

علوم زیستی ورزشی _ تابستان ۱۳۸۹

شماره ۵ - ص ص : ۱۷-۵

تاریخ دریافت : ۲۹ / ۰۴ / ۸۷

تاریخ تصویب : ۱۳ / ۱۲ / ۸۷

مقایسه تأثیر دو نوع بازیافت فعال و غیرفعال پس از ورزش درمانده‌ساز بر تغییرات شاخص‌های منتخب دستگاه ایمنی در دانشجویان مرد ورزشکار

آرزو تبریزی^۱ _ علی اصغر رواسی _ عباسعلی گائینی _ مجید قلی‌پور

عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی شریف، دانشیار دانشگاه تهران، استاد دانشگاه تهران، استادیار دانشگاه صنعتی شریف

چکیده

هدف از این پژوهش، مقایسه تأثیر دو نوع بازیافت فعال و غیرفعال بر تغییرات شاخص‌های منتخب دستگاه ایمنی پس از فعالیت ورزشی درمانده‌ساز در دانشجویان مرد ورزشکار است. به این منظور با استفاده از آزمون کوپر و سنجش BMI، ۲۰ دانشجوی ورزشکار رشته آمادگی جسمانی انتخاب و به صورت تصادفی به دو گروه اول (بازیافت فعال) و گروه دوم (بازیافت غیرفعال) تقسیم شدند. هر دو گروه پروتکل چندمرحله‌ای بروس را تا درماندگی انجام دادند و بلافاصله به مدت ۳۰ دقیقه دوره بازیافت خود را به پایان رسانیدند. آزمودنی‌های گروه اول در ۱۵ دقیقه ابتدایی با ۶۵ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه روی نوارگردان فعالیت داشتند در حالی که گروه دوم این مدت زمان را به حالت درازکش سپری کردند. سپس هر دو گروه ۱۵ دقیقه بازیافت بعدی را در حالت نشسته به پایان رساندند. نمونه‌های خون، قبل، بلافاصله، ۱۵ و ۳۰ دقیقه پس از فعالیت درمانده‌ساز جمع‌آوری شد. نتایج تحقیق با استفاده از آزمون تحلیل واریانس طرح‌های تکراری، افزایش معنی‌داری شاخص‌های لکوسیت، لنفوسیت، مونوسیت، نوتروفیل، CD4، CD8 و کاهش نسبت CD4:CD8 را بلافاصله پس از پایان فعالیت نشان داد ($P \leq 0.05$). هر دو نوع بازیافت فعال و غیرفعال موجب کاهش معنی‌دار مقادیر CD8، CD4، لنفوسیت، مونوسیت و لکوسیت و کاهش غیرمعنی‌دار نوتروفیل و افزایش غیرمعنی‌دار نسبت CD4:CD8 شد که در کاهش مقادیر مذکور، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود نداشت ($P > 0.05$). در ضمن تمامی شاخص‌ها به غیر از مونوسیت در گروه اول، پس از هر دو نوع بازیافت تقریباً به سطوح استراحتی خود بازگشتند.

واژه‌های کلیدی

بازیافت فعال، بازیافت غیرفعال، پاسخ‌های ایمنی، ورزش درمانده‌ساز.

مقدمه

علاقه و نیاز جامعه به ارتقای سلامتی از طریق ورزش، موضوعی است که توجه محققان را بر ساز و کارهایی که موجب بهبود یا آسیب عملکرد دستگاه ایمنی هنگام فعالیت ورزشی می‌شود جلب کرده است (۹، ۱۵، ۳۰). تحقیقات نشان داده‌اند فعالیت ورزشی تا نقطه معینی مفید است و پس از آن، افزایش مدت یا شدت ممکن است فرد را در معرض ابتلا به عفونت قرار دهد (۷، ۱۴، ۲۳). در بسیاری از موارد، فعالیت ورزشی با شدت زیاد ممکن است با ایجاد تغییرات معنی‌دار در عملکرد و توزیع لکوسیت‌ها، سبب بروز اختلال‌های موقتی در عملکرد دستگاه ایمنی در دوره بازیافت شود (۴). اگرچه بیشتر سلول‌های ایمنی هنگام فعالیت ورزشی افزایش می‌یابند اما در مدت بازیافت پس از فعالیت ورزشی شدید، یک مرحله سرکوب دستگاه ایمنی یا «پنجره باز» اتفاق می‌افتد که پیامد آن افزایش آمادگی ابتلا به عفونت است (۱۰، ۱۵، ۱۹، ۲۱، ۲۲). علاوه بر شدت فعالیت ورزشی، تکرار آن پس از چند ساعت نیز با ایجاد پاسخ‌های استرسی - هورمونی - عصبی ممکن است موجب تغییراتی در دستگاه ایمنی شود و احتمال بروز پنجره باز را در دوره بازیافت افزایش دهد (۱۲، ۱۸). در ابتدای بازیافت یعنی درست پس از قطع فعالیت ورزشی، تغییرات لکوسیت‌های موجود در خون به شدت و مدت فعالیت ورزشی بستگی دارد. به‌طور معمول بلافاصله پس از فعالیت ورزشی، تعداد لکوسیت‌ها شروع به بازگشت به مقادیر استراحتی می‌کند و گاهی ۱۵ تا ۶۰ دقیقه پس از فعالیت ورزشی بسیار شدید، با کاهش معنی‌دار برخی لکوسیت‌ها حتی کمتر از مقادیر استراحتی مواجه می‌شویم که شاید قطع سریع فعالیت ورزشی عامل این کاهش باشد (۲۴). در این صورت ادامه فعالیت ورزشی با شدت کمتر، یعنی کاهش تدریجی بار به جای استراحت ممکن است از کاهش غلظت لکوسیت‌ها جلوگیری کند (۱۲، ۲۶). اگر به این نکته توجه کنیم که نوتروفیل‌ها بیشترین مقدار لکوسیت‌ها را تشکیل می‌دهند بنابراین جای تعجب ندارد که پاسخ آنها به فعالیت ورزشی با تغییراتی که در غلظت تام لکوسیت‌ها به‌وجود می‌آید، همسوست (۲، ۳). هنگام فعالیت ورزشی در مقایسه با نوتروفیل‌ها، لنفوسیت‌ها کمتر افزایش می‌یابند و در مدت زمان بازیافت نیز سریع‌تر به مقادیر پایه باز می‌گردند و حتی تا زیر مقادیر استراحتی کاهش می‌یابند (۲، ۱۱، ۱۳، ۱۶). همچنین تعداد سلول‌های CD8 (سلول‌های t سیتوتوکسی) در مقایسه با تغییرات سلول‌های CD4 (سلول‌های t کم‌کننده) افزایش بیشتری یافته و در

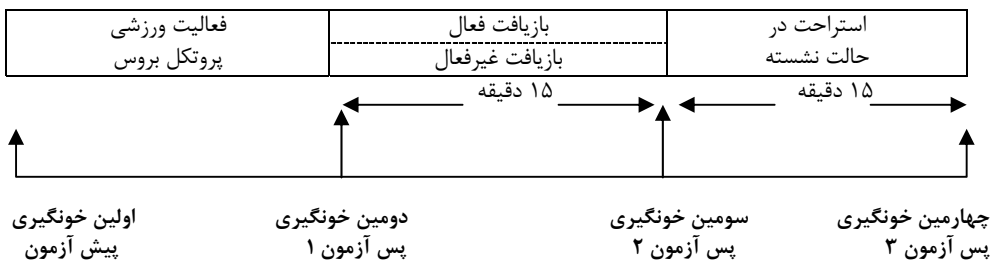
مدت زمان بازیافت نیز با کاهش به نسبت بیشتری همراه است. یعنی هنگام فعالیت ورزشی، این سلول‌های CD8 هستند که اغلب به درون گردش خون راه می‌یابند و پس از فعالیت ورزشی نیز دفع می‌شوند (۵، ۱۳، ۱۶). تحقیقات ویجرنیس^۱ (۲۰۰۱) که با هدف بررسی تأثیر نوع بازیافت بر شاخص‌های دستگاه ایمنی انجام شده، بیانگر آن است که پس از ورزش شدید، فعالیت ورزشی سبک از کاهش سلول‌های سفید خون می‌کاهد. وی نشان داد بازیافت فعال به مدت ۱۵ دقیقه با ۵۰ درصد اکسیژن مصرفی در مقایسه با بازیافت غیرفعال در حالت درازکش، کاهش تعداد نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها را پس از تمرین خنثی کرده و تعداد سلول‌ها در زمان تعیین شده بالای مقادیر استراحتی باقی مانده است (۲۵، ۲۶). امروزه در ورزش حرفه‌ای، بازیافت مؤثر در افزایش بهره‌وری جلسات تمرین یا مسابقه مکرر یک اصل است و از پیش‌تمرینی یا کاهش عملکرد جلوگیری می‌کند (۱۸). این مرحله بخش مهمی از فرایند به اوج اجرا رسیدن در لحظه معینی از زمان، بازگشت به تعادل هموستاز و افزایش آمادگی برای فعالیت ورزشی بعدی به‌شمار می‌رود (۱). به‌دلیل آن که زمان استراحت بین جلسات تمرین یا مسابقه هنگامی که ورزشکار دو یا چند جلسه تمرین یا مسابقه را در یک روز انجام می‌دهد ناچیز است، بنابراین بهینه‌سازی زمان بین مسابقات رقابتی و دوره‌های فعالیت‌های ورزشی شدید اهمیت زیادی دارد، زیرا انجام این فعالیت‌های سنگین پیاپی آن هم به شکل مطلوب، نیازمند بازگرداندن سریع بدن به وضعیت پیش از ورزش و عادی کردن عملکردهای ورزشی است (۱۱). هنگام تمرین، یک دوره بازیافت مناسب اجازه می‌دهد که تمرین سخت بعدی با همان کیفیت یا حتی بهتر از تمرین قبلی انجام شود. اگر چنین اتفاقی نیفتد، بیانگر آن است که شدت فعالیت ورزشی دوره بازیافت به اندازه کافی مناسب نبوده یا فاصله مناسب بین دو کار سخت رعایت نشده است. در بین انواع بازیافت، نوع فعال آن به‌عنوان یک فعالیت ورزشی سبک بعد از تمرین جدی یا مسابقه انجام می‌شود و اعتقاد بر این است که این نوع بازیافت، عملکرد را بهبود می‌بخشد (۲۵، ۲۶). درباره بررسی شاخص‌های دستگاه ایمنی در مدت زمان بازیافت، تحقیقات بسیاری انجام شده، اما به نظر می‌رسد تأثیر نوع بازیافت بر این شاخص‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته است، همچنین شدت و مدت فعالیت ورزشی سبک دوره بازیافت باید بیشتر بررسی شود. تحقیقات گذشته درباره بازیافت فعال و غیرفعال، بیشتر بر روی ورزشکاران نخبه انجام شده و با بررسی لکوسیت‌های تام، زیرگروه‌های آنها کمتر مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به اینکه اصلاح اختلال گلبول‌های سفید موجود در خون و نسبت زیرگروه‌های آن ممکن است برخی آثار زیانبار

ورزش‌های شدید در عملکرد دستگاه ایمنی را کاهش دهد (مثل مهار عملکرد لنفوسیت‌ها) و از آنجا که دوره بازیافت اهمیت خاصی در بازگشت وضعیت هموستاز بدن از جمله دستگاه ایمنی به حالت اولیه دارد، در این تحقیق تغییرات لکوسیت‌ها و زیرگروه‌های آن و نیز زیرگروه‌های لنفوسیتی و نسبت CD4 بر CD8 پس از دو نوع بازیافت فعال و غیرفعال در ورزشکاران دانشجوی سنجیده شده است.

روش تحقیق

روش این تحقیق نیمه‌تجربی با طرح دوگروهی است که در آن تأثیر دو نوع بازیافت فعال و غیرفعال بر تغییرات شاخص‌های دستگاه ایمنی ناشی از فعالیت شدید تا درماندگی بر دانشجویان ورزشکار سنجیده شد. جامعه آماری پژوهش ۴۵ دانشجوی ۲۵ - ۲۰ ساله ورزشکار بود که پس از تعیین VO2max با آزمون کوپر و سنجش BMI، ۲۰ نفر افراد همگون به‌عنوان نمونه انتخاب و به‌صورت تصادفی به دو گروه بازیافت فعال (بازیافت با ۶۵ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه) و غیرفعال (بازیافت در حالت درازکش) تقسیم شدند (۲۴، ۲۵). طرح اصلی پژوهش در یکی از روزهای مشخص شده از ساعت ۱۶ الی ۱۸/۳۰ در محل آزمایشگاه علوم ورزشی دانشگاه صنعتی شریف انجام شد. برای کنترل مقدار فعالیت و وضعیت تغذیه، از آزمودنی‌ها خواسته شد ۴۸ ساعت قبل از شروع آزمون از انجام هرگونه فعالیت ورزشی سنگین خودداری کنند و شب قبل از انجام آزمون، مواد پرکربوهیدرات استفاده کرده و در روز انجام آزمون دست کم ۳ ساعت قبل از فعالیت، ناهار سبک صرف کنند. هنگام انجام پروتکل، آزمودنی‌ها فقط مجاز به خوردن آب بودند (۱۸).

در این پژوهش متغیر مستقل، دو نوع بازیافت فعال یا غیرفعال پس از انجام فعالیت ورزشی شدید (آزمون بروس) و متغیرهای وابسته، شاخص‌های دستگاه ایمنی مانند لکوسیت، لنفوسیت، مونوسیت، نوتروفیل، CD4 و CD8 و CD4:CD8 بود. برای آزمون اختلافات بین گروهی و درون گروهی در چهار مرحله تحقیق، از تحلیل واریانس طرح‌های تکراری استفاده شد. شکل ۱ طرح کلی پروتکل را نشان می‌دهد.



شکل ۱ - طرح کلی پروتکل

نتایج و یافته‌های تحقیق

به‌منظور آگاهی از مشخصات آزمودنی‌های تحقیق، خلاصه‌ای از ویژگی‌های مورد سنجش آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱ - میانگین و انحراف معیار متغیرهای مورد سنجش دو گروه

شاخص آماری	متغیر	
	گروه بازیافت فعال	گروه بازیافت غیرفعال
میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار	میانگین و انحراف معیار
حداکثر اکسیژن مصرفی ($\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$)	51.9 ± 5.7	47.5 ± 4.8
سن (سال)	22.3 ± 2.2	21.2 ± 1.5
شاخص تودهٔ بدنی (کیلوگرم بر مربع قدم به متر)	20.5 ± 1.5	21.6 ± 1.8

در جدول ۲، تغییرات درون‌گروهی شاخص‌های مورد سنجش، در دو گروه بازیافت فعال و غیرفعال ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، مقادیر همهٔ شاخص‌ها بلافاصله پس از فعالیت افزایش یافت و تفاوت معنی‌داری با مقادیر پیش از فعالیت داشت. در پایان ۱۵ دقیقه بازیافت فعال همهٔ شاخص‌های مورد سنجش تفاوت معنی‌دار خود را با پیش‌آزمون حفظ کردند و کاهش چندانی نسبت به مرحلهٔ پس‌آزمون را نیافتند. سلول‌های CD4 و مونوسیت و نیز CD4:CD8 پس از ۱۵ دقیقه وضعیت درازکش در بازیافت غیرفعال با نزدیک شدن به میزان استراحتی، تفاوت معنی‌داری با مقادیر پس از فعالیت داشتند در حالی که تغییرات CD8،

لنفوسیت و لکوسیت در این مرحله نسبت به دو مرحله پیش‌آزمون و بلافاصله پس از آزمون تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. نوتروفیل‌ها نیز در این مرحله در هر دو گروه بازیافت فعال و غیرفعال اختلاف معنی‌داری با زمان پیش‌آزمون داشتند. پس از ۳۰ دقیقه بازیافت فعال یا غیرفعال، همه مقادیر به غیر از مونوسیت بازیافت فعال، تقریباً به مقدار استراحتی خود رسیدند.

جدول ۲ - میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های سنجیده شده در چهار مرحله در دو گروه بازیافت فعال و غیرفعال

پس آزمون - ۳ ۳۰ دقیقه	پس آزمون - ۲ ۱۵ دقیقه	پس آزمون - ۱ بلافاصله	پیش آزمون	مراحل آزمون	
				متغیر	بازیافت فعال
۸۷۳ ± ۴۱۳/۷*	۱۱۲۶/۳ ± ۳۶۹/۶#	۱۲۸۵/۷ ± ۴۵۱#	۹۰۸ ± ۲۶۹/۵	CD4	بازیافت فعال
۷۵۱/۳ ± ۱۷۰*	۱۰۴۹/۵ ± ۳۷۹/۵*	۱۴۶۵/۸ ± ۳۹۳/۷#	۸۲۱/۶ ± ۲۱۹/۹		بازیافت غیرفعال
± ۵۷۵/۲* ۶۷۶/۳	۱۰۶۵/۱ ± ۷۲۵/۸#	۱۳۱۷/۳ ± ۵۲۳/۳#	۶۶۰ ± ۲۹۲/۹	CD8	بازیافت فعال
۴۷۳/۲ ± ۲۲۴/۵*	± ۴۶۷/۸*# ۸۰۰/۳	۱۳۳۸/۱ ± ۴۵۳/۳#	۴۹۰ ± ۲۲۷/۳		بازیافت غیرفعال
۱/۵۶ ± ۰/۵*	۱/۲۷ ± ۰/۴۳#	۱/۰۲ ± ۰/۲۸#	۱/۴۵ ± ۰/۲۷	CD4:CD8	بازیافت فعال
۱/۸۴ ± ۰/۶۸*	۱/۵۸ ± ۰/۶۳*	۱/۱۶ ± ۰/۳۲#	۱/۸۷ ± ۰/۵۵		بازیافت غیرفعال
۳۸۵۲ ± ۸۱۸/۸*	۴۴۷۷/۵ ± ۱۳۸۴/۳#	۴۷۴۲/۸ ± ۱۱۸۰/۹#	۳۲۵۳/۶ ± ۱۰۰۵/۸	نوتروفیل	بازیافت فعال
۳۹۸۸/۳ ± ۸۲۰/۳*	۴۷۰۷/۵ ± ۱۶۸۴/۲#	۴۹۸۴/۱ ± ۱۱۴۳/۶#	۴۱۲۸ ± ۱۴۰/۱۵		بازیافت غیرفعال
۲۶۳۱ ± ۱۳۳۴*	۴۲۲۵ ± ۱۵۹۶#	۵۰۳۶ ± ۱۳۶۸#	۲۹۶۴ ± ۶۶۸	لنفوسیت	بازیافت فعال
۲۴۶۵ ± ۴۰۲*	۳۷۰۸ ± ۱۰۸۹*#	۵۶۶۳ ± ۱۳۱۴#	۲۵۲۶ ± ۴۹۴		بازیافت غیرفعال
۴۰۸ ± ۱۴۹	۴۴۶ ± ۱۳۵#	۴۹۷ ± ۱۳۹#	۲۶۹ ± ۷۰	مونوسیت	بازیافت فعال
۳۴۷ ± ۴۹*	۴۱۶ ± ۱۱۲*	۶۱۹ ± ۱۹۸#	۳۵۳ ± ۱۰۱		بازیافت غیرفعال
۶۹۵۰ ± ۱۶۷۲*	۹۳۶۳ ± ۲۸۹۷#	۱۰۵۸۸ ± ۱۸۲۹#	۶۶۳۸ ± ۱۵۰۵	لکوسیت	بازیافت فعال
۶۸۸۸ ± ۱۱۰۰*	۸۹۷۵ ± ۲۶۶۷*#	۱۱۵۰۰ ± ۲۰۰۸#	۷۲۷۵ ± ۱۳۰۸		بازیافت غیرفعال

معنی‌دار در مقایسه با میانگین پیش از فعالیت * معنی‌دار در مقایسه با میانگین بلافاصله پس از فعالیت

چنانچه در جدول ۳ مشاهده می شود، در مقایسه بین گروهی، اختلاف معنی داری در مقدار غلظت متغیرهای مورد سنجش مشاهده نشد.

جدول ۳ - نتایج آزمون تحلیل واریانس طرح های تکراری در متغیرهای مورد سنجش

مقدار P	مقدار F	متغیر
۰/۸۳	۰/۴۶	لکوسیت
۰/۳۸	۰/۸۱	نوتروفیل
۰/۷۸	۰/۰۷	لنفوسیت
۰/۵۰	۰/۴۷	مونوسیت
۰/۸۳	۰/۰۴	CD4
۰/۴۶	۰/۵۶	CD8
۰/۱۸	۱/۸۲	CD4:CD8

بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش فعالیت ورزشی شدید به افزایش معنی دار مقادیر لکوسیت، لنفوسیت، مونوسیت، نوتروفیل، CD4:CD8 و کاهش نسبت CD4:CD8 منجر شد. قطع فعالیت و انجام بازیافت موجب کاهش این مقادیر تا نزدیک مقدار استراحتی شد. بررسی درون گروهی نشان داد مقدار کاهش همه شاخص ها به غیر از نوتروفیل در پس آزمون دوم گروه بازیافت غیرفعال نسبت به زمان پایان فعالیت معنی دار بود اما در بازیافت فعال موجب کاهش غیرمعنی دار این شاخص ها شد. در پس آزمون سوم به تقریب همه شاخص های مورد سنجش در هر دو گروه به غیر از مونوسیت گروه بازیافت فعال به مقادیر استراحتی برگشتند. در مقایسه مراحل مختلف بین گروهی، بین تأثیر بازیافت فعال و غیرفعال بر مقادیر شاخص های مورد سنجش تفاوت معنی داری مشاهده نشد. به نظر می رسد نتایج به دست آمده در این پژوهش درباره مقایسه تغییرات لکوسیت، نوتروفیل و مونوسیت دو نوع

بازیافت فعال و غیرفعال با نتایج تحقیقات ویجرنیس در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱ همسویی ندارد. این محقق و همکارانش مشاهده کردند که بین مقادیر لکوسیت، نوتروفیل و مونوسیت دو گروه بازیافت فعال و غیرفعال اختلاف معنی‌داری وجود داشت و بازیافت فعال موجب افزایش مقادیر نوتروفیل و مونوسیت و ثابت نگاه داشته شدن مقدار لکوسیت شده است. ویجرنیس و همکارانش ثابت ماندن مقادیر لکوسیت در مدت زمان ۱۵ دقیقه استراحت فعال را نتیجه افزایش مقادیر نوتروفیل‌ها عنوان کردند (۲۴، ۲۵). نتایج تحقیق رونسون^۱ (۲۰۰۳) بر روی ورزشکاران استقامتی نخه نیز نشان داد در ۱۵ دقیقه اول استراحت، مقادیر نوتروفیل‌ها کاهش یافت و پس از آن تعداد آنها شروع به افزایش کرد، به طوری که در دقیقه ۳۰، افزایش قابل توجهی در مقدار نوتروفیل‌های دو گروه مورد آزمایش مشاهده شد (۱۸). اما نتایج تحقیقات گابریل^۲ (۱۹۹۷) و رابسون^۳ در سال ۱۹۹۹، کاهش اولیه نوتروفیل‌ها را در ساعت اولیه بازیافت نشان می‌دهد که از این نظر پژوهش فعلی با نتایج این دو محقق همسوست (۸، ۱۷). از سوی دیگر در تحقیق حاضر نیز مانند پژوهش ویجرنیس (۲۰۰۱)، کاهش مقادیر لنفوسیت‌ها در ۱۵ دقیقه اول بازیافت دو گروه اختلاف معنی‌داری نداشت اما به شیب ملایم‌تر کاهش لنفوسیت‌ها در استراحت فعال منجر شد (۲۵). نتایج پژوهش سدیا^۴ و همکارانش (۱۹۹۹) نیز نشان داد پس از انجام آزمون بالک تا درماندگی بر روی افراد بدون تحرک، افزایش ۵۷ و ۱۵۳ درصد به ترتیب در مقادیر CD4 و CD8 دیده شد. تعداد سلول‌های CD4 پس از ۲۰ دقیقه بازیافت، زیر مقادیر استراحتی و مقادیر CD8 تا حدودی به اندازه‌های استراحتی رسیدند. این محققان، واکنش سریع این مقادیر در بازگشت به مقادیر استراحتی در مدت زمان ۲۰ دقیقه پس از پایان فعالیت را مشابه واکنش غلظت هورمون‌های استرسی خون در پاسخ به استرس‌های گوناگون ارزیابی کردند (۶). گرین^۵ و همکارانش (۲۰۰۳) نیز افزایش معنی‌داری در مقادیر CD4 و CD8 در ۱ ساعت و ۱۵ دقیقه فعالیت ورزشی توسط مردان ورزشکار مشاهده کردند، مقادیر CD8 در پایان تمرین نیز افزایش خود را حفظ کردند و پس از آن در مدت زمان ۳۰ دقیقه بازیافت به مقدار ۲۵ درصد تا زیر مقادیر استراحتی کاهش یافت و این کاهش تا ۱ ساعت پس از پایان فعالیت نیز تا حدودی ثابت باقی ماند. درحالی‌که مقادیر CD4 پس از بیشترین افزایش در دقیقه ۴۵ تمرین، تا پایان فعالیت کاهش یافته و این کاهش

1 - Ronson

2 - Gabriel

3 - Rabson

4 - Cedia

5 - Green

در زمان های ۳۰ دقیقه و ۱ ساعت پس از تمرین نیز ادامه یافته و به زیرمقادیر استراحتی رسید (۱۰). در تحقیق حاضر کاهش تا زیرمقادیر استراحتی در هیچ یک از دو نوع بازیافت مشاهده نشد. به نظر می رسد عواملی مثل شدت فعالیت ورزشی و مدت آن و به ویژه آمادگی جسمانی آزمودنی ها که از عوامل تأثیرگذار بر ایمنی ذاتی محسوب می شوند (۱۶)، ممکن است از دلایل اصلی عدم همخوانی نتیجه این تحقیق با نتایج پژوهش ویجرنیس و رونسون محسوب شود. براساس نظر گلیسون^۱ (۲۰۰۶) بسیاری از تغییرات ایمنولوژیکی که در اثر فعالیت های ورزشی کوتاه مدت به وجود می آیند، در نتیجه پاسخ به هورمون های استرس مانند کاتکولامین ها هستند که خود این هورمون ها تحت تأثیر عواملی مثل میزان آمادگی فرد، شدت و مدت فعالیت ورزشی قرار دارند. مدت و شدت تمرین هر دو، در فشار متابولیکی جلسه تمرینی سهیم اند و در نتیجه، کاهش سوخت را تحت تأثیر قرار می دهند. تحقیقات اخیر نشان می دهند عضله اسکلتی وقتی ذخیره سوخت عضله در خطر باشد، سایتوکاین هایی مانند IL-6 آزاد می کند که از عوامل شناخته شده در عملکردهای ایمنی است (۹). آمادگی جسمانی فرد نیز به واسطه تأثیری که بر شدت نسبی یک وهله تمرین آزمودنی دارد، بر مقادیر هورمون های استرسی اثرگذار است. در تحقیق ویجرنیس، متوسط VO₂max آزمودنی های شرکت کننده ۶۹/۲ بود، تحقیق رونسون (۲۰۰۳) نیز بر روی ورزشکاران استقامتی نخبه انجام شده، در حالی که متوسط VO₂max شرکت کنندگان در پژوهش فعلی (۴۹/۷±۵/۲) بود که می توان نتیجه گرفت در اثر کمتر بودن آمادگی جسمانی افراد و بیشتر بودن ضربان قلب، شاید بازیافت فعال با شدتی کمتر از تحقیقات مذکور انجام شده است. با وجود این، نوع پروتکل تمرینی نیز با تحقیقات گذشته از نظر مدت و شدت متفاوت بوده و تحقیقات ویجرنیس (۲۰۰۱) در مدت زمان های ۳۰ و ۶۰ انجام شده است. تحقیق رانسون (۲۰۰۳) نیز با ۸۰ درصد VO₂max تا رسیدن به خستگی انجام شده است. هنگام فعالیت ورزشی، آدرنالین و نورآدرنالین، مسئولین افزایش مقادیر لنفوسیت ها هستند که با قطع فعالیت به سرعت از خون دفع می شوند. کاتکولامین ها به طور مستقیم یا غیرمستقیم بر توزیع لنفوسیت ها هنگام ورزش مؤثرند. افزایش فعالیت سمپاتیک هنگام فعالیت ورزشی، ضربان قلب و حجم ضربه ای و در نتیجه برون ده قلبی را افزایش می دهد. به این ترتیب می توان گفت کاتکولامین ها به طور غیرمستقیم در تحرک سلول های ایمنی چسبیده به اندوتلیال عروق مؤثرند. از سوی دیگر، تأثیر معنی دار کاتکولامین ها بر توزیع لنفوسیت های موجود در خون ممکن است در نتیجه عملکرد مستقیم آنها بر خود لنفوسیت ها نیز باشد. لنفوسیت ها تا حد زیادی

گیرنده‌های B2- آدرنوسپتور دارند و تراکم این گیرنده‌ها با فعالیت ورزشی و حضور کاتکولامین‌ها هر دو افزایش می‌یابد (۹). بیشترین مقدار این گیرنده‌ها در سطح سلول‌های NK و پس از آن در سطح سلول‌های CD8 و سلول‌های B و کمترین مقدار آن بر روی سلول‌های CD4 قرار دارد. به این ترتیب شاید افزایش غلظت کاتکولامین‌های موجود در خون به تحرک لنفوسیت‌های حاشیه‌نشین منجر شود. این مسئله شاید توضیح مناسبی برای تغییرات نسبی بیشتر غلظت سلول‌های CD8 به نسبت سلول‌های CD4 هنگام فعالیت ورزشی و پس از آن باشد (۹). به نظر می‌رسد بازیافت فعال در مقایسه با نوع غیرفعال آن با ادامه فعالیت آدرنژیک، به بازگشت آهسته‌تر این هورمون‌ها به مقادیر استراحتی منجر می‌شود (۲۴، ۲۵). این مسئله ممکن است با توجیه شیب ملایم‌تر کاهش مقادیر سلول‌های ایمنی در بازیافت فعال پژوهش حاضر مرتبط باشد. همچنین به نظر می‌رسد استفاده از بازیافت فعال پس از فعالیت‌های ورزشی سنگین، به دلیل ایجاد شیب ملایم‌تر کاهش شاخص‌های سیستم ایمنی، نسبت به بازیافت غیرفعال برتری دارد اما برای آنکه بتوان با قاطعیت بیشتری درباره تأثیرات نوع بازیافت بر پاسخ‌های ایمنی پس از فعالیت ورزشی اظهار نظر کرد، باید پژوهش‌هایی با شدت و مدت زمان‌های مختلف بر بازیافت فعال انجام و نقش هورمون‌های درگیر در عملکرد ایمنی نیز بررسی شود.

منابع و مأخذ

۱. جکسون - راجر. (۱۳۸۳). "راهنمای پزشکی ورزشی"، ترجمه حمید رجبی، حمید زعیم کهن، شهرام فرج زاده، رضا قراخانلو، عباسعلی گائینی، سیدمحمدکاظم واعظ موسوی، کمسیون پزشکی کمیته بین‌المللی المپیک، چاپ اول.
۲. گائینی، عباسعلی. (۱۳۸۴). "مبانی فیزیولوژی ورزشی"، چاپ اول.
۳. مکینون، لارل تی. (۱۳۸۲). "ایمونولوژی و ورزش". ترجمه طاهره موسوی، دانشگاه امام حسین (ع)، چاپ اول.

4. Braun WA, Von duvillard SP. (2004). "Influence of carbohydrate delivery on the immune response during exercise and recovery from exercise", *Nutrition*. 20 (7-8), PP: 645-50.
5. Castell L.M. (2000). "Acute immunodepression after VO₂max tests preceded by eight weeks of winter training, In abstracts of international symposium training, overtraining and regeneration on sport". Ulm, Germany.
6. Ceddia Michael A., Price, Eric A. Kohlmeier, Candice K. Evans, Joella K. Lu, Qin. Mcauley. Edward, Woods, Jeffrey A, (1999). "Differential leukocytosis and lymphocyte mitogenic response to acute maximal exercise in the young and old *Medicine and science in sports and exercise*". 31 (6). PP:829-836.
7. Chubak J. Nov. (2006). "Moderate exercise may lower cold risk, *American journal of medicine*", Vol. 119, PP: 937-942.
8. Gabriel H. (1997). "The acute immune response to exercise, What does it mean?". *International journal of sports medicine*.
9. Gleeson, (2006). "Immune function in sport and exercise", *the british association of sport and exercise sciences*, Elsevier.
10. Green Katherine J., Croaker Susan J., Rowbottom David G, (2003). "Carbohydrate supplementation and exercise – induced in T – lymphocyte function", *J Appl physiol*, 95:PP:1216-1223.
11. Malm Christer, (2004). "Exercise immunology the current state of man and mouse", *sports Med*. 34 (9): PP:555-566.
12. Nielsen Henning bay, (2003). "Lymphocyte responses to maximal exercise". *Sports Med*: 33 (11): PP:853-767.
13. Nieman DC, Henson DA, Johnson R, Lebeck L, Davis JM, Nehlsen – Cannarella SL. (1992). "Effects of brief, heavy exertion on circulating lymphocyte subpopulations and proliferative response", *Med Sci Sports Exerc*. 24 (12): PP:1339-45.

14. Nieman DC, Henson Dru A. Austin Melanie D., Brown Victor A. (2005). "Immune response to a 30mintue walk, *Medicine and science in sports and exercise*", Vol. 37, No. 1.
15. Neiman, D., Pedersen B.K. (1999). "Exercise and immune function", *sports Med Feb. 27 (2): PP:73-80.*
16. Nieman David C. (1997). "Immune response to heavy exertion".*J. Appl Physiol 82: PP:1385-1394.*
17. Robson PJ, Blannin AK, Walsh NP, Castell LM, Gleeson M. (1999). "Effects of exercise intensity, duration and recovery on in vitro neutrophil function in male athletes", *Int J sports Med. Feb; 20 (2): PP:128-35.*
18. Ronsen Ola, Kjeldsen – Kragh j., Haug E., Bahr R., and Pedersen K. (2002). "Recovery time affects immunoendocrine responses to a second bout of endurance exercise". *Am J physiol Cell Physiol, 283:PP:C1612-C1620.*
19. Shephard R. J. (2003). "Adhesion Molecules, Catecholamines and Leucocyte redistribution during and following exercise", *sports Med. 33(4): PP:261-284.*
20. Shephard R. J.(2000). "Overview of the epidemiology of exercise immunology", *immunology and cell biology, 78, PP:485-495.*
21. Smith L.L. (2003). "Overtraining, excessive exercise and altered immunity", *sports Med. 33 (5): PP:347-364.*
22. Timmons Brian W. tarnopolsky Mark A., Bar – Or oded, (2004). "Immune responses to strenuous exercise and carbohydrate intake in boys and Men", *pediatric research, 56: PP:227-234.*
23. Timmons BW. (2005). "Paediatric exercise immunology: health and clinical applications". *Exerc immunol Rev. 11:PP:108-44.*

24. Wigernaes I., Hostmark AT, Kierulf P, Stromme SB, Nov. (2000). "Active recovery reduces the decrease in circulation white blood cells after exercise". *Int J sports Med.* 21 (8): PP:608-12.

25. Wigernaes I., Hestmark Arne T., Stromme Sigmund B., Kierulf Peter, Birkeland Kare, (2001). "Active recovery and post – exercise white blood cell count, free fatty acids, and hormones in endurance athletes, E". *Journal of applied physiology*, Vol. 84, No. 4, PP:358-366.

26. <http://www.biyye.net/running/recovery.htm>, Recovery, 2002.

