Archive of SID

پژوهش در علوم ورزشی
شمارهٔ اول - ص ص : ۹۴ - ۸۱

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

محمد دادکان - دکتر بهرام یغمایی - دکتر رضا قراخانلو - دکتر عباسعلی گائینی
مربی دانشگاه شهید بهشتی - استاد دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی -
استادیار دانشگاه تربیت‌مدرس - 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 تغییری 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 نمونهٔ خون گرفته شد، پس از پایان آخرین نمونه‌گیری، اندازه‌گیری NO به روش رنگ‌سنجی Griess و CK تام به روش آنزیمی انجام شد. مقایسهٔ نتایج تفاضل میانگین مراحل قبل و بعد از تمرین (قبل و بعد از ۳ مرحله از جلسات تمرین) برای NO به ترتیب ۶ ± ۳۷، ۳ ± ۴۳ و ۶ ± ۵۲ (P:۰/۰۰۱) و برای CK تام IU/L ۵۲ ± ۵۶۵، ۵۰ ± ۷۰۳ و ۷۶ ± ۶۰۲ (P: ۰/۰۰۱) به‌دست آمد. نتایج گویای این مطلب است که تغییرات CK-T تقریباً تا هفتهٔ 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 شده‌است. با توجه به نتایج به‌دست آمده، به‌نظر 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 وازودیلاتاسیون 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.

www.SID.ir

Archive of SID

واژه‌های کلیدی

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

مقدمه

امروزه ورزش و فعالیت بدنی، یکی از ابزارهای شناخته‌شده جهت ارتقای سطح سلامتی، آمادگی جسمانی و حفظ آن در طول مدت عمر تلقی می‌شود. بنابراین تلاش محققان علوم ورزشی ارائهٔ یافته‌های جدید بر مبنای تحقیقات انجام شده برای تأمین یکی از هدف‌های تربیت‌بدنی یعنی سلامتی و نشاط است، ازاین‌رو تحقیقات گسترده‌ای در زمینهٔ شناخت مکانیسم بروز آسیب‌ها، ارائهٔ 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 به‌منظور 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 عضلهٔ اسکلتی تولید می‌شود و در گشاد شدن عروق خونی به‌واسطهٔ 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 دوچرخه‌سواری انجام گرفته (۲۰ و ۸) و از میان ورزش‌های گروهی در بازیکنان فوتبال آمریکایی بررسی شده‌است (۱۴). این پژوهش نقطهٔ 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)، نیترات 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

www.SID.ir

Archive of SID

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

عوامل گرفتگی عضلانی به‌طور دقیق شناسایی نشده‌اند، اما هر عاملی که موجب اختلال و زیان در جریان گردش خون شود، باید مورد توجه قرار گیرد (خستگی، انباشتگی اسید لاکتیک در ماهیچه‌ها، گشادشدن رگ‌ها، سرما، عفونت و کشیدگی بیش از حد ماهیچه‌هایی که آمادگی لازم ندارند (۱۹).

رادیکال‌های آزاد، مولکول‌ها یا اجزای مولکولی هستند که در ساختمان شیمیایی آنها الکترون فرد وجود دارد. واژهٔ رادیکال‌های آزاد، به‌عنوان بخشی از مولکول که قادر به ادامهٔ فعالیت مستقل است، معنی شده‌است (۱ و ۱۵).

یافته‌های سه پژوهشگر آمریکایی در مورد خصوصیات NO منجر به دریافت جایزهٔ پزشکی نوبل در سال ۱۹۹۸ شد. این مطلب اهمیت توجه به NO را در دههٔ اخیر نشان می‌دهد. در ده سال اخیر محققان دریافتند که نیتریک اکساید محصول یک واکنش آنزیمی در پستانداران است و فقط در سال ۱۹۹۸ حدود ۱۵۰۰ مقالهٔ علمی به‌طور مشخص در مورد NO ارائه شده‌است (۲۶). این یافته‌ها از آثار متد ناباوری تا درمان بیماری‌های قلبی و شوک، دیابت، فشار خون، سرطان، مشکلات یادگیری و حافظه قابل توضیح هستند و شاید بتوان گفت وضعیت بیماری‌زایی 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 سلول‌های مختلف سنتز می‌شود. از جمله ماکروفاژها، کندروسیت‌ها و اندوتلیال نرون‌های عصبی. NO به‌عنوان یک مولکول پیامبر داخل و بین سلولی عمل می‌کند و با طیف وسیعی از روندهای فیزیولوژیکی و پاتوفیزیولوژیکی همراه است . در سیستم قلبی عروقی NO نقش مهمی در گشادشدن رگ‌ها، مهار تجمع پلاکتی و تنظیم انقباضات قلبی ایفا می‌کند. در سیستم عصبی، در کار حافظه نقش مهمی دارد. در سیستم ایمنی، در دفاع از میزبان در مقابل عفونت‌های باکتریایی، شوک سپتیک و آرتریت دخالت دارد (۱۵، ۸ و ۶). به‌نظر می‌رسد NO در

www.SID.ir

Archive of SID

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

بسیاری از محققان اظهار کرده‌اند که صدمات عضلانی به‌دنبال تمرینات غیرمعمول امکان دارد نتیجهٔ فشارهای اکسیداتیو ناشی از تمرین و همچنین تأثیر رادیکال‌های آزاد باشد که البته بیشتر این تحقیقات بر روی رادیکال‌های آزاد اکسیژن متمرکز شده‌اند (۱۱و ۱۲)، نیتریک اکساید به‌عنوان یک مولکول رادیکال آزاد تاکنون در این موضوع دخالت داده نشده‌است. کراتین کیناز CK در خون از جمله تغییراتی است که به‌دنبال 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 تودهٔ 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 عضلهٔ اسکلتی و قلبی دیده می‌شود و از نظر مقداری ایزوآنزیم غالب در سرم است و نوع CK-MB در عضلهٔ قلبی ۲۵ تا ۴۶ درصد کل CK و در عضلهٔ 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 به‌طور خاص تأثیرپذیری غلظت متابولیت‌های نیتریک اکساید در اثر فعالیت‌های فوتبال که تا امروز مورد مطالعه قرار نگرفته، بررسی شود، همچنین آنزیم کراتین کیناز که به‌طور گسترده به‌عنوان معیار صدمات عضلانی اندازه‌گیری می‌شود، مورد توجه قرار گرفته است. بدین ترتیب با بررسی تغییرات غلظت متابولیت‌های NO

www.SID.ir

Archive of SID

و CK می‌توان به رابطهٔ NO با صدمهٔ عضلانی پی‌برد.

روش تحقیق

این تحقیق با توجه به ماهیت اهداف مورد نظر از نوع نیمه‌تجربی (Quasi Experimental) است. گروه مورد مطالعه را یک تیم ۱۵ نفرهٔ فوتبال تشکیل می‌دهند. این بازیکنان در تمرینات مقدماتی و بر اساس قابلیت‌های فردی در امر فوتبال و سلامتی جسمی گزینش شده‌اند.

این تیم در یک اردوی هشت هفته‌ای زیر نظر پژوهشگر و همکاران، تحت تمرینات برنامه‌ریزی شده رایج قرار گرفتند. به‌منظور حذف آثار تمرینات مقدماتی و نیز به‌دست 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 محدودیت‌های قابل کنترل این تحقیق انتخاب جامعهٔ مورد مطالعه از میان پسران دانشگاه به تعداد ۱۵ نفر با محدودهٔ سنی ۲/۵ ± ۲۱ سال است. که می‌توان گفت در طول هشت هفته تمرین و یک هفته قبل از آن از رژیم غذایی یکسانی برخوردار بودند. این مطلب برای اندازه‌گیری متابولیت‌های NO در بدن حائز اهمیت است، زیرا مقادیر آن تحت تأثیر رژیم غذایی قرار می‌گیرد (۲۵).

از جمله محدودیت‌های غیرقابل کنترل، عدم کنترل دقیق برنامهٔ روزانه (استراحت و فعالیت) جامعهٔ مورد مطالعه است.

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

۱ـ بعد از پایان هفتهٔ استراحت (a)

۲ـ قبل از شروع جلسهٔ هشتم (b1)

۳ـ بعد از پایان جلسهٔ هشتم (پایان هفتهٔ دوم) (b2)

۴ـ قبل از شروع جلسهٔ پانزدهم (c1)

۵ـ بعد از پایان جلسهٔ پانزدهم (پایان هفتهٔ پنجم) (c2)

www.SID.ir

Archive of SID

۶ـ قبل از شروع جلسهٔ بیست و چهارم (d1)

۷ـ بعد از پایان جلسهٔ بیست و چهارم (پایان هفتهٔ هشتم) (d2)

خونگیری از ورید کوبیتال انجام شد. سرم نمونه‌های گرفته شده حداکثر دو ساعت پس از خونگیری جدا و در دمای ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند. نمونهٔ 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 نیتریت) به روش رنگ‌سنجی گریس و به کمک احیای آنزیمی (آنزیم نیترات ردوکتاز تهیه شده از شرکت ICN) سنجش شد. در این روش محدودهٔ عملکرد خطی واکنش تا ۱۰۰ μM است (۱۷)، ازاین‌رو کلیهٔ 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

مقایسهٔ میانگین‌ها و انحراف از استاندارد به‌دست آمده، به ۳ شکل صورت گرفته است که عبارتند از :

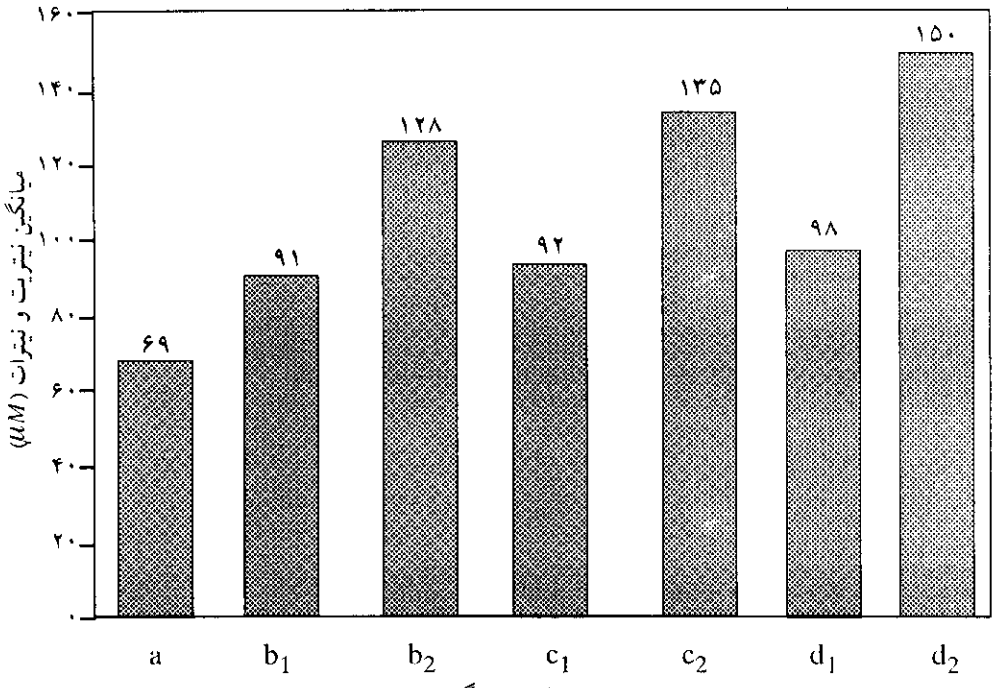
۱ـ مقایسهٔ میانگین‌های نتایج قبل و پس از تمرینات برای NO (نمودار ۱) و کراتین کیناز تام (نمودار ۲).

۲ـ مقایسهٔ نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌ها به‌طور کلی، یعنی میانگین ۳ مرحله قبل و ۳ مرحله پس از تمرینات برای شاخص‌های نیتریک اکساید (نمودار ۳) و کراتین کیناز تام (نمودار ۴).

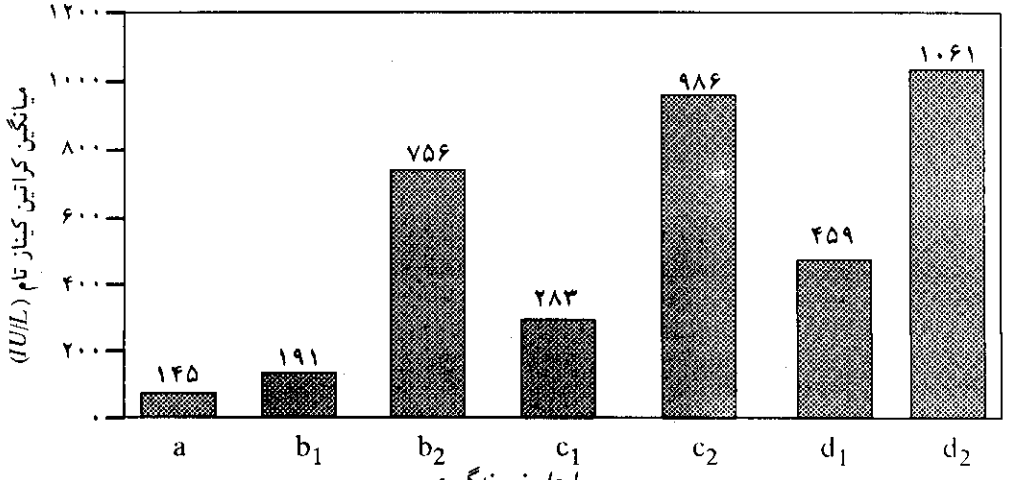
۳ـ مقایسهٔ تفاضل میانگین‌های قبل و پس مراحل b,c,d برای NO (نمودار ۵) و کراتین کیناز تام (نمودار ۶).

www.SID.ir

Archive of SID



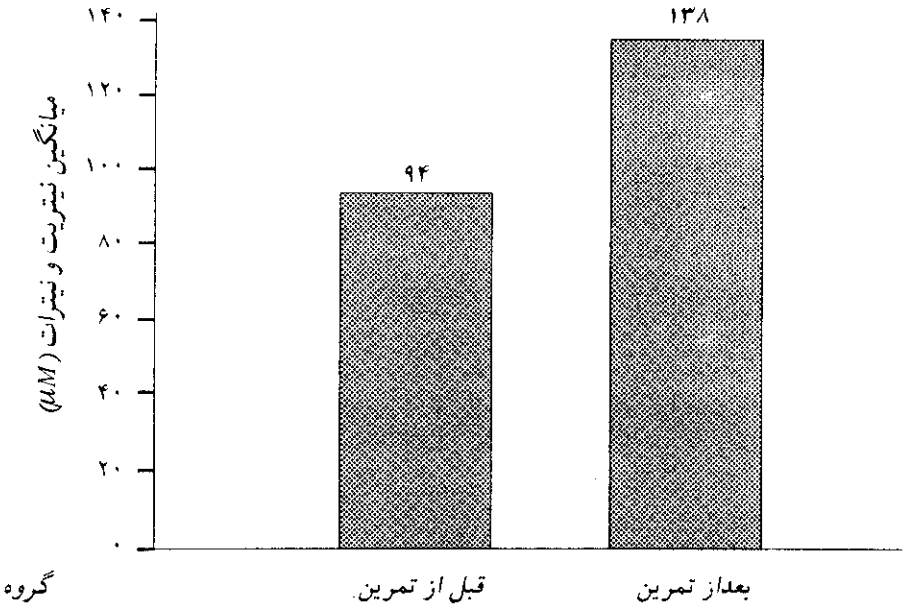
نمودار ۱ـ مقایسهٔ میانگین نتایج نیترات در ۷ مرحله نمونه‌گیری از آزمودنی‌های حاضر در اردوی فوتبال



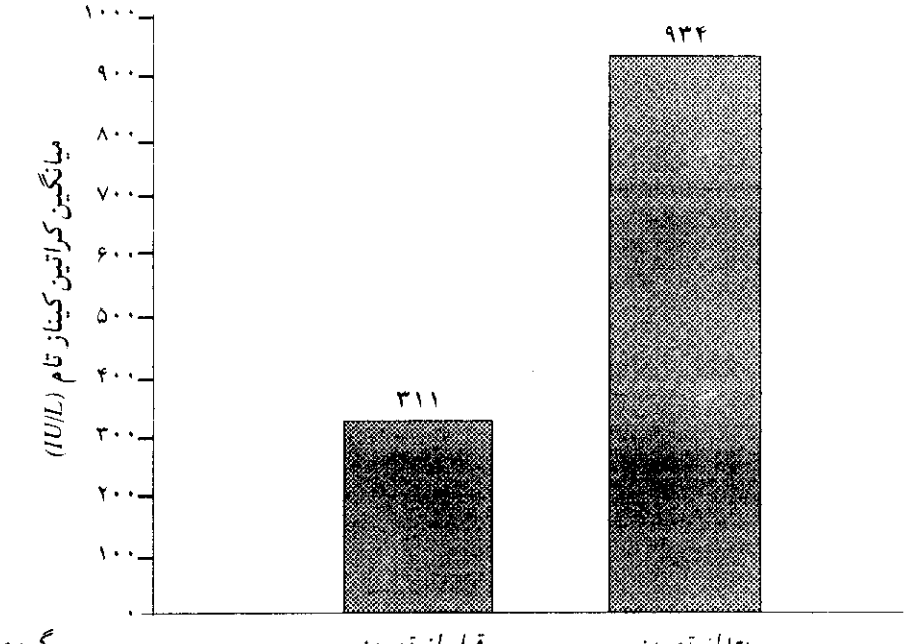
نمودار ۲ـ مقایسهٔ میانگین نتایج کراتین کیناز تام در ۷ مرحله نمونه‌گیری از آزمودنی‌های حاضر در اردوی فوتبال

www.SID.ir

Archive of SID



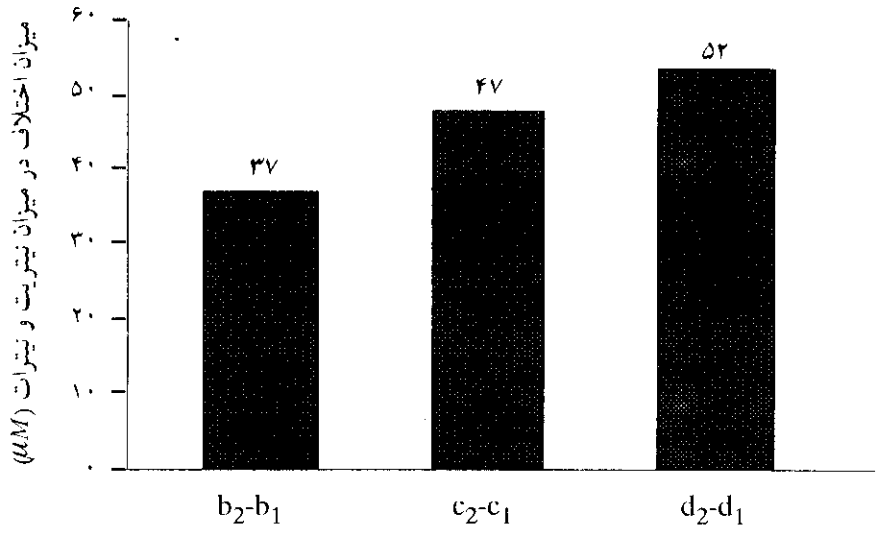
نمودار ۳ـ میانگین نیتریت و نیترات قبل از شروع و پس از پایان تمرینات اردوی فوتبال



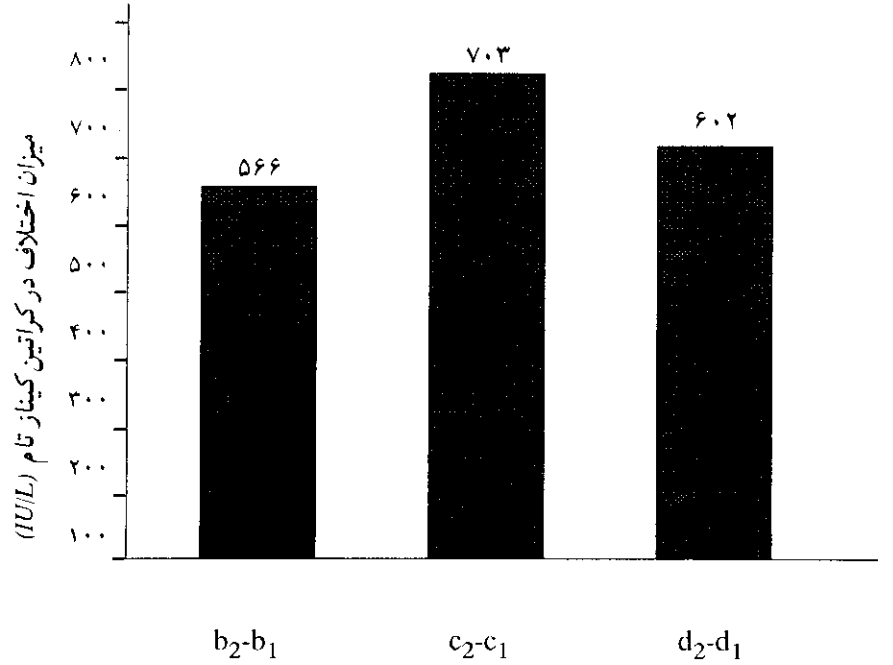
نمودار ۴ـ نمایش میانگین CK-T قبل از شروع و پس از پایان تمرینات اردوی فوتبال

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۵ـ مقایسهٔ تفاضل میانگین‌های نیتریت و نیترات قبل و بعد از مراحل d,c,b بر آزمودنی‌های تیم فوتبال



نمودار ۶ـ مقایسهٔ تفاضل میانگین‌های کراتین کیناز تام قبل و بعد از مراحل d,c,b بر آزمودنی‌های تیم فوتبال

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های تحقیق حاضر بیانگر افزایش NO همراه با استمرار تمرینات است. مقایسهٔ نتایج قبل از شروع تمرینات، نشان‌دهندهٔ معنی‌دار بودن اختلاف بین مرحلهٔ اول نمونه‌گیری (a) با سایر مراحل قبل از شروع (d,c,b) است. بدین ترتیب می‌توان گفت حرکات ورزشی افزایش NO را به‌دنبال دارد، ولی شدت فعالیت تأثیری بر میزان افزایش NO ندارد.

مقایسهٔ نتایج بعد از شروع تمرینات بین مرحلهٔ هفتم نمونه‌گیری (d) با مراحل سوم (b) و پنجم (C) اختلاف معنی‌داری 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 شده‌است.

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

مقایسهٔ تفاضل میانگین‌های قبل و بعد از جلسات تمرین، تأثیر تداوم در اجرای حرکات ورزشی را نشان می‌دهد، به‌طوری‌که انجام حرکات ورزشی سبب افزایش مقدار NO شده‌است 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 مطالعهٔ انجام شده بر روی بازیکن فوتبال (آمریکایی) نشان‌دهندهٔ نزدیک به ۳۰۰٪ 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 به‌دلیل 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 مرحلهٔ اول نمونه‌گیری و مرحلهٔ دوم، علی‌رغم اختلاف مقداری، اختلاف آماری معنی‌داری وجود ندارد. در مورد فعالیت‌های ورزشی آزمودنی‌ها، می‌توان به این مطلب اشاره

www.SID.ir

Archive of SID

کرد که فاصلهٔ زمانی ۷۲ ساعت بین مرحلهٔ اول نمونه‌گیری و مرحلهٔ دوم، دلیل عدم اختلاف معنی‌دار برای فعالیت CK شده‌است.

به‌نظر می‌رسد مقدار حجم عضلانی که در هر ورزش مورد استفاده قرار می‌گیرد و نیز مدت زمانی که فعالیت‌های ورزشی انجام می‌شود، در میان رشته‌های مختلف متفاوت است، ازاین‌رو باید به درگیر شدن مکانیسم‌های مختلفی بسته به شدت تمرینات توجه شود که این مکانیسم‌ها ممکن است در تغییرات فعالیت CK نقش داشته‌باشند. با این توضیح مقادیر به‌دست آمده برای مرحلهٔ بعد از تمرین هم بیانگر مداومت در اجرای تمرینات برنامه‌ریزی شده است. در اینجا هم اختلاف آماری معنی‌داری بین مراحل پنجم و هفتم نمونه‌گیری دیده نمی‌شود. کاهش شدت تمرینات از اواسط دوره دلیلی برای عدم افزایش صعودی برای مقادیر به‌دست آمده برای مرحلهٔ هفتم نمونه‌گیری است.

مقایسهٔ تفاضل میانگین‌های قبل و بعد از جلسات تمرین، تأثیر شدت حرکات به‌طور مشخص نشان می‌دهد. بین جلسات هشتم و پانزدهم اختلاف معنی‌داری وجود دارد که حاکی از استمرار حرکات و تشدید فشار فعالیت است. مقایسهٔ جلسات پانزدهم و بیست و چهارم اگر چه اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد، ولی بیانگر کاهش شدت فعالیت از جلسهٔ پانزدهم به بعد است که در جلسه بیست و چهارم این کاهش به‌صورت اختلاف معنی‌دار نشان داده شده‌است.

در خصوص بررسی تغییر CK و NO باید گفت که بر اساس تحقیق حاضر مقدار CK با شروع تمرینات بالا رفته و سپس افت کرده‌است که این امر منطقی به‌نظر می‌رسد و ناشی از سازگاری عضلات است، از طرفی مقدار تولید NO با پیشرفت تمرینات بیشتر شده‌است که این نیز با اصل فوق (سازگاری تمرین) قابل توجیه 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 می‌شود و این امر به‌عنوان شاخص فیزیولوژیک در ورزیدگی فوتبالیست‌ها محسوب می‌شود و ممکن است پیامدهای مثبت از نظر سلامتی قلب و عروق را

www.SID.ir

Archive of SID

نیز ظاهر سازد.

منابع و مآخذ

۱ـ ابراهیم، خسرو. «اثر تخریبی رادیکال‌های آزاد در هنگام فعالیت‌های شدید و خسته کننده و ...»، فصلنامهٔ المپیک، شمارهٔ ۱۲، ۱۳۷۷.

۲ـ نیک فرجام، لاله. «بررسی ایمنی سلولی و تولید نیتریک اکساید متعاقب واکسیناسیون واکسن سرخجه در موش»، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد رشتهٔ ایمنولوژی دانشکدهٔ علوم پزشکی دانشگاه تربیت‌مدرس، 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.

www.SID.ir

Archive of SID

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.

www.SID.ir

Archive of SID

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.

www.SID.ir