



پایش طولی تغییرات شاخص های آسیب عضلانی و پروتئین واکنش گر C در فصول آماده سازی و رقابتی در جوانان فوتبالیست حرفه ای

محمد مهدی محمدیان^۱، سجاد ارشدی^{۲*}، عبدالعلی بنائی فر^۲، شاهین ریاحی ملایری^۳

۱- دانشجوی دکترای فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی - فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی،

تهران، ایران

۲- دانشیار فیزیولوژی ورزش، گروه تربیت بدنی - فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳- دانشیار فیزیولوژی ورزشی - گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران شرق، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

مقدمه: فوتبال پرطرفدارترین رشته ورزشی جهان بوده بنابراین نظر بسیاری از متخصصان را به سوی خود جلب نموده است. هدف تحقیق حاضر بررسی تغییرات شاخص های آسیب عضلانی و پروتئین واکنش گر C (CRP) در فصل آماده سازی و نیم فصل رقابتی در جوانان فوتبالیست حرفه ای بود.

مواد و روش ها

تحقیق حاضر از نوع شبه تجربی و به صورت پایش طولی بود. آزمودنی های این تحقیق ۲۵ فوتبالیست جوان در دسترس بودند. خونگیری در چهار نوبت از فصول آماده سازی و مسابقات انجام گرفت، ارزیابیها شامل بررسی کراتین کیناز (CK)، لاکتات دهیدروژناز (LDH) و CRP طی چهار مرحله بود. برای بررسی تغییرات و تفاوت های بین مراحل مختلف خون گیری از آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر استفاده شد و در صورت معناداری تفاوت ها از آزمون بونفرونی به عنوان آزمون تعقیبی استفاده شد.

یافته ها

نتایج در رابطه با CK و CRP نشان داد که این دو متغیر در انتهای پیش فصل نسبت به ابتدای پیش فصل افزایش معنی دار ($P \leq 0.05$) و در میانه نیم فصل کاهش معنی دار و در انتهای فصل دوباره افزایش معنی داری را تجربه کرد ($P \leq 0.05$). LDH در هر سه مرحله نسبت به ابتدای پیش فصل افزایش معنی داری داشت اما بین سه مرحله مذکور تفاوت معنی داری وجود نداشت ($P \leq 0.05$).

نتیجه گیری

با توجه به افزایش CK و CRP در انتهای پیش فصل و نیم فصل رقابتی و LDH در هر سه مرحله به نظر می رسد انتهای پیش فصل و انتهای نیم فصل نسبت به میانه نیم فصل نیازهای فیزیولوژیک بالایی را می طلبد و در این دوره ها وقوع بیش تمرینی محتمل است. **واژه های کلیدی:** کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز، پروتئین واکنش گر C، فوتبال.

نوع مقاله: پژوهشی اصیل

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۰۸

*نویسنده مسئول: دکتر سجاد ارشدی

رتبه دانشیار فیزیولوژی ورزش، گروه

تربیت بدنی - فیزیولوژی ورزشی،

واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد

اسلامی، تهران، ایران

تلفن: ۰۲۱-۵۵۵۴۵۰۴

ایمیل:

arshadi.sajad@iau.ac.ir



مقدمه

با توجه به این که فوتبال پرطرفدارترین رشته ورزشی جهان محسوب می شود نظر بسیاری از متخصصان را به سوی خود جلب نموده است (۱). تحقیقات نشان می دهد که التهاب و آسیب عضلانی در دوران آماده سازی فوتبال افزایش یافته و عدم مدیریت این فرایندها ممکن است که عملکرد ورزشی را تحت تاثیر قرار داده و حتی موجب بیش تمرینی گردد (۲).
 (۳). در زمینه فوتبال حرفه ای دوره پیش فصل برای آماده سازی بازیکنان از لحاظ آمادگی جسمانی، تکنیکی و تاکتیکی انجام می شود. در این بازه زمانی حجم و شدت تمرینات معمولاً به طور تدریجی و فزاینده افزایش می یابد که از لحاظ فیزیولوژیک می تواند بارهای سنگینی را اعمال کند. اگر چه اعمال بارهای تمرینی سنگین برای سازگاری و پیشرفت ضروری هستند اما مرز باریکی بین تمرین بهینه و بیش تمرینی وجود دارد. عدم تعادل بین ریکاوری مطلوب و بار تمرین ممکن است سبب وقوع بیش تمرینی و کاهش عملکرد و افزایش آسیب پذیری گردد (۴). تغییرات نامطلوب در بدن را می توان با مشاهده سیستماتیک نشانگرهای مختلف هماتولوژیکی و بیوشیمیایی تشخیص داد. نشانگرهای زیستی خون به عنوان ابزارهای عینی و حساس امکان ارزیابی پاسخ بدن به استرس ناشی از تمرین را دارد (۵). LDH و CK از عوامل مهم زیستی مرتبط با آسیب-

های ریز عضلانی هستند (۶). در حالی که التهاب با افزایش غلظت پروتئین های داخل سلولی، تعداد لکوسیت ها، سایتوکاین ها، CRP، اسید اوریک یا اوره مرتبط است (۷).
 (۸). افزایش سطح LDH و CK خون، اغلب ناشی از آسیب میوسیت در طول تمرین طولانی مدت شدید، بازیابی ناقص و افزایش استرس اکسیداتیو است (۹). آسیب عضلانی طی رقابت فوتبال طی انقباضات برونگیری شدید رخ می دهد و بر قدرت عضلانی تأثیر منفی گذاشته و مشاهده شده با کاهش عملکرد پرش و سرعت همراه است. در نتیجه این انقباضات، پروتئین های درون سلولی عضلات اسکلتی به جریان خون آزاد می شوند، که اهمیت غربالگری آسیب عضلانی ناشی از فعالیت ورزشی^۱ (EIMD) از طریق نمونه گیری خون را برجسته می کند.

CK آنزیمی درون سلولی است که پس از انقباضات برونگیری و پس از بازی فوتبال به طور قابل توجهی در سرم افزایش می یابد. انجام تمرینات برونگیری با پاسخ EIMD بزرگتری همراه است، به این معنی که ممکن است زمانی که بازیکنان پس از دوره های استراحت یا کاهش شدت، مانند دوره خارج از فصل به تمرینات شدید یا رقابت باز می گردند آزمایش سطح CK سرمی بسیار مفید است (۱۰). LDH نیز

¹. Exercise-induced muscle damage



این حال، این نتایج با یافته های مطالعه ای که توسط رادزیمینسکی و همکاران (۲۰۲۰) منتشر شده است، متفاوت است، این محققین افزایش قابل ملاحظه ای در مقادیر CRP در بازیکنان فوتبال در طول اردوی ورزشی در زمان پیش فصل شناسایی نکردند (۱۵). رادزیمینسکی و همکاران (۲۰۲۰) تأکید کردند که افزایش عوامل التهابی در بدن بازیکنان فوتبال پیش از فصل ممکن است به دلیل شروع تمرین و افزایش بارهای تمرینی با شدت بالا در مدت زمان کوتاه باشد (۱۵). افزایش CRP پس از پیش فصل ممکن است به دلیل استفاده مکرر از فعالیت های با شدت بالا در تمرینات این دوره باشد. با این حال، کلمنت و همکاران (۲۰۲۱) بیان داشتند که افزایش در CRP در اثر فعالیت ورزشی منعکس کننده یک وضعیت پاتولوژیک نیست (۴). در نهایت، به نظر می رسد که افزایش CRP پس از تمرینات شدید می تواند نتیجه سازوکارهایی مانند پاسخ التهابی به آسیب ها یا عوامل مرتبط با التهاب (اینترلوکین-۶، یعنی محرک اصلی ترشح CRP) در ورزشکاران باشد (۸). بارهای تمرینی اعمال شده در ورزشکاران باعث تغییر در شاخص هایی می شود که سطوح استرس مربوط به تمرین را مشخص می کند (۱۶). آکونین و همکاران (۲۰۱۶) پیشنهاد کرد که استراتژی های تمرینی مختلف، مانند دوره بندی تمرین با تأکید بر توانایی های تکنیکی/ تاکتیکی،

با افزایش مشابه مانند CK پس از اعمال انقباض های برونگرا می تواند نشان دهنده آسیب عضلانی باشد، آنزیم LDH در عمل تبدیل پیرووات به لاکتات نقش داشته و در اکثر بافت ها وجود دارد. این بدان معنی است که LDH بر خلاف CK، می تواند از چندین منشأ وارد گردش خون شود، و این امر اندازه گیری LDH عضلانی از سرم را چالش برانگیز می کند (۱۱).

به نظر می رسد همانند آسیب عضلانی، نظارت بر نشانگرهای التهابی برای اشاره به وضعیت خستگی مهم باشد (۶). پروتئین واکنش گر C اولین مولکول قابل شناسایی است که در پاسخ حاد بدن به تغییرات محیطی از جمله فعالیت ورزشی پاسخ داده و سبب افزایش دیگر عوامل التهابی در پاسخ به محرک های مختلف فاز حاد می شود (۴). در مطالعات مختلف افزایش معناداری مقادیر CRP پس از پیش فصل، نسبت آغاز پیش فصل مشاهده شده است. سطح CRP پس از فعالیت ورزشی شدید یعنی در حالت التهاب حاد افزایش می یابد (۱۲). در تحقیقی روی بازیکنان فوتبال آماتور افزایش های قابل توجهی در CRP پس از یک مسابقه فوتبال مشاهده شده است (۱۳). همچنین در بازیکنان حرفه ای نیز موهر و همکاران (۲۰۱۶) مقادیر CRP را قبل و بعد از دوره آماده سازی مقایسه نموده و مشاهده کردند که افزایش معنی داری در مقادیر CRP رخ داده بود (۱۴). با



می‌تواند برای جلوگیری یا کمک به اصلاح موقعیت‌های میکروترومای عضلانی انباشته شده در بازیکنان فوتبال جوان که بخشی از یک زمینه رقابتی را تشکیل می‌دهند، اجرا شود. داده‌های پودگورسکی و همکاران (۲۰۲۱) نشان می‌دهد که در کل دوره بندی تمرین، به‌ویژه در دوره رقابتی، پایش وضعیت خستگی بهینه در بازیکنان جوان فوتبال باید انجام شود. موریس و همکاران (۲۰۱۷) تغییرات بیوشیمیایی خون رادر ۳۱ آزمودنی فوتبال دانشگاهی در فصل مسابقه مورد بررسی قرار دادند. نتیجه تحقیق ایشان نشان داد که هرچند، عوامل هماتولوژیک و آسیب عضلانی تغییر معنی داری یافته بود. اما از رنج نرمال خارج نشده بود. مقدار شاخص های عضلانی بالاتر از رنج نرمال بود. و این نشان دهنده وقوع آسیبهای عضلانی در فصل مسابقه است (۱۷). آندریوسکی و همکاران (۲۰۲۲)، در مطالعه خود تاثیر بارهای تمرینی در دوره آماده سازی و رقابتی بر شاخص های بیوشیمیایی استرس تمرینی در بازیکنان جوان فوتبال بررسی و نتایج نشان داد که سخت‌ترین بارهای تمرینی اعمال شده در دوره آماده سازی منجر به افزایش قابل‌توجهی در تمام شاخص‌های استرس تمرینی بیوشیمیایی (CK، کورتیزول، سروتونین و فاکتور نوروتروفیک مشتق از مغز) شد. همچنین کاهش بارهای تمرینی در طول یک دوره رقابتی و افزودن جلسات تمرین ریکاوری منجر به کاهش سیستماتیک در مقادیر

شاخص‌های بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده گردید. نتایج مطالعه نشان داد که هر دو نشانگر ذهنی و عینی، از جمله بار تمرینی، در پایش استرس تمرینی در بازیکنان جوان فوتبال مفید هستند (۱۸).

با توجه به موارد ذکر شده مشخص است که عوامل بیوشیمیایی خون در اثر تمرینات آماده سازی و مسابقات در فوتبالیست‌ها تغییر پذیر است. برخی از این عوامل با عملکرد جسمانی و اجرای فوتبالیست‌ها ارتباط دارد. عدم تناسب بین تمرین و استراحت می‌تواند منجر به خستگی مزمن و حتی به سندرم پر تمرینی^۱ / بیش تمرینی^۱ شود (۱۹). با توجه به اینکه تحقیقات در زمینه فوتبال اکثراً مداخله ای بوده و پایش طولانی تمرین که بیشتر نشان دهنده شرایط واقعی بازیکنان است کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. و نتایج متناقضی گاهی ثبت شده است به همین دلیل هدف تحقیق حاضر پاسخ به این سوال است که آیا شاخص های آسیب عضلانی و CRP در فصول آماده سازی و رقابتی در جوانان فوتبالیست حرفه‌ای متغیر است و در صورت وجود تغییرات در کدام زمان ها تغییرات بیشتری قابل مشاهده است.

روش شناسی

تحقیق حاضر از نوع شبه تجربی و به صورت پایش طولی بوده، به این معنی که محقق بدون اعمال مداخله به پایش

^۱ . Over reaching / over training



تمرین آماده سازی باشگاه پرسپولیس تهران حاضر باشند. در جلسه آشنایی علاوه بر توضیح کامل طرح شاخص های عمومی آزمودنی ها شامل قد، وزن و شاخص توده بدن و اطلاعات عمومی مانند تحصیلات، سن دقیق، بومی و غیر بومی بودن، وضعیت کلی تغذیه و مصرف یا عدم مصرف مکمل های ورزشی پرسیده شد. از بین ۲۵ آزمودنی ۱۷ نفر بومی و ۸ نفر غیر بومی بوده و به آزمودنی ها سپرده شد از مکمل کراتین و مکمل هایی که در نتایج تحقیق اثر گذار باشند اجتناب کنند.

در تحقیق حاضر محقق تداخلی در برنامه تمرینی آماده سازی بازیکنان ایجاد نکرد بلکه مورد روتین باشگاه را ثبت نموده است. شدت تمرین در هر هفته، حجم تمرین، طول مدت تمرین، تعداد نوبت های تمرینی، تعداد جلسات تمرین در هر هفته، و مقادیر زمان استراحتی و هدف هر سیکل از تمرین ثبت گردید. برنامه های تمرینی شامل اعمال بارهای تمرینی و بازیابی طراحی، اجرا به دقت مورد بررسی قرار گرفت و در پایان هر جلسه تمرینی زمان کل تمرین محاسبه می گردد. حجم تمرین از حاصل ضرب تعداد تکرار در نوبت در تعداد جلسه تمرینی در هفته به دست آمده بود. همچنین (بخش کیفی) در هر هفته ثبت گردید. دوره بندی تمرین شامل مراحل: توسعه سیستم انرژی هوازی، توسعه سیستم انرژی بی هوازی، توسعه سرعت، توسعه قدرت و

تغییرات دوره تمرینی روتین بر نمونه های خونی در ورزشکاران فوتبالیست پرداخته است. همچنین، قبل از اجرای میدانی فرایند مربوط به اصول اخلاقی اجرا گردید و طرح تحقیق با تصویب کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه آزاد اسلامی پیشوا (واحد ورامین) با کد IR.IAU.VARAMIN.REC.1403.031 تایید شد. پس از تصویب طرح و پر نمودن رضایت نامه آزمودنی ها در جلسه آشنایی شرکت نمودند. جامعه آماری این تحقیق بازیکنان نخبه فوتبال در رده سنی جوانان (زیر ۱۹ سال) هستند که در مسابقات لیگ دسته یک شرکت دارند. بنابراین از نمونه های در دسترس (تیم جوانان پرسپولیس) به عنوان آزمودنی استفاده شد. پس از دادن فراخوان و هماهنگی لازم با مدیریت و مربیان ۲۵ بازیکن جوان واجد شرایط در تحقیق شرکت نمودند. معیارهای شرکت در پژوهش شامل سن آزمودنی ها (زیر ۱۹ سال)، شرکت منظم در جلسات تمرین و آزمون، عدم آسیب عضلانی حاد شدید، داشتن حداقل ۵ سال سابقه بازی فوتبال و وجود سلامت کامل جسمی و روحی بود از معیارهای خروج از تحقیق نیز، هر گونه آسیب شدید که سبب عدم توانایی تمرین و آزمون، استفاده از داروهای ضد التهاب و مداخله گر، عدم شرکت منظم در جلسات تمرین و آزمون بود. افراد به مدت ۱۴ هفته (از نیمه دوم خرداد تا انتهای شهریور) کامل در فرآیند



توان بود. در دوره رقابتی نیز هر ۵ روز یک مسابقه انجام می شد که روز بعد از مسابقه شامل تمرین بازیابی فعال، روز دوم تمرینات ظرفیت هوازی، تمرینات سایه زنی، روز سوم تمرینات سرعتی، تکنیکی و تاکتیکی، روز چهارم تمرینات تاکتیکی و روز پنجم مسابقه بعدی بود. در جدول شماره ۱ متغیرهای تمرین در هفته های مختلف پیش فصل و در جدول ۲ نحوه تمرین در نیم فصل رقابتی آورده شده است.

جدول ۱. حجم و شدت تمرین در دوره پیش فصل

توسعه توان هوازی							
هفته	شدت	حجم	مدت زمان تلاش	تکرار	نوبت	دوره استراحت	جلسات هفتگی
اول	۷۰-۸۵٪ حداکثر ضربان قلب	۱۵-۶۰ دقیقه	۱۰-۱۵ دقیقه	۳-۶	۲-۴	بازگشت فعال به ضربان ۱۲۰	۳-۴
دوم، سوم، چهارم	۸۵-۹۵٪ حداکثر ضربان قلب	۱۰-۴۰ دقیقه	۲-۵ دقیقه	۲-۶	۲-۴	بازگشت فعال / نیمه فعال ۱ به ۱ تا ۱ به ۲	۲-۳
پنجم و ششم	۹۵-۱۰۰٪ حداکثر ضربان قلب	۸-۱۵ دقیقه	۳۰-۱۲۰ ثانیه	۳-۵	۱-۲	غیرفعال نیمه فعال ۱:۱ تا ۱:۳ بین ست ها: ۱۰ دقیقه	۱
هفتم و هشتم	۹۵-۱۰۰٪ حداکثر ضربان قلب	۶۰۰-۱۰۰۰ متر	۸-۳۰ ثانیه	۳-۴	۲-۳	غیرفعال نیمه فعال ۱:۱ تا ۱:۶ بین ست ها: ۸-۱۰ دقیقه	۱
توسعه قدرت عضلانی و توان							
اول	۴۰-۵۰٪ یک تکرار بیشینه	۳۰-۴۵ دقیقه	۲۰-۳۰ ثانیه	۱۵-۲۰	۳-۴	غیر فعال نیمه فعال بین ستها: ۲-۱ دقیقه	۲-۳
دوم، سوم، چهارم	۷۰-۸۵٪ یک تکرار بیشینه	۳۰-۴۰ دقیقه		۶-۱۰	۳-۴	غیرفعال نیمه فعال بین ستها: ۳-۲ دقیقه	۱-۲
پنجم و ششم	۸۰-۱۰۰٪ یک تکرار بیشینه	۳۰-۴۰ دقیقه		۱-۵	۴-۶	غیر فعال نیمه فعال بین ستها: ۵-۳ دقیقه	۲-۳
هفتم و هشتم	۵۰-۷۰٪ یک تکرار بیشینه	۳۰ دقیقه		۲-۵	۳-۵	غیرفعال نیمه فعال بین ستها: ۳-۲ دقیقه	۲



جدول ۲. برنامه تمرینی بین دو مسابقه در یک میکروسیکل ۵ روزه در طول دوره رقابتی

روزهای تمرین	ویژگیهای تمرین	شدت	مدت تمرین
روز مسابقه	مسابقه	۸۵-۹۵٪ ضربان قلب بیشینه	۹۰ دقیقه
روز اول	تمرینات بازیابی فعال	۷۰-۸۵٪ ضربان قلب بیشینه	۶۰ دقیقه
روز دوم	تمرینات ظرفیت هوازی، تمرینات سایه زنی	۷۰-۸۵٪ ضربان قلب بیشینه	۶۰-۷۵ دقیقه
روز سوم	تمرینات سرعتی، تکنیکی و تاکتیکی	۸۵-۱۰۰٪ ضربان قلب بیشینه	۷۵ دقیقه
روز چهارم	تمرینات تاکتیکی	۷۰-۸۵٪ ضربان قلب بیشینه	۴۰ دقیقه
روز مسابقه	مسابقه	۸۵-۹۵٪ ضربان قلب بیشینه	۹۰ دقیقه

خونگیری در چهار نوبت یعنی خونگیری اول ۴۸ ساعت قبل از آغاز پروتکل، انتهای هفته هشتم، انتهای هفته یازدهم و انتهای هفته چهاردهم انجام گرفت، سپس آنالیز نمونه های خون در آزمایشگاه بیوشیمیایی انجام شد. نمونه های خونی (حالت ناشتا) هر یک از آزمودنی ها برای تعیین موارد متابولیکی ذکر شده، مورد اندازه گیری قرار گرفت، در هنگام نمونه گیری افراد قبل از اجرای خون گیری به مدت ۵ دقیقه در حالی که بر روی صندلی تکیه داشتند، به استراحت پرداختند، نمونه ها از ورید بازویی و به مقدار ۱۰ سی سی انجام شد. پس از اتمام نمونه گیری، نمونه های خون سریعاً به آزمایشگاه تجزیه بیوشیمیایی خون انتقال داده شد. تمامی نمونه گیری های خونی توسط شخصی مجرب انجام گرفت. تمامی اندازه گیری های خونی از ورید بازویی انجام گرفت. نمونه های فریز شده (-۷۰ درجه سانتیگراد) در شرایط استاندارد توسط متخصصین آزمایشگاهی جمع آوری و اقدامات آماری لازم جهت به دست آوردن نتایج آزمونها

روی داده ها انجام شد. ارزیابیها شامل نشانگرهای اصلی آسیب عضلانی طی چهار مرحله (LDH، CK) بود. همچنین CRP به عنوان عامل التهابی اندازه گیری شد. اندازه گیری دو متغیر آسیب عضلانی به شکل الایزا بود. از کیت های الایزا مخصوص نمونه های انسانی (برند زلبیو ساخت شرکت کشور آلمان) و از دستگاه الایزا ریدر (DRG) به روش ساندویچی استفاده شد. در روش آنزیمی اندازه گیری LDH، نمونه بیمار با پیرووات و NADH مخلوط می شود. آنزیم LDH موجود در نمونه، لاکتات را به پیرووات تبدیل کرده و NADH را به NAD⁺ اکسید می کند. کاهش جذب نوری NADH در طول موج ۳۴۰ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر اندازه گیری می شود. سرعت کاهش جذب نوری متناسب با فعالیت آنزیم LDH در نمونه است. در روش آنزیمی اندازه گیری CK، نمونه بیمار با سوبسترای واکنش (ADP و کراتین فسفات) و کوآنزیم های مورد نیاز (AMP) و (NADH) مخلوط می شود.



آنزیم CK موجود در نمونه، کراتین فسفات را به کراتین و ATP تبدیل می‌کند. ATP تولید شده توسط آنزیم هگزوکیناز به ADP و گلوکوز ۶ فسفات تبدیل می‌شود. گلوکوز ۶ فسفات سپس توسط گلوکوز ۶ فسفات دهیدروژناز اکسید شده و NADPH تولید می‌کند. افزایش جذب نوری NADPH در طول موج ۳۴۰ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری می‌شود.

پس از جمع آوری داده‌ها، برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون آزمون کلموگروف-اسمیرنوف استفاده شد که نتایج نشان داد توزیع داده‌ها طبیعی بوده بنابراین از آزمون پارامتریک برای آزمون فرضیه‌ها استفاده شد. برای بررسی تغییرات و تفاوت‌های بین مراحل مختلف خون‌گیری از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر^۱ استفاده شد و در صورت معناداری تفاوت‌ها از آزمون بونفرونی به عنوان آزمون تعقیبی استفاده شد.

تمامی ارزیابی‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS ورژن ۲۵ انجام شد. از نرم افزار اکسل ۲۰۱۶ برای رسم نمودارها استفاده شده است.

یافته‌ها

در جدول ۳ اطلاعات عمومی آزمودنی‌ها آورده شده است. و نمودار ۱، ۲ و ۳ مقادیر متغیرهای وابسته CK، LDH و CRP و معنی داری آزمون تحلیل واریانس در فصول مختلف آورده شده است.

¹ . Repeated measure one way ANOVA



جدول ۳. ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها، بر حسب میانگین و انحراف استاندارد و طبیعی بودن توزیع داده‌ها با آزمون کلموگروف-اسمیرنوف

معنی داری	پس از دوره	معنی داری	قبل از دوره	
۰/۱۹	۱۸/۱±۰/۳	۰/۳۰	۱۸/۱±۰/۳	سن (سال)
۰/۱۷	۱۷۹/۳±۵/۷	۰/۰۶	۱۷۹/۳۸±۵/۷	قد (سانتی متر)
۰/۲۰۰	۷۰/۴±۵/۵	۰/۲۰	۷۱/۷±۷	وزن (kg)
۰/۱۱	۲۱/۸±۱/۲	۰/۲۰	۲۲/۴±۱/۲	BMI (kg/m2)

جدول ۴. مقادیر متغیرهای وابسته (میانگین±انحراف معیار)

مراحل زمانی					متغیر
p value	مرحله سوم	مرحله دوم	مرحله اول	حالت پایه	
*۰/۰۰۱	۱۶۹±۱۹۷/۵۸ ۳۶۸	۸۰±۱۰۰/۱۹ ۲۷۳	۴۱۳/۸۰±۱۷۱/۸۳	۲۵۶/۴۲±۹۲/۴۴	کراتین فسفوکیناز
*۰/۰۰۴	۱۹۶±۱۰۳/۸۲ ۴۰۴	۳۵۸/۵۷±۴۰/۱۹	۳۸۰/۰۷±۷۳/۹۳	۳۳۰/۹۶±۴۱/۱۱	LDH
*۰/۰۰۱	۴/۴۳±۱/۷۸	۱/۹۳±۰/۷۹	۴/۱۸±۱/۲	۲/۰۱±۰/۷۳	CRP

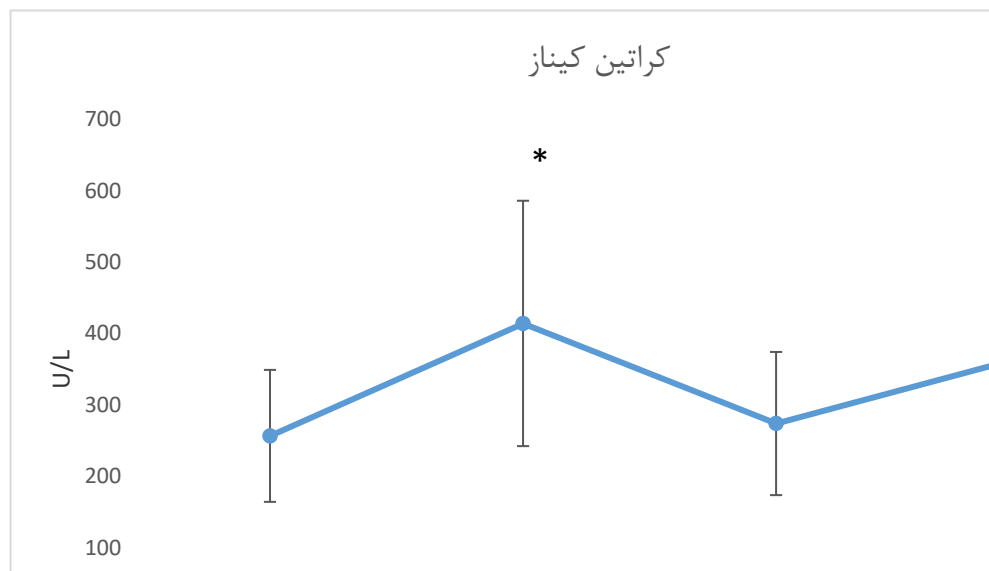
فسفوکیناز، LDH، میوگلوبین خون و پرئنتین واکنش گر C خون (حالت پایه، انتهای پیش فصل، میانه نیم فصل رقابتی و انتهای نیم فصل رقابتی) انجام شد، که نتایج آن در جدول ۴ آورده شده است. با توجه به نتایج این جدول تفاوت آماری معنی داری بین وهله های زمانی در هر سه متغیر وجود داشت.

در رابطه با CK، LDH و پرئنتین واکنش گر C ابتدا نتیجه آزمون کرویت مچلی مورد بررسی قرار گرفت که نتیجه آزمون مچلی برای کراتین فسفوکیناز برابر با ($P=۰/۰۰۱$)، LDH برابر با ($P=۰/۰۰۱$)، و CRP بود، بنابراین از آزمون گرین هاوس برای بررسی تفاوت زمانی استفاده گردید. تحلیل واریانس مکرر برای سنجش تغییرات کراتین

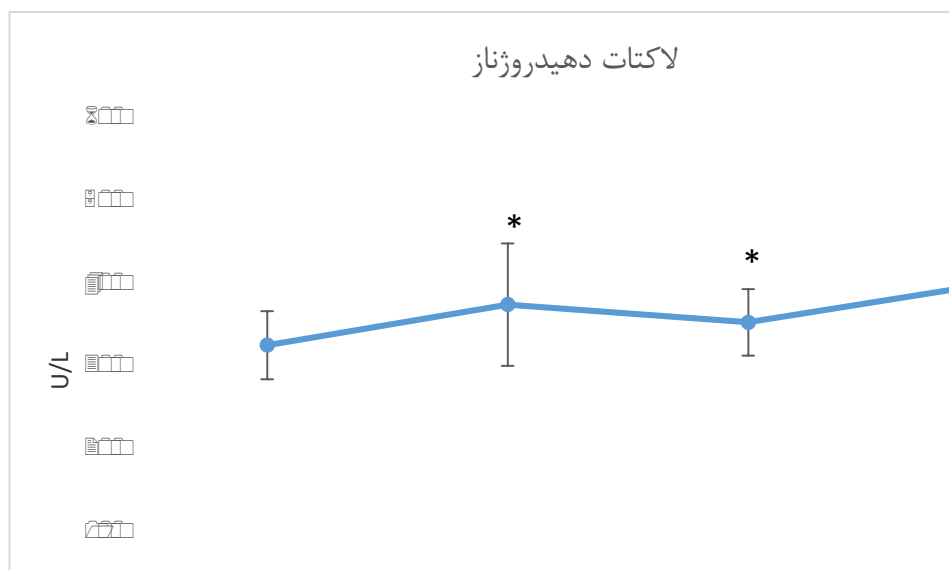


افزایش یافته بود. اما تفاوت معنی داری بین دوره های زمانی دوم و سوم ($P=0/22$)، دوم و چهارم ($P=0/99$) و سوم و چهارم ($P=0/19$) مشاهده نشد. مقایسه زوجی گروه ها نشان داد که پروتئین واکنش گر C در انتهای مرحله دوم نسبت به حالت پایه افزایش معنی داری داشته است ($P=0/06$)، سپس در مرحله سوم نسبت به مرحله دوم کاهش معنی دار داشته ($P=0/001$) به طوری که تفاوت معنی داری با حالت پایه گزارش نشد ($P=0/99$)، مقدار پروتئین واکنش گر C مجدد در مرحله چهارم افزایش معنی داری نسبت به حالت پایه ($P=0/001$) داشته اما تفاوت معنی داری با مرحله دوم ($P=0/99$) نداشت، هرچند نسبت به مرحله سوم افزایش معنی داری داشته است ($P=0/001$).

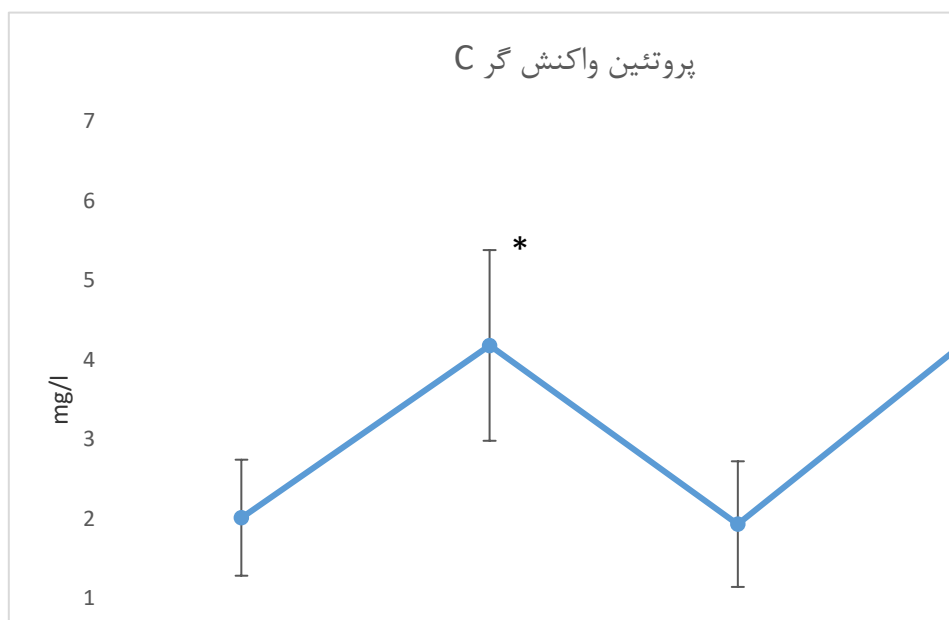
بنابراین برای بررسی محل تفاوت از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده گردید. مقایسه زوجی گروه ها (نمودار ۱، ۲ و ۳) نشان داد که CK در انتهای مرحله دوم نسبت به حالت پایه افزایش معنی داری داشته است ($P=0/001$)، سپس در مرحله سوم کاهش معنی دار نسبت به مرحله دوم داشته ($P=0/001$) به طوری که تفاوت معنی داری با حالت پایه گزارش نشد ($P=0/26$)، مقدار CK مجدد در مرحله چهارم افزایش معنی داری نسبت به حالت پایه ($P=0/009$) داشته اما تفاوت معنی داری با مرحله دوم ($P=0/99$) و سوم نداشت ($P=0/009$). نتایج مقایسه زوجی در رابطه با LDH نشان می دهد که LDH در مرحله دوم ($P=0/001$)، سوم ($P=0/001$) و چهارم ($P=0/009$) نسبت به حالت پایه



نمودار ۱. تغییرات CK در فصول مختلف. *: تفاوت بین گروهی معنی دار



نمودار ۲. تغییرات LDH در فصول مختلف. *: تفاوت بین گروهی معنی دار



نمودار ۳. تغییرات پروتئین واکنش گر C در فصول مختلف. *: تفاوت بین گروهی معنی دار



بحث و بررسی

نتایج نشان داد که CK در انتهای پیش فصل افزایش معنی داری را تجربه نمود، سپس در میانه نیم فصل روند کاهشی داشته و در انتهای نیم فصل مجدد افزایش یافته بود. این یافته با نتایج آندرزئیوسکی و همکاران (۲۰۲۲)، پودگورسکی و همکاران (۲۰۲۱)، سیلوا و همکاران (۲۰۱۴)، اسکات و همکاران (۲۰۱۶)، آلکوتو و همکاران (۲۰۱۵) و بارسوا و همکاران (۲۰۱۴) و اهلتز و همکاران (۲۰۰۲) همخوانی دارد (۳، ۱۸، ۲۰). اما با یافته فورنل و همکاران (۲۰۲۰) همخوانی ندارد (۲۱). سیلوا و همکاران (۲۰۱۴) مشاهده کردند که CK در اواسط فصل آماده سازی افزایش یافته بود و در خارج از فصل به دلیل کاهش بارهای تمرینی، کاهش معنی داری داشت (۲۱). فورنل و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیق خود مشاهده نمودند که CK در نیم فصل رقابتی نسبت به ابتدای فصل مسابقه افزایش و در پایان فصل افزایش بیشتری داشته است (۲۱). آلکونیو و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیق خود مشاهده نمودند که ۲۲ هفته تمرین زمان بندی شده در فوتبالیست های ۱۵ ساله سبب کاهش CK در بلند مدت شده بود. احتمالاً در بلند مدت ممکن است سازگاری های سبب کاهش نشانگرهای زیستی تخریب عضلانی باشد (۲۲). نتایج تحقیق سیلوا و همکاران (۲۰۱۳) در رابطه با پایش بیوشیمیایی فوتبالیست ها در فصل مسابقه نشان داد که CK در دو وهله میانی و انتهای

فصل افزایش معنی داری داشت (۲۳). تحقیقات نشان می دهد تمرینات برون گرای کم شدت نسبت به تمرینات درون گرای شدید سبب افزایش بیشتر CK می شود (۲۴). علاوه بر این، فاصله کم بین مسابقات در فصل مسابقه و افزایش مداوم شدت و حجم تمرین در پیش فصل از عوامل اصلی افزایش CK سرمی است (۴). با شروع فصل مسابقات و کاهش فشار تمرین از یک سو و سازگاری بدن در دوره پیش فصل مقدار CK سرمی کاهش می یابد و با افزایش استرس مزمن مسابقات و ریکاوری کم در انتهای فصل مسابقات دوباره کراتین کیناز روند صعودی را طی می کند. این رویکرد همچنین به این امر دلالت دارد که بازیکنان فوتبال احتمالاً به دلیل اعمال حجم فعالیت های انقباضی ناشی از مسابقات فوتبالی، معمولاً مقادیر CK بالاتری نسبت به غیر ورزشکاران دارند (۲۵).

در رابطه با LDH هم نتیجه نشان داد که LDH در انتهای پیش فصل افزایش یافته و به اوج رسیده است و در مرحله سوم و چهارم این جایگاه را حفظ کرده و دیگر افزایش چندانی نداشته است. این یافته با CK و میوگلبین خون هم راستا نیست. چرا که لاکتات دهیدروناز با گذشت زمان افزایش و به حالت کفه رسیده است. این یافته با نتایج بکتی و همکاران (۲۰۱۷)، پودگورسکی و همکاران (۲۰۲۱)، دهکردی و همکاران (۲۰۲۲) همخوانی دارد (۲، ۳). دهکردی و همکاران (۲۰۲۲) پایش عملکرد جسمانی،



منشأ وارد گردش خون شود، و این امر اندازه گیری LDH عضلانی از سرم را چالش برانگیز می‌کند (۹). در رابطه با CRP هم نتایج مشابه CK بود، به طوری که CRP در انتهای پیش فصل افزایش معنی داری را تجربه نمود، سپس در میانه نیم فصل روند کاهشی داشته و در انتهای نیم فصل مجدد افزایش یافته بود. افزایش سطوح عوامل استرس اکسیداتیو با نشانگرهای آسیب عضلانی و التهاب بالا ارتباط بسیاری دارد (۲۹). پروتئین واکنش گر C رایج‌ترین مولکول التهاب در پاسخ مرحله حاد بدن است و سبب افزایش پاسخ التهابی به محرک‌های مختلفی که پاسخ فاز حاد را آغاز می‌کنند (۳۰). در مطالعات مختلف افزایش معناداری مقادیر CRP پس از پیش فصل نسبت به پیش از آغاز پیش از فصل مسابقات مشاهده شده است. سطح CRP پس از فعالیت ورزشی شدید یعنی در حالت التهاب افزایش می‌یابد (۳۱). در تحقیقی روی بازیکنان فوتبال آماتور افزایش‌های قابل توجهی در CRP پس از یک مسابقه فوتبال مشاهده شده است (۳۲). همچنین در بازیکنان حرفه‌ای نیز موهر و همکاران (۲۰۱۶) مقادیر CRP را قبل و بعد از دوره آماده‌سازی مقایسه نموده و مشاهده کردند که افزایش معنی داری در مقادیر CRP رخ داده بود (۱۴). با این حال، این نتایج با یافته‌های مطالعه‌ای که توسط رادزیمینسکی و همکاران (۲۰۲۰) منتشر شده است،

بیوشیمیایی و هماتولوژیک بازیکنان فوتبال نخبه ساحلی پرداختند (۲۶). نتایج تحقیق نشان داد LDH که در وسط فصل مسابقه نسبت به پیش فصل افزایش معنی‌داری داشت اما در آخر فصل مسابقه کمی کاهش یافته بود. عوامل مختلفی در پیش فصل از جمله افزایش حجم تمرین و شدت تمرین و کاهش بازیافت کافی ممکن است به طور مستقیم یا با افزایش کورتیزول خون سبب افزایش LDH باشد (۲۷)، از طرفی در فصل مسابقه با افزایش استرس جسمی و روانی ناشی از مسابقه ممکن است سبب LDH گردد (۲۸). بکتی و همکاران (۲۰۱۷) مشاهده نمودند که LDH در دوره رقابتی در رابطه با دوره پیش فصل افزایش داشت. یکی از علت تفاوت پاسخ بلند مدت LDH نسبت به CK و میوگلوبین خون این باشد که LDH علاوه بر عضله می‌تواند از سلول‌های دیگر نشأت یافته و هر چند در آسیب‌های ورزشی LDH افزایش می‌یابد. اما عضله تنها منشأ تولید آن نبوده و ممکن است فعالیت ورزشی از طریق تحریک سلول‌های دیگر از جمله اریتروسیت‌ها توانسته LDH را افزایش دهد. LDH نیز با افزایش مشابه مانند CK پس از اعمال انقباض‌های برون‌گرا می‌تواند نشان دهنده آسیب عضلانی باشد، آنزیم LDH در عمل تبدیل پرووات به لاکتات نقش داشته و در اکثر بافت‌ها وجود دارد. این بدان معنی است که LDH بر خلاف CK، می‌تواند از چندین



متفاوت است، این محققین افزایش قابل ملاحظه ای در مقادیر CRP در بازیکنان فوتبال در طول اردوی ورزشی در زمان پیش فصل شناسایی نکردند (۱۵). بالعکس در بازیکنان فوتسال مشخص شد که سطح CRP در اردوی آماده سازی کاهش یافته بود، که این امر نشان دهنده این است که بازیکنان به بار تمرینی که در طول فصل رقابتی اعمال می شود، سازگار می شوند (۳۳). رادزیمینسکی و همکاران (۲۰۲۰) تأکید کردند که التهاب در بدن بازیکنان فوتبال پیش از فصل ممکن است نتیجه استفاده نادرست از بارهای تمرینی با شدت بالا در مدت زمان کوتاه باشد (۱۵). از سوی دیگر، در مطالعه ای مشخص شد که متغیرهای اندازه گیری با سامانه موقعیت یابی جهانی^۱ (GPS) مرتبط با فعالیت های شدید مانند سرعت های دویدن^۲، دویدن شتابی^۳ و کاهش شتاب ها^۴، نشانگرهای مفیدی برای شناسایی آسیب عضلانی یا التهاب بودند (۳۴). به طور مشابه، کاپال و همکاران (۲۰۱۹) یک همبستگی معنادار و قوی بین مسافت کل طی شده ($>20 \text{ km/h}$) و CRP پس از دوره پیش فصل در بازیکنان حرفه ای فوتبال مشاهده نمودند. افزایش CRP پس از پیش فصل ممکن است به دلیل استفاده مکرر از فعالیت های با شدت بالا در تمرینات این دوره باشد، با این حال این محققین بیان داشتند که افزایش در CRP به نظر

نمی رسد منعکس کننده یک وضعیت پاتولوژیک باشد بلکه می توان رنج نرمال برای ورزشکاران تعیین نمود که بالاتر از رنج افراد عادی جامعه باشد (۳۵). چرا که گفته شده بهبود آسیب های عضلانی نیازمند افزایش اندکی از پاسخ های التهابی است و به نظر می رسد افزایش CRP و دیگر عوامل التهابی در محدوده نرمال منطقی بوده و نشانه ای از التیام آسیب های ریز عضلانی باشد (۳۶). در نهایت، به نظر می رسد که افزایش CRP پس از تمرینات شدید می تواند نتیجه سازوکارهایی مانند پاسخ التهابی به آسیب ها یا عوامل مرتبط با التهاب (اینترلوکین-۶، یعنی محرک اصلی ترشح CRP) در ورزشکاران باشد (۳۷). تحقیق حاضر دارای محدودیت هایی بود هر چند به ورزشکاران گفته شده بود در طول دوره مکمل های ورزشی را زیر نظر پزشک تیم و محقق مصرف کنند اما این مورد دقیق قابل کنترل نبود، همچنین تغذیه روزانه و میزان خواب و بیداری بازیکنان، انگیزه و نیز تفاوت های فردی از محدودیت های غیر قابل کنترل بود.

نتیجه گیری کلی

در این تحقیق ۱۴ هفته پایش بیومارکرهای التهابی و آسیب عضلانی در بازیکنان فوتبال نخبه جوان (زیر ۱۹ سال) مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به افزایش CK و CRP در انتهای پیش فصل و نیم فصل رقابتی و LDH در هر سه مرحله

1. Global Positioning System

2 . sprint

3 . acceleration

4 . deceleration



به نظر می‌رسد انتهای پیش فصل و انتهای نیم فصل نسبت

قدردانی و سپاس را دارند.

به میانه نیم فصل نیازهای فیزیولوژیک بالایی را می‌طلبد و

مشارکت نویسندگان

در این دوره ها وقوع بیش تمرینی محتمل است.

این پژوهش مستخرج از رساله دکتری بوده و طرح ایده و

تدوین با نویسنده اول بوده و نویسنده های دیگر نقش

تشکر و قدردانی

محققین از مدیریت و کادر فنی و بازیکنان تیم جوانان

راهنمایی و مشاوره رساله را بر عهده داشته و تدوین و

پرسپولیس بابت همکاری صمیمانه در اجرای پژوهش نهایت

بازبینی این نسخه به تایید تمامی نویسندگان رسیده است.

References

1. Bandyopadhyay K. Introduction: perspectives on fans and identities in soccer. Soccer & Society. 2024;25(4-6):385-96.
2. Banitalebi Dehkordi S, Faramarzi M, Rahimi M, Sadeghi A. Evaluation of resting changes of some inflammatory, muscle damage, aerobic and anaerobic power indices of elite beach soccer players during Iranian premier league season. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2022;10(22):86-97.
3. Podgórski T, Kryściak J, Pluta B, Adrian J, Marynowicz J, Krzykała M, et al. A Practical Approach to Monitoring Biomarkers of Inflammation and Muscle Damage in Youth Soccer Players During a 6-Month Training Cycle. Journal of Human Kinetics. 2021;80:185.
4. Clemente FM, Gonzalez-Fernandez FT, Ceylan HI, Silva R, Younesi S, Chen Y-S, et al. Blood biomarkers variations across the pre-season and interactions with training load: A study in professional soccer players. Journal of Clinical Medicine. 2021;10(23):5576.
5. Heisterberg MF, Fahrenkrug J, Krusturup P, Storskov A, Kjær M, Andersen JL. Extensive monitoring through multiple blood samples in professional soccer players. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2013;27(5):1260-71.
6. Podgórski T, Kryściak J, Pluta B, Adrian J, Marynowicz J, Krzykała M, et al. A Practical Approach to Monitoring Biomarkers of Inflammation and Muscle Damage in Youth Soccer Players During a 6-Month Training Cycle. Journal of Human Kinetics. 2021;80(1):185-97.
7. Rampinini E, Bosio A, Ferraresi I, Petruolo A, Morelli A, Sassi A. Match-related fatigue in soccer players. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2011;43(11):2161-70.
8. Souglis A, Bogdanis G, Giannopoulou I, Papadopoulos C, Apostolidis N. Comparison of inflammatory responses and muscle damage indices following a soccer, basketball, volleyball and handball game at an elite competitive level. Research in Sports Medicine. 2015;23(1):59-72.



9. Becatti M, Mannucci A, Barygina V, Mascherini G, Emmi G, Silvestri E, et al. Redox status alterations during the competitive season in elite soccer players: focus on peripheral leukocyte-derived ROS. *Internal and Emergency Medicine*. 2017;12:777-88.
10. Marqués-Jiménez D, Calleja-González J, Arratibel I, Terrados N. Relevant biochemical markers of recovery process in soccer. *Arch Med Deportes*. 2016;33:404.۱۲-
11. Callegari GA, Novaes JS, Neto GR, Dias I, Garrido ND, Dani C. Creatine kinase and lactate dehydrogenase responses after different resistance and aerobic exercise protocols. *Journal of human kinetics*. 2017;58:65.
12. Margeli A, Skenderi K, Tsironi M, Hantzi E, Matalas A-L, Vrettou C, et al. Dramatic elevations of interleukin-6 and acute-phase reactants in athletes participating in the ultradistance foot race spartathlon: severe systemic inflammation and lipid and lipoprotein changes in protracted exercise. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2005;90(7):3914-8.
13. Athanasios S, Antonios TK. The influence of competitive activity on selected biochemical and haematological parameters of amateur soccer athletes. *Journal of Physical Education and Sport*. 2015;15(1):24.
14. Mohr M, Draganidis D, Chatzinikolaou A, Barbero-Álvarez JC, Castagna C, Douroudos I, et al. Muscle damage, inflammatory, immune and performance responses to three football games in 1 week in competitive male players. *European journal of applied physiology*. 2016;116:179-93.
15. Radziński Ł, Jastrzębski Z, López-Sánchez GF, Szwarc A, Duda H, Stuła A, et al. Relationships between training loads and selected blood parameters in professional soccer players during a 12-day sports camp. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(22):8580.
16. Silva J, Rumpf M, Hertzog M, Castagna C, Farooq A, Girard O, et al. Acute and residual soccer match-related fatigue: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*. 2018;48:539-83.
17. Morris KL. Changes in blood biomarkers across a competitive season in collegiate athletes residing at a moderate altitude: A retrospective analysis. *Changes*. 2017.
18. Andrzejewski M, Podgórski T, Kryściak J, Chmura P, Konefał M, Chmura J, et al. Anabolic-catabolic hormonal responses in youth soccer players during a half-season. *Research in Sports Medicine*. 2021;29(2):141-54.
19. Meeusen R, Duclos M, Foster C, Fry A, Gleeson M, Nieman D, et al. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Medicine and science in sports and exercise*. 2013;45(1):186-205.
20. Silva JR, Rebelo A, Marques F, Pereira L, Seabra A, Ascensão A, et al. Biochemical impact of soccer: an analysis of hormonal, muscle damage, and redox markers during the season. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2014;39(4):432-8.
21. Fornel RG, Kohama EB, Martinelli Júnior CE, Tourinho Filho H. Metabolic biomarkers in young soccer players during a competitive season. *Archives of Sports Medicine*. 2020;4(2):209-14.
22. Aquino RL, Gonçalves LG, Vieira LH, Oliveira LP, Alves GF, Santiago PR, et al. Biochemical, physical and tactical analysis of a simulated game in young soccer players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 2016;56(12):1554-61.



23. Silva JR, Ascensão A, Marques F, Seabra A, Rebelo A, Magalhães J. Neuromuscular function, hormonal and redox status and muscle damage of professional soccer players after a high-level competitive match. *European journal of applied physiology*. 2013;113:2193-201.
24. Pokora I, Kempa K, Chrapusta S, Langfort J. Effects of downhill and uphill exercises of equivalent submaximal intensities on selected blood cytokine levels and blood creatine kinase activity. *Biology of sport*. 2014;31(3):173-8.
25. Kraemer WJ, Looney DP, Martin GJ, Ratamess NA, Vingren JL, French DN, et al. Changes in creatine kinase and cortisol in National Collegiate Athletic Association Division I American football players during a season. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2013;27(2):434-41.
26. Banitalebi Dehkordi S, Faramarzi M, Rahimi M, Sadeghi A. Seasonal Variations of Haematological, Biochemical and Physical Performance Indices in Elite Beach Soccer Players. *New Approaches in Exercise Physiology*. 2022;4(7):120-44.
27. Traina M. Monitoring biomarkers during preseason preparation period in professional soccer players. *Italian Journal of Anatomy and Embryology*. 2011.
28. Devrnja A, Matković B. The effects of a soccer match on muscle damage indicators. *Kinesiology*. 2018;50(1.):112-23.
29. Cauci S, Xodo S, Buligan C, Colaninno C, Barbina M, Barbina G, et al. Oxidative stress is increased in combined oral contraceptives users and is positively associated with high-sensitivity C-reactive protein. *Molecules*. 2021;26(4):1070.
30. Michigan A, Johnson TV, Master VA. Review of the relationship between C-reactive protein and exercise. *Molecular diagnosis & therapy*. 2011;15:265-75.
31. Mohr M, Draganidis D, Chatzinikolaou A, Barbero-Álvarez JC, Castagna C, Douroudos I, et al. Muscle damage, inflammatory, immune and performance responses to three football games in 1 week in competitive male players. *European journal of applied physiology*. 2016;116(1):179-93.
32. Duarte W, Paula LV, Junior JL, Goulart KN, Chaves SF, Pimenta EM. Inflammatory responses in male soccer players following a single match and between consecutive matches: A systematic review. *International Journal of Sports Science & Coaching*. 2025:17479541251370859.
33. Barcelos RP, Tocchetto GL, Lima FD, Stefanello ST, Rodrigues HFM, Sangoi MB, et al. Functional and biochemical adaptations of elite level futsal players from Brazil along a training season. *Medicina*. 2017;53(4):285-93.
34. Young WB, Hepner J, Robbins DW. Movement demands in Australian rules football as indicators of muscle damage. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(2):492-6.
35. Coppalle S, Rave G, Ben Abderrahman A, Ali A, Salhi I, Zouita S, et al. Relationship of pre-season training load with in-season biochemical markers, injuries and performance in professional soccer players. *Frontiers in physiology*. 2019;10:409.



36. Anđelković M, Baralić I, Đorđević B, Stevuljević JK, Radivojević N, Dikić N, et al. Hematological and biochemical parameters in elite soccer players during a competitive half season. *Journal of medical biochemistry*. 2015;34(4):460.
37. Mendham AE, Donges CE, Liberts EA, Duffield R. Effects of mode and intensity on the acute exercise-induced IL-6 and CRP responses in a sedentary, overweight population. *European journal of applied physiology*. 2011;111:1035-45.



Longitudinal monitoring of changes in muscle damage indices and C-reactive protein during training and competitive seasons in young professional soccer players

Mohammad Mehdi Mohammadian¹, Sajad Arshadi^{2*}, Abdolali Banaeifar², Shahin Riahi Malayeri³

1- Department of Exercise Physiology, ST.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- Department of Exercise Physiology, ST.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

3- Department of Physical Education and Sport Sciences, ET.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

Type of Article

Received: 2025/08/9

Accepted: 2026/02/18

*Corresponding Author:

Sajad Arshadi, Department of Exercise Physiology, ST.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

TEL: 02155545040

Email:

arshadi.sajad@iau.ac.ir

ABSTRACT (Maximum 250 words)

Introduction

soccer is the most popular sport in the world, it has attracted the attention of many experts. Therefore, the aim of this study was to monitoring muscle damage indices and C-reactive protein (CRP) during the preseason and competitive season in young professional soccer players. Materials and Methods

The present study was a semi-experimental longitudinal study, and the subjects of this study were 25 young soccer players. Blood sampling was performed on four occasions. The assessments included creatine kinase (CK), lactate dehydrogenase (LDH), and CRP during four stages. To examine the changes and differences between the stages of blood sampling, one-way analysis of variance with repeated measures was used, and if the differences were significant, Bonferroni test was used as a post-hoc test.

Findings

findings showed that CK and CRP increased significantly from the beginning to the end of the preseason ($P \leq 0.05$), decreased significantly in the middle of the half-season, and increased significantly again at the end of the season ($P \leq 0.05$). LDH increased significantly in all three phases to the beginning of the preseason, but there was no significant difference between the three stages ($P \leq 0.05$).

Conclusion

Given the increase in CK and CRP at the end of the preseason and competitive half-season and LDH in all three phases, it seems that the end of the preseason and the end of the half-season require higher physiological demands compared to the middle of the half-season, and overtraining is likely to occur in these periods.

► Please cite this article as: Mohammadian M.M, Arshadi.S, Banaeifar A, Riahi Malayeri Sh. Longitudinal monitoring of changes in muscle damage indices and C-reactive protein during training and competitive seasons in young professional soccer players. J Neyshabur Univ Med Sci 2025;13(1).