Medical Journal
of
Tabriz University of Medical Sciences and Health Services

Original Article

Effect of a single session high intense interval exercise in hypoxic and normoxic conditions on serum concentration of interleukin-6 and 10 in active men

Zahra Pairo*, Khosro Ebrahim, Alireza Salimi

Department of Exercise Physiology, School of Physical Education, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
*Corresponding author; E-mail: paliz.1364@gmail.com

Received: 14 January 2017 Accepted: 9 March 2017 First Published online: 17 January 2019
Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2019 February -March; 40(6):28-35

Abstract

Background: exercise induces considerable physiological change in the immune system. The aim of this study was to investigate the effect of a single session high intense interval exercise (HIIE) in hypoxic and normoxic conditions on serum concentration of interleukin-6 (IL-6) and interleukin-10 (IL-10) in active men.

Methods: The present study was semi experimental research Ten trained students volunteer in shahid Beheshti University participated in this study. General and clinical information was collected via questionnaire before exercise began. In addition some of body composition indexes of subjects were measured one day before exercise protocol. After determining maximum heart rate of subjects during HIIE which was consisted of three series, each series consisting of three one-minute repetitions with intensity of 80 to 85 percent of maximum heart rate and 2 minute rest between series in both hypoxic and normoxic conditions performed one week apart. Before, immediately after, and 1 h after exercise blood samples were taken from subjects. To measure IL-6 and IL-10 Elisa method was used.

Results: Finding showed that despite a significant increase in serum levels IL-6 due to HIIE between the two conditions did not differ significantly ($p = 0.078$). But with increased serum levels of IL-10 in HIIE there was significant difference between the two conditions ($p = 0.003$).

Conclusion: The short-term exercise under hypoxic conditions with the appropriate intensity could modify the immune system response and increased levels of IL-10.

Keyword: IL-6, IL-10, High Intense Interval Exercise, Hypoxic, Normoxic.

How to cite this article: Pairo Z, Ebrahim Kh, Salimi A. [Effect of a single session high intense interval exercise in hypoxic and normoxic conditions on serum concentration of interleukin-6 and 10 in active men]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2019 February -March;40(6):28-35. Persian.

© 2019 The Author(s). This is an Open Access article published by Tabriz University of Medical Sciences under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

مقاله پژوهشی

اثر یک جلسه فعالیت اینتروال شدید در شرایط هایپوکسی و نورموکسی بر غلظت اینترلوکین-۶ و ۱۰ سرم در مردان فعال

زهرا پیرو*، خسرو ابراهیم، علیرضا سلیمی

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
*نویسنده مسئول؛ ایمیل: paliz.1364@gmail.com

دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۲۵ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۱۹ انتشار برخط: ۱۳۹۷/۱۰/۲۷
مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی تبریز. ۱۳۹۷ بهمن و اسفند؛ ۴۰(۶):۲۸-۳۵

چکیده

زمینه: فعالیت بدنی موجب تغییر فیزیولوژیک قابل توجهی در سیستم ایمنی می‌شود. هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر یک جلسه فعالیت اینتروال شدید در شرایط هایپوکسی و نورموکسی بر غلظت اینترلوکین-۶ (IL-۶) و اینترلوکین-۱۰ (IL-۱۰) سرم در مردان فعال بود.

روش کار: تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی بود، بدین منظور ۱۰ نفر از دانشجویان داوطلب مرد فعال دانشگاه شهید بهشتی تهران در این مطالعه شرکت کردند. قبل از شروع فعالیت، پرسشنامه مشخصات عمومی و پزشکی توسط آزمودنی‌ها تکمیل شد. بعلاوه برخی از شاخص‌های ترکیب بدن آنها یک روز قبل از فعالیت اندازه‌گیری شد. پس از تعیین ضربان قلب بیشینه، آزمودنی‌ها ۱۹ دقیقه فعالیت اینتروال شدید شامل سه نوبت و هر نوبت شامل سه تکرار ۱ دقیقه‌ای با شدت ۸۰ تا ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه و ۲ دقیقه استراحت بین نوبت‌ها را در دو محیط هایپوکسی و نورموکسی به فاصله یک هفته از هم انجام دادند. قبل، بلافاصله و یک ساعت پس از فعالیت از آزمودنی‌ها نمونه خونی گرفته شد. سپس، فاکتورهای IL-۶ و IL-۱۰ با استفاده روش الایزا اندازه‌گیری شد. جهت بررسی اثر فعالیت اینتروال شدید در دو محیط بر فاکتورهای مورد اندازه‌گیری از آزمون ANOVA دو طرفه مکرر (۲×۳) استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که با وجود افزایش معنی‌دار سطح سرمی IL-۶ در اثر فعالیت اینتروال شدید بین دو محیط تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (p=۰/۰۷۸). اما با افزایش سطح سرمی IL-۱۰ در اثر فعالیت اینتروال شدید بین دو محیط تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید (p=۰/۰۰۳).

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج تحقیق حاضر می توان نتیجه‌گیری کرد که فعالیت کوتاه‌مدت در شرایط هایپوکسی با شدت مناسب می‌تواند سبب تعدیل پاسخ‌های سیستم ایمنی و افزایش سطوح IL-۱۰ شود.

کلید واژه ها: IL-۶، IL-۱۰، فعالیت اینتروال شدید، هایپوکسی، نورموکسی

نحوه استناد به این مقاله: پیرو ز، ابراهیم خ، سلیمی ع ر. اثر یک جلسه فعالیت اینتروال شدید در شرایط هایپوکسی و نورموکسی بر غلظت اینترلوکین-۶ و ۱۰ سرم در مردان فعال. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی تبریز. ۱۳۹۷؛ ۴۰(۶):۲۸-۳۵

حق تألیف برای مؤلف محفوظ است.
این مقاله با دسترسی آزاد توسط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی تبریز تحت مجوز کریتیو کامنز (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0) منتشر شده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

مقدمه

مطالعات زیادی در طول سال‌های گذشته نشان داده‌اند که فعالیت بدنی موجب تغییر فیزیولوژیک قابل توجهی در سیستم ایمنی می‌شود (۱). تامین سلامت و بهبود عملکرد ورزشکاران از اهداف اصلی گرایش به فعالیت‌های بدنی و ورزش است. از این رو مربیان و ورزشکاران می‌کوشند تا سلامت ورزشکاران را هنگام تمرین و رقابت ورزشی حفظ کنند (۲). شواهد علمی نشان داده است بسیاری از ورزشکاران پس از انجام تمرینات شدید و رقابت‌های سنگین، به بیماری‌های عفونی، از جمله عفونت مجاری تنفسی فوقانی مبتلا می‌شوند (۳،۴). ورزش شدید با تغییرات ایمنی شناختی شامل، رهاسازی میانجی‌های التهابی، فعالیت انواع زیرواحدهای سلول‌های سفید خونی، فعالیت پروتئین‌های فاز حاد، افزایش فعالیت سایتوکاین‌های پیش التهابی و ضد التهابی و تغییراتی در شاخص‌های آسیب عضلانی همراه است (۵)

بعضی از سایتوکاین‌های التهاب‌زا شامل IL-۶, TNF-α, TGF-β, LIF, HIF-۱, IL-۱, IL-۱β و سایتوکاین‌های ضد التهابی IL-۱ra, IL-۴, IL-۱۰, IL-۱۲ می‌باشد (۶،۷). محققان بیان داشته‌اند که فعالیت بدنی شدید موجب پاسخ‌های پیش التهابی اولیه و سپس ضد التهابی می‌شود (۸).

اولین سایتوکاین‌ها که در رابطه با عفونت در گردش خون ظاهر می‌شوند شامل: TNF-α, IL-۱β, IL-۶, IL-۱ra و sTNF-R و IL-۱۰ هستند (۹). هنگامی که IL-۶ در پلاسما در اثر فعالیت بدنی افزایش می‌یابد در پی آن سطح‌های در گردش سایتوکاین‌های ضد التهابی مانند IL-۱ra و IL-۱۰ نیز افزایش می‌یابد (۱۰،۱۱). هنگامی که IL-۶ توسط ماکروفاژها تولید می‌شود منجر به پاسخ التهابی می‌شود (۱۲). بدلیل اثرات ضد التهابی قوی IL-۱۰ در تعادلی از شرایط التهابی بعنوان یک تنظیم‌کننده مهم سیستم ایمنی و التهابی نقش دارد (۱۳). مدت فعالیت بدنی یک عامل مهم در تعیین میزان IL-۶ پلاسما بعد از فعالیت بدنی می‌باشد. IL-۶ همچنین به شدت فعالیت بدنی حساس است و بطور غیر مستقیم با حجم عضله درگیر در فعالیت مرتبط است (۱۰).

بیشتر مطالعاتی که پاسخ سایتوکاین‌ها را هنگام فعالیت ورزشی بررسی کرده‌اند بیشتر از تمرینات استقامتی طولانی‌مدت یا تمرینات مقاومتی و کمتر از فعالیت اینتروال شدید استفاده کرده‌اند (۱۴). فعالیت بدنی با شدت متوسط و منظم سیستم ایمنی را تحریک کرده و در مقابل بیماری‌های عفونی مقاوم می‌کند. با این حال، اطلاعات خیلی کمی در مورد پاسخ التهابی بعد از فعالیت بدنی شدید وجود دارد. فعالیت اینتروال شدید شامل دوره‌های تکراری فعالیت شدید است که با دوره‌های کوتاه استراحت از هم جدا می‌شوند و موجب سازگاری‌های عملکردی فیزیولوژیک در یک مدت کوتاه می‌شود (۱۵). همچنین صعود به ارتفاع بعنوان یک عامل فشارزا که باعث تغییرات فیزیولوژیک و متابولیک می‌شود شناخته شده است. هنگامی که فشار فعالیت جسمانی در ارتفاع زیاد اضافه می‌شود، این پاسخ‌های فیزیولوژیک و متابولیک تشدید می‌شوند. از طرفی در حال صعود به ارتفاع فشار هوا کاهش می‌یابد که موجب کاهش جزئی فشار اکسیژن هوای دمی می‌شود و منجر به کاهش فشار و محتوای اکسیژن شریانی می‌گردد. این شرایط هایپوکسی اختلال عمده‌ای در هموستاز طبیعی ایجاد می‌کند که شامل پاسخ‌های غدد عصبی برای تنظیم کاهش محتوای اکسیژن شریانی است. این پاسخ‌های غده‌های عصبی توانایی تغییر عملکرد ایمنی را دارند. در طول قرار گرفتن در معرض ارتفاع، تنظیم IL-۶ در گردش دیده شده است. همچنین، گفته شده است که فشار محیطی ناشی از قرار گرفتن در معرض ارتفاع به تنهایی میزان IL-۶ در گردش را بالا نمی‌برد (۱۶).

تحقیقات بسیاری، افزایش چشمگیر در تعداد لوکوسیت‌ها و IL-۶ سرم در حین و بلافاصله بعد از فعالیت خیلی سخت و طولانی‌مدت یک جلسه‌ای را نشان داده‌اند، که در ساعت‌های بعد از ورزش با افزایش در سایتوکاین ضد التهابی IL-۱۰ همراه است (۸). Jong و همکاران در زمینه تاثیر هایپوکسی متناوب طولانی‌مدت بر ترشح سایتوکاین‌های التهابی در اثر ورزش شدید (۲۰۰۷) افزایش در IL-۶ و IL-۱۰ را نشان دادند (۱۷). همچنین هاگوبیان و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که تاثیر ارتفاع و ورزش بر پاسخ سایتوکاین‌ها باعث افزایش غلظت IL-۶ پلاسما می‌شود (۱۸).

از آنجایی که فعالیت اینتروال شدید همراه با تغییرات فشار سهمی اکسیژن محیط موجب رها شدن سایتوکاین‌های سرم (IL-۶ و IL-۱۰) در هنگام و پس از ورزش می‌شود و این یک ساز و کار محافظتی برای مقابله با مهار عمومی پاسخ‌های ایمنی بعد از ورزش است، لذا شناخت صحیح فعالیت‌های ورزشی که باعث تعدیل عملکرد دستگاه ایمنی می‌شوند، از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد. بنابراین این تحقیق بر آن است که تاثیر هایپوکسی و فعالیت ورزشی را بر میزان سایتوکاین‌های سرم بررسی نماید. بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر یک جلسه فعالیت اینتروال شدید در شرایط هایپوکسی و نورموکسی بر سایتوکاین‌های سرم طراحی شد تا بدین وسیله میزان شدت و مدت فعالیت در شرایط هایپوکسی و نورموکسی موثر بر غلظت سایتوکاین‌های سرم مشخص گردد.

روش کار

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی با اندازه‌گیری مکرر و دو جلسه‌ایی بود. آزمودنی‌های این تحقیق شامل ۱۰ نفر از دانشجویان مرد فعال دانشگاه شهید بهشتی با حداقل سابقه ۲ سال فعالیت ورزشی بودند که به صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. آزمودنی‌های این تحقیق با میانگین سن ۱/۵ ± ۲۱/۶ سال،

میانگین قد ۵/۹۶ ± ۱۷۶/۵ سانتی‌متر، میانگین وزن ۱۰/۱۸ ± ۶۹/۲۹ کیلوگرم و درصد چربی بدنی ۵/۱۱ ± ۱۵/۳۲ بودند. آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه و پرسش‌نامه عمومی و سلامت را تکمیل کردند. از آزمودنی‌ها خواسته شد ۴۸ ساعت قبل از اجرای آزمون از هرگونه فعالیت شدید پیش از شروع تحقیق خودداری کنند. آزمودنی‌های این تحقیق در دو جلسه شرکت کردند. در جلسه اول با کنترل نوشیدن مایعات در قبل از آزمون و دادن صبحانه یکسان به آزمودنی‌ها و پس از ۲۰ دقیقه استراحت در شرایط آزمایشگاه ۱۹ دقیقه فعالیت ورزشی در شرایط نورموکسی را انجام دادند. در جلسه دوم با کنترل نوشیدن مایعات در قبل از آزمون و دادن صبحانه یکسان به آزمودنی‌ها و پس از ۲۰ دقیقه استراحت آزمودنی‌ها ۱۹ دقیقه فعالیت ورزشی در شرایط هایپوکسی (چادر هایپوکسی کاتور با دستگاه میکروپروسسور BIOMEDTECH ساخت کشور استرالیا) با ۱۵ درصد اکسیژن معادل ارتفاع ۲۷۵۰ متر را انجام دادند. در حین آزمون و در زمان ریکاوری پس از آزمون میزان نوشیدن مایعات کنترل شد.

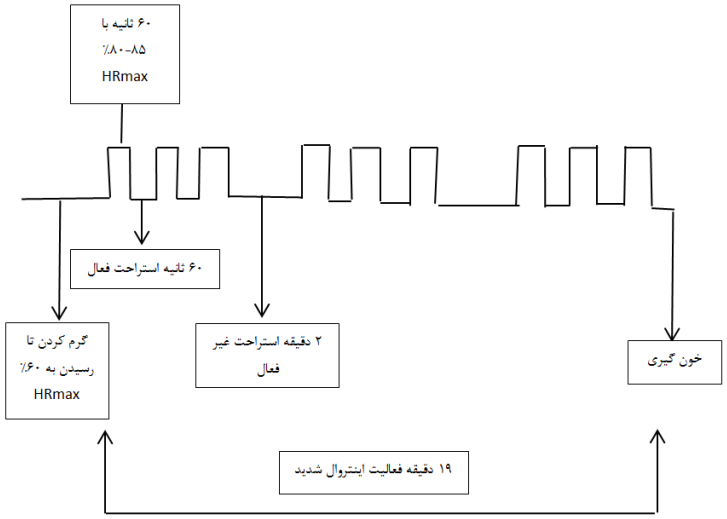
در هر جلسه از فعالیت، پس از بستن ضربان سنج الکتریکی برای آزمودنی‌ها گرم کردن بر روی دوچرخه (دوچرخه کارسنج مونارک ۸۳۹ ساخت هلند) انجام شد. گرم کردن بصورت شروع با بار کاری ۵۰ وات بود و هر دقیقه ۲۵ وات به بار کار اضافه می‌شد تا ضربان قلب به ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه برسد، سپس فعالیت را انجام دادند که شامل سه سری و هر سری شامل سه تکرار بود. در هر سری تکرارها شامل یک فعالیت ۶۰ ثانیه‌ای بر روی دوچرخه با شدت ۸۵-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه و یک استراحت ۶۰ ثانیه‌ای فعال برای برگشت ضربان قلب به ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه بصورت کاهش بار کاری با رکاب زدن روی دوچرخه بود. بین سری‌ها یک استراحت ۲ دقیقه‌ای غیر فعال به منظور ریکاوری داشتند (تصویر ۱).

خون‌گیری قبل، بلافاصله و یک ساعت بعد از فعالیت از ورید بازویی آزمودنی‌ها در هر جلسه انجام شد. پس از نمونه‌گیری خون جهت جداسازی سرم، نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه و با سرعت ۲۵۰۰ دور در دقیقه در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد سانتریفیوژ (سانتریفیوژ BOECOU-320R ساخت آلمان) شدند و سپس سرم‌ها در دمای ۸۰- درجه سانتیگراد فریز شدند پس از آن سرم‌ها به آزمایشگاه برده شد تا به وسیله کیت‌های الایزا (ساخت فرانسه) تجزیه شوند. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ تجزیه و تحلیل شد. جهت تعیین طبیعی بودن داده‌ها از آزمون شپیرو ویلک استفاده گردید. برای تعیین تاثیر فعالیت در هر دو شرایط هایپوکسی و نورموکسی از آزمون ANOVA دوطرفه مکرر (۲×۳) استفاده شد. برای تمام تحلیل های آماری $p\leq$۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

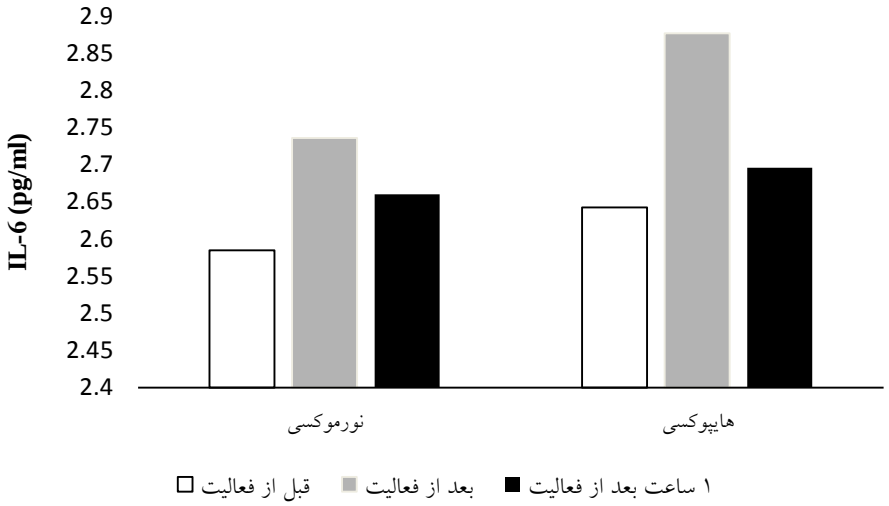
یافته‌ها

نتایج نشان داد تعامل معنی‌داری بین دو جلسه هایپوکسی و نورموکسی بر غلظت IL-۶ سرم وجود نداشت ($F_{(2,16)}$ = ۳/۰۰۲، p = ۰/۰۷۸). در نتیجه نشان می‌دهد که تفاوتی بین دو محیط از لحاظ میزان سطح IL-۶ وجود ندارد (نمودار ۱).

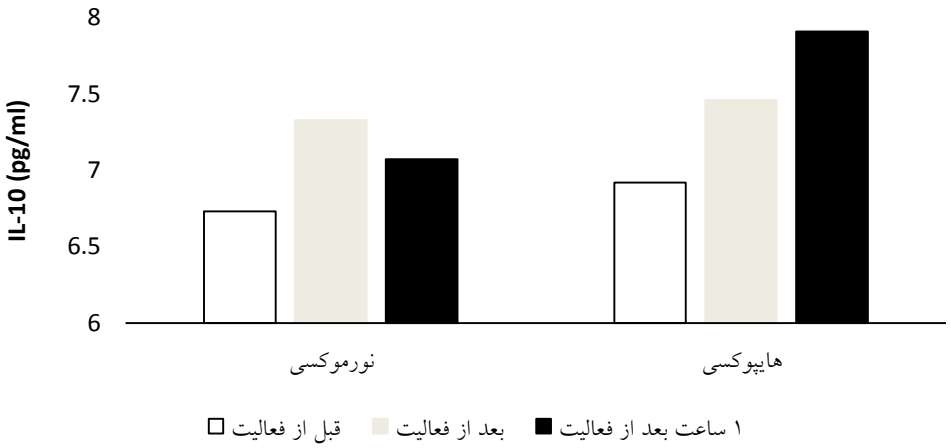
نتایج نشان داد تعامل معنی‌داری بین دو جلسه هایپوکسی و نورموکسی بر غلظت IL-۱۰ سرم وجود دارد ($F_{(2,16)}$ = ۸/۴۳۶، p = ۰/۰۰۳). در نتیجه نشان می‌دهد که بین میزان سطح IL-۱۰ سرم در اثر فعالیت اینتروال شدید در شرایط هایپوکسی و نورموکسی تفاوت وجود دارد (نمودار ۲).



تصویر ۱. پروتکل فعالیت ورزشی



نمودار ۱. تغییرات IL-۶ در پاسخ به فعالیت اینتروال شدید در شرایط هایپوکسی و نورموکسی



نمودار ۲. تغییرات IL-۱۰ در پاسخ به فعالیت اینتروال شدید در شرایط هایپوکسی و نورموکسی

بحث

تحقیق حاضر نشان داد فعالیت اینتروال شدید در شرایط هایپوکسی روی دوچرخه ارگومتر منجر به افزایش معنی‌داری در میزان IL-۶ نسبت به فعالیت در شرایط نورموکسی نشد. با وجود اینکه فعالیت موجب افزایش معنی‌داری در میزان IL-۶ شد، اما این افزایش در شرایط هایپوکسی و نورموکسی با هم تفاوت معنی‌داری نداشت. Svendsen و همکاران در یک فعالیت دوچرخه‌سواری ۷۵ دقیقه‌ای با ۷۵ درصد VO_2max ویژه ارتفاع در شرایط نورموکسی و هایپوکسی هایپوباریک معادل ۲۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریا (۱۹) Khameneh و همکاران در ۴ فعالیت ۳۰ دقیقه ای با شدت ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه در ۴ شرایط هایپوکسی و نورموکسی (۲۰)، Carsten و همکاران در ۶۰ دقیقه فعالیت با دوچرخه ارگومتر در سطح دریا (۱۵۴W، VO_2max ۴۵ درصد) و در شرایط هایپوکسی کوتاه‌مدت و بلندمدت بصورت مطلق (هایپوکسی کوتاه‌مدت = ۱۴۵W، VO_2max ۵۴ درصد و هایپوکسی بلندمدت = ۱۵۴W، VO_2max ۵۹ درصد) و در شدت نسبی (هایپوکسی کوتاه‌مدت = ۱۳۰W، VO_2max ۴۶ درصد و هایپوکسی بلندمدت = ۱۲۰W، VO_2max ۴۴ درصد) (۲۱)، و Hagobian و همکاران در ارتفاع ۴۳۰۰ متر در اثر فعالیت ورزشی با شدت VO_{2peak} ۵۵ درصد و با مصرف آنتی‌اکسیدان (۱۸)، افزایش معنی دار IL-۶ در اثر فعالیت ورزشی و عدم تفاوت سطح آن را در شرایط هایپوکسی و نورموکسی گزارش نموده‌اند. این یافته‌ها با یافته تحقیق حاضر همخوانی دارد. در واقع نتیجه تحقیق حاضر مخالف یافته‌های Mazzeo و همکاران و Jong و همکاران می‌باشد (۲۲و ۱۷). که به

نظر می‌سد تفاوت این دو تحقیق با تحقیق حاضر مربوط به نوع آزمودنی، شدت، نوع فعالیت، و مدت فعالیت در ارتفاع می‌باشد.

در تحقیق Mazzeo و همکاران آزمودنی‌ها به مدت ۱۲ روز متوالی در ارتفاع ۴۳۰۰ ماندند و عصب آلفا-آدرنرژیک آنها نیز مسدود شده بود و با شدت VO_{2max} ۵۰ درصد به مدت ۵۰ دقیقه روی دوچرخه فعالیت کردند. و در تحقیق Jong و همکاران همچنین یک گروه از آزمودنی‌ها در معرض $12\ O_2$ درصد برای یک ساعت در روز، ۵ روز در هفته، برای ۸ هفته در چادر هایپوکسی تا واماندگی بر روی دوچرخه فعالیت داشتند (۲۲و ۱۷). در حالی که در تحقیق حاضر از ارتفاع شبیه سازی شده ۲۷۵۰ متری ($15\ O_2$ درصد) استفاده شد و آزمودنی‌ها تمرین کرده بودند و یک جلسه فعالیت در شرایط هایپوکسی با شدت HRmax ۸۵-۸۰ درصد داشتند و هیچکدام از آزمودنی‌ها به واماندگی نرسیدند.

چون در تحقیقات پیشین نشان داده شده است که میزان ارتفاع و مدت ماندگاری در ارتفاع و شدت و نوع فعالیت ورزشی عامل مهمی در پاسخ سایتوکاین‌ها می‌باشد و چون در تحقیق حاضر مدت ماندگاری در ارتفاع همچنین میزان ارتفاع کمتر از این دو تحقیق می‌باشد شاید به همین دلیل تفاوت معنی‌داری در میزان تولید IL-۶ در تحقیق حاضر بین دو محیط مشاهده نشد.

تحقیقات بسیاری اثر انواع و شدت‌های مختلف فعالیت بدنی را بر غلظت پلاسمایی IL-۶ بررسی کرده‌اند. ترکیبی از نوع، شدت و مدت فعالیت بدنی میزان افزایش IL-۶ پلاسمایی ناشی از فعالیت بدنی را تعیین می‌کند. شواهد هم نشان داد که آسیب عضلانی برای افزایش IL-۶ در طول ورزش مورد نیاز نیست (۱۰). در مقابل، پاسخ IL-۶ به شدت ورزش حساس است و بطور غیر مستقیم با حجم عضله درگیر در فعالیت انقباضی مرتبط است (۲۳). بعلاوه گفته شده است که تا ۵۰ درصد تغییرات IL-۶ با فعالیت بدنی با مدت ورزش توضیح داده می‌شود (۱۰).

همچنین در تحقیقات پیشین نشان داده شده است که سطح سایتوکاینی پایین‌تر ممکن است نشان‌دهنده فشار متابولیکی کمتر باشد که فرض شده میان هموستاز گلوکز و افزایش IL-۶ در اثر فعالیت بدنی ارتباط وجود دارد. گفته شده که در دسترس بودن گلوکز برای عضلات فعال موجب کاهش در افزایش IL-۶ پلاسما می‌شود. بنابراین دلیل افزایش IL-۶ در اثر فعالیت بدنی را نمی‌توان مرتبط با آسیب عضله یا التهاب دانست بلکه به محتوای گلیکوژن عضله قبل از فعالیت بدنی نیز وابسته می‌باشد (۲۴،۲۵).

تحقیق حاضر نشان داد فعالیت اینتروال شدید در شرایط هایپوکسی روی دوچرخه ارگومتر منجر به افزایش معنی‌داری در میزان IL-۱۰ نسبت به فعالیت در شرایط نورموکسی شد. نتایج این تحقیق با یافته های Jong و همکاران، همسو و با تحقیق Khameneh و همکاران مخالف می‌باشد (۱۷و ۲۰). در تحقیقی که Khameneh و همکاران انجام دادند آزمودنی‌ها ۴ جلسه فعالیت هوازی بصورت ۳۰ دقیقه دویدن با ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه را در ۴ وضعیت نورموکسی و هایپوکسی (در ارتفاع‌های ۲۷۵۰ متر، ۳۲۵۰ متر و ۳۷۵۰ متر) انجام دادند (۱۷). که موجب کاهش سطح IL-۱۰ در شرایط نورموکسی و در ارتفاع ۳۲۵۰ متر شد. که به نظر می‌رسد نوع فعالیت در این تحقیق موجب کاهش سطح IL-۱۰ شده است. که برای ویژگی‌های تنظیمی بر التهاب مفید است. اهمیت فعالیت شدید برای تولید الگوهای ضد التهابی نیز تایید شده است (۲۶)

قرار گرفتن در معرض ارتفاع بصورت کوتاه‌مدت پارامترهای ایمونولوژیکی را تغییر می‌دهد (۲۷). لنفوسیت‌ها و فاگوسیت‌ها از طریق آزادسازی سایتوکاین‌ها به هایپوکسی هایپوباریک سازگاری نشان می‌دهند (۲۸). یکی از سازوکارهایی که ممکن است موجب افزایش سطح IL-۱۰ باشد در آبشار سایتوکاینی ابتدا IL-۱rβ و TNF-α از محل التهاب آزاد و سپس IL-۶ و IL-۱۰ آزاد می‌شوند که اثر ضد التهابی IL-۱۰ باعث مهار IL-۱rβ و TNF-α می‌شود (۱۷). و همچنین در تحقیق استینسبرگ و همکاران (۲۰۰۳) (۲۹) نشان داده شده است که انقباض عضله اسکلتی در طول فعالیت بدنی موجب افزایش سطح IL-6 پلاسما می‌شود که باعث افزایش سطح‌های دو سایتوکاین ضد التهابی IL-۱۰ و IL-۱ra و کورتیزول می‌شود که باعث تاخیر در افزایش CRP (C-reactive protein) پلاسما می‌شود. بعلاوه نشان داده شده است که IL-۱۰ از لنفوسیت‌های T نوع ۲ ترشح می‌شود که برای افزایش ایمنی خون لازم می‌باشد. که می‌تواند مانع تولید سایتوکاین‌های تولیدی از لنفوسیت‌های T نوع ۱ شود. در نتیجه فعالیت بدنی در تعادل سایتوکاین‌های تولیدی از لنفوسیت‌های T نوع ۱ و ۲ موثر می‌باشد (۳۰). ورزش و هیپوکسی دو عامل متفاوت استرس‌زای مستقل برای سیستم ایمنی بدن هستند. پیشنهاد شده است که ورزش در شرایط هیپوکسی باعث استرس ایمنی برجسته‌تر از ورزش در شرایط سطح دریا می‌شود. علاوه بر ارتفاع بالا، ورزش یک تاثیر شدید و گذرا بر سیستم ایمنی برای هماهنگی ایمونولوژیک، سوخت و ساز بدن و پاسخ سمپاتو آدرنال به حفظ هموستاز دارد (۱۶).

نتیجه‌گیری

افزایش سایتوکاین‌های پیش التهابی با افزایش مارکرهای التهابی و همچنین بیماری‌های مزمن قلبی عروقی و متابولیک همراه است. واکنش‌های التهابی ممکن است موجب آپوپتوز یا نکروز سلول-های عضله توسط ماکروفاژها یا سایتوکاین‌های التهابی شود (۲۴). و با توجه به افزایش سطح سایتوکاین‌ها در طول هایپوکسی کوتاه-مدت و اینکه ورزشکاران ممکن است در ارتفاع پایین زندگی و تمرین کنند و در ارتفاع زیاد در شرایط رقابتی قرار بگیرند احتمال افزایش خطر التهاب وجود دارد که می‌تواند باعث اختلال در

سیستم ایمنی شود، نظارت بر شدت فعالیت ورزشی در شرایط هایپوکسی اهمیت می‌یابد و می‌توان گفت که افزایش IL-۶ و IL-۱۰ در حین و پس از فعالیت بدنی با شدت مناسب ممکن است ساز و کاری موثر در جلوگیری از بیماری‌های مزمن و اختلالات التهابی همراه فعالیت بدنی در انسان باشد.

قدردانی

از کلیه آزمودنی‌های حاضر در این پژوهش که ما را در انجام این مطالعه یاری رساندند، کمال سپاسگزاری را داریم. این مقاله بخشی از پایان نامه با شماره ۲۰۰/۴۵۸۱/د مورخ ۹۲/۸/۷ می‌باشد.

ملاحظات اخلاقی

در این تحقیق آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه را قبل از انجام پروتکل تکمیل نمودند.

منابع مالی

این تحقیق با هزینه شخصی نویسندگان انجام شده است.

منافع متقابل

نویسندگان این مقاله منافع متقابلی از تالیف یا انتشار این مقاله نداریم.

مشارکت مؤلفان

ز.پ، خ.ا و همکاران طراحی، اجرا و تحلیل نتایج مطالعه را بر عهده داشته‌اند. همچنین مقاله را تالیف نموده و نسخه نهایی آن را خوانده و تایید کرده‌اند.

References

1. Pedersen A, Klarlund B, Hoffman-Goetz L. "Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation." *Physiological reviews* 2000; **80**(3): 1055-1081.
2. Nieman D C. "Does Exercise Alter Immune Function and Respiratory Infections?" *President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest* 2001; **36**(8): 78-84. doi: 10.1037/e603492007-001
3. Nieman D C. "Immune response to heavy exertion." *Journal of applied physiology* 1997; **82**(5): 1385-1394. doi: 10.4135/9781412994149.n129
4. Gleeson M, Nieman D C, Pedersen B K. "Exercise, nutrition and immune function." *Journal of sports sciences* 2004; **22**(1): 115-125. doi: 10.1080/02640 41031000140590
5. Finaud J. "Antioxidant status and oxidative stress in professional rugby players: evolution throughout a season." *International journal of sports medicine* 2006; **27**(02): 87-93. doi: 10.1055/s-2005-837489
6. Sylvia L, Margolin K. "Cytokines in cancer immunotherapy." *Cancers* 2011; **3(**4): 3856-3893. doi: 10.3390/cancers3043856
7. Jonathan P, Ken Nosaka K, Suzuki K. "Characterization of inflammatory responses to eccentric exercise in humans." *Exerc Immunol Rev* 2005; **11**: 64-85.
8. Daniella M, Tyrrell R M, Thompson D. "Acute moderate-intensity exercise in middle-aged men has neither an anti-nor proinflammatory effect." *Journal of applied physiology* 2008; **105**(1): 260-265. doi: 10.1152/japplphysiol.00096.2008
9. Petersen A, Pedersen B. "The role of IL-6 in mediating the anti-inflammatory." *J Physiol Pharmacol* 2006; **57**: 43-51.
10. Bente K P, Febbraio M A. "Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6." *Physiological reviews* 2008; **88(**4): 1379-1406. doi: 10.1152/physrev.90100.2007
11. Pedersen A, Klarlund B. "Role of myokines in exercise and metabolism." *Journal of applied physiology* 2007; **103(**3): 1093-1098. doi: 10.1152/japplphysiol.00080.2007
12. Pedersen A, Klarlund B. "Muscles and their myokines." *Journal of Experimental Biology* 2011; **214(**2): 337-346. doi: 10.1242/jeb.048074
13. Ramiro Barcos N. "Physical exercise improves plasmatic levels of IL-10, left ventricular end-diastolic pressure, and muscle lipid peroxidation in chronic heart failure rats." *Journal of applied physiology* 2008; **104(**6): 1641-1647. doi: 10.1152/japplphysiol. 00062.2008
14. Marcia A Ch. "Influence of carbohydrate ingestion on cytokine responses following acute resistance exercise." *International journal of sport nutrition and exercise metabolism* 2003; **13(**4): 454-465. doi: 10.1123/ijsnem.13.4.454
15. Gordon F. "Lymphocyte enzymatic antioxidant responses to oxidative stress following high-intensity interval exercise." *Journal of Applied Physiology* 2011; **110(**3): 730-737. doi: 10.1152/japplphysiol. 00575.2010
16. Robert M S. "Altitude, exercise and immune function." *Exerc Immunol Rev* 2005; **11(**6): 6-16.
17. Jong-Shyan W. "Chronic intermittent hypoxia modulates eosinophil-and neutrophil-platelet aggregation and inflammatory cytokine secretion caused by strenuous exercise in men." *Journal of Applied Physiology* 2007; **103(**1): 305-314. doi: 10.1152/japplphysiol.00226.2007

18. Hagobian T A. "Cytokine response at high altitude: effects of exercise and antioxidants at 4300 m." *Medicine and science in sports and exercise* 2006; **38(**2): 276. PMID: 16531896
19. Svendsen Ida S, Erlend H, Gleeson M. "Effect of acute exercise and hypoxia on markers of systemic and mucosal immunity." *European journal of applied physiology* 2016; **116(**6): 1219-1229. doi: 10.1007/s00421-016-3380-4
20. Khameneh S S, Alinejad H A, Kohanpour M A, Peeri M, Jafarabadi MA, Mirsepasi M, et al. Effect of Aerobic Activities in Hypoxia Situations on Interleukin-6 and Interleukin-10 Serums of Active Young Men. *Middle-East Journal of Scientific Research* 2012; **12**(8): 1136-1142. doi: 10.5829/idosi.mejsr.2012.12.8.7176
21. Carsten L, Steensberg A. "Interleukin-6 response to exercise during acute and chronic hypoxia." *European journal of applied physiology* 2004; **91**(1): 88-93. doi: 10.1007/s00421-003-0935-y
22. Mazzeo Robert S. "Interleukin-6 response to exercise and high-altitude exposure: influence of α-adrenergic blockade." *Journal of Applied Physiology* 2001; **91(**5): 2143-2149. PMID: 11641355
23. Fischer Christian P. "Supplementation with vitamins C and E inhibits the release of interleukin-6 from contracting human skeletal muscle." *The Journal of physiology* 2004; **558(**2): 633-645. doi: 10.1113/jphysiol.2004.066779
24. Steinacker Jürgen M. "New aspects of the hormone and cytokine response to training." *European journal of applied physiology* 2004; **91(**4): 382-391. doi: 10.1007/s00421-003-0960-x
25. Nehlsen-Cannarella S L. "Carbohydrate and the cytokine response to 2.5 h of running." *Journal of Applied Physiology* 1997; **82**(5): 1662-1667. PMID: 9134917
26. Wang J. "Effect of exercise training intensity on murine T-regulatory cells and vaccination response." *Scandinavian journal of medicine & science in sports* 2012; **22(**5): 643-652. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01288.x
27. Lemos De A, Valdir K. "Can high altitude influence cytokines and sleep?" *Mediators of inflammation* 2013; **2013**: 1-8. doi: 10.1155/2013/279365
28. Monica F. "Modulation of immune response by the acute and chronic exposure to high altitude." *Med Sci Sports Exerc* 2005; **37(**5): 768-774. doi: 10.1249/01.mss.0000162688.54089.ce
29. Steensberg A. "IL-6 enhances plasma IL-1ra, IL-10, and cortisol in humans." *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism* 2003; **285(**2): E433-E437. doi: 10.1152/ajpendo.00074.2003
30. Michael G. "Immune function in sport and exercise." *Journal of applied physiology* 2007; **103(**2): 693-699. doi: 10.1152/japplphysiol.00008.2007