

تأثیر ۸ هفته فعالیت استقامتی بر بیان اینترفرون گاما و زیر رده‌های لکوسیتی

عبدالصالح زر^۱، دکتر خسرو ابراهیم^۲، دکتر فریبرز هوانلو^۳، دکتر داور امانی^۴

چکیده

مقدمه: در مطالعه‌ی حاضر به منظور بررسی رابطه‌ی بین ورزش و سایتوکاین‌ها، اثر ۸ هفته فعالیت استقامتی و همچنین مرحله‌ی ریکاوری روی بیان اینترفرون گاما و همچنین زیر رده‌ی لکوسیتی مورد بررسی قرار گرفته است.

روش‌ها: تعداد ۳۰ آزمودنی مرد سالم با محدوده‌ی سنی ۱۸ تا ۲۵ سال به صورت داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند. افراد مورد مطالعه به طور تصادفی در دو گروه تمرین و شاهد قرار گرفتند. گروه تمرین به مدت ۸ هفته مطابق با پروتکل تمرین استقامتی (دویدن روی تردمیل) به فعالیت پرداختند. از آزمودنی‌های هر دو گروه در ۵ نوبت خون‌گیری به عمل آمد.

یافته‌ها: میزان اینترفرون گاما بعد از فعالیت استقامتی و همچنین ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه‌ی تمرین نسبت به سطوح قبل از تمرین کاهش یافت، ولی این کاهش معنی‌دار نبود. علاوه بر این، نتایج تحقیق کاهش سطوح لکوسیت را قبل از تمرین تا ۲۴ ساعت بعد از دوره‌ی تمرینی نشان داد.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که یک دوره‌ی تمرین استقامتی ۸ هفته‌ای می‌تواند در میزان اینترفرون گاما و زیر رده‌ی لکوسیتی تغییر ایجاد کند، ولی برای معنی‌دار بودن تغییرات باید شدت تمرین از متوسط به بالا باشد.

واژگان کلیدی: سایتوکاین، تمرینات استقامتی، اینترفرون گاما، مرحله‌ی ریکاوری

مقدمه

یکی از مهم‌ترین محصولات پاسخ ایمنی، سایتوکاین‌ها می‌باشند. سایتوکاین‌ها، پروتئین‌ها و پپتیدهایی با وزن مولکولی پایین هستند که به وسیله‌ی سلول‌های ایمنی اکتسابی و ایمنی ذاتی ترشح می‌شوند و کنش‌های متقابل در میان سلول‌های درگیر در پاسخ ایمنی را کنترل و میانجی‌گری می‌کنند (۱). سایتوکاین‌ها از سلول‌هایی هم چون سلول‌های ایمنی، سلول‌های اندوتلیال و سلول‌های ذخیره‌کننده‌ی چربی ترشح می‌شوند. این عوامل دارای اجزای مختلفی می‌باشند که در این میان اینترفرون‌ها (Interferon یا IFN) حایز

اهمیت ویژه‌ای می‌باشند (۲).

IFNها نه تنها در تکثیر و ازدیاد ویروس‌ها مداخله و ایجاد مزاحمت می‌کنند، بلکه به عنوان مولکول‌های رابط، نقش پیام‌رسانی بین سلول‌ها را بر عهده دارند. همچنین از همانندسازی ویروس‌ها در سلول‌های آلوده نشده جلوگیری می‌کنند، تکثیر سلول را مهار می‌نمایند و فعالیت کشندگی سلول‌های کشنده‌ی طبیعی (Natural killer یا NK) را افزایش می‌دهند (۳). اینترفرون گاما توسط سلول‌های T کمکی، سلول‌های T سایتوکسیک، سلول‌های دندریتیک و سلول‌های NK در پاسخ ایمنی اختصاصی دخالت می‌کنند و دارای

^۱ دانشجوی دکتری، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی تهران و عضو هیأت علمی گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه جهرم، جهرم، ایران

^۲ استاد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

^۳ دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

^۴ استادیار، گروه ایمونولوژی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

خواص ضد توموری، ضد ویروسی و تنظیم کننده‌ی ایمنی می‌باشند (۴).

اینترفرون گاما سایتوکاین اصلی فعال کننده‌ی ماکروفاژ است و در ایمنی ذاتی و اکتسابی با واسطه‌ی سلولی بر علیه میکروب‌های داخل سلولی، نقش اساسی بر عهده دارد. اینترفرون گاما، یک سایتوکاین مهم و شاخص برای ایمنی ذاتی و اکتسابی بر علیه عفونت باکتریایی درون سلولی، عفونت ویروسی و کنترل تومور می‌باشد (۵).

عوامل بسیاری بر سیستم ایمنی اثر می‌گذارند که یکی از آن‌ها فعالیت ورزشی است، به طوری که حجم قابل ملاحظه‌ای از تحقیقات به بررسی اثرات فعالیت‌های ورزشی بر سیستم ایمنی اختصاص یافته است. در این تحقیقات اثرات انواع تمرینات ورزشی و شدت و مدت آن‌ها بر پارامترهای مختلف سیستم ایمنی بررسی شده است. تحقیقات مختلف نشان داده‌اند که تولید سایتوکاین به وسیله‌ی دامنه‌ای از تحریکات فیزیولوژیک از قبیل ورزش‌های شدید، هورمون‌های استرس، بحران انرژی و استرس اکسیداتیو تغییر می‌کند (۶).

فعالیت جسمانی با توجه به نوع، مدت و شدت آن، اثرات متعددی بر سیستم ایمنی انسان می‌گذارد (۷). به عنوان مثال؛ تمرینات ورزشی ملایم، مداوم و منظم، با ارتقای سطح فعالیت سیستم ایمنی، مقاومت بدن را در مقابل عفونت‌هایی چون عفونت بخش فوقانی دستگاه تنفسی، افزایش می‌دهند؛ این در حالی است تمرینات ورزشی شدید، از مقاومت بدن در برابر چنین عفونت‌هایی به میزان قابل ملاحظه‌ای می‌کاهند (۸).

ورزش‌های شدید باعث افزایش سایتوکاین‌های پیش التهابی می‌شوند. وجود چندین سایتوکاین

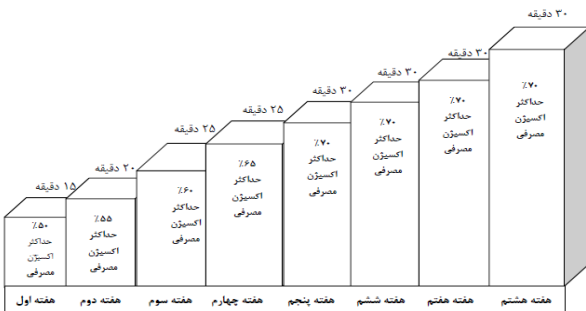
(NF- α ، IFN- γ ، IL-6، IL-2R) در ادرار بعد از ورزش نشان می‌دهد که بیان سایتوکاین‌ها در پاسخ به ورزش امکان پذیر می‌باشد (۹). ورزش‌های سنگین منجر به افزایش تعداد سلول‌های التهابی استرس از قبیل لنفوسیت‌ها (T، B و NKها)، مونوسیت‌ها و نوتروفیل‌ها می‌شوند که همه‌ی آن‌ها می‌توانند دامنه‌ی وسیعی از سایتوکاین‌ها و فاکتورهای رشدی را آزاد و ترشح کنند (۱۰-۱۱).

آن چه از نتیجه‌ی مطالعات انجام شده برآورد می‌شود این است که نوع، شدت و مدت ورزش، اثرات متفاوتی بر فاکتورهای مختلف سیستم ایمنی افراد با وضعیت‌های جسمانی مختلف بر جای می‌گذارد. بنابراین لازم است اثر هر نوع فعالیت ورزشی بر سیستم ایمنی به طور مجزا مورد بررسی قرار گیرد. بررسی دقیق و همه جانبه‌ی اثرات ورزش بر سیستم ایمنی بدن به لحاظ پیچیدگی و وسعت آن، بسیار پیچیده و دشوار است. با این وجود بررسی برخی از اجزای این سیستم و مطالعه‌ی تأثیر فعالیت بدنی بر آن‌ها می‌تواند پاسخ بخشی از سؤالات موجود در زمینه‌ی واکنش سیستم ایمنی به فعالیت‌های ورزشی را روشن سازد. بر همین اساس، در مطالعه‌ی حاضر تأثیر ۸ هفته فعالیت استقامتی بر میزان بیان IFN- γ و زیر رده‌ی لکوسیتی مورد بررسی قرار گرفت.

روش‌ها

تعداد ۳۰ آزمودنی مرد سالم در محدوده‌ی سنی ۱۸ تا ۲۵ سال از طریق اطلاعیه و به صورت داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند. آزمودنی‌ها سابقه‌ی ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی، فشارخون، دیابت، سیگار کشیدن و یا استفاده از داروی خاصی را نداشتند. از

کردن سن فرد از عدد ۲۲۰ به دست می‌آید) و HR rest ضربان قلب فرد در وضعیت استراحت بود. سپس آزمودنی‌ها، یک پروتکل تمرینی ۸ هفته‌ای و در هر هفته، ۳ جلسه را طبق شکل ۲ اجرا کردند.



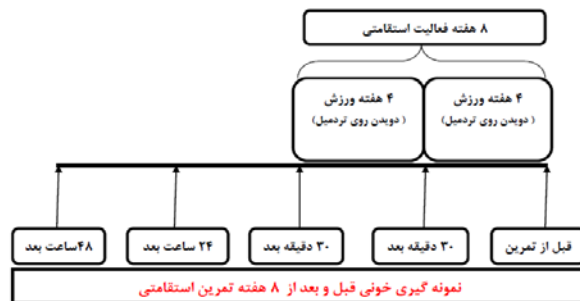
شکل ۲. برنامه‌ی تمرین گروه مداخله (برگرفته از منبع ۱۲ با اصلاحات)

جلسه‌ی اول، تمرین با شدت ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه به مدت ۱۵ دقیقه همراه بود که تا هفته‌ی پایانی طرح (هفته‌ی هشتم) به تدریج به ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه و مدت ۳۰ دقیقه افزایش یافت (۱۲).

برای اندازه‌گیری IFN- γ ، در هر بار خون‌گیری ۶ میلی‌لیتر خون از ورید بازویی گرفته شد. برای جلوگیری از همولیز شدن، نمونه‌های خونی در لوله‌های حاوی EDTA ریخته و به آرامی مخلوط شدند. سپس جهت جدا نمودن پلاسمای خون، نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد با دور ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. پلاسمای جدا شده در دمای ۸۰- درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شد تا میزان IFN- γ آن اندازه‌گیری شود. برای آنالیز نمونه‌ها از کیت تجاری ELISA استفاده شد (۱۳، ۱). شمارش افتراقی سلول‌های خونی با استفاده از دستگاه Cell Counter XL22 در آزمایشگاه تشخیص طبی دکتر رازقی انجام شد.

آزمودنی‌ها خواسته شد که در طول اجرای تحقیق از هر گونه فعالیت غیر از برنامه‌ی تمرینی خودداری نمایند. برای انجام این مطالعه‌ی تجربی، سن، قد، وزن، شاخص توده‌ی بدنی (Body mass index یا BMI) و همچنین ضربان قلب استراحت آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. سپس آزمودنی‌ها به طور تصادفی در ۲ گروه ۱۵ نفره‌ی آزمایش و شاهد قرار گرفتند.

اولین نمونه‌ی خونی آزمودنی‌ها قبل از شروع اولین جلسه‌ی تمرینی به منظور اندازه‌گیری سائتوکاین مورد نظر یعنی اینترفرون گاما (IFN- γ) و همچنین زیر رده‌های لکوسیتی، دومین نمونه بعد از هفته‌ی چهارم، سومین نمونه بعد از هفته‌ی هشتم و چهارمین و پنجمین نمونه به ترتیب ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه‌ی تمرین از ورید بازویی جمع‌آوری شد (شکل ۱).



شکل ۱. پروتکل اجرای مطالعه

برای تعیین شدت فعالیت ورزشی، ابتدا ضربان قلب بیشینه (ضربان قلب هدف) هر آزمودنی به روش کاروونن (Karvonen) و از طریق فرمول زیر محاسبه شد:

$$HR \text{ target} = \%Intensity \times (HR \text{ max} - HR \text{ rest}) + HR \text{ rest}$$

در فرمول فوق:

HR target ضربان قلب بیشینه (ضربان قلب هدف)،
HR max ضربان قلب بیشینه‌ی تخمینی (که با کسر

نتایج آزمون Repeated measures ANOVA نشان داد که تفاوت معنی‌داری در تغییرات IFN- γ در گروه تمرین وجود نداشت ($P = 0/185$)، اما میزان IFN- γ در گروه شاهد تغییری را نسبت به میزان اولین نمونه‌گیری از خود نشان نداد.

علاوه بر این، نتایج تحقیق نشان داد که تغییراتی در سطوح لکوسیت قبل از تمرین تا ۴۸ ساعت بعد از دوره تمرینی مشاهده شد. این تغییرات بدین صورت بود که سطوح اندازه‌گیری شده لکوسیت‌ها در هفته چهارم، هفته هشتم و همچنین ۲۴ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی نسبت به سطوح استراحتی کاهش یافت، اما نکته دیگر اینکه مقدار لکوسیت‌ها در ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی افزایش یافت. از دیگر نتایج تحقیق می‌توان به این نکته اشاره کرد که در هیچ یک از آزمودنی‌ها، علایم ابتلا به عفونت‌های دستگاه تنفسی در طی دوران تمرین (هشت هفته) و همچنین ۴۸ ساعت پس از شرکت در دوره‌ی تمرینی مشاهده نشد.

بحث

اگر تمرین و فعالیت بدنی را به عنوان محرک بدانی که سیستم ایمنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، لازم است بدانیم کدام یک از تمرینات و با چه شدت و مدتی این سیستم را متأثر می‌سازد. بنابراین لازم است تغییرات به وجود آمده در سیستم ایمنی مورد ارزیابی قرار گیرد تا نسبت به حفظ سلامتی که یکی از اهداف تربیت بدنی است اقدام مناسب صورت گیرد.

IFN- γ یکی از مهم‌ترین سایتوکاین‌ها است که به طور عمده به وسیله‌ی لنفوسیت‌های T و سلول‌های NK به دنبال فعال شدن سیستم ایمنی و تحرکات

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون Repeated measures ANOVA و نرم‌افزار SPSS (نسخه‌ی ۱۲، SPSS Inc, Chicago, IL) استفاده گردید. سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های آنتروپومتریکی (سن، قد، وزن و شاخص توده‌ی بدنی) آزمودنی‌ها در جدول ارائه شده است.

جدول. ویژگی‌های آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها

متغیر	گروه تمرین	گروه شاهد
سن (سال)	۱/۸۴ ± ۲۱/۱۳	۱/۲۵ ± ۱۹/۳۰
قد (سانتی‌متر)	۶/۴۰ ± ۱۷۶/۱۳	۶/۱۹ ± ۱۷۵/۶۱
وزن (کیلوگرم)	۸/۵۰ ± ۶۵/۵۳	۸/۲۵ ± ۵۷/۸۴
شاخص توده‌ی بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۲/۴۰ ± ۲۱/۱۱	۲/۲۸ ± ۱۹/۲۸

نتایج تحقیق نشان داد که فعالیت بدنی با شدت کم تا متوسط (پروتکل تمرینی مورد استفاده) موجب تغییر در میزان بیان IFN- γ شد. این تغییرات به نحوی بود که در طول دوره تمرین یعنی در پایان هفته چهارم و هشتم میزان IFN- γ نسبت به قبل از تمرین کاهش یافت و اما در مورد میزان IFN- γ در دوره ریکاوری یعنی ۲۴ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین این طور می‌توان گفت که میزان IFN- γ در دوره ریکاوری نسبت به میزان اندازه‌گیری شده در پایان دوره تمرینی و همچنین مقدار استراحت کاهش یافت، با وجود این که میزان IFN- γ در ۴۸ ساعت بعد از تمرین نسبت به ۲۴ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین افزایش نشان داد. ولی همچنان سطح آن نسبت به زمان قبل از دوره تمرینی پایین بود.

افراد، وضعیت تغذیه‌ای و متغیرهای دیگری همچون اختلالات ژنتیکی و نژادی و همچنین وضعیت روحی- روانی آزمودنی‌ها و افراد مورد بررسی و تکنیک‌های بررسی آزمایشگاهی مورد استفاده می‌باشد (۱۷-۱۵، ۷). تحقیقات نشان می‌دهند که در دوره‌ی بعد از تمرینات شدید، تعداد لنفوسیت‌های T در گردش پایین است (۱۶). به هر حال مشخص نیست که آیا همه‌ی زیر گروه‌های لنفوسیت T به یک اندازه از تمرین تأثیر می‌پذیرند. Th1، اینترفرون گاما و انترلوکین ۲ تولید می‌کند (۱۸). مطالعات مختلف نشان می‌دهند که هم در محیط آزمایشگاه و هم در بدن انسان؛ Tcell، اینترفرون گاما و اینترلوکین-۲ را تولید می‌کند که این امر به وسیله‌ی هورمون‌های کورتیزول و اپی نفرین متوقف می‌شود (۱۹). این هورمون‌ها در طول ورزش و در پاسخ به ورزش افزایش می‌یابند. مکانیسم‌های متفاوتی چگونگی تغییرات ایمنی را توضیح می‌دهند، این مکانیسم‌ها شامل هورمون‌هایی هستند که بر عملکرد و میزان فاکتورهای سیستم ایمنی تأثیر می‌گذارند (۲۲-۲۰).

نتایج تحقیق Nieman و همکاران نشان داد که الگوی تغییرات در سطوح سایتوکاین پلازما اختلاف چشمگیری بین مردان و زنان یا بین افراد سالمند و جوان ندارد. سطوح پلاسمایی IFN- γ بعد از مسابقه نزدیک به سطوح قبل از مسابقه‌ی ماراتن بود (۱). این نتایج به نتایج تحقیق Suzuki و همکاران که این ساتوکاین‌ها را در یک گروه ۱۶ نفری دوندگی ماراتن قبل و بلافاصله بعد از یک مسابقه‌ی ماراتن در ژاپن اندازه‌گیری کردند، نزدیک بود (۲۰).

تحقیقات مختلف وجود دارند که نتایج آن‌ها با یافته‌های تحقیق حاضر همخوانی دارند. از جمله

التهابی ساخته می‌شود (۱۴). گزارش‌های مختلف حاکی از تأثیر متفاوت ورزش بر میزان این سایتوکاین می‌باشد. در مطالعه‌ی حاضر، پس از انجام هشت هفته فعالیت استقامتی و همچنین ۲۴ و ۴۸ ساعت ریکاوری (برگشت به حالت اولیه) میزان IFN- γ کاهش یافت، ولی این کاهش از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. کاهش میزان IFN- γ در اثر ورزش امری دور از انتظار نبود. یافته‌های تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که پس از انجام فعالیت‌های ورزشی در میزان سایتوکاین‌ها از جمله IFN- γ افزایش صورت می‌گیرد. به عنوان مثال گزارش شده است بلافاصله بعد از ۲۰ کیلومتر دویدن در دوندگی استقامتی، دفع ادراری IFN- γ با روش ELISA و تطبیق با تغییرات اسمولالیتی ادرار، بیش از ۵ برابر افزایش یافته است. همچنین غلظت IFN- γ یک ساعت بعد از ورزش بالا می‌رود، ولی تا ۵ ساعت بعد از ورزش به سطح قبل برمی‌گردد (۹).

البته در مورد افرادی که ورزش‌های طولانی مدت انجام می‌دهند، این نکته صادق نمی‌باشد و وضعیت متفاوت است. Smith در تحقیق خود که در مدت زمان ۶ ماه ورزش (هفته‌ای ۲/۵ ساعت و هر جلسه ۷۰ دقیقه) بر روی ۵۲ مرد و ۱۸ زن با میانگین سنی ۴۸/۵ سال انجام داد، سایتوکاین‌های مختلفی از قبیل IFN- γ ، TNF- α را مورد بررسی قرار داد. نتایج تحقیق نشان داد که IFN- γ و TNF- α به دنبال ورزش کاهش یافت (۲).

چنین به نظر می‌رسد که اختلافاتی که در گزارش‌های مختلف در مورد پاسخ سایتوکاین‌ها به ورزش به چشم می‌خورد ناشی از عواملی از قبیل استفاده از پروتکل‌های مختلف با متغیرها و شدت‌های تمرینی متفاوت، شرایط متفاوت جسمانی و تمرینی

Heesen و همکاران در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که میزان غلظت پلاسمایی $TNF-\alpha$ و $IFN-\gamma$ ، ۳۰ دقیقه بعد از تمرین (۳۰ دقیقه تمرین دوچرخه کارسنج با شدت ۶۰ درصد $VO_{2\text{ peak}}$) افزایش می‌یابد (۲۳).

در تحقیقی که توسط Zaldivar و همکاران انجام شد، پاسخ ساتوکاین‌ها به ورزش بررسی شد. آن‌ها تحقیق خود را بر روی ۱۱ مرد سالم ۱۸ تا ۳۰ ساله انجام دادند. برنامه‌ی تمرینی شامل ۳۰ دقیقه تمرین سنگین دوچرخه بود. نمونه‌ی خونی در ابتدا، انتهای تمرین و ۶۰ دقیقه‌ی بعد گرفته شد و سایتوکاین‌های پیش التهابی ($IFN-\gamma$) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که $IFN-\gamma$ افزایش داشت (۲۴).

یکی از تغییرات چشمگیر و ثابتی که در جریان ورزش دیده می‌شود لکوسیتوز می‌باشد. تعداد گلبول‌های سفید در گردش ممکن است تا چهار برابر زمان استراحت افزایش پیدا کنند و پس از توقف ورزش و بعد از اتمام بعضی از انواع تمرین‌ها به مدت چندین ساعت بالا باقی می‌مانند.

از یافته‌های تحقیق حاضر می‌توان به این نکته اشاره کرد که میزان لکوسیت در طول ۸ هفته تمرین و همچنین ۲۴ ساعت بعد از تمرین نسبت به سطوح استراحت کاهش یافت. Scharhag و همکاران در تحقیقی که در آن اثر ۴ ساعت دوچرخه‌سواری با شدت ۷۰ درصد آستانه‌ی لاکتات بر روی سیستم ایمنی انجام گرفت، به این نتیجه رسیدند که تعداد کل سلول‌های کشنده، مونوسیت‌ها و نوتروفیل‌ها در طول تمرین افزایش یافت، اما تعداد موارد مذکور در یک سلول پایه بعد از تمرین افزایش چشمگیری نداشت. آن‌ها چنین بیان کردند که به نظر نمی‌رسد دوچرخه‌سواری طولانی با شدت متوسط به طور جدی عملکرد سلول‌های اولین

خط دفاعی بدن را تغییر دهد (۲۵).

در تحقیقی که توسط Markovitch و همکاران انجام شد، مشخص گردید که در تمرینات با شدت متوسط، تغییرات چشمگیری در تعداد نوتروفیل‌های در گردش، لنفوسیت‌ها و مونوسیت‌ها بعد از ۷ روز تمرین وجود نداشت (۲۶). ممکن است عدم همخوانی نتایج پژوهش حاضر با نتیجه‌ی تحقیق این پژوهشگران به عواملی از قبیل شدت، مدت، حجم، نوع فعالیت، میزان آمادگی افراد، زمان خون‌گیری، جنس و همچنین سن افراد مرتبط باشد (۲۷).

همان طور که مشاهده می‌شود محققین در تحقیقات خود از مدت و شدت‌های تمرینی متفاوتی بهره گرفتند. این در حالی است که در پژوهش حاضر آزمودنی‌ها به مدت ۳۰ دقیقه و با شدت‌های مختلف بر روی تردمیل دویدند. می‌توان علت تغییرات در تعداد سلول‌های خونی را تغییر در ترشح هورمون کورتیزول و ملاتونین در طی روز و تغییرات هورمونی ناشی از فشار مزمن بیان کرد (۲۸). محققین گزارش داده‌اند که ورزش، موجب تغییرات مشخصی در تعداد، توزیع و تکثیر گلبول‌های سفید در گردش خون می‌شود. تغییراتی که در نحوه‌ی توزیع گلبول‌های سفید ایجاد می‌گردد، به آزاد شدن هورمون‌هایی چون کاتکولامین‌ها، کورتیکواستروئیدها و برخی از سایتوکاین‌ها نسبت داده می‌شود (۲۹).

به طور کلی به نظر می‌رسد مقدار لکوسیتوز با شدت و مدت تمرین نسبت مستقیم و با میزان آمادگی فرد نسبت معکوس دارد، البته ممکن است مدت تمرین مهم‌ترین عامل باشد. علاوه بر این، لکوسیتوز ممکن است تحت تأثیر عواملی که پاسخ‌های هورمونی بدن را نسبت به ورزش تنظیم می‌کنند، نیز قرار گیرد. نظر بر این است که شدت، مدت، حجم، نوع فعالیت، جنس و

تفاوت در انواع فعالیت‌های ورزشی، شدت و مدت متفاوت تمرینات ورزشی، تفاوت‌های فردی و تجربه‌ی ورزشی افراد و اندازه‌گیری‌های متفاوت عوامل سیستم ایمنی می‌باشد. این مسأله لزوم انجام تحقیقات بیشتری در این زمینه را آشکار می‌سازد. همان طور که مشخص است پاسخ سایتوکاین‌ها به ورزش به ظاهر پیچیده است و به پارامترهای ورزشی، تمرین قبلی، محل اندازه‌گیری سایتوکاین (بافت، خون، ادرار) و روش اندازه‌گیری بستگی دارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله، از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران که پشتیبانی مالی این بررسی را تقبل نمودند، همچنین از آزمودنی‌های محترمی که در انجام این تحقیق نویسندگان را یاری نمودند، نهایت تشکر و قدردانی را دارند.

References

- Nieman DC, Henson DA, Smith LL, Utter AC, Vinci DM, Davis JM, et al. Cytokine changes after a marathon race. *J Appl Physiol* 2001; 91(1): 109-14.
- Smith LL. Cytokine hypothesis of overtraining: a physiological adaptation to excessive stress? *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(2): 317-31.
- Lydyard P, Fanger MW, Whelan A. *BIOS Instant Notes in Immunology*. Oxford: Taylor & Francis Ltd; 2003.
- Schroder K, Hertzog PJ, Ravasi T, Hume DA. Interferon-gamma: an overview of signals, mechanisms and functions. *J Leukoc Biol* 2004; 75(2): 163-89.
- Abbas AK, Lichtman AH, Pillai SH. *Cellular and Molecular Immunology*. 6th ed. Philadelphia, PA: Saunders; 2009.
- Peake JM, Suzuki K, Hordern M, Wilson G, Nosaka K, Coombes JS. Plasma cytokine changes in relation to exercise intensity and muscle damage. *Eur J Appl Physiol* 2005; 95(5-6): 514-21.
- Jeurissen A, Bossuyt X, Ceuppens JL, Hespel P. The effects of physical exercise on the immune system. *Ned Tijdschr Geneesk* 2003; 147(28): 1347-51. [In Dutch].
- Mackinnon L. *Exercise and Immunology (Current Issues in Exercise Science Series)*. Bristol: Society for Endocrinology; 1992.
- Sprenger H, Jacobs C, Nain M, Gressner AM, Prinz H, Wesemann W, et al. Enhanced release of cytokines, interleukin-2 receptors, and neopterin after long-distance running. *Clin Immunol Immunopathol* 1992; 63(2): 188-95.
- Shephard RJ. Adhesion molecules, catecholamines and leucocyte redistribution during and following exercise. *Sports Med* 2003; 33(4): 261-84.
- Nielsen HB. Lymphocyte responses to maximal exercise: a physiological perspective. *Sports Med* 2003; 33(11): 853-67.
- Balabinis CP, Psarakis CH, Moukas M, Vassiliou MP, Behrakis PK. Early phase changes by concurrent endurance and strength training. *J Strength Cond Res* 2003; 17(2): 393-401.
- Czarkowska-Paczek B, Bartłomiejczyk I, Przybylski J. The serum levels of growth factors: PDGF, TGF-beta and VEGF are increased after strenuous physical exercise. *J Physiol Pharmacol*

همچنین سن افراد، عوامل تعیین کننده‌ای در میزان تغییر ایجاد شده بر روی سیستم ایمنی باشند (۳۲-۳۰).

نتیجه‌گیری

عدم تغییرات معنی‌دار در میزان IFN- γ و سطوح لکوسیتی نسبت به سطوح پیش از تمرین بیانگر آن است که ۸ هفته فعالیت استقامتی (پروتکل مورد استفاده در این مطالعه) نتوانست بر میزان سایتوکاین تأثیر قابل ملاحظه‌ای بگذارد. بنابراین می‌توان گفت که برای این که ورزش بتواند بر تغییرات سایتوکاین اثر چشمگیری بگذارد باید از لحاظ شدت به اندازه‌ی کافی قوی باشد.

بنابراین، در مورد پاسخ IFN- γ به ورزش‌های استقامتی، یافته‌های یک‌دستی وجود ندارد. به هر حال با وجود تحقیقات زیاد درباره‌ی اثرات ورزش بر سیستم ایمنی، توافق کلی وجود ندارد که این خود مربوط به

- 2006; 57(2): 189-97.
14. Schreiber G, Schreiber R. Interferon-gamma. In: Thomson AW, Lotze MT, editors. *The Cytokine Handbook*. 4th ed. London: Elsevier Science Ltd; 2003.
 15. Pyne DB, Smith JA, Baker MS, Telford RD, Weidemann MJ. Neutrophil oxidative activity is differentially affected by exercise intensity and type. *J Sci Med Sport* 2000; 3(1): 44-54.
 16. Pedersen BK, Hoffman-Goetz L. Exercise and the immune system: regulation, integration, and adaptation. *Physiol Rev* 2000; 80(3): 1055-81.
 17. Peake JM. Exercise-induced alterations in neutrophil degranulation and respiratory burst activity: possible mechanisms of action. *Exerc Immunol Rev* 2002; 8: 49-100.
 18. Steensberg A, Toft AD, Bruunsgaard H, Sandmand M, Halkjaer-Kristensen J, Pedersen BK. Strenuous exercise decreases the percentage of type 1 T cells in the circulation. *J Appl Physiol* 2001; 91(4): 1708-12.
 19. Franchimont D, Galon J, Gadina M, Visconti R, Zhou Y, Aringer M, et al. Inhibition of Th1 immune response by glucocorticoids: dexamethasone selectively inhibits IL-12-induced Stat4 phosphorylation in T lymphocytes. *J Immunol* 2000; 164(4): 1768-74.
 20. Suzuki K, Yamada M, Kurakake S, Okamura N, Yamaya K, Liu Q, et al. Circulating cytokines and hormones with immunosuppressive but neutrophil-priming potentials rise after endurance exercise in humans. *Eur J Appl Physiol* 2000; 81(4): 281-7.
 21. Suzuki K, Totsuka M, Nakaji S, Yamada M, Kudoh S, Liu Q, et al. Endurance exercise causes interaction among stress hormones, cytokines, neutrophil dynamics, and muscle damage. *J Appl Physiol* 1999; 87(4): 1360-7.
 22. Weinstock C, Konig D, Harnischmacher R, Keul J, Berg A, Northoff H. Effect of exhaustive exercise stress on the cytokine response. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29(3): 345-54.
 23. Heesen C, Gold SM, Hartmann S, Mladek M, Reer R, Braumann KM, et al. Endocrine and cytokine responses to standardized physical stress in multiple sclerosis. *Brain Behav Immun* 2003; 17(6): 473-81.
 24. Zaldivar F, Wang-Rodriguez J, Nemet D, Schwindt C, Galassetti P, Mills PJ, et al. Constitutive pro- and anti-inflammatory cytokine and growth factor response to exercise in leukocytes. *J Appl Physiol* 2006; 100(4): 1124-33.
 25. Scharhag J, Meyer T, Gabriel HH, Schlick B, Faude O, Kindermann W. Does prolonged cycling of moderate intensity affect immune cell function? *Br J Sports Med* 2005; 39(3): 171-7.
 26. Markovitch D, Tyrrell RM, Thompson D. Acute moderate-intensity exercise in middle-aged men has neither an anti- nor proinflammatory effect. *J Appl Physiol* 2008; 105(1): 260-5.
 27. Pyne DB, Baker MS, Fricker PA, McDonald WA, Telford RD, Weidemann MJ. Effects of an intensive 12-wk training program by elite swimmers on neutrophil oxidative activity. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27(4): 536-42.
 28. Yamamoto Y, Nakaji S, Umeda T, Matsuzaka M, Takahashi I, Tanabe M, et al. Effects of long-term training on neutrophil function in male university judoists. *Br J Sports Med* 2008; 42(4): 255-9.
 29. Suzuki K, Sato H, Kikuchi T, Abe T, Nakaji S, Sugawara K, et al. Capacity of circulating neutrophils to produce reactive oxygen species after exhaustive exercise. *J Appl Physiol* 1996; 81(3): 1213-22.
 30. Shek PN, Sabiston BH, Buguet A, Radomski MW. Strenuous exercise and immunological changes: a multiple-time-point analysis of leukocyte subsets, CD4/CD8 ratio, immunoglobulin production and NK cell response. *Int J Sports Med* 1995; 16(7): 466-74.
 31. Konig D, Grathwohl D, Weinstock C, Northoff H, Berg A. Upper respiratory tract infection in athletes: influence of lifestyle, type of sport, training effort, and immunostimulant intake. *Exerc Immunol Rev* 2000; 6: 102-20.
 32. Conklin RJ. Common cutaneous disorders in athletes. *Sports Med* 1990; 9(2): 100-19.

Effects of An 8-Week Endurance Training Course on Changes in Interferon Gamma and Leukocyte Subsets

Abdossaleh Zar¹, Khosrow Ebrahim PhD², Fariborz Hovanloo PhD³, Davar Amani PhD⁴

Abstract

Background: In order to evaluate the relation between exercise and cytokines, we examined the effects of an 8-week endurance training course and recovery period on changes in interferon gamma (IFN- γ) and leukocyte subsets with recovery period.

Methods: In this study, 30 healthy young male volunteers who aged 18-25 years were randomized into endurance training group and control group. The first group completed the endurance training protocol (running on a treadmill for 15-30 min at 50-70% maximal heart rate) for 8 weeks. Venous blood samples were taken in both groups before, immediately after, and 24 and 48 hours after exercise.

Findings: We found that IFN- γ levels in the trained group decreased after the 4th and 8th weeks (mid- and post-exercise, respectively), and also after 24-hour and 48-hour recovery periods. Leukocyte subsets on the other hand, decreased from pre-exercise until 24 hours after exercise.

Conclusion: Our results demonstrated that a period of endurance exercise led to changes in IFN- γ levels after exercise and recovery periods.

Keywords: Endurance training, Cytokine, Interferon gamma, Recovery period

¹ PhD Student, Department of Exercise Physiology, School of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran And Faculty Member, Department of Physical Education and Sport Sciences, Jahrom University, Jahrom, Iran

² Professor, Department of Exercise Physiology, School of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

³ Associate Professor, Department of Exercise Physiology, School of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

⁴ Assistant Professor, Department of Immunology, School of Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Corresponding Author: Davar Amani PhD, Email: amanid@sums.ac.ir