸ ± ۴۰/۶۵ ^a	۱۸۳/۲۸ ± ۱۹/۲۶ ^{ab}	۱۵۱/۷۱ ± ۲۴/۸۳ ^{cd}	ALP

^a اختلاف معنی‌دار بین پیش‌آزمون و هر مرحله ($P < 0/05$). ^b اختلاف معنی‌دار بین روز اول و هر مرحله ($P < 0/05$). ^c اختلاف معنی‌دار بین روز چهارم و هر مرحله ($P < 0/05$). ^d اختلاف معنی‌دار روز هفتم و هر مرحله ($P < 0/05$).

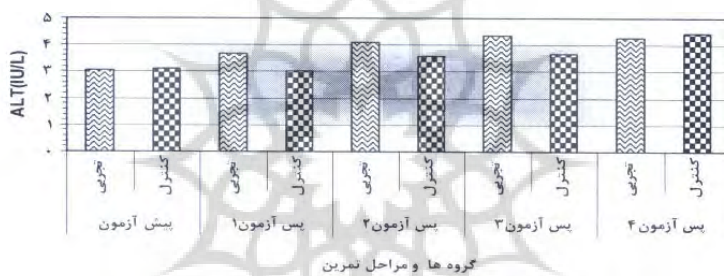
جدول ۳ نشان می‌دهد که در روزهای ۱، ۴ و ۷ تمرین بین گروه تجربی و کنترل اختلاف معنی‌داری ($P \leq 0/002$ ، $P \leq 0/016$ و $P \leq 0/017$) وجود دارد.

جدول ۳. آزمون T مستقل مقایسه گروه تجربی و کنترل مقادیر AST، ALT و ALP در مراحل مختلف

زمان خون‌گیری	آماره / آنزیم‌ها	اختلاف میانگین	انحراف استاندارد	آزمون T	سطح معنی‌دار
قبل از تمرین	AST	-۰/۳۴۷	۰/۱۹۴	-۱/۷۸۸	۰/۱۱۵
	ALT	-۰/۰۱۱	۰/۱۵۰	-۰/۰۷۹	۰/۱۵۰
	ALP	۲۲/۲۶۱	۵/۰۸۹	۴/۳۷۹	۰/۰۰۳*
اولین روز تمرین	AST	۴/۶۶۱	۰/۹۲۵	۵/۰۳۵	۰/۰۰۲*
	ALT	۰/۶۷۱	۰/۴۹۷	۱/۳۴۸	۰/۴۹۷
	ALP	۶/۶۱۹	۲/۸۲۰	۲/۳۴۷	۰/۰۶۹
چهارمین روز تمرین	AST	۳/۴۹۰	۱/۰۸۵	۳/۲۱۷	۰/۰۱۶*
	ALT	۰/۵۱۶	۰/۴۱۸	۱/۲۳۴	۰/۴۱۸
	ALP	۶۰/۹۵۲	۱۵/۴۸۳	۳/۹۳۷	۰/۰۰۷*
هفتمین روز تمرین	AST	۳/۷۰۰	۱/۱۸۴	۳/۱۲۴	۰/۰۱۷*
	ALT	۰/۶۸۸	۰/۵۸۲	۱/۱۸۲	۰/۵۸۲
	ALP	۵۵/۱۱۹	۷/۴۶۵	۷/۳۸۴	۰/۰۰۰*
۲۴ ساعت پس از تمرین	AST	-۰/۸۹۷	۰/۵۰۰	-۱/۷۹۴	۰/۱۰۰
	ALT	-۰/۱۶۴	۰/۷۶۸	-۰/۲۱۴	۰/۷۶۸
	ALP	۲۰/۸۸۰	۹/۴۴۶	۲/۲۱۰	۰/۰۶۸

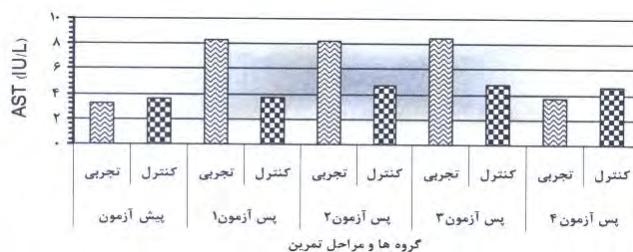
جدول ۳ همچنین نشان می دهد که بین مقادیر ALT گروه کنترل و تجربی، در هیچ یک از مراحل تمرین، اختلاف معنی داری وجود ندارد. در حالی که بین مقادیر ALP در روزهای ۱، ۴ و ۷ تمرین، بین گروه تجربی و کنترل، اختلاف معنی داری (به ترتیب $P \leq 0/003$ ، $P \leq 0/007$ و $P \leq 0/000$) وجود دارد.

در نمودار ۲، میانگین مقادیر ALT هر دو گروه در مراحل مختلف خون گیری نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود مقادیر ALT گروه تجربی در پس آزمون ۱ (۱۶٪)، پس آزمون ۲ (۲۵٪)، پس آزمون ۳ (۲۹٪) و در پس آزمون ۴ (۲۸٪) نسبت به قبل از تمرین افزایش یافته است.



نمودار ۲. میانگین آلانین آمینوترانسفراز در گروه ها و مراحل مختلف

در نمودار ۳، میانگین مقادیر ALP هر دو گروه در مراحل مختلف خون گیری نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود مقادیر ALP گروه تجربی در پس آزمون ۱ (۱۰٪)، پس آزمون ۲ (۲۶٪)، پس آزمون ۳ (۲۴٪) و در پس آزمون ۴ (۸٪) نسبت به قبل از تمرین افزایش یافته است.



نمودار ۳. میانگین فسفاتاز در گروه ها و مراحل مختلف

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاکی از افزایش ۶۰ درصدی مقادیر AST در روز اول تمرین بود که این افزایش کماکان تا پایان دوره تمرینی یعنی روز هفتم در همان سطح باقی ماند. اما این مقادیر پس از ۲۴ ساعت استراحت کاهش چشمگیری را نشان داد. در صورتی که سطوح ALT نیز همراه با ادامه تمرینات به صورت صعودی افزایش یافت ولی علی‌رغم ۲۴ ساعت استراحت آزمودنی‌ها، هیچ‌گونه در آن کاهش مشاهده نشد. علاوه بر این، سطوح ALP نیز در روز اول افزایش یافت. هر چند این افزایش معنی‌دار نبود. اما با ادامه تمرین این روند ادامه یافت و پس از ۲۴ ساعت استراحت، این تغییرات روند نزولی ملاحظه‌ای را نشان داد که معنی‌دار نبود.

هالونن و کانتینن^۱ (۱۹۶۲) دریافتند که فعالیت AST سرم در سربازان، دو ساعت بعد از اتمام رژه ۱۶ کیلومتر تغییری ندارد (۲۰). نتایج پژوهش حاضر ضمن رد این نتایج، نشان دهنده افزایش ۲/۵ برابری در مقادیر آنزیم AST، حتی بلافاصله پس از اولین روز تمرینات می‌باشد که با مشاهده گیانینی^۲ و همکاران (۲۰۰۵) مبنی بر افزایش AST و ALT پس از انجام تمرین شدید (۲۸) هم سو می‌باشد. ساندر و بلور^۳ (۱۹۷۵) نشان دادند که فعالیت آنزیم‌های AST و ALT سرم ورزشکارانی که روزانه ۱۲ تا ۲۴ کیلومتر به مدت پنج روز می‌دوند، تغییری نمی‌کند (۲۰). اما یافته‌های این پژوهش حاکی از آن بود که فعالیت آنزیمی بعد از سه روز و پس از طی به اوج خود می‌رسد و پس از آن بدون تغییر باقی می‌ماند.

نتایج این تحقیق با تحقیقات ریلی^۴ و همکاران (۱۹۷۱)، راس^۵ و همکاران (۱۹۸۳)، اسکندری و همکاران (۲۰۰۶) که اثرات دویدن طولانی مدت را بر روی برخی متغیرهای بیوشیمیایی مورد بررسی قرار دادند، هم سو می‌باشد. آنها دریافتند که AST و ALT به طور معنی‌داری بعد از دویدن افزایش می‌یابد. از سوی دیگر مطالعات ریلی بیانگر این بود که ۲۰ تا ۳۰ ساعت پس از پایان دویدن، مقادیر AST کماکان افزایش زیادی را نشان

1. Halonen & Kontinen

2. Giannini

3. Sandra & Bloor

4. Riley, et al.

5. Ross, et al.

می‌دهد (۲۰)، در حالی که نتایج این پژوهش کاهش ۱۰۰ درصدی مقادیر AST و کاهش دو درصدی مقادیر ALT و کاهش ۲۸ درصدی مقادیر ALP را، پس از ۲۴ ساعت استراحت نشان داد. که ممکن است این تفاوت‌ها ناشی از نوع، شدت و حجم برنامه تمرینی باشد.

نتایج این پژوهش مبین افزایش ۱۶ درصدی و غیر معنی‌دار مقادیر ALT در روز اول با طی حدود ۲۳۷۰ متر مسافت بود. اما در ادامه روند تمرینات به نظر می‌رسد، ماهیت تمرین و مجموع مسافت طی شده، که در روز چهارم به حدود ۹۴۸۰ متر رسید، منجر به تغییر معنی‌دار این آنزیم شده است. در همین خصوص، سوزوکی و همکارانش (۲۰۰۶)، اظهار می‌دارند که مدت تمرین، یکی از عوامل مؤثر بر آزاد شدن این آنزیم‌ها می‌باشد (۲۳).

در تحقیق دیگر که توسط فالون^۱ و همکاران (۱۹۹۹) بر روی دوندگان ۱۶۰۰ کیلومتر دوی فوق ماراتون که یازده روز به طول انجامید، صورت گرفت، مقادیر ALT و AST بعد از روز چهارم و یازدهم افزایش یافت (۵) که این افزایش در مقادیر ALT پس از گذشت حداقل ۹۶ ساعت در این پژوهش (با توجه به نیمه عمر آنزیم 47 ± 10 ساعت) همسو است. این در حالی است که اپل و مک گیو^۲ (۱۹۸۳)، نشان دادند فعالیت آنزیم‌های AST در دوندگانی که به طور معمول ۸۰ تا ۱۶۰ کیلومتر در هفته می‌دوند، تقریباً دو برابر افزایش می‌یابد، در حالی که ALP و ALT تغییری نمی‌یابد (۱۹)، این تفاوت‌ها احتمالاً ناشی از تفاوت در شدت تمرین در مطالعه حاضر می‌باشد. در این تحقیق مقادیر AST، ALT و ALP در روز چهارم تمرینات به ترتیب ۲/۴، ۱/۳ و ۱/۴ برابر نسبت به پیش‌آزمون افزایش نشان می‌دهد. نتایج پژوهش حاضر ضمن تأیید این نتایج در روزهای تمرینی، نشان دهنده افزایش مقادیر آنزیم ALT حتی ۲۴ ساعت پس از پایان دوره تمرین‌ها می‌باشد.

سانگسیر سوان^۳ و همکاران (۱۹۹۸) نشان دادند که در طول برنامه تمرینی معمولی، فعالیت AST و ALT بوکسورها نسبت به گروه کنترل بیشتر است اما فعالیت آنها در زمان مسابقات نسبت به زمان تمرین تفاوت معنی‌داری ندارد. مقایسه گروه‌های کنترل و تجربی نشان داد فعالیت ALT و AST بوکسورها بعد از رقابت، ۲ تا ۲/۵ برابر بیشتر می‌شود (۸).

1. Faloon, et al.

2. Apple & Mc Gue

3. Saengsirisuwan, et al.

مقایسه آزمودنی‌های این پژوهش نشان می‌دهد که سطوح AST و ALP گروه تجربی، بعد از اولین روز تمرین فزاینده، در مقایسه با پیش‌آزمون، افزایش معنی‌داری یافته است. با افزایش تعداد جلسات تمرین، این افزایش در سطح ALT نیز مشاهده می‌شود. با توجه به شدت تمرین، و نشان‌دهنده زمان اجرای تمرین به مدت ۲۰ الی ۲۵ دقیقه و عدم کفایت زمان بازیافت، سیر صعودی این آنزیم همچنان ادامه یافت اما مقادیر AST و ALP کاهش معنی‌داری را نشان دادند. به دلیل وجود AST در سلول‌های کبد، عضله، گویچه‌های سفید خون و اریتروسیت‌ها (۱۵، ۱۸) و نیز وجود ALT در کبد و عضله (۱۱، ۱۲)، احتمال می‌رود که افزایش این آنزیم در روزهای تمرین به دلیل وقوع آسیب عضلانی و کبدی (۵، ۹) و نیز همولیز (۱۲) که ناشی از تماس پا با نوار گردان است، باشد. مطالعه کلارک سون و همکاران (۲۰۰۶) نیز افزایش مقادیر AST و ALT بعد از انجام تمرینات اکستریک را ناشی از بروز آسیب عضلانی دانسته که مؤید نتایج تحقیق حاضر می‌باشد.

مطالعات نشان می‌دهد ALP در کلیه، کبد و استخوان (۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۵) و روده کوچک (۳، ۱۵) نیز یافت می‌شود. از این رو احتمال می‌رود که افزایش ALP نیز به دلیل افزایش فعالیت سلول‌های این بافت‌ها باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود به منظور ارزیابی دقیق‌تر عملکرد کبد، به اندازه‌گیری ایزو آنزیم‌های ویژه کبد و سایر آنزیم‌های کبدی پرداخته شود. هوی جون^۱ و همکاران (۲۰۰۴)، با مطالعه آنزیم‌های سرم ورزشکاران مردی که در دوی فوق‌ماراتون ۲۴ ساعته شرکت کردند، دریافتند که غلظت ALP، AST و ALT آنان بلافاصله بعد از مسابقه افزایش یافت. این در حالی بود که غلظت ALP، دو روز پس از مسابقه، به سطح پایه خود رسید. همچنین میانگین مقادیر AST و ALT، قبل از شروع مسابقه، بیش از دامنه طبیعی بود. که احتمالاً "به علت آسیب مزمن سلول‌های کبدی بر اثر تمرین شدید و طولانی بوده است (۹). نتایج پژوهش حاضر ضمن تأیید این یافته‌ها، نشان از افزایش فشار بار تمرینی و احتمالاً "آسیب عضلانی و کبدی، پس از اجرای متوالی برنامه تمرینی دارد. در همین خصوص، سوزوکی و همکاران (۲۰۰۶)، اظهار می‌دارند که مدت تمرین، یکی از عوامل مؤثر بر آزاد شدن این آنزیم‌ها می‌باشد (۲۳).

1. Huey June, et al.

کینوشیتا، یانو و تسوجی^۱ (۲۰۰۳)، به بررسی ارتباط برنامه تمرینی شدید با آسیب سلول‌های کبدی در موش‌های نر پرداختند. آنها دریافتند، موش‌هایی که با ۶۰ تا ۸۰ درصد به مدت ۱۲۰ دقیقه دویدند، اگر چه بلافاصله بعد از تمرین دچار آسیب کبدی نشدند، ولی پس از شش ساعت افزایش معنی‌داری در کبد آنها مشاهده شد. با وجود این در مقادیر AST و ALT، پس از هر دو مرحله افزایش معنی‌داری مشاهده نشد. آنها پیشنهاد کردند که آسیب سلول‌های کبدی بعد از تمرین شدید ممکن است حتی بدون افزایش در مقادیر ترانس آمینازها، $VO_2 \max$ رخ دهد (۲۸). این در حالی است که کراتز^۲ و همکاران (۲۰۰۲) با اندازه‌گیری مقادیر AST و ALP دوندگان ماراتون قبل و ۲۴ ساعت پس از پایان مسابقه، افزایش معنی‌داری مشاهده کردند (۲۸). یافته‌های پژوهش کراتز با نتایج حاصل از این پژوهش مغایرت دارد. به نظر می‌رسد دلیل این اختلاف، تغییرات ناشی از فشار مضاعف مدت و میزان مسافت طی شده مسابقه دو ماراتون باشد که نیاز به زمان بیشتری برای بازیافت داشتند.

با توجه به اهمیت نقش زمان بازیافت در آسیب‌های عضلانی و کبدی، به نظر می‌رسد با در نظر گرفتن زمان استراحت کافی در برنامه‌های تمرینی مختلف، به ویژه در طول دوره‌های تمرینی قبل از مسابقات، بتوان ضمن جلوگیری از بروز آسیب‌های عضلانی و کبدی، به بهبود روند سازگاری نیز کمک نمود. بنابراین با توجه به یافته‌های پژوهش هنگامی که ورزشکاران برای یک رقابت آماده می‌شوند، زمان بازیافتی به مراتب بیش از ۲۴ ساعت برای فعالیت‌های یک جلسه‌ای فزاینده، مورد نیاز است.

از سوی دیگر، گسترش فرهنگ ورزش همگانی و قهرمانی مستلزم آموزش و به کارگیری روش‌های تمرینی مناسب، جهت پیشگیری از بروز صدمات ورزشی و اجرای بهتر است. به منظور جلوگیری از صدمات کبد و عضله بنابراین برنامه‌ریزی صحیح تمرینی برای ورزشکاران، ضروری به نظر می‌رسد. تلاش برای کم کردن این صدمات می‌تواند باعث افزایش عمر قهرمانان ورزشی و حفظ سلامتی توأم با کاهش هزینه‌های درمانی می‌شود.

1. Kinoshita & Yano & Tsuji

2. Kratz, et al.

منابع:

۱. بی. کرایدر، ریچارد؛ آندره سی. فرای؛ ماری ال، اوتول. (۱۳۸۴). **بیش تمرینی در ورزش؛ مترجمان:** سیاکوهیان، معرفت؛ احمد آزاد؛ سیروس چوبینه؛ تهران: انتشارات چکامه.
۲. گایتون، آرتور؛ جان، هال. (۱۳۸۴). **فیزیولوژی پزشکی گایتون؛ مترجمان بیگدلی، محمد رضا؛ احمد برزنجیه؛ شاهین انصاری؛ علیرضا عزیز آهاری؛ هادی قدیمی؛ کاوه حاجی فتحعلیان؛ تهران: انتشارات تیمورزاده. جلد دوم.**
3. Fallon, K.E., G. Sivyer, K. Siver, A. Dave. 1999. "The biochemical of runners in a 1600 Km ultramaraton". **Br J Sport Med.** 33:264-269.
4. Noakes, T.D. & J.W. Carter. (1982). "The responses of plasma biochemical parameters to a 56- Km race in novice and experienced ultra-marathon runner". **Eur J Appl Physiol.** 49(2): 179-186.
5. Riley, W.J., F.S. Pyke, A.D. Roberts, J.F. England. (1975). "The effect of long- distanc running on some biochemical variables." **Clin Chimica Acta.** 65:83-89.
6. Saengsirisuwan, V., S. Phadungkij, C. Pholpramool. (1998). "Renal and liver function and muscle injuries during training and after competition in thai boxers". 32: 304-308.
7. June, W.U, Husey, K., Yung, C., Bing, W.U., Shee, H., Chen chang. Yi, Jen Huang & Rong, S.Y. (2004). "Effect of 24 h ultra-marathon on biochemical and hematological parameters." **World J Gastroenterol.** 10 (18): 2711-2714.
۸. محمدی‌ها، حسن. (۱۳۷۰). **بیوشیمی بالینی.** انتشارات دانشگاه تهران.
9. Dufoue, R., John, A., Iatt, Frederick S. Nolte. Dave R. Gretech. Raymond. S. Koff & Leonardo B. Seeff. (2000). "Diagnosis and monitoring of hepatic injury I. Performance characteristic of laboratory tests". **J Clin Chemistry.** 46(12)2027-2049.
۱۰. والد، براون؛ فوسی؛ کاسپر؛ هوسر؛ لونگو؛ جیمسن (۱۳۸۰). **بیماریهای کبد و مجاری صفراوی.** مترجمان: اخگری، آرش؛ عبدالحسین ستوده‌نیا؛ ویرایش پانزدهم.
11. Amacher, Davud E. (1998). "Serum transaminase elevations as indicators of hepatic injury following the administration of drugs". **Regulatory Toxicology and Pharmacol.** 27: 119-130.

12. Kalyani, Bikkasani, Rakesh, Pandey, Sujata, Rastogi, Amaresh, Pandey & Gourdas, Choudhuri, E. (2006). "Effect of exercise and dietary modification on serum aminotransferase level in patient with nonalcoholic steatohepatitis". *J Gastroenterology and Hepatology*. 21:191.

۱۳. لنینجر. (۱۳۸۲). *بیوشیمی لنینجر*. مترجم: رضا محمدی، رضا. تهران: انتشارات آبیژه. ویرایش سوم. چاپ سوم.

14. Karanth, J.R., Kumar & Jeevaatnam, K. (2004). "Response of antioxidant system in rats do dietary fat and physical activity". *Indian J Pharmacol*. 48(4):446-452.
15. Feeman, William E. Guillermo, C. Couto & M. Cristina Iazbik. (2001). "making sense of blood work in greyhounds". *Animal health diagnostics laboratory*. 517:353-365.
16. Apple, E.S. & MC Gue, MK. (1983). "Serum enzyme change during marathon training". *Am J Clin Pathology*. 79: 716-719.
17. Noakes, Timothy D. (1978). "Effect of exercise on serum enzyme activity in humans". *J Sports Med* 4:245-267.
18. Hickman, I.J., Jonsson, J.R. Prins, J.B. Sash, D.M. Purdie, A.D. Clouston, & Powell, E.E. (2004). "modest weight loss and physical activity in overweight patients with chronic liver disease results in sustained improvements in alanineaminotransferase fasting insulin, and quality of life". *BMJ Publishing group Ltd & British Society of gastroenterology*, 53: 413-419.
19. Cinar, K. Coban, S. Idilman, R. Tuzun, A. Sarioglu, M. Bektas, M. Erden, S. Bozkaya, H. & Ozden, A. (2006). "Long-term prognosis of nonalcoholic fatty liver disease". *J Gastroentrol Hepatol*. 21(1): 169-173.
20. Suzuki, K. Peake, K. Nosaka, K. & Okutsu, M. (2006). "Changes in markers of muscle damage, inflammation and HPS70 after an Ironman triathlon race". *Eur J Appl Physiol*. 98:525-534.
21. Skenderi, K.P. Kavouras, S.A. Anastasion, C.A. Yiannakour, S.N. & Matalas, A.L. (2006). "Exertional rhabdomyolysis during a 240-Km continuous running Race". *Med Sci Sports Exerc*. 38(6):1054-1057.

22. Clarkson, P. Kearns, A. Rouzier, P. Rubin, R. & Thompson, P. (2006). *Serum creatinekinase levels and renal function measures in exertional muscle damage*. **Pediatric Critical Care Med.** 38(4):623-627.
23. Christopher John Gore. (2000). *"Physiological tests for elite athletes"*. **Australian Sports Commission. Human Kinetics Progressive maximal test.**
24. Sherman KE. (1991). *"Alanine aminotransferase in clinical practice"*. **Arch Intern Med.** 151:260-265.
25. Kinoshita, S. Yano, H. & Tsuji, E. (2003). *An increase in damaged hepatocytes in rats after high intensity exercise*. **Acta Physiologica Scandinavica.** 178(3):225-230.
26. Kratz, A. Lewandrowski, K.B. Seigel, 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*. **Am J Clin Patho.** 118(6):856-863.