



Original Research

The Effect of a High-Intensity Training Session on Inflammatory Factors of professional and Non-Professional Futsal Players

Effat kamaei^{1*}, Lena Motalebi²

1. Master of Sports Physiology, Islamic Azad University, Shushtar Branch, Ahvaz, Iran

2. Assistant Professor, Department of Physical Education, Islamic Azad University, Shushtar Branch, Ahvaz, Iran

ARTICLE INFO

Received: 2021/03/31
Reviewed: 2021/04/15
Revised: 2021/05/04
Accepted: 2021/05/27

Keyword:

High-intensity exercise
Inflammation
Delayed contusion
Futsal

ABSTRACT

Introduction & Purpose: Research shows that physical activity can reverse an inflammatory condition. In this regard, the aim of this study was to investigate the effect of a high-intensity training session on inflammatory factors (IL-6, IL-10, TNF α) of professional and non-professional futsal players.

Methodology: The participants of the present study included 9 professional and 9 non-professional futsal players who were purposefully selected. At first, the amount of inflammatory factors (IL-6, IL-10, TNF α) of the groups was measured, then high-intensity exercises were applied through the Bruce protocol to cause contusions. Also, IL-6, IL-10, TNF α levels were measured and data were recorded in 4 sessions immediately, 24, 48 and 72 hours after the exercise program. Finally, the combined analysis of variance test was used to analyze the data and to see the differences between groups and stages, Tukey and Bonferroni follow-up test were used, respectively.

Results: The results showed that participants in both groups showed a significant increase in levels of inflammatory factors (IL 6, IL 10, TNF α) immediately, 24, 48 and 72 hours after exercise compared to before exercise. Also, a significant increase in each stage compared to the previous stages up to 48 hours after training was shown, but in 72 hours after training, a significant decrease was seen compared to 48 hours after training.

Conclusion: According to the findings, it can be said that high-intensity exercise increases inflammatory indicators in athletes with different levels of physical fitness.

* **Corresponding Author:** Effat kamaei. Master of Sports Physiology, Islamic Azad University, Shushtar Branch, Ahvaz, Iran

Email: effat.kamaei@gmail.com



اثر یک جلسه تمرینات شدت بالا بر فاکتورهای التهابی بازیکنان فوتسال حرفه‌ای و غیرحرفه‌ای

عفت کمائی*^۱، لنا مطلبی^۲

۱. کارشناس ارشد، فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، اهواز، ایران

۲. استادیار، گروه تربیت‌بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، اهواز، ایران

چکیده

اطلاعات مقاله

مقدمه و هدف: تحقیقات نشان می‌دهند که فعالیت جسمانی می‌تواند وضعیت التهابی را تغییر دهد. در همین راستا هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر یک جلسه تمرین با شدت بالا بر فاکتورهای التهابی (IL-6, IL-10, TNF α) بازیکنان فوتسال حرفه‌ای و غیرحرفه‌ای بود.

روش شناسی: شرکت‌کنندگان پژوهش حاضر شامل ۹ بازیکن حرفه‌ای و ۹ بازیکن غیرحرفه‌ای فوتسال بود که به صورت هدفمند انتخاب شدند. در ابتدا میزان فاکتورهای التهابی (IL-6, IL-10, TNF α) گروه‌ها سنجیده، سپس تمرینات با شدت بالا از طریق پروتکل بروس برای ایجاد کوفتگی اعمال گردید. همچنین در ۴ نوبت بلافاصله، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از اجرای برنامه تمرینی اندازه‌گیری سطوح IL-6, IL-10, TNF α بررسی و داده‌ها ثبت شدند. در نهایت از آزمون تحلیل واریانس مرکب برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و برای دیدن اختلافات بین گروه‌ها و مراحل به ترتیب از آزمون پیگردی توکی و بونفرونی استفاده شد.

نتایج: نتایج نشان داد شرکت‌کنندگان هر دو گروه افزایش معنی‌داری در سطوح فاکتورهای التهابی (IL-6, IL-10, TNF α) بلافاصله، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از تمرینات نسبت به قبل از تمرینات نشان دادند. همچنین افزایش معنی‌داری در هر مرحله نسبت به مراحل قبل تا ۴۸ ساعت بعد از تمرین نشان داده شد اما در ۷۲ ساعت بعد از تمرین کاهش معنی‌داری نسبت به ۴۸ ساعت پس از تمرین دیده شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌ها می‌توان گفت تمرینات با شدت بالا موجب افزایش شاخص‌های التهابی در ورزشکاران با سطوح مختلف آمادگی جسمانی می‌شود.

دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۱/۱۱
تاریخ داوری: ۱۴۰۰/۰۱/۲۶
بازنگری مقاله: ۱۴۰۰/۰۲/۱۴
پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۳/۰۶

کلید واژگان

تمرینات با شدت بالا
التهاب
کوفتگی تأخیری
فوتسال

مقدمه

تحقیقات نشان می‌دهند که فعالیت جسمانی می‌تواند وضعیت التهابی را تغییر دهد. با توجه به نتایج تحقیقات قبلی مشاهده می‌شود که شیوه زندگی و انجام فعالیت بدنی در شدت‌های مختلف تأثیرات متفاوتی بر میزان شاخص التهابی پیشگویی‌کننده بیماری‌های قلبی - عروقی دارد (پدرسن^۱، ۲۰۰۷). بسیاری از محققان آثار فعالیت‌های بدنی را روی IL-6، IL-10 و TNF- α بررسی کرده‌اند. در همین راستا اسکات و همکاران^۲ (۲۰۱۱)، تأثیر شدت تمرین هوازی را بر پاسخ سایتوکاین‌ها در مردان سالم بررسی کردند. نتایج تحقیق نشان داد که TNF- α در طی فعالیت افزایش کمی داشت ولی شدت فعالیت بر روی آن تأثیر نداشت بعلاوه IL-6 در پایان فعالیت در شدت ۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی بیش‌ترین افزایش را داشت. همچنین بیژه و همکاران (۱۳۸۹)، در تحقیق خود با عنوان تأثیر حاد فعالیت قدرتی بر برخی مارکرهاي التهابی در مردان غیرفعال که در دو گروه تجربی و کنترل تقسیم‌شده بودند و یک جلسه فعالیت قدرتی شامل ۱۰ ایستگاه را با ۳۵ درصد یک تکرار بیشینه انجام دادند، دریافتند که میزان CRP سرم در گروه تجربی پس از فعالیت افزایش معنی‌داری داشت، در حالی‌که در گروه کنترل تغییر معنی‌داری نداشت. ترتیبی‌ان و آزاد پور (۱۳۸۷)، اثرات دو نوع فعالیت هوازی منتخب را روی شاخص‌های التهابی و آسیب عضلانی مردان جوان غیر ورزشکار بررسی کردند. میزان IL-6 و CRP بلافاصله پس از فعالیت به صورت معنی‌داری افزایش یافت اما در مقایسه گروه‌ها تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد.

از سوی دیگر IL-6 مشخص‌ترین پاسخ به محرک فعالیت ورزشی حاد تصور می‌شود (پترسن و پدرسن، ۲۰۰۵). غلظت استراحتی IL-6 در افراد جوان سالم معمولاً بسیار ناچیز است و قسمت اعظم ترشح آن از لوکوسیت‌ها و بافت چربی است (رمضانی، ۲۰۱۵). در طی فعالیت ورزشی حاد انقباض عضلانی باعث افزایش تحریک رهائش IL-6 از عضلات می‌شود که این میزان تا سطوح بالاتر از ۱۰۰ برابر در فعالیت‌های شدید گزارش شده است (اوستروسکی و همکاران^۳، ۱۹۹۸). باین‌حال به‌طور معمول ترشح IL-6 متناسب با شدت، مدت تمرین، سطح آمادگی بدنی فرد و توده عضلانی درگیر در فعالیت ورزشی خاص در ارتباط است (فیشر، ۲۰۰۶)؛ بنابراین زمانی که مدت‌زمان تمرین و فعالیت و حجم کار برابر باشد، تمرین شدیدتر باعث پاسخ بیشتر IL-6 می‌شود (لگات و همکاران، ۲۰۱۰). IL-6 می‌تواند لیبولیز را افزایش و تولید کورتیزول و دیگر سایتوکاین‌های تنظیمی را تحریک کند. علاوه بر این IL-6 تولید سایتوکاین‌های التهابی TNF- α را سرکوب می‌کند و مقاومت به انسولین ناشی از آن را کاهش می‌دهد که می‌تواند جزء فواید مثبت فعالیت ورزشی قرار گیرد (پدرسن، ۲۰۰۷). یافته‌های اخیر نشان می‌دهند که

روش شناسی

این تحقیق از نظر شیوه گردآوری داده‌ها نیمه تجربی و از نظر هدف کاربردی با طرح اندازه‌گیری مکرر است. شرکت‌کنندگان پژوهش حاضر شامل ۹ بازیکن لیگ برتر فوتسال و ۹ فوتسالیست معمولی بودند که به‌صورت هدفمند انتخاب شدند. آزمودنی‌ها سابقه بیماری خاصی نداشته و با رضایت کامل در این تحقیق شرکت کردند. در ابتدا با استفاده از فرم رضایت اجازه کتبی شرکت‌کنندگان برای همکاری در این مطالعه کسب شد. سپس با استفاده فرم اطلاعات شخصی، اطلاعات دموگرافیک شرکت‌کنندگان ثبت گردید.

نحوه اجرا

قبل از شروع تمرینات و اندازه‌گیری‌ها در مورد اهداف تحقیق، چگونگی اجرای آزمون‌ها و نحوه اندازه‌گیری شاخص‌های بدنی و ارزش‌های فیزیولوژیکی و موارد استفاده از نتایج به‌دست‌آمده آزمون‌ها با آزمودنی‌ها صحبت شد و از آنان خواسته شد که حداکثر تلاش خودشان را در اجرای هر چه دقیق‌تر آزمون بکار گیرند. بعد از انتخاب و گمارش آزمودنی‌ها در گروه‌های پژوهش و گرفتن رضایت‌نامه از آن‌ها، قبل از تمرینات با شدت بالا میزان سطوح سرمی اینترلوکین-۶، اینترلوکین-۱۰ و TNF α آزمودنی‌های گروه‌ها سنجیده شد. سپس هر دو گروه ورزشکار حرفه‌ای و غیرحرفه‌ای به انجام تمرینات با شدت بالا پرداختند. در این تحقیق تمرینات با شدت بالا از طریق پروتکل بروس برای ایجاد کوفتگی استفاده شد. برای کنترل شدت ضربان قلب و شدت تمرین نیز از ضربان سنج پلار استفاده شد. همچنین در ۴ نوبت بلافاصله، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از اجرای برنامه تمرینی اندازه‌گیری سطوح سرمی اینترلوکین-۶، اینترلوکین-۱۰ و TNF α مجدداً سنجیده شد. در این پژوهش از دستگاه نوار

خونی دمای ۸۰- سانتیگراد نگهداری شد. سطوح سرمی اینترلوکین-۶، اینترلوکین-۱۰ و TNF α به وسیله دستگاه اتوآنالایزر (هیتاچی مدل ۹۰۲، ساخت کشور ژاپن) و توسط کیت‌های شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات مورد نظر از SPSS نسخه ۲۱ در دو بخش آمار توصیفی و آمار استنباطی استفاده شد. به منظور سازمان دادن، خلاصه کردن، طبقه‌بندی نمرات خام و توصیف اندازه‌های نمونه از آمار توصیفی (فراوانی‌ها، میانگین‌ها، انحراف استاندارد، رسم نمودارها و جداول) استفاده شد. از آزمون شاپیرو ویلک برای اطمینان از طبیعی بودن داده‌ها استفاده گردید همچنین از آزمون تحلیل واریانس مرکب و از آزمون پیگردی توکی و بونفرونی برای تحلیل داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش به تفکیک گروه‌ها در مراحل مختلف پژوهش در جدول یک ارائه شده است.

گردان برای اجرای پروتکل بروس استفاده شد. ابتدا نحوه انجام آزمون به افراد آموزش داده شد و پس از ۵ الی ۱۰ دقیقه حرکات کششی سبک و گرم کردن از آزمودنی خواسته شد جهت اجرای آزمون روی تردمیل قرار گیرد. آزمون شامل ۷ مرحله سه دقیقه‌ای و در مجموع ۲۱ دقیقه است که و در صورت خستگی و هرگونه ناراحتی آزمودنی یا آزمون گر با فشردن دکمه، اجرای آزمون را متوقف می‌کرد. این آزمون شامل هفت مرحله است که آزمودنی با سرعت ۲/۷ کیلومتر در ساعت و با شیب ۱۰٪ شروع به حرکت کرده و پس از هر ۳ دقیقه ۲٪ به شیب اضافه می‌شد. علاوه بر این برای اندازه‌گیری ضربان قلب از ضربان سنج پلار FT4 استفاده شد. این دستگاه بر روی مچ آزمودنی بسته می‌شد که میزان ضربان قلب را نشان می‌دهد، همچنین این دستگاه دارای نشانگر صوتی محدوده ضربان قلب است که بر اساس شدت تمرین قابلیت تنظیم در محدوده ضربان قلب مورد نظر است. همچنین برای تعیین سطوح سرمی اینترلوکین-۶، اینترلوکین-۱۰ و TNF α ، در ۵ نوبت قبل از تمرین، بلافاصله، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از اجرای برنامه تمرینی اندازه‌گیری از طریق خون‌گیری وریدی از بازو در حالت نشسته و با استفاده از سوزن‌های و نوجکت و به میزان ۱۰ cc خون از هر آزمودنی انجام شد. نمونه‌های

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش به تفکیک گروه‌ها

مرحله	گروه	فوتسالیست حرفه‌ای		فوتسالیست غیر حرفه‌ای	
		متغیر	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
قبل	IL-6	۴/۲۱	۱۴۵/۵۶	۱۴۸/۳۳	۵/۰۲
	IL-10	۵/۶۰	۱۳۴/۸۹	۱۳۷/۱۱	۶/۵۶
	TNF α	۴/۱۴	۱۴۳/۷۸	۱۴۶/۲۳	۸/۲۳
بلافاصله بعد از تمرین	IL-6	۵/۴۸	۱۶۲/۱۱	۱۶۱/۵۷	۴/۹۵
	IL-10	۳/۰۷	۱۶۱/۲۲	۱۵۹/۵۶	۷/۶۱
	TNF α	۳/۵۶	۱۶۷/۷۸	۱۶۹/۵۶	۷/۶۱
۲۴ ساعت بعد تمرین	IL-6	۶/۴۵	۲۳۰/۷۸	۲۳۵/۱۱	۷/۲۰
	IL-10	۴/۵۲	۲۳۶/۳۳	۲۳۴/۵۶	۴/۴۱
	TNF α	۶/۴۵	۲۳۰/۱۲	۲۱۴/۸۹	۷/۳۳
۴۸ ساعت بعد تمرین	IL-6	۶/۶۲	۲۴۱/۰	۲۴۰/۷۸	۷/۲۲
	IL-10	۳/۴۰	۲۴۶/۹۵	۲۴۴/۸۹	۹/۰۷
	TNF α	۶/۶۲	۲۴۹/۲۲	۲۵۰/۰	۱۰/۲۵
۷۲ ساعت بعد تمرین	IL-6	۷/۴۴	۱۵۹/۶۷	۱۶۲/۱۲	۷/۵۷
	IL-10	۶/۶۱	۱۷۶/۶۵	۱۷۲/۵۶	۷/۸۹
	TNF α	۸/۲۶	۱۷۸/۴۵	۱۷۷/۸۹	۸/۲۶

جدول ۲. خلاصه نتایج تحلیل واریانس مختلط (۵*۲) برای دیدن تفاوت‌های اینترلوکین-۶ در مراحل مختلف اندازه‌گیری در بین

گروه‌های پژوهش

منبع تغییرات عامل	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	معنی داری	مجذورات
گروه	۷۱/۱۱	۱	۷۱/۱۱	۱/۸۱	۰/۱۹	۰/۱۰
مرحله	۱۴۲۴۵۶/۶۲	۴	۳۵۶۱۴/۱۵	۸۸۵/۷۴	۰/۰۰۱	۰/۹۸
گروه*مرحله	۷۶/۴۴	۴	۱۹/۱۱	۰/۴۷	۰/۷۵	۰/۰۲

سطوح اینترلوکین-۶ بلافاصله، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از تمرینات نسبت به قبل از تمرینات نشان دادند. همچنین افزایش معنی داری در هر مرحله نسبت به مراحل قبل تا ۴۸ ساعت بعد از تمرین نشان داده شد؛ اما در ۷۲ ساعت بعد از تمرین کاهش معنی داری نسبت به ۴۸ ساعت پس از تمرین دیده شد. همچنین در ۷۲ ساعت بعد از تمرینات نسبت به بلافاصله بعد از تمرینات تفاوت معنی داری وجود نداشت.

نتایج تحلیل واریانس مختلط با فرض کرویت ماچلی ($P > 0/05$) برای متغیر اینترلوکین-۶ نشان داد که اثر اصلی مرحله معنی دار است ($F=885/74$ ، $P=0/001$ ، $\eta^2=0/98$) ولی اثرات گروه ($F=1/81$ ، $P=0/19$ ، $\eta^2=0/10$) و تعاملی گروه و مرحله ($F=0/47$ ، $P=0/75$ ، $\eta^2=0/02$) معنی دار نبود. با توجه به معنی دار شدن اثر اصلی مرحله، با استفاده از آزمون تعقیبی بونفرونی به تحلیل نتایج پرداخته شد. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد آزمودنی‌ها افزایش معنی داری در

جدول ۳. خلاصه نتایج تحلیل واریانس مختلط (۵*۲) برای دیدن تفاوت‌های اینترلوکین-۱۰ در مراحل مختلف اندازه‌گیری در

بین گروه‌های پژوهش

منبع تغییرات عامل	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	معنی داری	مجذور اتا
گروه	۲۴/۵۴	۱	۲۴/۵۴	۰/۵۴	۰/۴۷	۰/۰۳
مرحله	۱۶۳۹۶۲/۱۷	۴	۴۰۹۹۰/۵۴	۱۱۲/۶۲	۰/۰۰۱	۰/۹۸
گروه*مرحله	۹۶/۴۰	۴	۲۴/۱۰	۰/۶۶	۰/۶۲	۰/۰۴

شد نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد آزمودنی‌ها افزایش معنی داری در سطوح اینترلوکین-۱۰ بلافاصله، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از تمرینات نسبت به قبل از تمرینات نشان دادند. همچنین افزایش معنی داری در هر مرحله نسبت به مراحل قبل تا ۴۸ ساعت بعد از تمرین نشان داده شد اما در ۷۲ ساعت بعد از تمرین کاهش معنی داری نسبت به ۴۸ ساعت پس از تمرین دیده شد.

نتایج تحلیل واریانس مختلط با فرض کرویت ماچلی ($P > 0/05$) برای متغیر اینترلوکین-۱۰ نشان داد که اثر اصلی مرحله معنی دار است ($F=112/62$ ، $P=0/001$ ، $\eta^2=0/98$) ولی اثرات گروه ($F=0/54$ ، $P=0/47$ ، $\eta^2=0/03$) و تعاملی گروه و مرحله ($F=0/66$ ، $P=0/62$ ، $\eta^2=0/04$) معنی دار نبود. با توجه به معنی دار شدن اثر اصلی مرحله، با استفاده از آزمون تعقیبی بونفرونی به تحلیل نتایج پرداخته

جدول ۴. خلاصه نتایج تحلیل واریانس مختلط (۵*۲) برای دیدن تفاوت‌های TNF α در مراحل مختلف اندازه‌گیری در بین

گروه‌های پژوهش

منبع تغییرات عامل	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	معنی داری	مجذور اتا
گروه	۱۲۴/۸۴	۱	۱۲۴/۸۴	۰/۲۳	۰/۶۳	۰/۰۱
مرحله	۱۲۸۹۸۰/۴۰	۴	۳۲۲۴۵/۱۰	۵۳/۸۲	۰/۰۰۱	۰/۷۷
گروه*مرحله	۹۴۶/۷۱	۴	۲۳۶/۶۷	۰/۳۹	۰/۸۱	۰/۰۲

تمرین کاهش معنی داری نسبت به ۴۸ ساعت پس از تمرین دیده شد. همچنین تغییرات معنی داری از ۲۴ ساعت تا ۴۸ ساعت بعد از تمرینات تفاوت معنی داری مشاهده نشد

نتایج تحلیل واریانس مختلط با فرض کرویت ماچلی ($P > 0/05$) برای متغیر TNF α نشان داد که اثر اصلی مرحله معنی دار است ($F=53/82$ ، $P=0/001$ ، $\eta^2=0/77$) ولی اثرات گروه ($F=0/23$ ، $P=0/63$ ، $\eta^2=0/01$) و تعاملی گروه و مرحله ($F=0/39$ ، $P=0/81$ ، $\eta^2=0/02$) معنی دار نبود. با توجه به معنی دار شدن اثر اصلی مرحله، با استفاده از آزمون تعقیبی بونفرونی به تحلیل نتایج پرداخته شد نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد آزمودنی‌ها افزایش معنی داری در سطوح TNF α بلافاصله، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از تمرینات نسبت به قبل از تمرینات نشان دادند. همچنین افزایش معنی داری در هر مرحله نسبت به مراحل قبل تا ۴۸ ساعت بعد از تمرین نشان داده شد اما در ۷۲ ساعت بعد از

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر در هر دو گروه حرفه‌ای و غیرحرفه‌ای بعد از یک جلسه تمرین با شدت بالا افزایش معنی داری در سطوح سرمی اینترلوکین-۶، اینترلوکین-۱۰ و TNF α و به‌طور خلاصه فاکتورهای التهابی نشان داد که با نتایج مطالعات طاهری و همکاران (۱۳۸۹)، مقرنسی (۱۳۸۹)، ترتیبیان و آزاد پور (۱۳۸۷)، اکبری و همکاران (۱۳۸۸)، محمدی و همکاران (۱۳۹۰)، گایینی و همکاران (۱۳۹۲)،

را در طول و بعد از یک جلسه تمرین میانجیگری می‌کند، دقیقاً مشخص نیست اما به احتمال زیاد چندین عامل در آن دخیل باشد. در واقع یک سایتوکین به ندرت به تنهایی عمل می‌کند. انتشار کوتاه مدت سایتوکین‌ها در طول ورزش حاد ممکن است در نگهداری هموستاز ایمنی شرکت کند از همین رو با افزایش سایتوکین‌هایی مثل اینترلوکین‌ها و TNF α افزایش CK و CRP ناشی از آسیب عضلانی متناسب با شدت فعالیت نیز گزارش شده است (فیش، ۲۰۰۶).

همان‌طور که در نتایج اشاره شد آزمودنی‌های هر دو گروه افزایش معنی‌داری در سطوح سایتوکین‌ها ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از تمرینات نسبت به قبل از تمرینات نشان دادند. همچنین افزایش معنی‌داری در هر مرحله نسبت به مراحل قبل تا ۴۸ ساعت بعد از تمرین نشان داده شد؛ اما در ۷۲ ساعت بعد از تمرین کاهش معنی‌داری نسبت به ۴۸ ساعت بعد از تمرین ایجاد شد. در کلیه مراحل تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها دیده نشد. در چنین به نظر می‌رسد که سایتوکین‌های التهابی هم مانند فاکتورهای التهابی لاکتات دهیدروناژ و کراتین کیناز از الگوی یو وارونه (N) پیروی می‌کنند؛ یعنی ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از فعالیت به اوج خود می‌رسد و سپس به تدریج فروکش کرده و پنج تا هفت روز پس از تمرین کاملاً از بین می‌رود (ترتیبیان، و همکاران، ۲۰۰۹). با توجه به نتایج پژوهش که حاکی از افزایش شاخص‌های التهابی بعد از یک دوره تمرین با شدت بالا است، به مربیان پیشنهاد می‌شود با برنامه‌ریزی صحیح جلسات تمرین و تنظیم مناسب بار تمرینی بافاصله گذاری مناسب بین جلسات، راهبرد مناسبی برای به حداقل رساندن کوفتگی تأخیری و افزایش ظرفیت عملکرد فیزیولوژیکی، کاهش آسیب‌دیدگی‌ها و در نتیجه افزایش عمر قهرمانان ورزشی و حفظ سلامت توأم با کاهش هزینه‌های درمانی را فراهم نمایند.

اسکات و همکاران (۲۰۱۱)، همسو و با نتایج عصارزاده، اکبرپور (۱۳۹۱)، احمدی زاده و همکاران (۲۰۱۵) ناهمسو می‌باشد.

سایتوکین‌ها در پاسخ به ورزش و التهاب در خون ظاهر می‌شوند و به‌طور واضحی در پلاسما افزایش می‌یابد و به‌شدت، مدت، توده عضلانی درگیر در ورزش و سطح آمادگی افراد بستگی دارد (استندلی و همکاران، ۲۰۱۰). احتمالاً سازوکار درگیر مربوط بدین صورت می‌باشد که ورزش شدید سبب رهاسازی سایتوکین‌های پیش التهابی می‌شود و این سایتوکین‌ها خود سبب تولید سایتوکین‌های ضدالتهابی مانند IL-6 و IL-10 می‌شود (پترسن و پدرسن، ۲۰۰۶)، ولی گزارش شده است که تمرینات شدیدی که بر روی توده‌های بزرگ عضلانی تمرکز دارند باعث افزایش زیادی در این شاخص‌ها می‌شود. آسیب بافتی ناشی از فعالیت و یا افزایش تولید رادیکال‌های آزاد به دنبال فعالیت بدنی و انقباضات عضلانی شدید، تولید سایتوکین‌ها از عضله اسکلتی را افزایش می‌دهد و به دنبال آن با ایجاد التهاب آزادسازی IL-6 تحریک می‌شود (کیم و همکاران، ۲۰۰۷). بر اساس پژوهش‌های صورت گرفته پاسخ IL-6 بسیار حساس است و به‌طور موضعی توسط ناحیه کوچکی مانند عضله آسیب‌دیده تولید می‌شود و همان‌جا عمل می‌کند تا اینکه به‌صورت اندوکراین عمل کند، بنابراین کنترل پاسخ آن بعد از فعالیت ورزشی همیشه امکان‌پذیر نیست. اجزای پروتئینی (مانند CK و CRP) ناشی از آسیب عضلانی با گویچه‌های سفید و دیگر سلول‌ها برخورد کرده و سبب تولید و رهایش IL-6 می‌گردند (فیش، ۲۰۰۶). درک کامل مکانیزم‌هایی که مسئول پاسخ سایتوکین‌ها به ورزش هستند کاملاً شناخته‌شده نیست از طرفی گزارش‌ها نشان دادند احتمالاً پاسخ سایتوکین‌ها به علت التهابی که به دلیل آسیب عضله منتشر شده یا التهاب عضله اسکلتی باشد. مکانیزم‌هایی که بین عضله اسکلتی و سلول‌های دیگری که سایتوکین‌ها

منابع

- اکبری، ح و ترتیبیان بختیار، ا. (۱۳۸۸). تاثیر مکمل ال کارنیتین بر IL-6 و CRP طی یک دوره تمرینات شنا در شناگران مرد. المپیک، ۱۷(۴):صص ۹۳-۱۰۲
- ترتیبیان، بختیار، آ. (۱۳۸۷). تاثیر شدت ورزش حاد بر شاخص‌های التهابی و آسیب عضلانی مردان جوان غیر ورزشکار. مجله علوم حرکت انسان، شماره ۱، صص ۳۳-۴۲.
- طاهری، ح. (۱۳۸۹). بررسی تاثیر اولتراسوند بر نشانگرهای حاصل از کوفتگی عضلانی تاخیری (DOMS). دانشور پزشکی، سال هیجدهم، شماره ۹۱، ۱۳۸۹. صص ۶۰ تا ۵۳.
- عصارزاده نوش آبادی، م. اکبرپور، م. (۱۳۹۱). مقایسه تاثیر تمرین هوازی در هنگام صبح و عصر بر شاخص‌های التهابی خطرناک قلبی-عروقی مردان چاق. مجله فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی. ۱۰ (۱): ۷۶۹-۷۷۷
- گایینی، ع. کردی، م. و قربانی، پ. (۱۳۹۲). پاسخ پراکسیداسیون لیپیدو دستگاه ضد اکسایشی بازیکنان زنده فوتبال به یک جلسه فعالیت ورزشی خیلی شدید (HIE). مجله پزشکی هرمزگان. ۹۳(۱): صص ۲۳-۲۹.
- محمدی، ح. (۱۳۹۰). تأثیر فعالیت ورزشی حاد بر مقادیر سرمی IL-6 و CRP در نوجوانان سالم غیر ورزشکار. مجله دانشگاه علوم پزشکی پارس. ۹ (۲) صص: ۲۷-۳۳.
- مقرنسی، م. (۱۳۸۹). اثر کوتاه مدت و طولانی مدت تمرین تداومی هوازی بر شاخص‌های قلبی-عروقی جدید و سنتی موش‌های نر ویستار، المپیک، شماره ۱، پیاپی ۴۹، صص ۷-۱۸. ۱۳۸۹.
- Ahmadizad, S., Avansar, A. S., Ebrahim, K. (2015). *The effects of short-term high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on plasma levels of nesfatin-1 and inflammatory markers*. Hormone molecular biology and clinical investigation, 21(3), 165-173.

- with type-2 diabetes. Mechanisms of ageing and development, 124(4), 495-502.
- Pedersen, B. K. (2007). *The IL-6 signalling in exercise and disease: Diabetes and inflammatory disease*. In Proceedings of The Physiological Society. The Physiological Society.
- Ramezani, A. (2015). *Omega-3 fatty acids/vitamin E behave synergistically on adiponectin receptor-1 and adiponectin receptor-2 gene expressions in peripheral blood mononuclear cell of coronary artery disease patients*. Current Topics in Nutraceuticals Research, 13(1), 23.
- Talanian, J. L. (2007). *Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women*. Journal of applied physiology, 102(4), 1439-1447.
- Fischer, C. P. (2006). *Interleukin-6 in acute exercise and training: what is the biological relevance*. Exerc immunol rev, 12(6-33), 41.
- Kim, H.J., Lee, Y.H., Kim, C.K.(2007). *Biomarkers of muscle and cartilage damage and inflammation during a 200 km run*. European Journal of Applied Physiology, vol. 99, no. 4, pp. 443-447.
- Scott, J. P., Sale, C.,(2011). *Effect of exercise intensity on the cytokine response to an acute bout of running*. Med Sci Sports Exerc, 43(12), 2297-306.
- Ostrowski, K., Rohde, T., Zacho, M., Asp, S., & Pedersen, B. K. (1998). *Evidence that interleukin is produced in human skeletal muscle during prolonged running*. The Journal of physiology, 508(3), 949-953.
- Pedersen, M.(2003). *Circulating levels of TNF-alpha and IL-6-relation to truncal fat mass and muscle mass in healthy elderly individuals and in patients*

ارجاع: کمائی عفت، مطلبی لنا، اثر یک جلسه تمرینات شدت بالا بر فاکتورهای التهابی بازیکنان فوتسال حرفه‌ای و غیر حرفه‌ای، مجله علوم حرکتی

و رفتاری، دوره ۴، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، صفحات ۶۳-۵۷.