

تاثیر یک دوره تعدیل تمرین بعد از هشت هفته تمرینات منتخب بر شاخص های ایمنی سلولی بازیکنان فوتبال مرد نیمه حرفه‌ای

خسرو جلالی دهکردی^۱، دکتر خسرو ابراهیم^۲، دکتر عباس علی گائینی^۳، دکتر ماندانا غلامی^۴

چکیده

سابقه و هدف: یکی از راهبردهای مورد استفاده ورزشکاران برای بهبود عملکرد در بسیاری از رشته های ورزشی، تعدیل بار تمرین قبل از مسابقه اصلی است. هدف از این تحقیق بررسی تاثیر یک دوره تعدیل بار تمرین بعد از هشت هفته تمرین منتخب بر شاخص های ایمنی سلولی بازیکنان مرد فوتبال نیمه حرفه‌ای است.

مواد و روش‌ها: جامعه ی آماری این پژوهش را بازیکنان فوتبال استان چهار محال و بختیاری تشکیل دادند. ۳۰ بازیکن فوتبال نیمه حرفه‌ای (سن: $26/54 \pm 3/2$ سال، قد: $176/90 \pm 5/90$ سانتی‌متر، سابقه ورزشی $10/22 \pm 1/21$ سال) پس از هشت هفته تمرین منتخب فوتبال به طور تصادفی به سه گروه مساوی، تعدیل تمرین ۱ (کاهش ۲۵٪ حجم تمرین)، تعدیل تمرین ۲ (کاهش ۵۰٪ حجم تمرین) و کنترل قرار گرفتند. متعاقب هشت هفته تمرین فوتبال، دو هفته تعدیل تمرین (کاهش حجم تمرین بدون تغییر در شدت تمرین) اجرا گردید. نمونه خونی در سه مرحله، پیش از شروع هشت هفته تمرین منتخب، قبل و بعد از تعدیل تمرین گرفته شد. برای توصیف آماری داده‌ها از میانگین و انحراف معیار و برای تحلیل استنباطی داده ها از آزمون t همبسته، آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه و آزمون بونفرونی استفاده شد. سطح معناداری $P < 0/05$ در نظر گرفته شد.

یافته ها: نتایج پژوهش حاضر نشان داد، پس از دو هفته تعدیل تمرین، در گروه‌های ۲۵ و ۵۰٪ تعداد گرانولوزین به ترتیب ۵/۹ و ۲/۶۱ درصد افزایش داشت ولی از لحاظ آماری معنادار نبود. میزان لکوسیت‌ها در گروه‌های ۲۵ و ۵۰٪ به ترتیب ۹/۴۴ و ۱۳/۸ درصد و لنفوسیت‌ها ۱۸/۹۱ و ۱۷/۳۶ درصد کاهش معنادار داشت ($P < 0/05$).

بحث و نتیجه گیری: در مجموع به نظر می رسد، تعدیل تمرین دو هفته‌ای باعث کاهش معنادار لکوسیت ها و لنفوسیت ها شد اما بر میزان گرانولوزین تاثیر معنادار نداشت. تعدیل تمرین ۵۰٪ کاهش بیشتری نسبت به تعدیل ۲۵ درصد لکوسیت‌ها و لنفوسیت‌ها داشت. تعدیل تمرین راهبرد مناسبی برای بهبود سیستم ایمنی و کاهش التهاب پس از یک دوره تمرین پرفشار در بازیکنان فوتبال است.

واژه های کلیدی: تعدیل تمرین، گرانولوزین، لکوسیت ها، لنفوسیت ها، بازیکنان مرد فوتبال.

مقدمه:

یکی از راهبردهای مورد استفاده ورزشکاران برای بهبود عملکرد در بسیاری از رشته های ورزشی، تعدیل تمرین قبل از مسابقه اصلی است (۱،۲،۳). عواملی که در دوره تعدیل تمرین به منظور بهبود عملکرد دستکاری می شوند عبارتند از حجم، شدت، تواتر تمرین و همچنین طول مدت دوره تعدیل تمرین می باشد (۴،۳). اگرچه تعیین مقدار بهینه کاهش این عوامل در شرایط مختلف متفاوت است اما بیشتر تحقیقات برای آن که سازگاری های ناشی از تمرین حفظ و یا حتی بهبود یابند، بر حفظ شدت و کاهش حجم تمرین تاکید داشته اند (۵،۴). هدف اصلی دوره تعدیل تمرین، کاهش آثار منفی فیزیولوژیکی و روانی تمرین روزانه (یعنی کاهش خستگی) و در عوض تقویت بیشتر نتایج مثبت تمرین (یعنی دستاوردهای آمادگی جسمانی) است (۴). در دوره تعدیل تمرین، به رغم دوره نسبتاً کوتاهش، سازگاری های فیزیولوژیکی مطلوب و فراوانی صورت می گیرد. هرچند بعضی از یافته ها در این زمینه متناقض است (۴،۵). از سال ۱۹۸۰ تعدادی از مطالعات پاسخ های فیزیولوژی و وابسته به قلبی - عروقی، متابولیک، هورمونی، عصبی - عضلانی و ایمنونولوژیک در دوره تعدیل تمرین را مورد بررسی قرار دادند (۶). برای مثال تعدیل تمرین با افزایش غلظت گلیکوژن عضلانی، آنزیم های اکسایشی، نسبت هموگلوبین/هماتوکریت، حداکثر اکسیژن مصرفی، بهبود عملکرد با افزایش توان هوازی، توان بی هوازی، قدرت و توان عضلانی و توسعه سیستم ایمنی همراه است (۷). کاستیل و همکاران^۱ اولین محققانی بودند که افزایش قدرت و توان را متعاقب دو هفته تعدیل تمرین در یک گروه ۱۷ نفره شناگر دانشگاهی گزارش کردند. این افزایش توان با بهبود عملکرد مشاهده شده همبستگی داشت (۸). اگرچه آثار مفید کاهش حجم تمرین هنگام تعدیل تمرین مکرراً توسط محققان در رشته های شنا، دوچرخه سواری، سه گانه گزارش شده است، اما دامنه تغییر پذیری کاهش حجم تمرین ۵۰ - ۹۰٪ در این پژوهش ها زیاد بوده است. پژوهش های دیگر هم دامنه تغییر پذیری تعدیل تمرین را بین ۴۱ تا ۶۰٪ گزارش کرده اند (۱-۵). عوامل بسیاری بر سیستم ایمنی اثر می گذارند که یکی از آن ها فعالیت ورزشی می باشد. به طوری که حجم قابل ملاحظه ای از تحقیقات به بررسی اثرات فعالیت ورزشی بر سیستم ایمنی اختصاص یافته است. در این تحقیقات اثرات انواع تمرینات ورزشی، شدت و مدت آن ها بر پارامترهای مختلف سیستم ایمنی بررسی شده است (۱۰). در برخی از زمینه ها توافق کلی درباره اثرات فعالیت های ورزشی بر سیستم ایمنی وجود دارد و از جمله امروزه تحقیقات زیادی بر این نکته تاکید دارند که فعالیت های ورزشی شدید و طولانی مدت سبب تضعیف سیستم ایمنی می شود. فعالیت های ورزشی مانند دوی ماراتون فوق ماراتون، ورزش سه گانه در کارایی اجزای سیستم ایمنی مثل آنتی بادی ها و لنفوسیت ها اختلال ایجاد می کنند (۱۱). در این رابطه حتی عنوان شده است که اگر سطح تمرین به تدریج هم افزایش یابد، ممکن است افراد در معرض التهاب قرار نگیرند، ولی هورمون های آزاد شده ناشی از استرس فعالیت ورزشی برای سیستم ایمنی جز عوامل آزار دهنده محسوب شود (۱۲). به هر حال با وجود تحقیقات زیاد درباره اثرات ورزش بر سیستم ایمنی، توافق کلی وجود ندارد که این خود مربوط به تفاوت در انواع فعالیت های ورزشی، شدت و مدت تمرینات ورزشی، تفاوت های فردی و تجربه ورزشی افراد و اندازه گیری های متفاوت عوامل سیستم ایمنی می باشد و این مسئله انجام تحقیقات بیشتری در این زمینه آشکار می سازد (۱۰، ۱۱). با توجه به ماهیت ورزش فوتبال، این رشته به عنوان یک ورزش گروهی شدید تناوبی طبقه بندی شده است و اکثر بازیکنان طی یک مسابقه معمولاً مسافتی بین ۱۰-۱۲ کیلومتر را در یک شدت نزدیک به آستانه بی هوازی (۸۰-۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب و یا ۷۰-۸۰ درصد اکسیژن مصرفی)

می دهند. یک فوتبالیست نیاز به فعالیت های متعدد انفجاری مانند پریدن، شوت زدن، تکل زدن، تغییر جهت، دویدن سریع، تغییر منطقه بازی دارد. بازیکنان فوتبال از این نظر که به ترکیبی از ویژگی های فیزیولوژی متفاوتی نیاز دارند با سایر رشته ها متفاوت هستند. تمامی این موارد فشارهای جسمانی تحمیلی بر بازیکنان را به شدت افزایش می دهد و فوتبال را تبدیل به ورزشی می کند که از لحاظ فیزیولوژیکی شدید است (۱۳). همچنین مطالعات موثر بودن تعدیل تمرین بر شاخص های هماتولوژیک، هورمونی و آنزیمی و ایمنی تاثیر پذیر از ورزش نشان داده اند تغییر این شاخص ها اغلب به عنوان بهبود کارایی ورزشی فرد شناخته می شود. یونو و همکاران ۲۰۱۲ تغییرات عملکرد سیستم ایمنی را متعاقب یک دوره تعدیل تمرین دو هفته ای در ۲۲ بازیکنان فوتبال مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد تعدیل تمرین باعث کاهش در لکوسیت ها، لنفوسیت ها و نوتروفیل ها و بهبود عملکرد سیستم ایمنی شد (۱۴). با توجه به اینکه ورزش فوتبال از جمله فعالیت های بدنی سنگین به شمار می رود می تواند بر سیستم ایمنی ورزشکاران اثرات منفی بگذارد از این رو مطالعه تعدیل تمرین و مکانیسم تاثیرگذار آن بر سیستم ایمنی بازیکنان فوتبال می تواند حائز اهمیت باشد. در این میان گرانولوزین^۱ یک پروتئین سیتولیتیک (تخریب یا حل سلول) با دامنه گسترده ای از فعالیت آنتی میکروبیال (ضد میکروبی) و تومورو سیدال تخریب سلولهای تومور^۲ می باشد که به وسیله سلولهای کشنده طبیعی انسان (NK) و لنفوسیت های T سیتولیتیک (CTL)^۴ تولید می شود (۱۲). نتایج تحقیقات با توجه به ایزوله mRNA سلول های NK انسان و CD8 گواه این مطلب است که گرانولوزین یک پروتئین سیتولیتیک می باشد و در سلولهای NK بیان می شود و توسط سلولهای CD8 فعال می شود (۱۳). تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی با استفاده از روش فلوسیتومتری نشان داد سلولهای CD3 و CD56NK به شدت گرانولوزین را بیان می کنند و یک بخش کوچک آن توسط CD3 سلول های T بیان شد اما در انواع سلولهای دیگر شامل سلولهای B، منوسیت ها و گرانولوسیت ها خون محیطی بیان نمی شوند (۱۴). بررسی ها نشان می دهد، در بیمارانی که فاقد سلولهای NK هستند گرانولوزین سرمی تقریباً غیر قابل تشخیص می باشد اما بعد از پیوند مغز استخوان و همزمان با بهبود سلولهای NK، میزان سرمی گرانولوزین افزایش تدریجی نشان داد (۱۳، ۱۴). بنابراین مقادیر سرمی گرانولوزین در افراد سالم ممکن است منعکس کننده اندازه کل جمعیت سلولهای NK بدن باشد. غلظت گرانولوزین ممکن است نشان دهنده ایمنی سلولی باشد، همچنین به عنوان یک شاخص قوی افزایش بار تمرینات ورزشی باشد (۱۵). به دلیل این که نتایج تحقیقات حاکی است ایمنی سلولی پس از فعالیت شدید کاهش می یابد. غلظت پایین گرانولوزین در بیماران با سرطان معده گزارش شده است (۱۳، ۱۴). یک سبک زندگی سالم، گرانولوزین درون سلولی NK را افزایش و موجب افزایش تعداد محیطی سلولهای NK شد (۱۵). به هر حال رابطه بین سلولهای NK و غلظت گرانولوزین هنوز نامشخص می باشد. زانگ و همکاران^۵ گزارش کرده اند غلظت سرمی گرانولوزین پس از فعالیت شدید بدون تغییر می ماند و بر خلاف آن تعداد سلولهای NK جریان خون افزایش یافت (۱۶). کانونی و همکاران^۶ گزارش کرده اند فعالیت ورزشی شدید ($80\% \dot{V}O_{2max}$) برای یک دوره ۳۰ دقیقه ای بیان ژن گرانولوزین را در سلولهای خونی ۲ تا ۳ برابر افزایش داد. در حالی که این افزایش ترجمه با افزایش بالا آمدن غلظت گرانولوزین جریان خون

1. Granulysin
2. Tumorcidal
3. Natural killer cell
4. Cytotoxic T cell
5. Zhang et al
6. Connolly et al

برای یک دوره ۳۰ دقیقه ای هنوز مشخص نیست (۱۷). یکی از تغییرات چشمگیر و ثابتی که در جریان ورزش دیده می‌شود لکوسیتوز (افزایش گلبولهای سفید در گردش) می‌باشد. تعداد گلبولهای سفید در گردش ممکن است تا چهار برار زمان استراحت افزایش پیدا کرده؛ پس از توقف ورزش در حد بالا باقی بماند. مقدار لکوسیتوز با شدت و مدت تمرین نسبت مستقیم دارد. علاوه بر این، افزایش میزان کورتیزول می‌تواند یکی از عوامل ایجاد کننده لکوسیتوز باشد. همچنین تعداد لنفوسیت‌ها با افزایش میزان کار به طور پیش رونده ای بالا می‌رود (لنفوسیتوز) و میزان آن بستگی به نوع، شدت ورزش دارد (۱۸). چهار هفته تعدیل تمرین به دنبال هشت هفته تمرین فزاینده در مورد شناگران سطح ملی و بین مللی، کاهش درصد نوتروفیل‌ها را پس از تعدیل تمرین نشان داد، در حالی که تعداد لنفوسیت‌ها گرایش به افزایش داشت. افزایش در لنفوسیت‌ها همبستگی مثبت با کاهش حجم تمرین در دوره تعدیل تمرین داشت (۰/۸۶) (۱۹). در مقابل یک دوره تعدیل تمرین کوتاه مدت شش روزه (شامل کاهش ۰/۸۰ در تمرین اینتراوال با شدت بالا) در نه دونه نیمه استقامت مرد، افزایش اندکی را نشان داد ولی افزایش معنی داری در نوتروفیل‌ها (۰/۱۳) و گرانولوسیت (۰/۱۱) مشاهده گردید (۲۰). با این حال پایین و همکاران در بررسی مروری در مورد استراتژی اوج گیری برای عملکرد بهینه، نشان دادند بخش عمده تحقیقات تجربی در مورد کاهش بار در متون علمی در مسابقات انفرادی بوده است. بنابراین اطلاعات کمی در مورد تاثیر کاهش بار تمرین در رشته ای تیمی از جمله فوتبال وجود دارد. این یافته‌های محدود نشان دهنده آن است که در صورت اجرای تعدیل تمرین موثر می‌توان عملکرد ورزش‌های تیمی در مسابقه را افزایش داد. بنابراین زمینه مطالعاتی کاهش بار تمرین در ورزش‌های تیمی به طور حتم نیاز به تحقیقات بیشتری دارد (۲۱). بنابراین این سوال مطرح می‌شود که آیا یک دوره تعدیل تمرین ۲۵ و ۵۰٪ بر گرانولوزین، لکوسیت‌ها و لنفوسیت‌ها تاثیر گذار می‌باشد. در این تحقیق کنترل رژیم غذایی، کنترل فعالیت‌های فیزیکی دیگر، ویژگی‌های وراثتی و سازه‌های ژنتیکی از عهده محقق خارج بود. از این رو پژوهش حاضر درصدد است تا بررسی تاثیر یک دوره تعدیل تمرین دوهفته ای با کاهش حجم ۲۵ و ۵۰ درصد بر برخی شاخص‌های سیستم ایمنی سلولی بازیکنان فوتبال مرد مورد بررسی و مطالعه قرار دهد.

روش تحقیق

این پژوهش، نیمه تجربی بوده که به صورت میدانی انجام گرفته و به لحاظ استفاده از نتایج به دست آمده کاربردی می‌باشد. ۳۰ بازیکن فوتبال نیمه حرفه ای عضو تیم شاهین سازه شهرستان فارس (سن: $26/54 \pm 3/2$ ، قد: $176/90 \pm 5/90$ سابقه ورزشی $11/21 \pm 10/22$) در این تحقیق شرکت کردند. معیارهای ورود به تحقیق شامل داشتن سطح سلامت عمومی جسمانی و روانی بود. کلیه شرکت کنندگان اطلاعات مکتوب در خصوص پژوهش دریافت نموده و پس از مطالعه، از آنها در خواست شد رضایتنامه‌ی کتبی را امضا نمایند. همچنین، پژوهش حاضر زیر نظر پزشک متخصص و متخصصان فیزیولوژی ورزشی انجام شد. آزمودنیها در یک جلسه با نحوه انجام فعالیت ورزشی ونحوه خون گیری آشنا شدند. در این تحقیق برای اندازه گیری متغیرهای بیوشیمی در ابتدا ۲۴ ساعت قبل از شروع اولین جلسه تمرین از آزمودنی‌ها راس ساعت ۸ صبح در حالت ناشتا ۵ سی سی خون از سیاهرگ قدامی بازویی گرفته شد. سپس برنامه تمرین هشت هفته ای ویژه فوتبال اجرا شد (جدول ۳-)

(اعداد درون پرانتز تعداد جلسات هر تمرین در هفته و اعداد خارج از پرانتز زمان برای دویدن تناوبی، تمرینات مقاومتی و بازی در گروه‌های کوچک (دقیقه) و مسافت (متر) برای تمرینات سرعتی را نشان می‌دهند).

تعدیل تمرین

تمرین تناوبی: حجم تمرین گروه ۲۵٪ کاهش حجم تمرین با کاهش چهار نوبت دویدن چهار دقیقه ای به سه نوبت در هر جلسه ۲۵ درصد کاهش یافت و گروه ۵۰٪ کاهش حجم تمرین با کاهش چهار نوبت دویدن چهار دقیقه‌ای به سه نوبت در هر جلسه ۲۵ درصد کاهش یافت (۲۲،۲۳،۲۴).

تمرین مقاومتی: این بخش به صورت سه جلسه در هفته اجرا شد و ترکیبی از تمرینات با وزنه آزاد و تمرین با دستگاه‌ها شامل اسکوات، پرس سینه، خم کردن زانو، کشش دستگاه، باز کردن زانو، تمرینات تقویت کننده عضلات شکم و باز کننده های تنه بود که به ترتیب ذکر شده اجرا شد. هر فعالیت در چهار نوبت با ۴-۵ تکرار به میزان ۸۵-۹۰٪ یک تکرار بیشینه با فواصل استراحت ۳ دقیقه‌ای بین دوره ها انجام شد. تمرینات عضلات شکم و باز کننده‌های تنه شامل چهار نوبت با ۱۲-۱۵ تکرار انجام شد. به منظور حفظ شدت تمرین در پایان هفته چهارم و هشتم بار مورد استفاده در هر حرکت برای هر آزمودنی مطابق با ۸۵ تا ۹۰٪ یک تکرار بیشینه تعیین شد. در دوره کاهش حجم تمرین، برنامه تمرینی گروه کنترل تغییری نکرد مطابق با تعداد تکرارها و دوره های هفته هشتم تا پایان دوره تیپرینگ ادامه یافت، اما تعداد دورها در گروه ۲۵٪ از چهار به سه دوره در حرکت کاهش یافت و در گروه ۵۰٪ از چهار به دو دوره در حرکت کاهش یافت (۲۲،۲۳،۲۴).

تمرینات سرعتی در دوره کاهش حجم تمرین، برنامه تمرینی گروه کنترل تغییری نکرد و مطابق با ۱۴۰ متر هفته هشتم تا پایان دوره تعدیل تمرین ادامه یافت، اما در گروه ۲۵ درصد به ۱۰۵ متر کاهش یافت و در گروه ۵۰ درصد به ۷۰ متر کاهش یافت (۲۲،۲۳،۲۴).

تمرینات پلایومتریک: در دوره کاهش حجم تمرین، برنامه تمرینی گروه کنترل تغییری نکرد. مطابق با تعداد تکرارها و دوره های هفته هشتم تا پایان دوره تعدیل تمرین ادامه یافت، اما تعداد دورها در گروه ۲۵٪ از چهار به سه دوره در حرکت کاهش یافت و در گروه ۵۰٪ از چهار به دو دوره در حرکت کاهش یافت (۲۲،۲۳،۲۴).

بازی در گروه های کوچک: در دوره کاهش حجم تمرین، برنامه تمرینی گروه کنترل تغییری نکرد مطابق با تعداد و هله های هفته هشتم تا پایان دوره تعدیل تمرین ادامه یافت، اما تعداد و هله ها در گروه ۲۵٪ از چهار به سه و هله در حرکت کاهش یافت و در گروه ۵۰٪ از چهار به دو و هله در حرکت کاهش یافت (۲۲،۲۳،۲۴).

روش های آماری

برای توصیف داده‌های به دست آمده، برای هر یک از متغیرهای پژوهش، فراوانی، میانگین و انحراف استاندارد مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۳). آزمون کالموگراف- اسمیرنف نیز برای تعیین همگنی داده‌ها به کار رفت. با توجه به طبیعی بودن توزیع داده‌ها، برای تجزیه و تحلیل یافته‌ها از آزمون t همسته و تحلیل واریانس یک راهه استفاده شد. در صورت مشاهده نتایج معنادار از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. محاسبات آماری بوسیله نرم افزار SPSS ۲۰ در سطح معنی داری ($P < 0.05$) انجام شد.

یافته ها

اطلاعات اولیه به دست آمده از آزمودنیها شامل سن، قد، در جدول شماره ۲ خلاصه شده است. نتایج آزمون t همبسته برای مقایسه‌ی درون گروهی متغیرها در مراحل قبل و بعد از تعدیل تمرین در گروه‌های مختلف گزارش شده است. همان گونه که مشاهده می شود گرآنولوزین تغییر معنادار نداشته است، در حالی که تعداد لکوسیت‌ها قبل و بعد از تعدیل تمرین ۲۵٪ ($P=0/02$ و $t=2/67$)، تعدیل تمرین ۵۰٪ ($P=0/0001$ و $t=6/11$) و لنفوسیت قبل و بعد از تعدیل تمرین ۲۵٪ ($P=0/01$ و $t=2/928$)، تعدیل تمرین ۵۰٪ ($P=0/02$ و $t=4/251$) کاهش معنادار داشت و به ترتیب در گروه کنترل ($P=0/07$ و $t=0/388$)، ($P=0/0001$ و $t=7/141$) افزایش نشان داد.

جدول ۲. ویژگی‌های توصیفی آزمودنیها (میانگین \pm انحراف استاندارد)

متغیر	سن (سال)	قد (سانتی متر)	سابقه ورزشی
گروه کنترل	$26/54 \pm 3/2$	$176/90 \pm 5/90$	$10/22 \pm 1/21$
تعدیل تمرین ۲۵٪	$26/36 \pm 3/07$	$177/09 \pm 5/37$	$10/36 \pm 1/20$
تعدیل تمرین ۵۰٪	$26/09 \pm 2/84$	$177 \pm 5/32$	$10/45 \pm 1/03$

جدول ۳. توصیف آماری متغیرهای گرآنولوزین، لکوسیت ها و لنفوسیت ها

(میانگین \pm انحراف استاندارد)

متغیر	گروه	تعدیل تمرین ۲۵٪	تعدیل تمرین ۵۰٪	کنترل
گرآنولوزین (P/g/ml)	قبل از تمرین	$2/29 \pm 0/26$	$2/25 \pm 0/27$	$2/28 \pm 0/26$
	قبل از تعدیل	$4/10 \pm 0/48$	$4/14 \pm 0/44$	$4/11 \pm 0/48$
	بعد از تعدیل	$4/40 \pm 0/72$	$4/21 \pm 0/46$	$4/71 \pm 0/72$
لکوسیت ($\times 10^3/\mu$ l) (cumm)	قبل از تمرین	$5300 \pm 624/9$	$5270 \pm 567/74$	$5280 \pm 669/65$
	قبل از تعدیل	$6880 \pm 808/01$	$6650 \pm 795/01$	$6500 \pm 702/37$
	بعد از تعدیل	$6230 \pm 1308/13$	$5730 \pm 692/90$	$6930 \pm 761/65$
لنفوسیت ($\times 10^3/\mu$ l) (cumm)	قبل از تمرین	$2400 \pm 377/12$	$2380 \pm 345/76$	$2420 \pm 385/15$
	قبل از تعدیل	$2960 \pm 416/86$	$2880 \pm 537/7$	$2770 \pm 529/25$
	بعد از تعدیل	2580 ± 625	$2450 \pm 494/44$	$3110 \pm 438/30$

آزمون تی همبسته برای مقایسه درون گروهی گرآنولوزین، لکوسیت ها و لنفوسیت ها در آزمودنی‌های مورد بررسی استفاده شد. نتایج نشان داد، مقادیر درون گروهی گرآنولوزین قبل از تمرین نسبت به بعد از تعدیل تمرین ۲۵٪ ($P=0/5$ و $t=0/566$)، تعدیل تمرین ۵۰٪ ($P=0/07$ و $t=-0/353$) و کنترل ($P=0/07$ و $t=0/388$) معنادار نبود. مقادیر درون گروهی لکوسیت ها قبل از تمرین نسبت به بعد از تعدیل تمرین ۲۵٪ ($P=0/02$ و $t=2/67$)، تعدیل تمرین ۵۰٪ ($P=0/0001$ و $t=6/11$) و کنترل ($P=0/01$ و $t=-3/146$) معنادار بود. همچنین مقادیر درون

گروهی لئوسیت‌ها قبل از تمرین نسبت به بعد از تعدیل تمرین ۲۵٪ ($P=0/01$ و $t=2/928$) و تعدیل تمرین ۵۰٪ ($P=0/02$ و $t=4/251$) و کنترل ($P=0/0001$ و $t=7/141$) معنادار بود. برای مقایسه بین گروهی گرانولوزین، لکوسیت‌ها و لئوسیت‌ها از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه استفاده شد. مقادیر گرانولوزین در بین گروه‌ها معنادار نبود ($F=0/11$ و $P=0/8$). مقادیر لکوسیت‌ها ($F=3/93$ و $P=0/03$) و لئوسیت‌ها ($F=4/40$ و $P=0/02$) در بین گروه‌ها معنادار بود. آزمون تعقیبی بونفرونی نشانگر این مطلب است که تفاوت مشاهده شده در لکوسیت‌ها بین گروه کنترل و تعدیل تمرین ۲۵ و ۵۰٪ و لئوسیت‌ها بین گروه کنترل و تعدیل تمرین ۲۵ و ۵۰٪ می‌باشد.

بحث و نتیجه گیری:

این مطالعه با هدف بررسی تاثیر تعدیل تمرین ۲۵ و ۵۰ درصد بعد از هشت هفته تمرینات منتخب بر شاخص‌های ایمنی سلولی بازیکنان فوتبال مرد، انجام شده است. لازم به ذکر است در پیشینه تحقیق، تا جایی که بررسی شد در داخل کشور مطالعه‌ای در زمینه تاثیر تعدیل تمرین بر تغییرات گرانولوزین و برخی شاخص‌های ایمنی سلولی انجام نشده است و در مطالعات دیگر نیز تعداد اندکی مقاله مرتبط با موضوع مورد پژوهش به دست آمد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد مقادیر درون گروهی گرانولوزین گروه‌های تعدیل تمرین ۱ (کاهش ۲۵٪ حجم تمرینات) و گروه‌های تعدیل تمرین ۲ (کاهش ۵۰٪ حجم تمرینات) در مقایسه با گروه کنترل ۵/۹ و ۲/۶۱ درصد افزایش داشت ولی از لحاظ آماری معنادار نبود. از طرف دیگر یافته‌های حاصل در مورد تفاوت بین گروهی حاکی از آن است که تغییر این شاخص در آزمودنی‌ها پس از شرکت در تعدیل تمرین از نظر آماری معناداری نبود. یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های زانگ و همکاران همسو است (۱۶). از طرف دیگر با نتایج پژوهش‌های سیسیلی و همکاران^۱ و کیشی و همکاران^۲ همخوانی ندارد (۲۶، ۲۵). شاید این عدم همخوانی به ناکافی بودن شدت و مدت زمان فعالیت ورزشی مربوط باشد. سیسیلی و همکاران به بررسی گرانولوزین به عنوان شاخص افزایش بار تمرینی در دوچرخه سواران تایم تریل پرداختند. پنج هفته تمرین تایم تریل نرمال انجام گرفت سپس متعاقب آن چهار روز تمرینات سنگین و از روز پنجم به بعد تمرینات تا پایان هفته عادی صورت گرفت نتایج حاکی از آن است که غلظت گرانولوزین پس پنج هفته تمرین تایم تریل افزایش نشان داد و غلظت گرانولوزین دوره تمرین شدید به طور معناداری نسبت به حالت پایه کمتر بود. نتایج این تحقیق نشان داد، غلظت گرانولوزین پلاسما در جریان تمرینات متوسط افزایش داشت و در پاسخ به یک دوره تمرین شدید کاهش نشان داد (۲۵). زانگ و همکاران گزارش کرده‌اند، غلظت سرمی گرانولوزین پس از فعالیت شدید بدون تغییر مانده و بر خلاف آن تعداد سلولهای NK جریان خون افزایش یافت (۱۶). کانونی و همکاران گزارش کرده‌اند فعالیت ورزشی شدید ($80\%V_{O_{2max}}$) برای یک دوره ۳۰ دقیقه‌ای بیان ژن گرانولوزین را در سلولهای خونی ۲ تا ۳ برابر افزایش داد. در حالی که این افزایش با افزایش غلظت گرانولوزین خون هنوز نامشخص است (۱۷). پژوهش حاضر نیز نشان داد هشت هفته تمرینات منتخب فوتبال باعث افزایش معنادار در گرانولوزین شد و متعاقب آن دو هفته کاهش حجم تمرین به میزان ۲۵ و ۵۰٪ در مقایسه با پیش از تعدیل تمرین تغییری نداشت. مطالعات قبلی نشان داد، افزایش

سطوح گرانولوزین ناشی از فعال شدن سلولهای NK و CTL^۱ می باشد. همچنین افزایش سطوح کاتکولامین ها و تحریک گیرنده های بتا آدرنرژیک^۲ در حین فعالیت ورزشی باعث افزایش سلولهای NK می شود. همانطور که نتایج پژوهش حاضر نشان داد، به دنبال دو هفته تعدیل تمرین در گروه های تعدیل تمرین ۱ و ۲ گرانولوزین کاهش یافت که در گروه تعدیل تمرین ۲ (۵۰ درصد) بیشتر بود ولی از لحاظ آماری معنادار نبود که احتمالاً ناشی از مدت و شدت تعدیل تمرین می باشد. لذا ممکن است تعدیل به کار گرفته شده از شدت یا مدت زمان لازم برخوردار نبوده است از طرفی این عدم تغییر می تواند به خاطر اثر مهاری هورمون های استرس مثل کورتیزول، اپی نفرین و پروستاگلاندین ها باشد (۲۵). همچنین تعدیل فعال شدن سلولهای NK و CTL کاهش داده است. وضعیت تمرینی ورزشکاران پیش از شروع دوره تعدیل تمرین و همچنین میزان کاهش بار تمرین در دوره تعدیل تمرین از عوامل مهم دیگر در اثر بخشی دوره تعدیل تمرین به شمار می روند. در تحقیق حاضر، عدم تغییر گرانولوزین گروه های تجربی در دوره تعدیل تمرین را می توان به کافی نبودن محرک تمرینی در دوره پیش از تعدیل تمرین یا کوتاه بودن دوره هشت هفته ای برای وقوع سازگاری های لازم نسبت داد. افزایش غیرمعنی دار گرانولوزین گروه کنترل و کاهش غیرمعنی دار گرانولوزین گروه تعدیل تمرین ۲۵ و ۵۰٪ می تواند تأییدی بر احتمالات بیان شده باشد. احتمالاً برای کاهش گرانولوزین در گروه های تعدیل تمرین و بازگشت به سطوح اولیه گرانولوزین نیاز تعدیل و مدت زمان بیشتری است.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد، مقادیر درون گروهی لکوسیت ها و لنفوسیت های گروه های تعدیل تمرین ۱ (کاهش ۰/۲۵ حجم تمرینات) گروه های تعدیل تمرین ۲ (کاهش ۰/۵۰ حجم تمرینات) در مقایسه با گروه کنترل کاهش داشت (P=۰/۰۰۰۱). از طرف دیگر، یافته های حاصل در مورد تفاوت بین گروهی حاکی از آن است که تغییرات این شاخص در آزمودنی ها پس از شرکت در تعدیل تمرین از نظر آماری معناداری است (P=۰/۰۰۰۱). نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن است که افزایشی که ناشی از انجام تمرینات فوتبال در لکوسیت ها و لنفوسیت ها در بازیکنان فوتبال بوجود آمده؛ پس از دو هفته تعدیل تمرین ۲۵ و ۵۰٪ کاهش یافت. این در حالی بود که با وجود ادامه تمرینات فزاینده در گروه کنترل، لکوسیتها و لنفوسیتها افزایش نشان دادند. یافته های پژوهش حاضر با یافته های موجیکا و همکاران^۳ همسو است (۲۰، ۱۹). اگر چه شواهد مربوط به سرکوب ایمنی در ورزشکاران به طور غیر مستقیم و از طریق مقایسه گروه تمرین کرده با گروه تمرین نکرده نشان داده شده، ولی بیشتر شواهدی که به طور مستقیم این مساله را تایید می نماید از طریق تجزیه و تحلیل تغییرات درون گروهی ورزشکاران در طی یک دوره تمرین به خصوص یا تعدیل تمرین قبل از مسابقه بدست آمده است. چهار هفته تعدیل تمرین به دنبال هشت هفته تمرین فزاینده در مورد شناگران سطح ملی و بین ملی، کاهش درصد نوتروفیل ها را پس از تعدیل تمرین نشان داد، در حالی که تعداد لنفوسیت ها گرایش به افزایش داشت. افزایش در لنفوسیت ها همبستگی مثبت با کاهش حجم تمرین در دوره تعدیل تمرین داشت (۰/۸۶) (۱۹). در مقابل یک دوره تعدیل تمرین کوتاه مدت شش روزه (شامل کاهش ۰/۸۰ در تمرین اینتروال با شدت بالا) در نه دوندۀ نیمه استقامت مرد افزایش اندکی را نشان داد ولی افزایش معنی داری در نوتروفیل ها (۰/۱۳) و گرانولوسیت (۰/۱۱) مشاهده گردید (۲۰). رادیکال های آزاد نیز با سرکوب سیستم ایمنی در ارتباط هستند. بطور

1. Cytotoxic T Lymphocytes
2. Beta adrenergic receptor
3. Mujika et al

مثال افزایش تولید رادیکالهای آزاد که با افزایش قابل توجه متابولیسم هوازی به هنگام ورزش همراه است به خودی خود می‌تواند پاسخ های ایمنی را مهار کند (۲۷). در نتیجه فعال و بی‌دانه شدن نوتروفیل ها، فعال شدن گزانتین اکسیداز اندوتلیوم^۱، افزایش نیتریک اکساید (NO)^۲ و انتشار دوباره ی خون به بافت هایی (مانند روده) که به هنگام ورزش دچار ایسکمی می‌شوند نیز ممکن است رادیکال اضافی تولید شود (۲۸). رادیکالهای آزاد جا به جایی و فعالیت باکتریایی نوتروفیل ها و فعالیت سلول کشی سلولهای NK را مهار می‌کند و تکثیر لنفوسیت های T و B را کاهش می‌دهد (۲۷،۲۸). به نظر می‌رسد تعدیل تمرین با تنظیم مثبت دفاع آنتی اکسیدانی همراه است. هر حال، اهمیت این تغییرات مشاهده شده از نظر ایمونولوژیکی خیلی اندک است. به علاوه هیل و همکارانش^۳ نشان دادند افزایش دمای مرکزی هنگام فعالیت ورزشی با تحریک بیشتر محوری هیپوتالاموس - کلیوی موجب افزایش کورتیزول می‌شود لذا با توجه به تاثیر کورتیزول بر سیستم ایمنی افزایش میزان کورتیزول می‌تواند یکی از عوامل ایجاد کننده لکوسیتوز باشد (۲۹). نشان داده شده است علت اصلی تجمع لکوسیت‌ها هنگام فعالیت ورزشی ناشی از افزایش برون ده قلبی، مقادیر کاتکولامین ها و کورتیزول پلاسما است (۳۰). همچنین تعداد لنفوسیت‌ها با افزایش میزان کار به طور پیش رونده ای بالا می‌رود (لنفوسیتوز) و میزان آن بستگی به نوع شدت ورزش دارد (۳۱). مطالعات نشان می‌دهند بالا بودن لکوسیت ها و لنفوسیت ها در طول تمرین به عنوان بخشی از پاسخ التهابی ناشی از تمرین مطرح می‌باشد (۳۲). براساس تحقیق حاضر نیز تعداد لکوسیت ها و لنفوسیت‌های گروههای تعدیل تمرین نسبت به کنترل کاهش داشتند که نشان از کاهش التهاب متعاقب تعدیل تمرین است بر اساس نتایج تحقیق میزان کاهش لکوسیت ها و لنفوسیت ها در گروه تیپرینگ ۲ (کاهش ۵۰٪) که کاهش بیشتری در حجم است بیشتر از گروه تیپرینگ ۱ (کاهش ۲۵٪) بود. از نقاط ضعف پژوهش حاضر عدم کنترل دقیق رژیم غذایی و کنترل فعالیت های فیزیکی دیگر بود. تحقیقات بیشتری لازم است تا تعیین کند که آیا تعدیل تمرین می‌تواند بر سیستم ایمنی تاثیر بگذارد. همچنین جهت روشن شدن تغییرات گرانولوزین گردش خون و این که آیا افزایش گرانولوزین می‌تواند به عنوان شاخص بار تمرین عمل کند یا خیر به انجام تحقیقات بیشتری نیاز می‌باشد.

نتیجه گیری:

این مطالعه نشان داد که تعدیل تمرین دو هفته ای باعث کاهش معنادار در لکوسیت ها و لنفوسیت ها شد اما بر میزان گرانولوزین تاثیر معنادار نداشت. به نظر می‌رسد تیپرینگ چنانچه در زمان مناسب و به میزان لازم انجام گیرد می‌توان اثرات مفیدی بر شاخص سیستم ایمنی ورزشکاران داشته باشد و اینکه تعدیل تمرین ۵۰٪ کاهش بیشتری نسبت به تعدیل ۲۵٪ در لکوسیت ها و لنفوسیت ها داشت. تعدیل تمرین راهبرد مناسبی برای بهبود سیستم ایمنی و کاهش التهاب بعد یک دوره تمرین پرفشار در بازیکنان فوتبال است.

1. xanthine oxidase endothelial
2. Nitric oxide
3 Hill et al

References

1. Hovanloo F, Ebrahim K, AlizadehR, Davodi A. 2012.The Effects of Two Tapering Methods on Physical and Physiological Factors in Amateur Soccer Players. *World Journal of Sport Sciences*. 6 (2): 194-199.
2. Costill DL, King DS, Thomas R. 1985. Effects of reduced training on muscular power in Swimmers. *Phys Sports Med*. 13: 94-101.
3. Bonifazi M, Sardella F, Luppò C. 2000. Preparatory versus main competitions: differences performances, Lactate responses and pre-competition plasma concentrations in elite male swimmers. *Eur J Appl Physiol*.82: 368-373.
4. Mujika I, Padilla S. 2003. Scientific bases for precompetition tapering strategies. *Med Sci Sports Exerc*. 35:1182-1187.
5. Thomas L, Mujika I, Busso T. 2009. Computer simulations assessing the potential performance benefit of a final increase in training during pre-event taper. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 23(6):1729-1736.
6. Dressendorfer RH, Petersen SR, Lovshin SEM, Keen CL. 2002.Mineral metabolism in male cyclists during high-intensity endurance training .*Int J Sport Nuter Exerc Metab*. 12:63-72.
7. Rowbottom D G. 2000. Periodization of Training. In: Garrett WE, and Kirkendall D T. *Exercise and Sport Science*. Washington: Lippincott Williams & Wilkins
8. Costill DL, King DS, Thomas R. 1985. Effects of reduced training on muscular power in Swimmers. *Phys Sports Med*. 13: 94-101.
9. Peake J, Wilson G, Horden M, Suzuki K, Yamaya K, Nosaka K, et al. 2004.Changes in neurophil surface receptor expression, degranulation , and respiratory burst activity after moderate and high intensity exercise.*JAppl Physiol*.97:612-618.
- 10.Haghighi AH, Mahmudi M, Delghosha H, Rasti M, Hoseyni-kakh AR. 2011. Effect of an exhaustive bout of resistance exercise intensity, medium and heavy intensity on Apoptosis of circulating in Trained Men. *J Research in Sports Science University of Mazandaran*.7 (13):75-86.
11. Mooren FC, Bloming D, Lechtermann A, Lerch MM, Volker K. 2002. Lymphocyte apoptosis after exhaustive and moderate exercise. *J ApplPhysiol*. 93:147-153.
12. Saigusa S, Tichikura H, Tsujimoto H, Sugasawa T, Majima N, Kawarabayashi K, et al . 2007. Serum granulysin level as a novel prognostic marker in patients with gastric carcinoma .*J gastroenterol Hepatol*.22:1322-1327.
13. Mehdivand A, Sarisaraf V, Barzegari A, Ghadimi- Enkhanlar H, Asghari B. 2013. The impact of soccer match on immunoglobulin A, salivary flow rate, salivary total protein and Ratio immunoglobulin to proteinmale soccer player. *J Research in Sports Science University of Mazandaran*. 8(15):53-66.
- 14.Ueno Y, Umeda T, Takahashi I, Iwane K, Okubo N, Kuroiwa J. 2013.Changes in immune functions during a peaking period in male university soccer players. *The Journal of Biological and chemical Luminescence*.28(4):574-81.
- 15.Suzui MT, Kawai H, Kimura K, Takeda H, Yagita K, Okumura, P N, et al . 2004. Natural killer cell lytic activity and CD56 (dim) and CD56 (bright)cell distributions during and after intensive training. *J ApplPhysiol*.96: 2167-2173.
- 16.Zhang XK, Matsuo AF, Armawati Y, Higashi KM, Gawa K, Nagata R. 2006. Exhaustive exercise induces differential changes in serum granulysin and circulating number of natural killer cells. *Tohoku J Exp Med*. 210:117-124.

- 17- Connolly P H, Caiozzo F, Zaldivar D, Nemet J, Larson S P, Hung J D, et al. 2004. Effects of exercise on gene expression in human peripheral blood mononuclear cells. *J Appl Physiol*. 97:1461-1469.
- 18- Horne BD, Anderson JL, John JM, Weaver A, Bair TL, Jensen KR, et al. 2005. Which white blood cell subtypes predict increased cardiovascular risk? *J Am Coll Cardiol*. 45:1638-43.
- 19- Mujika I, Chatard JC, Geysant A. 1996. Effects of training and taper on blood leucocyte populations in competitive swimmers: relationships with cortisol and performance. *Int J Sports Med*. 17: 213-7.
- 20- Mujika I, Goya A, Ruiz E. 2002. Physiological and performance responses to a 6- day taper in middle-distance runners: influence of training frequency. *Int J Sports Med*. 23:367-73.
- 21- Pyne DB, Mujika I, Reilly T. 2009. Peaking for optimal performance: Research limitations and future directions. *Journal of Sports Sciences*. 27:195 - 202.
- 22- Bogdanis G, Papaspyrou A, Souglis A, Theos A, Sotiropoulos A, Maridaki M. 2009. Effects of hypertrophy and maximal strength training programme on speed, force, and power of soccer players. In: Reilly T, and Korkusuz F. *Science and Football VI*. London and New York, Routledge.
- 23- Helgerud J, Engen LC, Wisloff U, Hoff J. 2001. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc*. 33(11): 1925-1931.
- 24- Hoff J, Helgerud J. 2004. Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports Med*. 34(3): 165-180
- 25- Cecilia M S, Ogawa K, Zhang X, Nagatomi R, Jonathan M, Suzuki K, et al. 2010. Reduction in Resting Plasma Granulysin as a Marker of Increased Training Load, Exercise and granulysin. 25:89-99.
- 26- Kishi AY, Takamori K, Ogawa S, Takano S, Tomita M, Tanigawa M. 2002. Differential expression of granulysin and perforin by NK cells in cancer patients and correlation of impaired granulysin expression with progression of cancer. *Cancer Immunol Immunother*. 50:604-614.
- 27- Packer L. 1997. Oxidants, antioxidant nutrients, and the athlete. *Journal of Sports Sciences*. 15:353-363.
- 28- Pedersen BK, Toft AD. 2000. Effects of exercise on lymphocytes and cytokines. *Br J Sports Med*. 34: 246-251.
- 29- Hill E, Zack E, Battaglini C, Viru M, Viru A, Hackney AC. 2008. Exercise and circulating cortisol levels: the intensity threshold effect. *J Endocrinol Invest*. 31: 587-91.
- 30- Brenner IK, Castellani JW, Gabaree C, Young AJ, Zamecnik J, Shephard RJ, et al. 1999. Immune changes in humans during cold exposure: effects of prior heating and exercise. *J Appl Physiol*. 87: 699-710.
- 31- Pedersen BK, Hoffman-Goetz L. 2000. Exercise and the Immune System: Regulation, Integration, and Adaptation. *Physiol Rev*. 80(3). 1055-81.
- 32- Papacosta EA, Glrson M. 2013. Effects of intensified training and taper on immune function, Exercise and Health. *Sciences*. 27(1):159-76.