

پژوهش در علوم ورزشی
شماره سوم - صص: ۳۹-۲۷

بررسی تأثیر فعالیت‌های ورزشی اکستنریک و کانسنتریک بر شاخص‌های ویژه سیستم ایمنی زنان ورزشکار

دکتر ناهید بیژه، دکتر فرزاد ناظم، دکتر جلیل توکلی افشار،
دکتر امیره نجات شکوهی، دکتر محمود محمودی
و مریم راستین

- استادیار دانشگاه فردوسی مشهد - استادیار دانشگاه بوعلی سینا همدان -
 - استادیار دانشگاه علوم پزشکی مشهد - استادیار دانشگاه علوم پزشکی مشهد -
- و عضو هیئت علمی پژوهشکده بوعلی سینا همدان

چکیده

نتایج مربوط به پژوهش‌های مختلف در مورد آثار ورزش بر سیستم ایمنی بحث‌انگیز بوده است. اگرچه بسیاری از محققان به‌طور کلی اعتقاد دارند که تمرینات ملایم و سبک احتمالاً باعث افزایش عملکرد جنبه‌هایی از سیستم ایمنی می‌شود، اما تمریناتی که تا سرحد خستگی انجام شود و برای فرد طاقت‌فرسا باشد، ممکن است به آسیب پاسخ‌های سیستم ایمنی منجر شود که آسیب‌پذیری ورزشکار نسبت به التهاب حاد و مزمن در توده عضلانی بیشتر می‌شود. هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر دو فعالیت ورزشی اکسنتریک و کانسنتریک بر زیر گروه‌های لنفوسیتی T و انترلوکین ۶ در زنان ورزشکار است. در این تحقیق، ۲۴ دانشجوی دو گروه تجربی و شاهد مورد بررسی قرار گرفتند. گروه تجربی شامل ۱۲ دانشجوی ورزشکار با میانگین سنی $21 \pm 0/75$ سال، وزن $57 \pm 5/34$ کیلوگرم و قد $162 \pm 2/71$ سانتی‌متر بود. www.SID.ir دو فعالیت ورزشی به فاصله ۱۰ روز از یکدیگر انجام شد. در مرحله اول،

آزمودنی‌ها فعالیت ورزشی اکسنتریک (پایین آمدن از تپه) را مشابه روش تست استاندارد الستاد در مدت زمان ۱۳ دقیقه با گام برداشتن در جهت عکس حرکت نوارگردان (تا سرحد خستگی) اجرا کردند. در مرحله دوم، با گذشت ۱۰ روز از آزمون اول، آزمودنی‌ها فعالیت ورزشی کانسنتریک را با شرایط یکسان و مشابه با مرحله اول و رو به صفحه نمایشگر نوارگردان (حالت عادی) اجرا کردند. در هر دو مرحله، نمونه‌های خون در زمان‌های قبل از ورزش و بلافاصله پس از ورزش، یک و دو ساعت پس از ورزش جمع‌آوری شد. زیر گروه‌های لنفوسیتی T شامل: $CD3^+$ و $CD4^+$ ، $CD8^+$ و سلول‌های $NK (CD56^+)$ به روش فلوسیتومتری و میزان کمی انترلوکین ۶ به روش الیزا ارزیابی شد.

شمارش گلبول‌های سفید افزایش معنی‌داری را بلافاصله پس از هر دو ورزش نشان داد. تعداد مطلق $CD3^+$ ، $CD4^+$ ، $CD8^+$ و سلول‌های $NK (CD56^+)$ پس از اجرای هر دو تمرین افزایش معنی‌داری یافتند که یک ساعت پس از اجرای تمرین اکسنتریک به نصف زمان استراحت به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. میزان انترلوکین ۶ پس از ورزش اکسنتریک افزایش نشان داد.

نتایج حاصل حاکی از آن است که تمرینات سنگین و کوتاه مدت می‌تواند اثر تضعیف‌کنندگی موقت بر سیستم ایمنی داشته باشد که در صورت تکرار در دراز مدت احتمالاً باعث تضعیف سیستم ایمنی نسبت به عوامل بیماری‌زا می‌شود. چنین ورزشکارانی احتمالاً نسبت به بیماری‌های عفونی حساسیت بیشتری نسبت به افراد غیر ورزشکار خواهند داشت. از طرفی این تمرینات سنگین با تخریب بافت عضله از طریق افزایش درد، کوفتگی و التهاب به‌طور غیر مستقیم نیز باعث تضعیف سیستم ایمنی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: ورزش اکسنتریک و کانسنتریک، شاخص‌های سیستم ایمنی، انترلوکین ۶، لنفوسیت T

مقدمه

یکی از مباحثی که توجه صاحب‌نظران رشته پزشکی ورزشی را به خود جلب کرده، اثر مثبت یا منفی فعالیت‌های بدنی بر سیستم دفاعی بدن است. تمرین و فعالیت‌های ورزشی، سیستم ایمنی بدن را دستخوش تغییر می‌سازد و پاسخ‌های سیستم ایمنی براساس سطح آمادگی فیزیولوژیک افراد، شدت و مدت تمرین متفاوت است (۱۷).

تمرینات بدنی ملایم و سبک (۵۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی) به افزایش عملکرد

جنبه‌هایی از سیستم ایمنی منجر می‌شود، با این حال، تمریناتی که تا سر حد خستگی انجام شوند و همچنین تمرینات هوازی طولانی مدت ممکن است به آسیب پاسخ‌های سیستم ایمنی منجر شده و سرانجام باعث افزایش آسیب‌پذیری ورزشکار، بروز التهاب حاد و مزمن شود (۳، ۱۰)، که با آنچه در اثر ضربه مکانیکی سخت، عفونت یا جراحی اتفاق می‌افتد مشابهت دارد (۹).

ورزش‌های سنگین می‌توانند مانند استرس‌های فیزیکی جدی باعث تضعیف سیستم ایمنی شوند (۵).

دلیل این امر آن است که استرس‌های روانی و فیزیکی شدید تعادل فیزیولوژیکی طبیعی بدن و عملکرد سیستم ایمنی را آشفتگی می‌سازد (۱۲).

پاسخ به این سؤال که تمرین چگونه بر عملکرد سیستم ایمنی اثرگذار است و اینکه آیا از نظر سلامتی سودمند یا مضر است، از اهمیت بسیاری برخوردار است (۱۲).

تمرینات اکستریک^۱ با شدت بالا و تمرینات ایزومتریک به‌طور مجزا یا در ترکیب باهم در افراد بدون تمرین با آسیب عضلانی مرتبط بوده که به صورت‌های:

(۱) افزایش سطوح آنزیم‌های سلولی - عضلانی در گردش خون،

(۲) آسیب پروتوپلاسم،

(۳) پاسخ التهابی حاد در عضله که سبب ادم، نفوذ سلول‌های التهابی و کوفتگی عضله ۲۴

الی ۴۸ ساعت پس از تمرین می‌شود تظاهر می‌یابد (۷).

تمرین اکستریک سبب افزایش معنی‌دار در سطح سیتوکاین‌های درگیر در پاسخ‌های حاد التهابی (IL-۱, IL-۶, TNF- α) در طی و پس از تمرین می‌شود (۳).

بنابراین با توجه به اثر درجات متفاوت تمرین بر عملکرد سیستم ایمنی و همچنین اثر تمرینات شدید و خستگی‌زا، به‌خصوص از نوع اکستریک، بر سیستم ایمنی بررسی بیشتری را برای روشن‌تر شدن موضوع می‌طلبد. بنابراین محقق سعی بر آن دارد که:

(۱) با بررسی اثرات تمرینات شدید از نوع اکستریک، میزان تغییرپذیری عوامل سیستم

ایمنی زنان ورزشکار را مورد بررسی قرار دهد.
 (۲) اثرات تمرین از نوع اکستریک را بر سیستم ایمنی با اثرات تمرین کانستریک^۱ مقایسه کند.

روش شناسی پژوهش

آزمودنی‌های تحقیق شامل ۱۲ زن ورزشکار بودند که به‌طور داوطلبانه در آزمون شرکت کردند. این افراد از میان تعداد زیادی داوطلب با توجه به معیارهای سن، وزن، توانایی انجام آزمون مقدماتی و سلامتی کامل انتخاب شدند. آزمودنی‌ها با میانگین سنی $21 \pm 0/75$ سال و قد $162 \pm 2/71$ سانتیمتر و وزن $57 \pm 5/34$ کیلوگرم مورد مطالعه قرار گرفتند. همه آزمودنی‌ها در زمان مطالعه براساس پرسشنامه‌ای که پر کردند از سلامتی کامل برخوردار بودند و هیچ دارویی را در قبل و در حین زمان مطالعه مصرف نمی‌کردند. قبل از اجرای تمرین، پرسشنامه استرس و درد تکمیل و درصد چربی بدن افراد اندازه‌گیری شد. گروه شاهد نیز شامل ۱۲ دانشجوی زن غیر ورزشکار بودند که براساس معیارهای ذکر شده بالا انتخاب شدند. کلیه عوامل ذکر شده در گروه شاهد که در هیچ تمرینی شرکت نداشتند اندازه‌گیری شدند. همه آزمودنی‌ها پروتکل ورزشی اکستریک و کانستریک را اجرا کردند.

تمرین اکستریک و کانستریک

آزمودنی‌ها پروتکل ورزشی استاندارد الستاد را (به مدت زمان ۱۳ دقیقه، شیب ثابت ۱۰ درصد و دارای ۵ مرحله که از سرعت $1/1 \text{ mph}$ به 5 mph افزایش می‌یافت) بر روی نوارگردان، در جهت عکس حرکت نوارگردان و پشت به صفحه نمایشگر در فعالیت ورزشی اکستریک اجرا کردند که دقیقاً "همین پروتکل ورزشی در فعالیت ورزشی کانستریک رو به صفحه نمایشگر اجرا شد. نمونه‌های خونی در زمان استراحت و در حالت نشسته و در زمان‌های بلافاصله پس از تمرین، یک و دو ساعت بعد از تمرین با استفاده از سرنگ‌های

۱۰ ml جمع آوری شد. مقدار خون جمع آوری شده ۶cc بوده که ۲cc برای اندازه گیری IL-۶ گرفته شد و ۲cc وارد شیشه‌های حاوی EDTA جهت اندازه گیری فاکتورهای CD۴⁺ و CD۸⁺ و NK (CD۵۶⁺) شد.

در پایان هر مرحله میزان ضربان قلب، فشارخون و میزان شدت کار به وسیله مقیاس بورگ ثبت گردید. آزمودنی‌ها پرسشنامه درد را بلافاصله پس از تمرین، ۲۴، ۴۸ ساعت پس از تمرین کردند.

ارزیابی نمونه‌های خونی

فاکتورهای ایمونولوژیکی شامل CD۳⁺ و CD۴⁺ و CD۸⁺ و NK (CD۵۶⁺) با استفاده از ۲cc خون که در شیشه‌های حاوی EDTA بود اندازه گیری شد و اندازه گیری IL-۶ نیز از طریق سانتریفوژ کردن ۲cc خون و جدا کردن سرم آن انجام شد.

برای اندازه گیری درصد تغییرات CD۳⁺, CD۴⁺, CD۸⁺ و CD۵۶⁺ از روش فلو سیتمتری (دستگاه فلو سیتمتری Becton Dickinson مدل Facs Calibar ساخت امریکا با استفاده از آنتی بادی‌های PE/Anti-CD۳, FITC/Anti-CD۴, FITC, Anti-CD۵۶, PE/Anti-CD۸ استفاده شد (۱۴).

IL-۶ انسانی به روش الیزا با استفاده از کیت IL-۶EASLA™ Kit MEDGENIX ساخت Bio Source Europe S.A. Zoning Industriel B- Belgium ۶۲۲۰ Flaurus اندازه گیری شد (۷).

تجربه و تحلیل آماری

برای مقایسه زمان‌های مختلف خون‌گیری، قبل از تمرین و بلافاصله پس از تمرین، قبل از تمرین و یک ساعت پس از تمرین و بلافاصله پس از تمرین با یک ساعت بعد از تمرین در الگوهای ورزشی اکستریک و کانستریک از روش ویلکامسون^۱ استفاده شد و سپس گروه‌های

تجربی به روش یومن - ویتنی^۱ با گروه شاهد در تمام مراحل خون‌گیری مقایسه شدند (۱).

یافته‌های پژوهش

(۱) نتایج آماری نشان می‌دهد که تعداد مطلق لنفوسیت‌ها در هر دو گروه تجربی (اکستریک و کانستریک) بلافاصله پس از تمرین افزایش معنی‌داری یافته است ($P < 0/01$)، اما مقایسه نتایج یک ساعت پس از تمرین نسبت به زمان استراحت نشان داد که تعداد مطلق لنفوسیت‌ها در فعالیت اکستریک به‌طور معنی‌داری کاهش داشته ($P < 0/01$) (جدول ۱)، که در گروه کانستریک به سطح طبیعی بازگشته است.

(۲) تعداد مطلق مونوسیت‌ها در هر گروه تجربی (اکستریک و کانستریک) بلافاصله پس از تمرین نسبت به زمان استراحت افزایش معنی‌داری را نشان داد ($P < 0/01$)، اما مقایسه نتایج یک ساعت پس از تمرین نسبت به زمان استراحت کاهش معنی‌داری را در فعالیت اکستریک (نصف زمان استراحت) نشان داد. ($P < 0/01$) (جدول ۱) که در گروه کانستریک به سطح طبیعی بازگشته است.

(۳) تعداد مطلق پلی‌مورف‌ها در هر دو گروه تجربی (اکستریک و کانستریک) افزایش معنی‌داری را بلافاصله پس از تمرین، نسبت به قبل از تمرین نشان داد ($P < 0/01$). همچنین مقایسه نتایج یک ساعت پس از تمرین نسبت به زمان استراحت نشان داد که تعداد مطلق پلی‌مورف‌ها در هر دو گروه کاهش یافته است (جدول ۱).

(۴) تعداد مطلق $CD3^+$, $CD4^+$, $CD8^+$ و $CD56^+$ NK در هر دو گروه تجربی (اکستریک و کانستریک) افزایش معنی‌داری را بلافاصله پس از تمرین نسبت به قبل از تمرین نشان داد ($P < 0/01$)، اما مقایسه نتایج یک ساعت پس از تمرین نسبت به زمان استراحت نشان داد که تعداد مطلق $CD3^+$, $CD4^+$, $CD8^+$ و $CD56^+$ در گروه اکستریک کاهش معنی‌داری را در مقایسه با زمان استراحت نشان داد ($P < 0/01$) (جدول ۱) که در گروه کانستریک به سطح طبیعی بازگشته است.

۵) نسبت $CD4^+/CD8^+$ در هر دو گروه تجربی (اکستریک و کانستریک) کاهش معنی‌داری را بلافاصله پس از تمرین نسبت به قبل از تمرین نشان داد ($P < 0/01$) که یک ساعت پس از تمرین اکستریک نسبت به فعالیت کانستریک افزایش بیشتری یافت ($P < 0/01$) (جدول ۱).

۶) مقایسه نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری IL-6 پس از اجرای دو الگوی انقباضی اکستریک و کانستریک با توجه به تفاوت میانگین بین زمان‌های صفر (بلافاصله پس از تمرین) و (۱-) قبل از تمرین اثرات متفاوت این دو نوع تمرین را نشان داد. به طوری که میزان انترلوکین ۶ پس از اجرای الگوی انقباضی اکستریک افزایش معنی‌داری را نشان داد، ولی پس از فعالیت کانستریک کاهش کمی را نشان داد. این تغییرات پس از گذشت یک ساعت از تمرین به سطح طبیعی بازگشت (جدول ۱).

۷) شمارش گلبول‌های سفید در زمان بلافاصله پس از تمرین نسبت به قبل از تمرین پس از اجرای هر دو الگوی انقباضی اکستریک و کانستریک مبین افزایش معنی‌دار بود ($P < 0/01$) (جدول ۱) که پس از فعالیت کانستریک به سطح طبیعی بازگشت.

به طور کلی نتایج این تحقیق حاکی از آن است که زیر رده‌های لنفوسیتی پس از اجرای تمرینات سنگین و کوتاه مدت (الگوی انقباضی اکستریک) دستخوش تغییر می‌شود که کاهش معنی‌دار در زیر رده‌های لنفوستی در یک ساعت بعد از تمرین به زیر سطح طبیعی می‌رسد که نشان دهنده این تغییرات است.

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق، تأثیر تمرینات سنگین و خستگی‌زا (فعالیت اکستریک) در مقایسه با فعالیت کانستریک بر سیستم ایمنی از طریق ارزیابی تغییرات حاصل در تعداد مطلق پارامترهای ایمونولوژیکی $CD4^+$, $CD8^+$, $CD3^+$ و $NK(56^+)$ و IL-6، نسبت $\frac{CD4^+}{CD8^+}$ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن است که ۱۳ دقیقه تمرین شدید تا سرحد خستگی به روش فعالیت ورزشی اکستریک به طور معنی‌دار موجب تغییر توزیع تعدادی از زیر رده‌های لنفوسیتی، سلول‌های NK و نشانگرهای بیوشیمیایی در طی باز یافت بلافاصله پس از

جدول ۱ تغییرات تعداد ماکروهای ویژه سیستم ایمنی در زمان‌های (۰) (استراحت)، (۱) یک ساعت قبل از تمرین (استراحت)، (۲) بلافاصله پس از قطع تمرین، (۳) یک ساعت پس از تمرین، پس از اجرای فعالیت ورزشی اکثریک با میانگین شدت ۹۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی (V_{O₂max}) بر روی دستگاه نوارگردان به مدت ۱۳ دقیقه (اطلاعات به دست آمده از ۱۷ زن ورزشکار)

ویژگی‌های آماری متغیرهای آسیب‌شناسی	X ± SD (-۱)	X ± SD (۰)	X ± SD (+۱)	X ± SD (+۱)	X ₁ (-۱,0) [*]	X ₂ (-۱+۱) ^{**}	X ₃ (-۱,0) ^{***}	گروه شاهد
لنفوسیت (U/L)تعداد مطلق	۱۷۶۰ ± ۴۶۹	۲۸۵۵ ± ۷۶۹	۲۷۶ ± ۷۱	۱۰۲۹ ± ۱۷۶	۲۰۹۵ ± ۶۱۰	-۷۳۱ ± ۳۴۸	-۲۸۲۶ ± ۷۱۳	۱۶۸۷ ± ۶۵۰
موتونوسیت (U/L)تعداد مطلق	۲۵۲ ± ۹۲	۵۶۸ ± ۱۸۱	۵۹۳ ± ۱۱۹	۵۴۱۱ ± ۱۷۹۴	۲۴۳ ± ۱۵۶	-۴۹ ± ۹۹	-۲۹۲ ± ۱۶۶	۲۵۳ ± ۱۵۵
پلی مورف (U/L)تعداد مطلق	۳۹۵۸ ± ۱۳۱۰	۵۹۳۸ ± ۱۹۲۷	۲۲۲۸ ± ۶۳۱	۶۸۳ ± ۱۷۱	۱۹۷۹ ± ۱۵۹۰	۱۴۵۳ ± ۱۴۷۱	-۵۲۶ ± ۱۷۴۸	۴۳۱ ± ۱۰۰۵
CD۳ ⁺ (U/L)تعداد مطلق	۱۱۳۳ ± ۳۵۴	۲۲۲۸ ± ۶۳۱	۲۰۳ ± ۵۶	۲۰۳ ± ۵۶	۱۱۱۵ ± ۴۴۳	-۴۴۹ ± ۲۵۹	-۱۵۶۴ ± ۵۶۴	۱۲۰۴ ± ۵۴۲
CD۵۶ ⁺ (U/L)تعداد مطلق	۴۰۰ ± ۱۸۰	۱۵۵۰ ± ۳۰۴	۲۰۳ ± ۵۶	۲۰۳ ± ۵۶	۱۱۵۰ ± ۳۳۳	-۱۹۶ ± ۱۴۷	-۱۳۴۶ ± ۳۰۴	۴۰۱ ± ۱۴۴
CD۴ ⁺ (U/L)تعداد مطلق	۶۵۳ ± ۱۸۳	۱۰۴۳ ± ۳۲۸	۴۴۴ ± ۱۱۹	۴۴۴ ± ۱۱۹	۲۸۹ ± ۲۰۴	-۲۰۹ ± ۱۳۳	-۵۹۸ ± ۲۸۷	۶۳۴ ± ۲۳۴
CD۸ ⁺ (U/L)تعداد مطلق	۴۵۰ ± ۱۶۸	۱۲۴۰ ± ۴۲۲	۲۲۵ ± ۴۶	۱۹۹ ± ۰/۴۹	۷۸۹ ± ۳۲۴	-۲۲۵ ± ۱۳۶	-۱۰۰۱۵ ± ۴۱۷	۵۳۴ ± ۲۶۷
CD۴ ⁺ /CD۸ ⁺ (U/L)تعداد مطلق	۱/۵۰ ± ۰/۳۴	۰/۸۵ ± ۰/۳۱	۰/۸۵ ± ۰/۴۹	۱/۹۹ ± ۰/۴۹	۰/۶۵ ± ۰/۱۹	۰/۴۹ ± ۰/۴۰	۱/۱۴ ± ۰/۴۲	۱/۲۳ ± ۰/۲۲
pg/ml IL-۶	۰/۳۴ ± ۰/۹۸	۱/۰۸ ± ۰/۹۳	۰/۵۰ ± ۰/۵۷	۰/۵۰ ± ۰/۵۷	۰/۳۴ ± ۰/۵۵	۰/۲۴ ± ۰/۵۸	۰/۵۸ ± ۰/۶۹	۰/۰۸ ± ۰/۰۱
cumm WBC/تعداد	۶۲۱۲ ± ۱۵۱۷	۱۰۰۱۱۸ ± ۱۸۳۶	۷۰۷۸ ± ۱۵۸۸	۷۰۷۸ ± ۱۵۸۸	۳۹۰۶ ± ۱۹۱۹	۶۲۱ ± ۲۰۰۹	-۳۴۵۷ ± ۱۷۵۳	۶۴۸۳ ± ۱۴۳۳

* تفاوت میانگین زمان استراحت و بلافاصله پس از قطع تمرین
 * تفاوت میانگین یک ساعت پس از تمرین با زمان استراحت
 * تفاوت میانگین یک ساعت پس از تمرین با بلافاصله پس از قطع تمرین

تمرین شده که این تغییرات تا حد زیادی سیستم ایمنی را در مقابل عوامل عفونت‌زا آسیب‌پذیر می‌سازد.

سلول‌های $CD3^+$, $CD4^+$ و $CD8^+$ که نقش اساسی در تنظیم سیستم ایمنی دارند از نظر تعداد مطلق بلافاصله پس از تمرین افزایش یافته که این افزایش پایدار نبوده و یک ساعت پس از تمرین (اکستریک) به زیر مقادیر طبیعی سقوط کرد. کاهش شدید تعداد مطلق این پارامترها یک ساعت پس از تمرین اکستریک باعث تضعیف موقت سیستم ایمنی در مقابل عوامل بیماری‌زا می‌شود. این اثرات تخریبی بر سیستم ایمنی اگرچه کوتاه مدت است با افزایش و تداوم اجرای تمرینات اکستریک می‌تواند باعث ایجاد حساسیت جدی ورزشکار نسبت به عوامل عفونت‌زا شود. تحقیقات نیمن^۱ و پدرس^۲ نیز با نتایج حاصل از تحقیق همخوانی داشت (۱۶، ۱۱).

نسبت $\frac{CD4^+}{CD8^+}$ شاخص مهمی در تشخیص بیماری‌های عفونی بوده و کاهش یا افزایش آن به منزله تغییر وضعیت سلامتی فرد است. این نسبت بلافاصله پس از قطع تمرین، کاهش معنی‌داری نشان داد. این کاهش نشان می‌دهد اگرچه فاکتورهای $CD4^+$ و $CD8^+$ بلافاصله پس از قطع تمرین افزایش یافته‌اند، که به نوعی می‌تواند معیاری برای افزایش توانایی سیستم ایمنی باشد، با این حال تفاوت در افزایش تعداد مطلق این دو فاکتور به گونه‌ای بوده است که از همان ابتدای قطع تمرین با کاهش نسبت $CD4^+/CD8^+$ نشانه‌های تضعیف سیستم ایمنی را در اثر ورزش‌های سنگین آشکار می‌سازد.

اوشیدا^۳، ریکن^۴ و شینکایی^۵ نیز در مطالعات خویش کاهش در نسبت $CD4^+/CD8^+$ را گزارش کردند که این کاهش با نتیجه تحقیق حاضر همخوانی دارد (۱۵، ۱۸، ۲۰).

فرای^۶ و همکاران نیز کاهش نسبت $\frac{CD4^+}{CD8^+}$ را پس از تمرین ایتروال (۳ دقیقه کار، ۲ دقیقه استراحت) به مدت یک ساعت گزارش کردند. آن‌ها علت آن را افزایش کمتر در $CD4^+$

1. Nieman D.C. (1998)

2. Pedersen B.K. (1998)

3. Oshida Y. (1988)

4. Ricken K.H. (1995)

5. Shinkai

6. Fry

نسبت به $CD8^+$ بیان کردند (۸).

تمرین روی تعداد مطلق سلول‌های $NK(CD56^+)$ نیز اثر فوری دارد. نتایج حاصل از تحقیق نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار در تعداد سلول‌های $NK(CD56^+)$ و بلافاصله پس از قطع فعالیت ورزشی اکستریک بود که یک ساعت پس از تمرین به نصف مقادیر طبیعی زمان استراحت کاهش یافت. از آنجا که سلول‌های NK ، سلول حمله‌کننده مستقیم بوده و قادر است میکرو ارگانیزم‌ها را بدون واسطه سریعاً از بین ببرد، هرگونه تغییر در تعداد آن‌ها از نظر توانایی‌های سیستم ایمنی قابل توجه است. کاهش تعداد این سلول‌ها یک ساعت پس از تمرین بیانگر نوعی تحمیل بر سیستم ایمنی است. در این حالت، کاهش سلول‌هایی که به‌طور مستقیم علیه عوامل بیماری‌زا عمل می‌نمایند آسیبی جدی می‌تواند تلقی گردد.

ورزشکارانی که به تمرینات شدید و بلندمدت می‌پردازند، اغلب مستعد ابتلا به بیماری‌های عفونی دستگاه تنفسی هستند که یکی از عوامل عمده این موضوع کاهش سلول‌های NK می‌تواند باشد. این‌گونه تمرینات بایستی به گونه‌ای طراحی گردند که از بروز چنین آسیب‌هایی جلوگیری کرده یا آن‌ها را به حداقل کاهش دهد.

شک^۱ و همکاران ضمن بررسی تغییرات $NK(CD56^+)$ کاهش آن را پس از تمرینات مشابه تا یک هفته گزارش کردند. آنان بیان داشتند که این کاهش در میزان NK با اثر کوریتزول مرتبط بوده که منجر به توزیع مجدد لنفوسیت‌های NK از ترکیب خون به دیگر بافت‌ها می‌شود (۱۹) که این نتایج با یافته‌های تحقیق همخوانی دارد.

در مطالعه حاضر میزان $IL-6$ پس از قطع تمرین افزایش معنی‌داری را نشان داد. این افزایش احتمالاً انعکاسی از شروع التهاب در عضله بوده و یکی از عوامل آسیب عضله است. یکی از عوامل مؤثر بر تولید $IL-6$ لنفوسیت‌ها هستند، گرچه ممکن است افزایش هورمون‌ها در اثر تمرینات شدید دلیل دیگری بر افزایش $IL-6$ باشد. فعالیت سیتوکاین‌های پیش التهابی مانند $IL-6$ همچنین تحت تأثیر محور آدرنال - هیپوفیز - هیپوتالاموس است. در تحقیقی که

برگ^۱ و نورتوف^۲ انجام دادند، افزایش در میزان IL-۶ متعاقب تمرین اکستریک شدید را گزارش دادند (۴،۱۳). همچنین بلوم و همکاران افزایش معنی‌داری را در IL-۶ سرم پس از ۳۰ دقیقه دوچرخه سواری بر روی ارگومتر گزارش کردند که در سطوح افزایش یافته IL-۶ سرم، با میزان CPK همبستگی معنی‌داری وجود داشت (۵).

در تحقیق دیگری که بر تغییرات IL-۶ و کورتیزول انجام گرفت، همبستگی مثبت بین میزان کورتیزول پلاسما و سطوح IL-۶، بعد از یک دوره طولانی مدت گزارش شد (۲).

به‌طور کلی نتایج نشان می‌دهد که تمرینات سنگین تا سرحد خستگی می‌تواند اثرات تضعیف‌کنندگی موقت بر سیستم ایمنی داشته باشد. این پدیده با کاهش در تعداد مطلق عوامل سیستم ایمنی همراه است. همچنین این نوع تمرینات بر عملکرد عضله اثر گذاشته و همراه با کوفتگی شدید عضلانی است.

کتابنامه

۱. دانیال ور رابین. اصول و روش‌های آمار حیاتی. ترجمه سید محمدتقی آیت‌اللهی، تهران، امیرکبیر، ۱۳۶۸.
2. Armstrong R.B., 1990, "Initial Events in Exercise - Induced Muscular Injury", *Med. Sci. Sports. exerc.*, 22(4): 429-425.
3. Assmussen E., 1956, "Observation on Experimental Muscle Sorness", *Rheumato. Scand.*, 1:109-116.
4. Berg A; Konig D., 1994, "The Exercise Induced Systemic Interleukin. (IL-6) Response in Strongly Correlated With Other Muscular Stress Indicator", *Eur. J. Appl. Physiol.*, 69:25-31.
5. Bloom B.R., 1992, "Reversing Suppressor T Cells". *Immunol. Today.*, 13: 131-36.

6. Cannon. G; Kluger M.J., 1983, "Endogeneous Pyrogen Activity in Human Plasma after Exercise", *Science.*, 220: 617-619.
7. Crowther J.R., 1995, *Stages in Elisa in : Elisa.* Human. press. Inx., pp. 53-89.
8. Fry R.W., 1992, "Sell Numbers and in Vitro Responses on Leukocytes and Lymphocyte Subpopulations Following Maximal Exercise and Interval Training Sessions of Different Intencities", *Eur. J. Appl. Physiol.*, 64: 218-227.
9. Grazzi. L; Samaggi A., 1993, "Physical Effort - Induced Changes in Immune Parameters", *Int. J. Neurosci.*, 68(102): 133-140.
10. Mair J; Muller E., 1995, "Rapid Adaptation to Eccentric Exercise Induces Muscle Damage", *Int. Sports. Med.*, 16(6): 356-3509.
11. Nieman D.C., 1998, "Influence of Mode and Carbohydrate on the Cytokine Response to Heavy Exertion", *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 30(5): 671-8.
12. Nieman D.C., 1989, "Effects of Long - Endurance Runing on Immune System Parameters and Lymphocyte Function in Experienced Marathoners", *Int. J. Sports. Med.*, 10: 317-323.
13. Northoff H., 1994, "The Cytokine Response to Streneous Exercise", *Int. J. Sports. Med.*, 15: 167-171.
14. Ormerod M.G., 1990, *Introduction to the Principle of Flowcytometry in : Flowcytometry*, Oxford university press., pp. 1-28.
15. Oshida Y., 1988, "Effect of Acute Physical Exercise on Lymphocyte Subpopulations in Trained and Untrained Subjects", *Int. J. Sports. Med.*, 9: 137-140.
16. Pedersen B.K., 1998, "Modulation of Natural Killer Cell Activity in

- Peripheral Blood by Exercise, Scand". *J. Immunol.*, 27: 673-78.
17. Pedersen B.K., 1989, "Natural Killer Cell Activity in Peripheral Blood of Highly Trained and Untrained Persons", *Int. J. Sports. Med.*, 10: 129-131.
18. Ricken K.H., 1990, "Changes in Lymphocyte Subpopulations After Prolonged Exercise", *Int. J. Sports. Med.*, 132-135.
19. Shek P.N., 1998, "The Effect of Exercise Training on Aerobic Fitness, Immune Indices and Quality of Life in Athletes", *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 30(1) : 11-16.
20. Shinkai S., 1992, "Acute Exercise and Immune Function Relationship Between Lymphocyte Activity and Changes in Subset Counts", *Int. J. Sports. Med.*, 13: 452-61.