

اثر هشت هفته تمرینات فوتبال بر غلظت متابولیت‌های نیتریک اکساید (NO) در بازیکنان فوتبال دسته اول دانشگاه‌های کشور و بررسی ارتباط آن با گرفتگی عضلات

محمد دادکان - دکتر بهرام یغمایی - دکتر رضا قراخانو - دکتر عباسعلی گائینی
مربی دانشگاه شهید بهشتی - استاد دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی -
استادیار دانشگاه تربیت مدرس - استادیار دانشگاه تهران

چکیده

هدف از این تحقیق تأثیر یک دوره تمرین رایج در فوتبال بر میزان تغییرات NO است و در نهایت میزان هم تغییر NO با صدمات عضلانی (تغییرات کراتین کیناز) مورد بررسی قرار گیرد. بدین منظور تعداد ۱۵ بازیکن در یک اردوی هشت هفته‌ای مطابق دستورالعمل از پیش تعیین شده زیر نظر پژوهشگر تمرینات خود را انجام دادند. از آزمودنی‌ها طی هفت مرحله نمونه خون گرفته شد، پس از پایان آخرین نمونه‌گیری، اندازه‌گیری NO به روش رنگ‌سنجی Griess و CK تام به روش آنزیمی انجام شد. مقایسه نتایج تفاضل میانگین مراحل قبل و بعد از تمرین (قبل و بعد از ۳ مرحله از جلسات تمرین) برای NO به ترتیب 5.37 ± 3.43 و 6.42 ± 0.01 (P) و برای CK تام 52 ± 5.65 ، 50 ± 7.03 و 60.2 ± 0.01 (P) به دست آمد. نتایج گویای این مطلب است که تغییرات CK-T تقریباً تا هفته پنجم (اواسط دوره) سیر صعودی و پس از آن (اواخر دوره) سیر نزولی داشته است. این تغییرات با شدت تمرینات انجام شده هماهنگی دارد. در مورد NO نتایج نشان می‌دهد که افزایش تعداد جلسات تمرین سبب افزایش NO شده است. با توجه به نتایج به دست آمده، به نظر می‌رسد افزایش NO به اندازه‌ای که در این بررسی نشان داده شده بر روی فعالیت‌های عضلانی تأثیر منفی نداشته است. این مقدار از افزایش NO می‌تواند مفید نیز باشد، زیرا آثار واژودیلاتاسیون NO برای تدارک خون عضلات در حال تمرین مهم است و شاید همین امر موجب شود که علی‌رغم تمرینات سنگین، فوتبالیست‌ها با گرفتگی عضلات مواجه نمی‌شوند.

واژه‌های کلیدی

ورزش، فوتبال، نیتریک اکساید، گرفتگی عضلانی و کراتین کیناز.

مقدمه

امروزه ورزش و فعالیت بدنی، یکی از ابزارهای شناخته شده جهت ارتقای سطح سلامتی، آمادگی جسمانی و حفظ آن در طول مدت عمر تلقی می‌شود. بنابراین تلاش محققان علوم ورزشی ارائه یافته‌های جدید بر مبنای تحقیقات انجام شده برای تأمین یکی از هدف‌های تربیت بدنی یعنی سلامتی و نشاط است، از این رو تحقیقات گسترده‌ای در زمینه شناخت مکانیسم بروز آسیب‌ها، ارائه راهکارها، شیوه‌های درمانی مؤثر جهت کاهش هزینه‌های درمانی، بهینه کردن عملکرد ورزشکاران و ارتقای سطح سلامتی انسان‌ها انجام می‌شود.

تحقیق حاضر در راستای مطالب فوق و به منظور بررسی تأثیر تمرینات آموزشی بر روی شاخص بیولوژیک نیتریک اکساید و رابطه آن با گرفتگی عضلات در بازیکنان تیم فوتبال صورت گرفته است. کشف اینکه نیتریک اکساید (NO) در فیبرهای عضله اسکلتی تولید می‌شود و در گشاد شدن عروق خونی به واسطه اثر القایی ورزش نقش دارد، این فرضیه را مطرح می‌کند که NO ممکن است در روندهای فیزیولوژیکی که طی آن گرفتگی عضله رخ می‌دهد، درگیر باشد. تاکنون اندازه‌گیری نیتریک اکساید در ورزشکاران برخی رشته‌ها مثل دو و میدانی، شنا و دوچرخه سواری انجام گرفته (۲۰ و ۸) و از میان ورزش‌های گروهی در بازیکنان فوتبال آمریکایی بررسی شده است (۱۴). این پژوهش نقطه شروع بررسی تأثیر حرکات ورزشی بر روی NO در ورزشکاران کشورمان محسوب می‌شود. گروه مورد مطالعه یک تیم فوتبال (Soccer) در یک اردوی تمرینی هشت هفته‌ای است. جا دارد به اختصار توضیحاتی پیرامون گرفتگی عضله (Muscle Cramp)، نترات اکساید (NO) و کراتین کیناز (CK) بیان شود.

اغلب افراد، بعضی اوقات با گرفتگی عضله مواجه می‌شوند. ورزشکاران در هنگام یا بعد از انجام ورزش‌های سخت فشارهای ناشی از یک بازی فوتبال یا دو استقامتی ممکن است از

گرفتگی عضله رنج ببرند. گرفتگی توأم با درد شدید عضلانی و از دست دادن قابلیت های حرکتی برای مدت زمان کوتاهی است (۱۹).

عوامل گرفتگی عضلانی به طور دقیق شناسایی نشده اند، اما هر عاملی که موجب اختلال و زیان در جریان گردش خون شود، باید مورد توجه قرار گیرد (خستگی، انباشتگی اسید لاکتیک در ماهیچه ها، گشادشدن رگ ها، سرما، عفونت و کشیدگی بیش از حد ماهیچه هایی که آمادگی لازم ندارند (۱۹).

رادیکال های آزاد، مولکول ها یا اجزای مولکولی هستند که در ساختمان شیمیایی آنها الکترون فرد وجود دارد. واژه رادیکال های آزاد، به عنوان بخشی از مولکول که قادر به ادامه فعالیت مستقل است، معنی شده است (۱ و ۱۵).

یافته های سه پژوهشگر آمریکایی در مورد خصوصیات NO منجر به دریافت جایزه پزشکی نوبل در سال ۱۹۹۸ شد. این مطلب اهمیت توجه به NO را در دهه اخیر نشان می دهد. در ده سال اخیر محققان دریافته اند که نیتریک اکساید محصول یک واکنش آنزیمی در پستانداران است و فقط در سال ۱۹۹۸ حدود ۱۵۰۰ مقاله علمی به طور مشخص در مورد NO ارائه شده است (۲۶). این یافته ها از آثار متد ناباوری تا درمان بیماری های قلبی و شوک، دیابت، فشار خون، سرطان، مشکلات یادگیری و حافظه قابل توضیح هستند و شاید بتوان گفت وضعیت بیماری زایی وجود ندارد، مگر اینکه NO حضور داشته باشد (۲۶، ۱۵ و ۶).

نیتریک اکساید، رادیکال آزادی است که توسط یک سری آنزیم از L- آرژنین در سلول های مختلف سنتز می شود. از جمله ماکروفاژها، کندروسیت ها و اندوتلیال نرون های عصبی. NO به عنوان یک مولکول پیامبر داخل و بین سلولی عمل می کند و با طیف وسیعی از روندهای فیزیولوژیکی و پاتوفیزیولوژیکی همراه است. در سیستم قلبی عروقی NO نقش مهمی در گشادشدن رگ ها، مهار تجمع پلاکتی و تنظیم انقباضات قلبی ایفا می کند. در سیستم عصبی، در کار حافظه نقش مهمی دارد. در سیستم ایمنی، در دفاع از میزبان در مقابل عفونت های باکتریایی، شوک سپتیک و آتریت دخالت دارد (۱۵، ۸ و ۶). به نظر می رسد NO در

اعمال عضله اسکلتی هم نقش دارد، به طوری که ژن آنزیم NO سنتاز (NOS) به طور بارزی در سلول‌های عضله اسکلتی بیان می‌شود. همچنین تحریک الکتریکی عضله سبب آزاد شدن NO می‌شود و اثر NO خارجی نیز فعالیت عضله اسکلتی را زیاد می‌کند.

بسیاری از محققان اظهار کرده‌اند که صدمات عضلانی به دنبال تمرینات غیر معمول امکان دارد نتیجه فشارهای اکسیداتیو ناشی از تمرین و همچنین تأثیر رادیکال‌های آزاد باشد که البته بیشتر این تحقیقات بر روی رادیکال‌های آزاد اکسیژن متمرکز شده‌اند (۱۱ و ۱۲)، نیتریک اکساید به عنوان یک مولکول رادیکال آزاد تاکنون در این موضوع دخالت داده نشده است. کراتین کیناز CK در خون از جمله تغییراتی است که به دنبال تمرینات برونگرا رخ می‌دهد. اکثر تحقیقات در مورد صدمات عضلانی به اندازه‌گیری این آنزیم پرداخته‌اند (۵). مقدار این آنزیم با توجه به نوع ورزش و مقدار توده عضلانی مورد استفاده در تمرینات متفاوت خواهد بود (۱۸). برخی مطالعات پیشنهاد می‌کنند که رها شدن کراتین کیناز از عضله بعد از ورزش‌های برونگرا ممکن است انعکاسی از نکروزهای منطقه‌ای در فیبرهای عضلانی باشد (۳). برخی مطالعات نیز بیان داشته‌اند که افزایش وابسته به ورزش در مورد فعالیت CK سرمی مربوط به شدت، مدت و نوع ورزش و نیز نژاد، جنس و سن است (۲۳). این آنزیم دارای چند ایزوآنزیم است که نوع CK-MM در عضله اسکلتی و قلبی دیده می‌شود و از نظر مقداری ایزوآنزیم غالب در سرم است و نوع CK-MB در عضله قلبی ۲۵ تا ۴۶ درصد کل CK و در عضله اسکلتی ۵ درصد کل CK وجود دارد (۵).

با توجه به نقش‌های فیزیولوژیکی مختلف NO، این سؤال مطرح است که آیا فعالیت‌های ورزشی می‌توانند میزان NO را به گونه‌ای تغییر دهند که تأثیر افزایشی، کاهش‌ی یا بدون تغییر داشته باشند. در تحقیق حاضر تلاش شده به طور خاص تأثیرپذیری غلظت متابولیت‌های نیتریک اکساید در اثر فعالیت‌های فوتبال که تا امروز مورد مطالعه قرار نگرفته، بررسی شود، همچنین آنزیم کراتین کیناز که به طور گسترده به عنوان معیار صدمات عضلانی اندازه‌گیری می‌شود، مورد توجه قرار گرفته است. بدین ترتیب با بررسی تغییرات غلظت متابولیت‌های NO

و CK می توان به رابطه NO با صدمه عضلانی پی برد.

روش تحقیق

این تحقیق با توجه به ماهیت اهداف مورد نظر از نوع نیمه تجربی (Quasi Experimental) است. گروه مورد مطالعه را یک تیم ۱۵ نفره فوتبال تشکیل می دهند. این بازیکنان در تمرینات مقدماتی و بر اساس قابلیت های فردی در امر فوتبال و سلامتی جسمی گزینش شده اند. این تیم در یک اردوی هشت هفته ای زیر نظر پژوهشگر و همکاران، تحت تمرینات برنامه ریزی شده رایج قرار گرفتند. به منظور حذف آثار تمرینات مقدماتی و نیز به دست آوردن نتایج قابل قبول، لازم بود بازیکنان در سطح پایه وارد اردو شوند. برای حصول به این هدف یک هفته قبل از شروع اردو بازیکنان موظف شدند از انجام هرگونه حرکت ورزشی خودداری کنند. از محدودیت های قابل کنترل این تحقیق انتخاب جامعه مورد مطالعه از میان پسران دانشگاه به تعداد ۱۵ نفر با محدوده سنی $21 \pm 2/5$ سال است. که می توان گفت در طول هشت هفته تمرین و یک هفته قبل از آن از رژیم غذایی یکسانی برخوردار بودند. این مطلب برای اندازه گیری متابولیت های NO در بدن حائز اهمیت است، زیرا مقادیر آن تحت تأثیر رژیم غذایی قرار می گیرد (۲۵).

از جمله محدودیت های غیر قابل کنترل، عدم کنترل دقیق برنامه روزانه (استراحت و فعالیت) جامعه مورد مطالعه است.

بر اساس برنامه تنظیم شده هفت مرحله خونگیری انجام شد که عبارتند از:

- ۱- بعد از پایان هفته استراحت (a)
- ۲- قبل از شروع جلسه هشتم (b1)
- ۳- بعد از پایان جلسه هشتم (پایان هفته دوم) (b2)
- ۴- قبل از شروع جلسه پانزدهم (c1)
- ۵- بعد از پایان جلسه پانزدهم (پایان هفته پنجم) (c2)

۶- قبل از شروع جلسه بیست و چهارم (d1)

۷- بعد از پایان جلسه بیست و چهارم (پایان هفته هشتم) (d2)

خونگیری از ورید کوبیتال انجام شد. سرم نمونه‌های گرفته شده حداکثر دو ساعت پس از خونگیری جدا و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. نمونه مربوط به هر بازیکن در سه میکروتیوب برای اندازه‌گیری متابولیت‌های NO، CK و یکی هم جهت اطمینان تقسیم شد. نمونه‌های CK توسط روش آنزیمی و به کمک اتوآنالیزور ۱۰۰۰ - RA بلافاصله پس از آخرین نمونه‌گیری مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. متابولیت‌های NO (نیترات و نیتريت) به روش رنگ‌سنجی گریس و به کمک احیای آنزیمی (آنزیم نیترات ردوکتاز تهیه شده از شرکت ICN) سنجش شد. در این روش محدوده عملکرد خطی واکنش تا $100 \mu\text{M}$ است (۱۷)، از این رو کلیه نمونه‌ها به نسبت ۱:۱ با آب مقطر رقیق شدند. تجزیه و تحلیل آماری با روش t-test و ANOVA به کمک نرم‌افزار SPSS انجام شد.

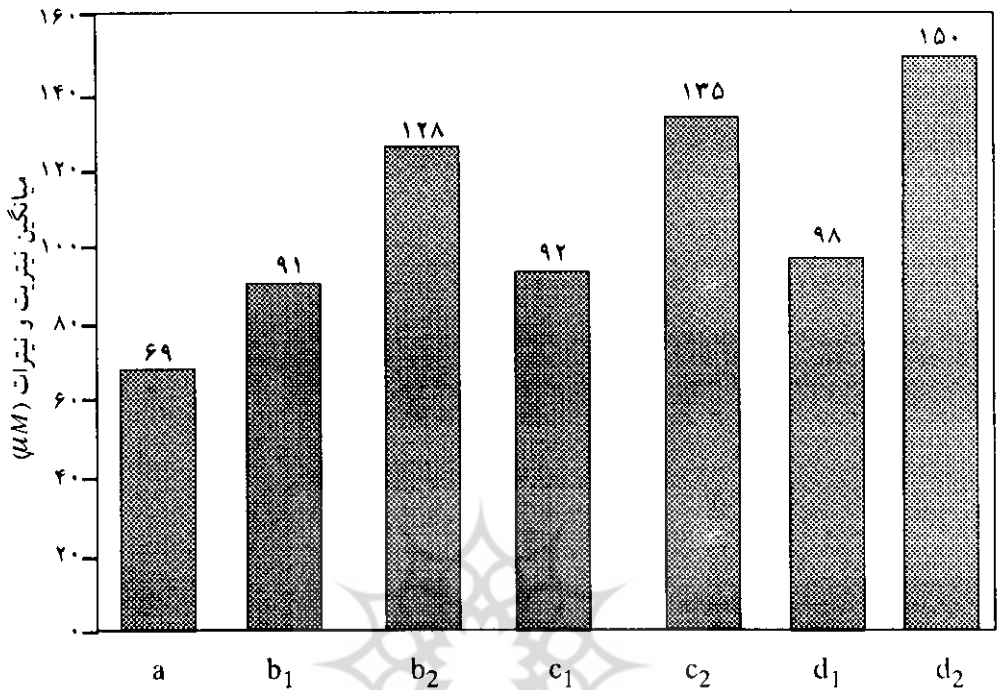
نتایج و یافته‌های تحقیق

مقایسه میانگین‌ها و انحراف از استاندارد به دست آمده، به شکل صورت گرفته است که عبارتند از:

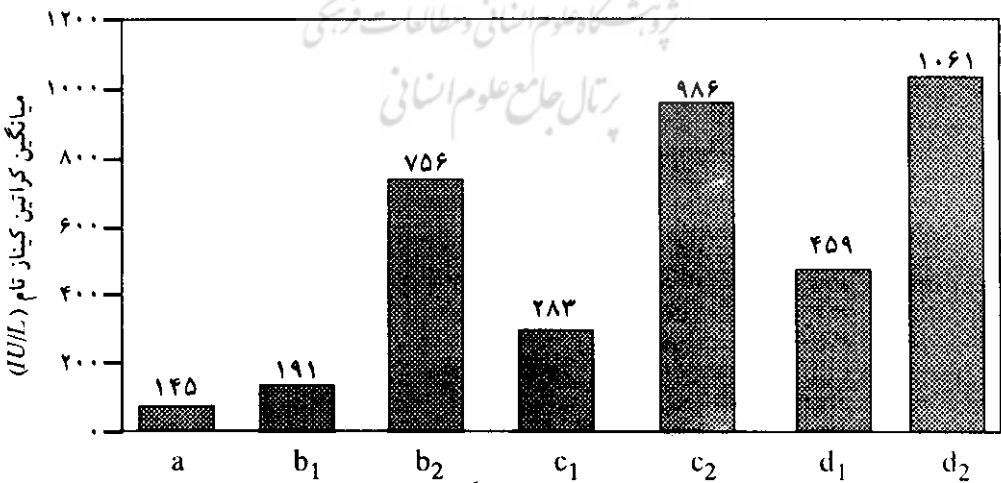
۱- مقایسه میانگین‌های نتایج قبل و پس از تمرینات برای NO (نمودار ۱) و کراتین کیناز تام (نمودار ۲).

۲- مقایسه نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌ها به طور کلی، یعنی میانگین ۳ مرحله قبل و ۳ مرحله پس از تمرینات برای شاخص‌های نیتریک اکساید (نمودار ۳) و کراتین کیناز تام (نمودار ۴).

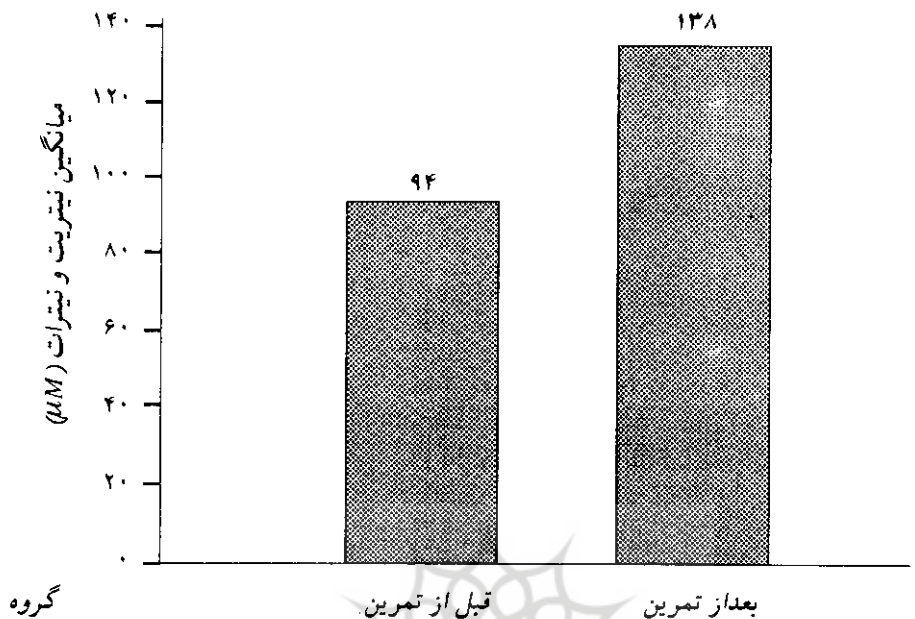
۳- مقایسه تفاضل میانگین‌های قبل و پس مراحل b,c,d برای NO (نمودار ۵) و کراتین کیناز تام (نمودار ۶).



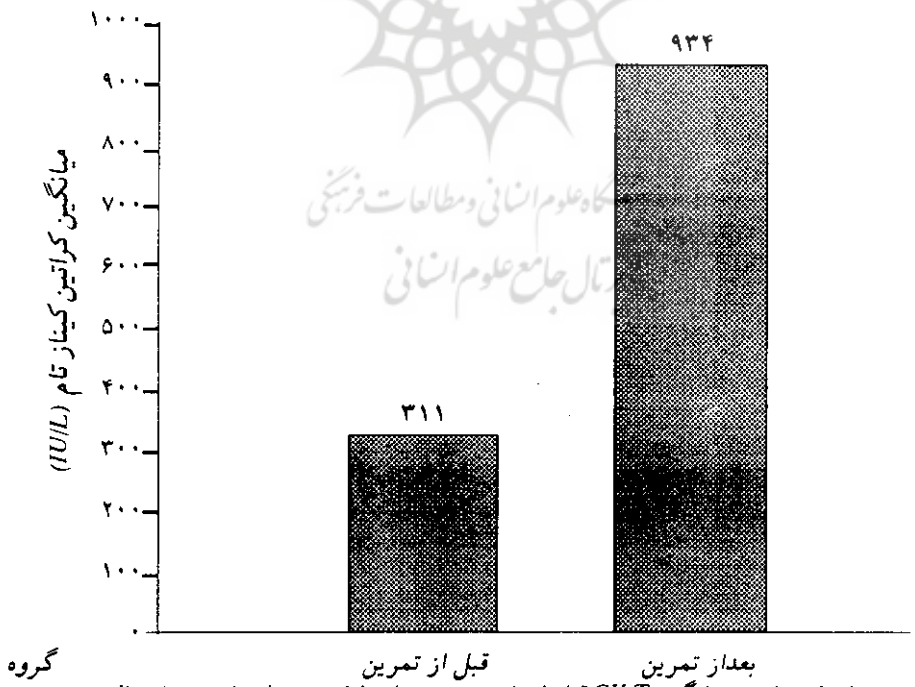
نمودار ۱- مقایسه میانگین نتایج نیتريت در ۷ مرحله نمونه گیری از آزمودنی های حاضر در اردوی فوتبال



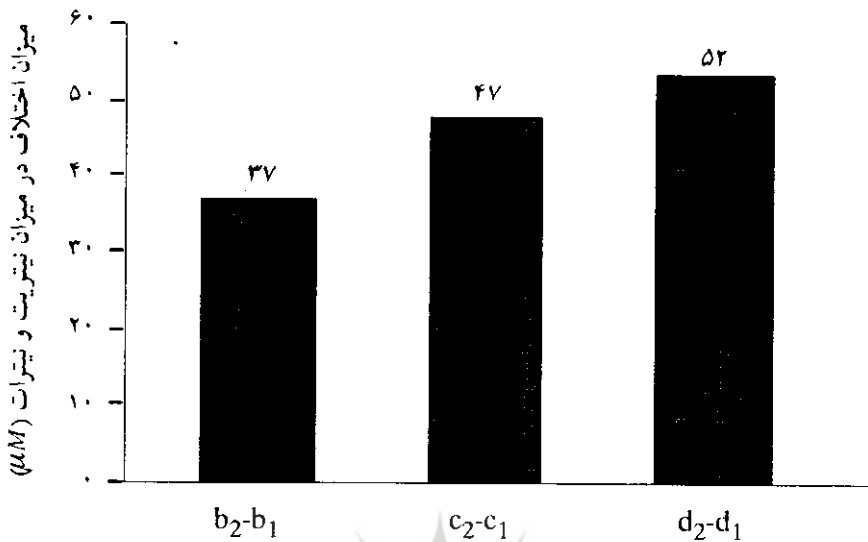
نمودار ۲- مقایسه میانگین نتایج کراتين کيناز تام در ۷ مرحله نمونه گیری از آزمودنی های حاضر در اردوی فوتبال



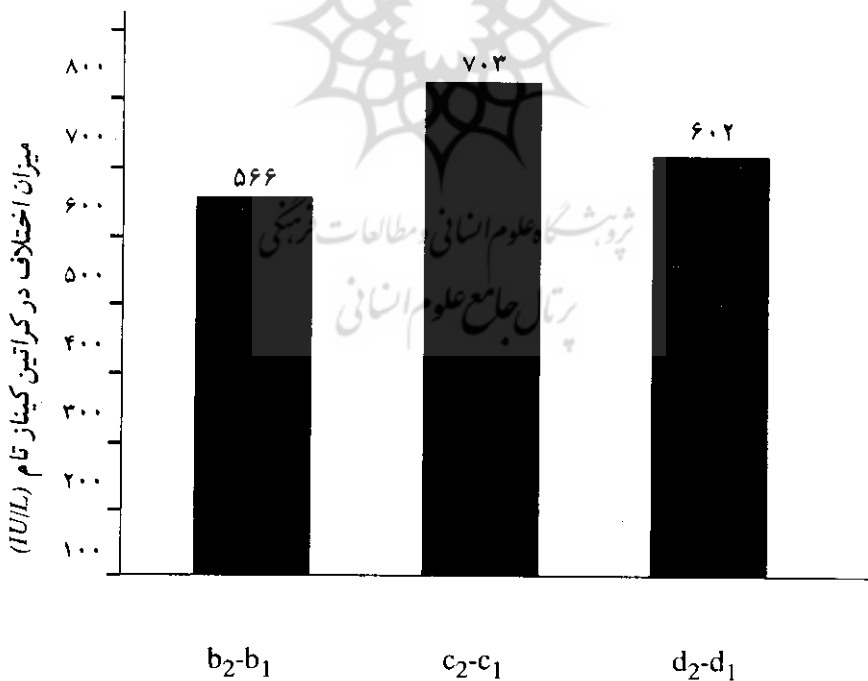
نمودار ۳- میانگین نیتریت و نیترات قبل از شروع و پس از پایان تمرینات اردوی فوتبال



نمودار ۴- نمایش میانگین CK-T قبل از شروع و پس از پایان تمرینات اردوی فوتبال



نمودار ۵- مقایسه تفاضل میانگین های نیتریت و نیترات قبل و بعد از مراحل d,c,b بر آزمودنی های تیم فوتبال



نمودار ۶- مقایسه تفاضل میانگین های کراتین تام قبل و بعد از مراحل d,c,b بر آزمودنی های تیم فوتبال

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های تحقیق حاضر بیانگر افزایش NO همراه با استمرار تمرینات است. مقایسه نتایج قبل از شروع تمرینات، نشان‌دهنده معنی دار بودن اختلاف بین مرحله اول نمونه‌گیری (a) با سایر مراحل قبل از شروع (d,c,b) است. بدین ترتیب می‌توان گفت حرکات ورزشی افزایش NO را به دنبال دارد، ولی شدت فعالیت تأثیری بر میزان افزایش NO ندارد.

مقایسه نتایج بعد از شروع تمرینات بین مرحله هفتم نمونه‌گیری (d) با مراحل سوم (b) و پنجم (c) اختلاف معنی داری را نشان می‌دهد، از این رو می‌توان نتیجه‌گیری کرد که افزایش با شدت تمرینات رابطه‌ای ندارد، زیرا مطابق برنامه، از اواسط دوره شدت تمرینات کم شده، ولی افزایش NO در اواخر دوره بیشتر شده است.

در توضیح این پدیده، شاید بتوان سازگاری عضلات نسبت به تمرین و افزایش نیازهای خونگیری آنها را مطرح کرد (نقش NO در سیستم عروقی).

مقایسه تفاضل میانگین‌های قبل و بعد از جلسات تمرین، تأثیر تداوم در اجرای حرکات ورزشی را نشان می‌دهد، به طوری که انجام حرکات ورزشی سبب افزایش مقدار NO شده است که البته شاید بتوان گفت شدت تمرینات بر میزان افزایش تأثیری ندارد، زیرا علی‌رغم کاهش شدت تمرینات در اواخر دوره، افزایش NO وجود دارد.

تنها مطالعه انجام شده بر روی بازیکن فوتبال (آمریکایی) نشان‌دهنده نزدیک به ۳۰٪ افزایش در مقدار NO است که البته این شدت افزایش با سایر پارامترهای بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده همخوانی ندارد (۱۲). شایان ذکر است که بازیکنان حرفه‌ای فوتبال آمریکایی نسبت به فوتبال (Soccer) از عضلات حجیم‌تر و بزرگتری برخوردارند که به دلیل بالا بودن حجم و شدت تمرینات مربوطه، تدارک خونی وسیع‌تری را نیز نیاز دارد.

نتایج تحقیق بیانگر افزایش فعالیت سرمی آنزیمی کراتین کیناز همراه با استمرار تمرینات است، البته بین مرحله اول نمونه‌گیری و مرحله دوم، علی‌رغم اختلاف مقداری، اختلاف آماری معنی داری وجود ندارد. در مورد فعالیت‌های ورزشی آزمودنی‌ها، می‌توان به این مطلب اشاره

کرد که فاصله زمانی ۷۲ ساعت بین مرحله اول نمونه گیری و مرحله دوم، دلیل عدم اختلاف معنی دار برای فعالیت CK شده است.

به نظر می رسد مقدار حجم عضلانی که در هر ورزش مورد استفاده قرار می گیرد و نیز مدت زمانی که فعالیت های ورزشی انجام می شود، در میان رشته های مختلف متفاوت است، از این رو باید به درگیر شدن مکانیسم های مختلفی بسته به شدت تمرینات توجه شود که این مکانیسم ها ممکن است در تغییرات فعالیت CK نقش داشته باشند. با این توضیح مقادیر به دست آمده برای مرحله بعد از تمرین هم بیانگر مداومت در اجرای تمرینات برنامه ریزی شده است. در اینجا هم اختلاف آماری معنی داری بین مراحل پنجم و هفتم نمونه گیری دیده نمی شود. کاهش شدت تمرینات از اواسط دوره دلیلی برای عدم افزایش صعودی برای مقادیر به دست آمده برای مرحله هفتم نمونه گیری است.

مقایسه تفاضل میانگین های قبل و بعد از جلسات تمرین، تأثیر شدت حرکات به طور مشخص نشان می دهد. بین جلسات هشتم و پانزدهم اختلاف معنی داری وجود دارد که حاکی از استمرار حرکات و تشدید فشار فعالیت است. مقایسه جلسات پانزدهم و بیست و چهارم اگر چه اختلاف معنی داری را نشان می دهد، ولی بیانگر کاهش شدت فعالیت از جلسه پانزدهم به بعد است که در جلسه بیست و چهارم این کاهش به صورت اختلاف معنی دار نشان داده شده است.

در خصوص بررسی تغییر CK و NO باید گفت که بر اساس تحقیق حاضر مقدار CK با شروع تمرینات بالا رفته و سپس افت کرده است که این امر منطقی به نظر می رسد و ناشی از سازگاری عضلات است، از طرفی مقدار تولید NO با پیشرفت تمرینات بیشتر شده است که این نیز با اصل فوق (سازگاری تمرین) قابل توجه است، اگرچه الگوی تغییرات CK و NO در طی تمرینات عیناً یکسان نیستند، ولی روند کلی آنها تشابه دارد. بنابراین باید اظهار داشت که اگر چه فشار ناشی از تمرین تغییرات می شود و این امر به عنوان شاخص فیزیولوژیک در ورزیدگی فوتبالیست ها محسوب می شود و ممکن است پیامدهای مثبت از نظر سلامتی قلب و عروق را

نیز ظاهر سازد.

منابع و مأخذ

- ۱- ابراهیم، خسرو. «اثر تخریبی رادیکال‌های آزاد در هنگام فعالیت‌های شدید و خسته کننده و...»، فصلنامه المپیک، شماره ۱۲، ۱۳۷۷.
- ۲- نیک فرجام، لاله. «بررسی ایمنی سلولی و تولید نیتریک اکساید متعاقب واکنش‌های واکنس سرخچه در موش»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته ایمنولوژی دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۷.
- 3- Armstrong RB. "Initial Events in exercise-Induced Muscular Injury". Med.And Sci .In Sports and Exercise, 1990;22(4) PP:429-435.
- 4- Arnett MG, Hyslop R, Denndhy CA. "Age, Related Variations of serum CK and CK-MB resp Females". Gan Appl. Physiol. 2000;25(6) PP: 419-29.
- 5- Ashwood B. Tietz Textbook of Clinical Chemistry 1995 Second Editio. Saunders CO.
- 6- Bredt DS; Endogenous No synthesis : "Biological Functions and Pathophy siology". Free Radic Res. 1999;31(6) PP : 577-96.
- 7- Durstine JI. et al. Effects of Short. "Duration and Long-Duration Exercise Lipoprotein". Med Sci Sports Exer. 2001; 33(9) PP: 1511-16.
- 8- Dyke CK, Proctor DN, Dietz NM, Joyner MJ."Role of NO in Exercise Hyperamia During Prolonged Rythmic Handgripping in Humans". JPhysiol . 1995; 488(1) PP: 259-265.
- 9- Ferlito S, "Physiological, Metabolic, Neuroendocrine and Pharmacological Regulation of NO in Humans". Minerva Cardio Angial.

2000;48(6). Abstract.

10- Fred S.Apple and Marc Rhodes. "Enzymatic Estimation of Skeletal Muscle Damage by Analysis of Changes in Serumcreatine Kinase". J Apple, Physiology. 1988;65(6) PP: 2598-2600.

11- Gold Farb AH. "Nutritional Anti Oxidants as Therapeutic and Preventive Modalities in Exercise - Induced Muscle Damage". Canadian JAppl Phsiol, 1999;24(3).

12- Jenkins R. "Exercise, Oxidative Stress and Antioxidant". International J of Sport Nutrition, 1993;3.

13- Niess AM. et al."Physical Exercise-induced Expression of inducible NOS and Heme Oxygenase- 1 in human Leukocytes, Antioxid Redox". Signal , 2000;21(1) PP: 113-126.

14- Maddali S. et al., "Post Exercise Increase in NO in Football Player with Muscle Cramp", The Am.J. of Sports MED., 1998, 26(6) PP: 860-823.

15- Martin FJ, "Method in Nitric Oxide research", 1996, J&W.

16- Poveda jj. et al. "Contribution of NO to exercise induced changes in Health Volunteers Effects of acute Exercise and Long Term Physical Training", EurJClin. Inves. 1997;27(11).

17- Marzing M."Improved Methods to Measure End Products to No in Biological Fluids". Nitrite, Nitrate. Nitric Oxide. 1997 ; 1(2) PP: 177-189.

18- Priscilla M.et al. "Muscle Function after exercise - induced Muscle damage and Rapid Adaptation". Med Sci. Sports Exerc. 1992; 24(5) PP: 512-520.

- 19- Peterson.L, Renstrom.P."Sports Injuries", Martin Dunitz LTD,1990, PP: 61-62.
- 20- Sheel AW. et al. "Influence of Inhaled NO Gas Exchange During Normoxic and Hypoxic Exercise in Highly Trained Cyclists", JAppl. Physiol, 2001;90(3) PP: 926-932.
- 21- Shen W.,Ahang X., Zhao G. "NO Production and Nos gene Expression Contribute to Vascular Regulation During Exercise". Med.Sci. Sports Exer., 1995 Aug, 27(8) PP: 1125-34.
- 22-Tiidus PM., "Estrogen and gender Effects on Muscle damage, Inflammation and Oxidative Stress", Can JAppl. Physiology, 2000;25(4).
- 23- Timothy D., Noakes, "Effect of Exercise on Serum Enzyme Activities in Humans". Sports Medicine. 1987;4, PP: 245-267.
- 24- Volfinger L. et al. "Kinetic Evaluation of Muscle damage During Exercise by Calculation of amount of Creatine Kinase Released". Am Jphysiol. 1994;266: R 434- R 441.
- 25- Yazdanpanab M, Ellis G, Makela 3. Nitrit and Nitrate Analysis : Clinical Biochemistry Prespective. Clin Biochem. 1998;31(4) PP: 195-220.
- 26- The Nitric Oxide Homepage in internet.