

علوم زیستی ورزشی - بهار ۱۳۹۴
دوره ۷، شماره ۱، ص: ۱-۱۰
تاریخ دریافت: ۱۹/۰۹/۹۲
تاریخ پذیرش: ۲۶/۱۱/۹۲

اثر مسابقه فوتسال بر برخی نشانگرهای بیوشیمیایی آسیب عضلانی (کراتینین و اسپاراتات آمینوترانسفراز)

آسیه گودرزی*^۱ - عفت بمبئی چی^۲ - نادر رهنما^۲

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران، ۲. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران، ۳. دانشیار آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

چکیده

فعالیت ورزشی شدید، با تأثیر بر فیزیولوژی و عملکرد عضله، باعث تحریک آسیب آن می‌شود. امروزه سطح سرمی کراتینین و اسپاراتات آمینوترانسفراز به‌عنوان نشانگرهای بیوشیمیایی آسیب عضلانی به‌طور گسترده برای تعیین وضعیت عملکردی بافت عضلانی، در هر دو وضعیت پاتولوژیکی و فیزیولوژیکی استفاده می‌شود. هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر مسابقه فوتسال بر برخی نشانگرهای بیوشیمیایی آسیب عضلانی نظیر کراتینین (Cr) و اسپاراتات آمینوترانسفراز (AST) بود. بیست بازیکن زن حرفه‌ای فوتسال (میانگین \pm انحراف معیار: سن $20/9 \pm 2/02$ سال، قد $1/63 \pm 0/05$ متر و وزن $59/25 \pm 8/92$ کیلوگرم) در این تحقیق بررسی شدند. بازیکنان به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند. ده نفر از آنها در مسابقه شرکت کردند و ده نفر دیگر به‌عنوان گروه کنترل در مسابقه شرکت نکردند. ده سی‌سی خون از هر دو گروه پیش از آزمون، بلافاصله بعد از مسابقه (پس‌آزمون اول) و ۲۴ ساعت بعد از مسابقه (پس‌آزمون دوم) برای اندازه‌گیری Cr و AST جمع‌آوری و به روش بیوشیمی آنالیز شد. از تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری و آزمون تعقیبی برای آنالیز داده‌ها استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد که مقدار AST، بلافاصله پس از مسابقه در گروه تجربی افزایش معنی‌داری داشت ($P \leq 0/05$). بین دو گروه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. مقدار Cr بلافاصله پس از مسابقه افزایش و بین دو گروه تفاوت معنی‌داری نشان داد ($P \leq 0/05$)، به‌طوری‌که کراتینین در پس‌آزمون اول، در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل ۲۱ درصد افزایش داشت. از یافته‌های این تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری کرد که مسابقه فوتسال می‌تواند غلظت سرمی Cr و AST را افزایش دهد. این نتیجه، نشان‌دهنده احتمال ایجاد آسیب عضلانی در فوتسالیست‌های زن است.

واژه‌های کلیدی

آسیب عضلانی، فاکتورهای بیوشیمیایی، فوتسال.

مقدمه

فعالیت ورزشی شدید، با تأثیر بر فیزیولوژی و عملکرد عضله باعث تحریک آسیب در آن می‌شود (۴). فوتبال یکی از ورزش‌های جذاب و پرطرفدار و البته پربرخورد دنیا محسوب می‌شود. این ورزش در ایران نیز یکی از ورزش‌های پرطرفدار بین زنان و مردان است؛ اما زنان ایرانی علاقه‌مند به فوتبال بیشتر به فوتبال داخل سالن (فوتسال) می‌پردازند. احتمال بروز آسیب در فوتسال به‌عنوان یک فعالیت ورزشی سرعتی و پربرخورد، زیاد است (۱۱).

در حال حاضر، برای تعیین آسیب عضلانی و وضعیت عملکردی بافت عضلانی از سطوح سرمی نشانگرهای بیوشیمیایی به‌طور گسترده‌ای استفاده می‌شود (۶). افزایش در این نشانگرها نشان‌دهنده نكروز سلولی و آسیب‌های عضلانی باشد (۷). در آزمودنی‌های غیر ورزشکار و ورزشکار، تغییرات قابل توجهی در غلظت نشانگرهای بیوشیمیایی آسیب عضلانی بعد از تمرینات شدید گزارش شده است (۷،۶).

کراتینین^۱ (Cr) (۱۰) و آسپاراتات آمینوترانسفراز^۲ (AST) از نشانگرهای آسیب عضلات اسکلتی است که پس از فعالیت ورزشی شدید در خون افزایش می‌یابد (۸). کراتینین یکی از متابولیت‌های مهم پلاسماست (۱۷) و به‌عنوان فراورده پایانی تجزیه کراتین در مسیری کاملاً پیچیده تولید می‌شود. کراتین^۳ مانند پروتئینی غیرساختاری است که برای تشکیل ترکیب فسفوکراتین^۴ از خانواده ترکیبات با پیوند فسفات پرنرژی استفاده می‌شود که از اهمیت بسیاری در بازسازی آدنوزین تری فسفات^۵ (ATP) عضلات در حال فعالیت برخوردار است. به‌دلیل مناسب‌نبودن کراتینین به‌عنوان پیش‌ماده ساخت مواد و خاصیت اشباع‌پذیری ویژه و ویژگی یونی‌اش، از غشا عبور کرده و به‌طور مداوم از بافت‌های حاوی کراتین به درون خون می‌رود (۱۸) و سپس به تمامی فیلتر شده و سلول‌های عضلانی از بخش نیتروژن آن در ذخیره انرژی استفاده می‌کنند (۱۷).

به‌نظر می‌رسد که افزایش سطوح کراتینین سرم پلازما با نوع فعالیت و شدت آن مرتبط باشد (۹). بانفی^۶ و دل‌فابرو^۷ (۲۰۰۶) پژوهشی با عنوان «ارتباط بین کراتینین سرم و شاخص توده بدنی

-
- 1 . Creatinine
 - 2 . Aspartate Aminotransferase
 - 3 . Creatine
 - 4 . Creatine Phosphate
 - 5 . Adnosine Three Phosphate
 - 6 . Banfi
 - 7 . Del Fabro

ورزشکاران نخبه رشته‌های ورزشی مختلف (راگبی، فوتبال، اسکی آلپ، قایقرانی و دوچرخه‌سواری) انجام دادند. نتایج نشان داد که فعالیت‌های ورزشی مختلف بنا بر شدت و مدت تمرین میزان دفع کراتینین از طریق ادرار که نشانگر آسیب عضلانی قلبی و اسکلتی است، متفاوت است. در این پژوهش میزان دفع کراتینین در رشته راگبی و پس از آن در رشته فوتبال بیشتر از رشته‌های دیگر این تحقیق بود (۲).

اسپاراتات ترانسفراز به‌عنوان نشانگر دیگر آسیب عضلانی، آمینوترانسفراز است که واکنش تبدیل اسپاراتات و آلفاکتوگلوپروتاترات به اگزالواسات و گلوتامات را کاتالیز می‌کند. این واکنش بین میتوکندری و سیتوسول اتفاق می‌افتد و باعث تولید انرژی در سلول می‌شود. این آنزیم در درجه اول در عضلات اسکلتی و قلبی، کبد و گلبول‌های قرمز وجود دارد. مقدار AST بلافاصله بعد از انجام فعالیت عضلانی افزایش یافته و در بعضی مواقع اثر آن تا ۲۴ ساعت بعد از فعالیت باقی می‌ماند. این افزایش به طول مدت فعالیت و اندکی هم به شاخص توده بدنی بستگی دارد (۶،۴).

نایه و همکاران^۱ (۲۰۱۱) تحقیقی درمورد تأثیر ۲۱ کیلومتر دویدن در دوازده مرد جوان بر نشانگرهای آسیب عضلانی انجام دادند و به نتایج مشابهی در افزایش فاکتورهای نشانگر آسیب عضلانی از جمله اسپاراتات آمینوترانسفراز دست یافتند (۱۴).

با توجه به تحقیقات اندکی که در زمینه تأثیر ورزش فوتسال، به‌ویژه آسیب‌های ناشی از آن در بازیکنان زن انجام شده است، هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر مسابقه فوتسال بر برخی نشانگرهای بیوشیمیایی آسیب‌های عضلانی در بازیکنان زن فوتسال در قبل، بلافاصله و ۲۴ ساعت بعد از مسابقه بود.

روش‌شناسی

تحقیق حاضر نیمه‌تجربی، کاربردی و با طرح پیش‌آزمون و دو پس‌آزمون در دو گروه کنترل و تجربی است. به این منظور دو گروه از چهار گروه برتر مسابقات قهرمانی استان اصفهان به‌صورت در دسترس انتخاب و از بین دو گروه تعداد بیست نفر (میانگین \pm انحراف معیار: سن $20.9 \pm 2/02$ سال، قد $1.63 \pm 0/05$ متر و وزن $59.25 \pm 8/92$ کیلوگرم، BMI $22.38 \pm 3/27$ کیلوگرم بر متر مربع و درصد چربی $0/25 \pm 0/1$) به‌صورت در دسترس و داوطلبانه انتخاب شدند که به‌صورت تصادفی در دو گروه تجربی و کنترل تقسیم شدند. تمامی بازیکنان غیرسیگاری بودند و بر اساس پرسش‌نامه، خود و

خانواده‌شان از سلامت کامل جسمی برخوردار بودند. همه بازیکنان در حرفه‌ای بودند و سه روز در هفته و هر جلسه نود دقیقه تمرین می‌کردند. تمام بازیکنان از ۲۴ ساعت قبل از مسابقه هیچ‌گونه فعالیت بدنی، مصرف مکمل و کافئین نداشتند. قبل از اجرای هر گونه آزمون، آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه را پر کردند.

قد و وزن آزمودنی‌ها نیز با استفاده از قدسنج و وزن‌سنج سکا (دقت ۰/۱) اندازه‌گیری شد. فشارخون و ضربان قلب استراحت افراد، قبل و بعد از مسابقه و با استفاده از فشارسنج دیجیتال اندازه‌گیری شد. متخصص آزمایشگاه، نمونه‌های خونی اول (پیش‌آزمون) آزمودنی‌ها را از ورید دست چپ گرفت. گروه تجربی برای مسابقه آماده شدند؛ اما گروه کنترل در مسابقه شرکت نکردند. مسابقه در دو نیمه با حضور دو داور از هیئت فوتبال استان اصفهان برگزار شد. گروه کنترل در کنار زمین نشسته و هیچ‌گونه فعالیتی نداشتند. پس از اتمام مسابقه، بلافاصله نمونه‌های خونی دوم (پس‌آزمون اول) از آزمودنی‌ها گرفته شد. فشارخون استراحت و ضربان قلب آزمودنی‌ها پانزده دقیقه پس از مسابقه دوباره گرفته شد و پس از اطمینان از سلامت آزمودنی‌ها از آنها خواسته شد روز بعد برای نمونه‌گیری سوم (پس‌آزمون دوم) حاضر شوند. ۲۴ ساعت پس از مسابقه، نمونه‌گیری سوم انجام شد. بازیکنان در این ۲۴ ساعت هیچ‌گونه فعالیت بدنی شدید نداشته و کافئین و مکمل استفاده نکردند. در هر مرحله از نمونه‌گیری، نمونه‌ها در کمترین فاصله زمانی به آزمایشگاه منتقل شد. متخصص آزمایشگاه نمونه‌ها را داخل دستگاه سانتریفوژ قرار داد و پس از آن به روش بیوشیمی نمونه‌ها را آنالیز کرد. داده‌ها با نرم‌افزار SPSS (۲۰) و با تحلیل واریانس اندازه‌گیری‌های مکرر^۱ تجزیه و تحلیل شد. از آزمون تعقیبی بونفرونی^۲ برای ارزیابی تفاوت بین گروه‌ها استفاده شد.

یافته‌ها

کراتینین

اطلاعات مربوط به کراتینین در شکل ۱ ارائه شده است. با توجه به بررسی‌های انجام‌شده بر روی سطوح کراتینین سرم زنان فوتسالیست، اختلاف معنی‌داری بین سطح کراتینین قبل (پیش‌آزمون) و بلافاصله بعد از مسابقه (پس‌آزمون) مشاهده شد. سطح کراتینین بلافاصله پس از مسابقه در گروه تجربی به

1 . Repeated Measure Analyse Variance

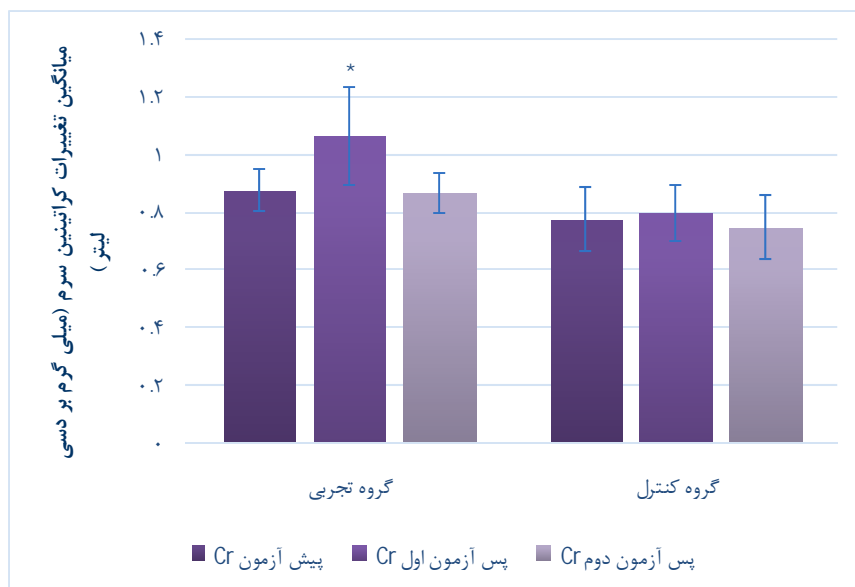
2 . Bonferony

اثر مسابقه فوتسال بر برخی نشانگرهای بیوشیمیایی آسیب عضلانی (کراتینین و آسپاراتات آمینوترانسفراز) ۵

میزان ۲۱ درصد افزایش نسبت به پیش‌آزمون داشت ($F=13/91$ و $P<0/05$) و بین پس‌آزمون دوم و سوم نیز اختلاف معنی‌داری ($P<0/05$) مشاهده شد؛ به طوری که در پس‌آزمون دوم سطوح Cr حدود ۱۵ درصد از پس‌آزمون اول کاهش یافت. آزمون تعقیبی بونفرونی اختلاف معنی‌داری را بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون اول و پس‌آزمون اول و پس‌آزمون دوم نشان داد ($P<0/05$). بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون دوم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین اختلاف بین گروهی معنی‌داری در کراتینین مشاهده شد ($F=8/08$ و $P<0/05$).

آسپاراتات آمینوترانسفراز

اطلاعات مربوط به آسپاراتات آمینوترانسفراز در شکل ۲ ارائه شده است. سطح آسپاراتات آمینوترانسفراز بلافاصله پس از مسابقه افزایش معنی‌داری در گروه تجربی ($F=20/81$ و $P<0/05$) به مقدار ۹/۶۹ درصد تغییر از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون اول نشان داد. AST در پس‌آزمون دوم به میزان ۱۱/۴ درصد نسبت به پس‌آزمون اول کاهش نشان داد ($F=22/1$ و $P<0/05$). اختلاف بین گروهی معنی‌داری در متغیر AST مشاهده نشد ($F=3/02$ و $P<0/05$).



شکل ۱. میزان تغییرات کراتینین. * تفاوت معنی‌دار درون گروهی در $p<0/05$



شکل ۲. میزان تغییرات AST. * تفاوت معنی دار درون گروهی در $p < 0/05$

نتیجه گیری

هدف از تحقیق حاضر، بررسی اثر مسابقه فوتسال بر برخی نشانگرهای بیوشیمیایی آسیب عضلانی بود. یافته‌های تحقیق، افزایش معنی داری در میزان کراتینین سرم بلافاصله پس از مسابقه (پس آزمون اول) و کاهش معنی داری ۲۴ ساعت پس از مسابقه نشان داد. همچنین سطوح آسپاراتات آمینوترانسفراز سرم بلافاصله پس از مسابقه افزایش معنی داری داشت و ۲۴ ساعت پس از مسابقه این میزان کاهش یافته و تقریباً به سطوح پایه بازگشته بود.

فشارهای جسمانی و روانی ناشی از رقابت و تمرین، حتی در ورزشکاران سالم می‌تواند هموستاز را تغییر داده و به ظاهر شدن متغیرهای هماتولوژی و بیوشیمیایی در ادرار و خون منجر شود (۳،۲). بانفی و دل‌فابرو (۲۰۰۶) نیز در مطالعات خود، مشابه تحقیق حاضر، شاهد افزایش کراتینین به دنبال فعالیت ورزشی در ورزشکاران نخبه رشته‌های مختلف ورزشی شدند: در ورزش‌های طولانی مدت نظیر دوی نیمه‌ماراتون و ورزش‌هایی که وزن بدن بیشتر تحمل می‌شد و در فعالیت‌هایی که بیشتر تمرینات اکسنتریک را در بر می‌گرفت، بیشترین میزان تولید کراتینین مشاهده شد (۲). با توجه به اینکه در محیط طبیعی در مسابقات ورزشی، ورزشکاران آب موردنیاز خود را دریافت می‌کنند، نمی‌توان حجم پلاسما را در آزمودنی‌های مورد مطالعه بررسی کرد؛ به همین علت در این پژوهش از گروه کنترل و طرح پیش‌آزمون استفاده شد تا میزان تغییرات به‌طور دقیق بررسی شود.

کراتینین یکی از متابولیت‌های پلاسما است که از تجزیه کراتین فسفات تولید می‌شود و برای بازسازی آدنوزین تری فسفات طی فعالیت بدنی مورد نیاز است. میزان آزادسازی کراتینین به شدت و مدت فعالیت بدنی بستگی دارد، به طوری که با افزایش شدت فعالیت، به علت نیاز بیشتر به انرژی، میزان آزادسازی کراتینین نیز بیشتر می‌شود. با افزایش کراتینین، این نشانگر از غشا عبور کرده، کلیه‌ها آن را فیلتر می‌کنند. سپس بخش نیتروژن آن جدا شده و در بازسازی آدنوزین تری فسفات از آن استفاده می‌شود.

میلیک و همکاران (۲۰۱۰) نیز افزایش کراتینین سرم در مردان و زنان را پس از فعالیت آنها مشاهده کردند (۱۳) که تأییدکننده نتایج پژوهش حاضر است. بر اساس تحقیق بانفی و همکاران (۲۰۰۸)، برای تفسیر غلظت کراتینین باید نوع رشته ورزشی، BMI و متغیرهای مدت جلسه تمرین را در نظر گرفت. برای مثال، با افزایش شدت فعالیت، میزان تولید کراتینین افزایش می‌یابد، لذا هم‌راستا با این گزارش، در تحقیق حاضر یک جلسه مسابقه فوتسال با فشار زیادی که به بازیکنان تحمیل کرد، به افزایش کراتینین سرم منجر شد. بانفی و همکاران (۲۰۰۸) معتقدند در رشته ورزشی فوتبال، بیشترین میزان کراتینین سرم در بازیکنان تولید می‌شود. فوتسال شبیه به فوتبال است، اما در زمینی کوچک‌تر و با تحرک بیشتر انجام می‌شود؛ بنابراین به دلیل فشار بیشتر به فوتسالیست‌ها در قیاس با فوتبالیست‌ها، میزان تولید نشانگرهای آسیب عضلانی به مراتب بیشتر خواهد بود (۳).

نیاکی و همکاران (۱۳۸۶) تحقیقی درباره میزان کراتینین و ATP پلاسما را با آزمون بی‌هوای رست (RAST) بررسی کردند و بر خلاف نتایج مطالعه حاضر، کاهش غیرمعنی‌داری در سطح کراتینین مشاهده کردند. علت این مغایرت شاید استفاده از پروتکل تمرینی متفاوت (آزمون بی‌هوای RAST) باشد (۹).

از دیگر نتایج ناهمسو با مطالعه حاضر، مطالعه سواریز و همکاران (۲۰۱۱) است که کاهش غیرمعنی‌داری در سطح کراتینین بعد از دوی فوق‌ماراتن کایاک و دوچرخه‌سواری گزارش کردند. نتایج آنها نشان داد که بیست ساعت کایاک و دوچرخه‌سواری نمی‌تواند تغییری در غلظت لاکتات خون، هموگلوبین، تری‌گلیسرید و کراتینین ایجاد کند و عملکرد کلیه را تحت‌تأثیر قرار دهد. علت مغایرت این پژوهش با پژوهش حاضر می‌تواند نوع فعالیت ورزشی مورد بررسی باشد. بیست ساعت فعالیت کایاک و دوچرخه‌سواری به صورت هوای و با شدت کم، به مصرف کراتین به‌عنوان سوخت منجر شده و در نتیجه میزان کراتین کمتری آزاد و به مراتب میزان کراتینین کمتری نیز دفع می‌شود (۱۶).

در این تحقیق، افزایش معنی‌داری در میزان اسپارتات‌آمینوترانسفراز سرم بلافاصله پس از مسابقه (پس‌آزمون اول) و کاهش معنی‌داری ۲۴ ساعت پس از مسابقه مشاهده شد. لیپی و همکاران (۲۰۰۸) نیز فاکتورهای آسیب عضلانی از جمله اسپارتات‌آمینوترانسفراز را در دوی نیمه‌ماراتون ۲۱ کیلومتری بررسی کردند. همسو با نتایج این تحقیق، میزان این متغیر بعد از فعالیت افزایش قابل ملاحظه‌ای نشان داد، اما مغایر با تحقیق حاضر، تا ۲۴ ساعت بعد همچنان در سطح بالایی باقی ماند (۱۲). متناقض بودن نتایج می‌تواند به علت میزان رخ‌دادن آسیب عضلانی متفاوت باشد؛ به طوری که هرچه شدت بروز آسیب بیشتر باشد، میزان آزادسازی و ماندگاری اسپارتات‌آمینوترانسفراز در سرم بیشتر و لذا میزان دفع آن از خون نیز بیشتر خواهد بود. به عبارتی، در قیاس با مسابقه فوتسال، دوی نیمه‌ماراتون ۲۱ کیلومتری فشار بیشتری بر آزمودنی‌ها اعمال کرده است، لذا مقدار و ماندگاری میزان اسپارتات‌آمینوترانسفراز در سرم بیشتر بوده است.

آکیموتو و همکاران (۲۰۱۰)، در تأیید یافته‌های حاضر، گزارش کردند دویدن در مسافت‌های متفاوت به افزایش میزان AST و آلانین‌آمینوترانسفراز (ALT) منجر می‌شود، به طوری که هرچه مسافت دویدن بیشتر شود، میزان تولید نشانگرها نیز بیشتر می‌گردد (۱).

روحانی و همکاران (۲۰۰۹)، نیز افزایش اسپارتات‌آمینوترانسفراز را به عنوان نوعی نشانگر آسیب عضلانی در ورزشکاران حرفه‌ای بدن‌ساز بعد از شش هفته تمرین بدن‌سازی مشاهده کردند (۱۵). اسپارتات‌آمینوترانسفراز، واکنش تولید انرژی را کاتالیز می‌کند که بین سیتوسول و میتوکندری اتفاق می‌افتد. این آنزیم در درجه اول در سلول‌های عضلانی و قلبی قرار دارد و نیاز انرژی در این سلول‌ها را برطرف می‌کند. با انجام فعالیت بدنی، نیاز انرژی در عضلات بیشتر شده و میزان اسپارتات‌آمینوترانسفراز برای کاتالیز بیشتر واکنش‌ها در سلول زیاد می‌شود. این آنزیم در بیشتر مواقع تا ۲۴ ساعت بعد از فعالیت بدنی نیز در خون باقی می‌ماند و انرژی موردنیاز بدن را مهیا می‌کند. افزایش این آنزیم به طول مدت فعالیت بدنی بستگی دارد، به طوری که با طولانی‌بودن فعالیت بدنی، افزایش این آنزیم ادامه دارد تا انرژی موردنیاز سلول تولید شود.

بشیری و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی تأثیر هم‌زمان کراتین مونوهیدرات و تمرین مقاومتی را بر نشانگرهای کبدی از جمله AST بررسی کردند. افزایش AST در هر دو گروه دریافت‌کننده کراتین و گروه دارونما معنی‌دار نبود (۵)، احتمالاً تفاوت در نوع، شدت و مدت تمرین از دلایل مغایرت نتایج این تحقیق با تحقیق حاضر است.

به طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که مسابقه فوتسال به افزایش کراتینین (Cr) و آسپارات آمینوترانسفراز (AST) و احتمالاً بروز آسیب عضلانی در بازیکنان فوتسال حرفه‌ای زن منجر می‌شود.

منابع و مأخذ

1. Akimoto, A K. Miranda-Vilela, A L. Alves, P C Z. Pereira, L C d S. Lordelo, G S. Hiragi, C d O. Klautau-Guimarães, M d N. (2010). Evaluation of gene polymorphisms in exercise-induced oxidative stress and damage. *Free Radical Research*. 44(3):322-331.
2. Banfi, G. Del Fabbro, M. (2006). Relation between serum creatinine and body mass index in elite athletes of different sport disciplines. *British Journal of Sports Medicine*. 40(8): 675-678.
3. Banfi, G. Fabbro, M d. Lippi, G. (2008). Creatinine values during a competitive season in elite athletes involved in different sport disciplines. *Journal of sports medicine and physical fitness*. 48(4):479-482.
4. Barrios, C. Hadala, M. Almansa, I. Bosch-Morell, F. Palanca, J M. Romero, F J. (2011). Metabolic muscle damage and oxidative stress markers in an America's Cup yachting crew. *European Journal of Applied Physiology*. 111(7): 1341-1350.
5. Bashiri, J. Gaeeni, A. (1389). Nikbakht H, Hadi H A, Bashiri M. Concomitant effects of creatine monohydrate and resistance training on serum liver enzyme activity in nonathletic men. [persian]. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 12(1):1-2.
6. Brancaccio, P. Limongelli, FM. Maffulli, N. (2006). Monitoring of serum enzymes in sport. *Br J Sports Med.*; 40:96-7.
7. Brancaccio, P. Maffulli, N. Limongelli, FM. (2007). Creatine kinase monitoring in sport medicine. *Br Med Bull*. 81- 82:209-30.
8. Bruce, R. Todd, JK. Le Dune, L. (1958). Serum transaminase: its clinical use in diagnosis and prognosis. *Br Med J*. 2: 1125-1128.
9. Ghanbari Niaki, A. Barmaki, S. Afshar Naderi, A. (1387). Creatinine, Atp, energy expenditure, and plasma glucose test measures anaerobic power after two consecutive RAST of University Women. [persian]. *Journal of Research in Sport Sciences*. 19: 97-110.

10. Gorce-Dupuy, A M. Vela, C. Badiou, S. Bargnoux, A S. Josse, C. Roagna, N. Destizons, D. (2012). Antioxidant and oligonutrient status, distribution of amino acids, muscle damage, inflammation, and evaluation of renal function in elite rugby players. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*. 50(10):1777-1789.
11. Junge¹, A. Dvorak, J. (2010). Injury risk of playing football in Futsal World Cups. *Br J Sports Med*. 44:1089-1092.
12. Lippi, G. Schena, F. Salvagno, G. Montagnana, M. Gelati, M. Tarperi, C. Guidi, G. (2008). Acute variation of biochemical markers of muscle damage following a 21-km, half-marathon run. *Scandinavian Journal of Clinical & Laboratory Investigation*. 68(7):667-672.
13. Milić, R. Banfi, G. Del Fabbro, M. Dopsaj, M. (2011). Serum creatinine concentrations in male and female elite swimmers. Correlation with body mass index and evaluation of estimated glomerular filtration rate. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*. 49(2):285-289.
14. Nie, J. Tong, T. George, K. Fu, F. Lin, H. Shi, Q. (2011). Resting and post-exercise serum biomarkers of cardiac and skeletal muscle damage in adolescent runners. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 21(5):625-629.
15. Rohani, A. Imanipour, V. (2009). Effects of oxymetholone on hematological and liver factors in the male bodybuilder's serum. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 1(1):2814-2816.
16. Suarez, V C. Valdivielso, F N. Rave, J M G. (2011). Changes in biochemical parameters after a 20-hour ultra-endurance kayak and cycling event: original research article. *International SportMed Journal*. 12(1):1-6.
17. Tartabian, B. Nori, H. Abasi, A. (2009). Changes in plasma cortisol and metabolites in young male runners. [persian]. *Journal of Sport Biosciences*. 1(2):73-89.
18. Wyss, M. Kaddurah-Daouk, R. (2000). Creatine and creatinine metabolism. *Physiological Reviews*. 80(3):1107-1213.