Sport and Biomotor Sciences
ورزش و علوم زیست حرکتی

تغییرات نسبت لاکتات به پیروات و توان بی هوازی پس از یک دوره تمرین تناوبی در بازیکنان فوتبال

نیما قره داغی*[1]، محمدرضا کردی[2]، عباسعلی گائینی[3]

۱- دکترای فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تهران

۲- دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تهران

۳- استاد گروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تهران

* نشانی نویسنده مسئول: تهران، میدان انقلاب، خیابان کارگر شمالی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزش دانشگاه تهران، گروه فیزیولوژی ورزشی
Email: N_Gharahdaghi@ut.ac.ir

وصول: ۹۳/۰۸/۱۲ اصلاح: ۹۳/۱۰/۰۷ پذیرش: ۹۳/۱۲/۱۲

چکیده

هدف: هدف از پژوهش حاضر، بررسی تاثیر چهار هفته تمرین تناوبی هوازی شدید (هاف) بر تغییرات نسبت لاکتات به پیروات و توان بی‌هوازی بازیکنان فوتبال بود.

روش‌شناسی: ۱۸ بازیکن فوتبال شاغل در لیگ آزادگان ایران با میانگین سنی ۲/۲۴±۲۱/۸۸ سال، قد ۵/۳۳±۱۷۴/۲۲سانتی‌متر، وزن ۵/۷±۶۷/۷۷کیلوگرم، در دو گروه تمرین (n=۱۲) و کنترل (n=٦) برای شرکت در این پژوهش، داوطلب و به صورت تصادفی تقسیم شدند. برنامه چهار هفته‌ای تمرین متناوب هوازی شدید شامل چهار دوره حرکت با توپ در مسیر طراحی‌شده مخصوصی سه جلسه در هفته انجام شد. داده‌ها با استفاده از آزمون اندازه‌گیری‌های مکرر و آزمون تعقیبی LSD و t مستقل تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد پس از چهار هفته تمرین حداکثر، حداقل توان بی‌هوازی و همچنین شاخص خستگی بازیکنان تغییر معنی‌داری نکردند و فقط میانگین توان بی‌هوازی افزایش معنی‌داری داشت. این دوره تمرینی تاثیر معنی‌داری بر نسبت لاکتات به پیروات بازیکنان نداشت.

بحث و نتیجه‌گیری: به طور کلی می‌توان اظهار داشت، احتمالا چهار هفته تمرین متناوب هوازی شدید (هاف) بر متابولیسم هوازی بازیکنان تاثیر کم ولی بر میانگین توان بی‌هوازی بازیکنان فوتبال تاثیر قابل توجهی داشت.

واژه‌های کلیدی: *تمرین متناوب هوازی شدید، توان بی‌هوازی، نسبت لاکتات به پیروات، هاف، بازیکنان فوتبال.*

مقدمه

ورزش فوتبال به نیازهای فیزیولوژیکی گوناگونی وابسته است. در فوتبال، تعادل بین این اجزای آمادگی به سطح عملکرد یا اجرای بازیکن فوتبال و روش بازی تیم بستگی دارد. بازیکنان فوتبال نیازهای متفاوت و متعددی دارند، از جمله نیاز به ظرفت هوازی در تحمل فعالیت ورزشی به مدت ۹۰ دقیقه، توانایی افزایش شتاب سریع در مسافتی کوتاه، و کاهش شتاب و یا تغییر جهت ناگهانی. علاوه بر این، باید به طور مکرر توان بی‌هوازی بالایی در پریدن، تکل‌زدن و شوت‌زدن تولید کنند(۱). همچنین با توجه به ماهیت ورزش فوتبال، این رشته به عنوان یک ورزش گروهی شدید و تناوبی طبقه‌بندی شده است (۳،۲) و اکثر بازیکنان طی یک مسابقه فوتبال (۹۰ دقیقه) معمولا مسافتی بین ۱۲-۱۰ کیلومتر را در یک شدت نزدیک به آستانه بی‌هوازی (۹۰-۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب و یا ۸۰-۷۰درصد حداکثر اکسیژن مصرفی) می‌دوند (٤،۲). بر همین اساس، تخمین زده شده است متابولیسم هوازی، ۹۰ درصد از هزینه انرژی یک بازیکن را طی مسابقه فوتبال تامین

می‌کند(۲). بیشتر فعالیت بازیکنان طی ۹۰ دقیقه، از نوع کم‌شدت و هوازی و درصد کمتری از فعالیت‌های آنان شدید و بی‌هوازی است، ولی این درصدهای کم، تعیین‌کننده نتیجه مسابقه و تفاوت یک بازیکن طراز اول از سایر بازیکنان است(۵). بنابراین در کنار توان هوازی، توان بی‌هوازی نیز در عملکرد بازیکنان فوتبال تاثیرگذار است. از این رو در برنامه‌ریزی‌های تمرینی فوتبال، سعی در پوشش این دو عامل شده است. بر همین اساس نشان داده شده است تمرینات شدید احتمالا می‌توانند موجب افزایش توان هوازی و بی‌هوازی بازیکنان فوتبال شود (٦). از طرف دیگر بروز خستگی هنگام اجرای فعالیت ورزشی، یکی از موانع مهم اجرای مطلوب فعالیت ورزشی به شمار می‌رود. البته با توجه به نوع فعالیت ورزشی یک یا تعدادی از این عامل‌ها در ایجاد خستگی نقش بارزتری دارند (۷). در این میان نباید از میزان لاکتات و پیروات موجود در خون که ادامه فعالیت فرد را ممکن می‌سازند به سادگی گذشت. همچنین از آنجایی که لاکتات خون می‌تواند یک سوبسترای تولید انرژی برای قلب در حال فعالیت باشد و لاکتات طی ورزش یک منبع گلیکونئوژنز به حساب می‌آید و از طرف دیگر پیروات هم به عنوان یک ماده تولید انرژی در بدن مطرح است، لذا نسبت این دو ماده می تواند در میزان کارآمدی سیستم هوازی بازیکنان فوتبال موثر باشد (۸). از طرف دیگر کاهش تجمع لاکتات (عامل ایجاد خستگی فیزیولوژیکی) تاثیرات مثبت بسیاری برای سلول‌های بدن ورزشکاران دارد، که می‌تواند موجب افزایش حداکثر عملکرد ورزشکاران شود.

یک پروتکل استقامتی موجب سازگاری‌های زیادی در متابولیسم هوازی (به وسیله آنزیم‌های اکسیداتیو) و عملکرد استقامتی می‌شود، در حالی‌که تمرین دوهای سرعتی غلظت سوبستراهای انرژی و فعالیت آنزیم‌های مربوط به متابولیسم بی‌هوازی را افزایش می‌دهد (۹). اما هدف از بیشتر تمرینات ورزشی که بازیکنان فوتبال انجام می‌دهند، افزایش آمادگی هوازی و بی‌هوازی می‌باشد. با وجود تمرینات شدید و سازگاری‌هایی که ایجاد می‌کنند، گزارش شده که دوره‌های مبتنی بر تمرینات تداومی استقامتی نیز می‌توانند موجب تغییرات همودینامیک و سوخت و سازی شوند، ولی عملکرد استقامتی یا VO_{2max} را نمی‌توانند چندان تغییر دهند و همچنین تغییرات شگرفی هم در آنزیم‌ها موجب نمی‌شوند (۹). اغلب ورزشکاران به یک برنامه تمرینی احتیاج دارند که در کوتاه‌ترین زمان بتواند آمادگی آنها را هر چه بیشتر افزایش دهد. این موضوع زمانی اهمیت پیدا می‌کند که نیاز است بعد از دوره‌های بی‌تمرینی ناشی از آسیب، بیماری یا مشکلات شخصی و یا حتی زمانی که نیاز هست تغییرات ناگهانی در تمرینات به وجود آید، برنامه تمرینی برای افزایش آمادگی ورزشکاران طراحی شود. در این میان هر ورزشی نیازمند تمرین اختصاصی خود است (۹). از میان تمریناتی که برای بازیکنان فوتبال طراحی می شود، دویدن صرف یک فعالیت محبوبی در بین بازیکنان به حساب نمی‌آید و از طرف دیگر بازی‌کردن فوتبال هم به تنهایی نمی‌تواند شدت تمرین کافی برای بازیکنان را فراهم کند (٤). در همین راستا در پژوهش‌هایی که تمرینات متناوب شدید به همراه توپ مورد بررسی قرار گرفته‌اند، نتایج نشان داده‌اند این نوع تمرینات موجب افزایش VO_{2max}، پرش عمودی و عملکرد بازیکنان فوتبال می‌شود (٤،۲). همچنین، روش‌های تمرینی هوازی شدید به صورت تناوبی، بدون تاثیر منفی بر قدرت، توانایی پریدن و دوی سرعت موجب افزایش معنی‌دار VO_{2max} می‌شود(۲). تأثیر این نوع تمرینات در سال‌های اخیر مورد آزمون قرار گرفته است (۱۲،۱۱،۱۰،۲) و در سه مطالعه‌ای که بازیکنان فوتبال تمرین دریبلینگ ویژه فوتبال یا بازی در زمین کوچک به مدت هشت تا ده هفته و هفته ای دو جلسه انجام دادند، بهبود معنی‌دار در VO_{2max} و اقتصاد دویدن آزمودنی‌ها رخ داد (۱۲،۱۱،۲).

ولی محدودیت‌هایی در این تحقیقات بیان شده است. در یکی از پژوهش‌ها، تنها شش آزمودنی داوطلب به کار گرفته شدند و بر طبق گفته محقق مربوطه، این نتایج را نمی‌توان به سادگی به تمامی بازیکنان تعمیم داد و از طرف دیگر گروه کنترل نیز در اکثر این پژوهش‌ها وجود نداشت. در پژوهش دیگر نیز آزمودنی‌ها همگی جوان بودند و به دلیل شرایط خاص بلوغ و دوران رشد، نتایج آن را نیز باید با احتیاط تفسیر کرد (۱۲،۱۱،٤،۲). از طرف دیگر بر اساس اطلاعات موجود تنها یک پژوهش بطور همزمان هم از روش تمرینی هاف و هم از گروه کنترل استفاده کرده است که مدت این مطالعه هم ده هفته بود (۲). بنابراین با توجه به اهمیت آمادگی هوازی و

بی‌هوازی در موفقیت بازیکنان فوتبال تمریناتی باید لحاظ شوند که در زمان کم، بیشترین تاثیر را بر این دو شاخص آمادگی بگذارند. به همین دلیل هدف از پژوهش حاضر، بررسی تاثیر چهار هفته تمرین هوازی شدید ویژه با توپ (هاف) بر شاخص‌های توان بی‌هوازی و شاخص آمادگی هوازی (نسبت لاکتات به پیروات) بازیکنان فوتبال بود.

روش‌شناسی

روش این پژوهش نیمه تجربی با دو گروه تجربی و کنترل است که تاثیر متغیر مستقل (اجرای تمرین هوازی شدید ویژه فوتبال) بر متغیرهای وابسته (حداکثر، حداقل و میانگین توان بی‌هوازی، شاخص خستگی، نسبت لاکتات به پیروات) را مورد بررسی قرار داد.

آزمودنی‌ها

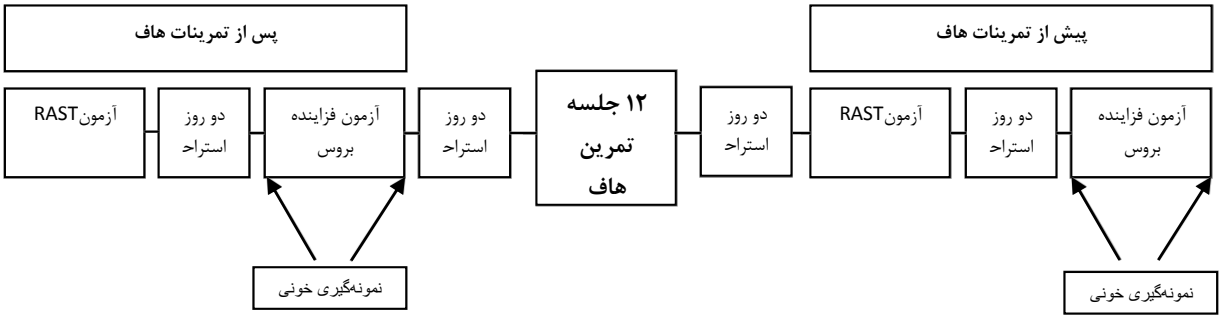
جامعه آماری این پژوهش را بازیکنان فوتبال تشکیل دادند. تعداد نمونه نیز ۱۸ بازیکن فوتبال شاغل در لیگ آزادگان بودند با میانگین سنی ۲/۲٤±۲۱/۸۸ سال، قد ۵/۳۳±۱۷٤/۲۲سانتی‌متر و وزن ۵/۷±٦۷/۷۷کیلوگرم که برای شرکت در این پژوهش به صورت در دسترس انتخاب شدند (جدول۱). تمام آزمودنی‌ها بازیکنانی بودند که حداقل چهار سال در مسابقات رسمی، سابقه بازی داشتند. بعد از انتخاب آزمودنی‌ها از آنها رضایت‌نامه شرکت در این پژوهش گرفته شد و پس از آن، مراحل پژوهش برای آنها توضیح داده شد. پس از آن آزمودنی‌ها به صورت تصادفی، به دو گروه تجربی (۱۲ نفر) و کنترل (٦ نفر) تقسیم شدند. گروه‌ها به این دلیل این گونه انتخاب شدند که بنابر هماهنگی با سرمربی تیمی که آزمودنی‌ها از آن تیم انتخاب شدند، تصمیم بر آن شد که از بین کل بازیکنان تیم (به غیر از دروازه‌بانان) که ۱۸ نفر بودند، گروهی که تمرینات ویژه فوتبال را انجام می‌دادند تعدادشان بیشتر از گروه کنترل باشد تا انگیزه‌های تیم در تمرینات حفظ شده و تعداد کمتری از بازیکنان تمریناتی که به ظاهر می‌تواند برایشان سودمند باشد را انجام ندهند. گذشته از این محدودیت در پژوهش ما، بیشتر بودن تعداد آزمودنی‌ها در گروه تمرینی موجب قوی‌تر بودن نتایج آماری نیز می‌شود. به دلیل اینکه تمام آزمودنی‌ها از یک تیم انتخاب شدند شرایط تمرین‌های عمومی آنها به یک شکل بود و این پژوهش همزمان با روزهای قبل از شروع فصل مسابقات انجام شد. محدودیت‌هایی که پژوهش‌گران این مطالعه با آن مواجه بودند شامل نداشتن کنترل دقیق بر وضعیت تغذیه ای بازیکنان، شرایط روحی و روانی و همچنین استراحت و خواب کافی در روزهای انجام آزمون‌ها بود.

قبل از شروع پروتکل تمرینی، ابتدا در صبح روز اول از بازیکنان، آزمون‌های آزمایشگاهی(خون‌گیری و بروس) در آزمایشگاه فیزیولوژی دانشگاه تهران در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۳۲ درصد، به عمل آمد و پس از دو روز استراحت، آزمون‌های میدانی (RAST) در محل تمرینات تیم گرفته شد (شکل۱).

جدول ۱. مشخصات ترکیب بدن و آنتروپومتریکی گروه تمرین و کنترل

گروه	سن(سال)	قد(سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدنی	درصد چربی
تمرین	۲۲/۱۶±۲/۳۶	۱۷٤/۱۶±۵/۶۳	۶۷/۲±۶/۶۶	۲۲/۲±۱/۷۵	۱۲/۲٤±۳/۹۱
کنترل	۲۱/۳۳ ±۲/۰۶	۱۷٤/۳۳±۵/۱۶	۶۸/۹۳±۳/۲۶	۲۲/۵٤±۱/۶۸	۱۲/۶۸±۱/۷۶

در رابطه با پیروات، دو سی‌سی خون از شریان بازویی گرفته شد و پس از انجام عملیات سانتریفیوژ، بلافاصله برای تجزیه و تحلیل به آزمایشگاه فرستاده شد. به منظور تهیه لاکتات هم، نمونه‌های خونی حاصل از شریان بازویی در مدت ده دقیقه سانتریفیوژ شد تا سرم آن بدست آید و بعد از آن، سرم بدست آمده به آزمایشگاه فرستاده شد تا تجزیه و تحلیل انجام شود. مراحل خون‌گیری همانطور که در شکل یک نشان داده شده است در چهار مرحله انجام شد. مراحل به این ترتیب بود که متغیرهای استراحتی و واماندگی نسبت لاکتات به پیروات در زمان‌های قبل و بعد از تمرینات هاف گرفته شد. بدین ترتیب با توجه به تغییر پذیر بودن نسبت لاکتات به پیروات در هنگام واماندگی نسبت به زمان استراحت می‌توان اثر سازگاری بر پاسخ را سنجید.



شکل۱. شمای کلی زمان‌بندی اجرای پژوهش در مراحل پیش و پس‌آزمون به همراه پروتکل تمرینی به مدت

آزمون بروس: آزمون در شرایطی برگزار شد که دمای اتاق ۲۲/۵ درجه سانتی گراد و رطوبت ۲٤درصد بود. ابتدا از آزمودنی‌ها خون‌گیری به عمل آمد و سپس هر کدام از آزمودنی‌ها قبل از رفتن روی نوارگردان به مدت ده دقیقه با شدت ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب پیش‌بینی شده گرم کردند (۱۳). پس از آن روی نوارگردان رفته و تحت آزمون بروس دویده تا به واماندگی برسند و پس از آن بلافاصله دوباره خون‌گیری به عمل آمد.

آزمون دوی سرعت بی‌هوازی بر پایه دویدن (RAST): این آزمون شامل شش دوی سرعت ۳۵ متری است که بین هر ۳۵ متر دویدن ۱۰ ثانیه استراحت وجود دارد. هر دوی سرعت با تمام تلاش انجام می‌شود. و به منظور تحریک کلامی، پس از طی هر دوی ۳۵ متری، هر بازیکن از رکورد خود آگاه می‌شد. با توجه به بهترین زمان ثبت شده و بالاترین زمان ثبت شده طی هر دوی ۳۵ متری و همچنین مجموع زمان‌هایی که این ٦ دوره ۳۵ متری طی شده به عنوان حداکثر توان بی-هوازی، حداقل توان بی‌هوازی، میانگین توانی بی‌هوازی و شاخص خستگی مد نظر قرار گرفت (۱٤،۱۵). از آزمودنی‌ها خواسته شد که هر تکرار را با حداکثر توان خود اجرا کنند و از تقسیم انرژی خود طی شش دوره ۳۵ متری خودداری کنند. برای افزایش تحریک آزمودنی‌ها رکورد هر تکرار به آنها گفته شد (۱۵).

شاخص‌های آزمون رست شامل توان، حداکثر توان، حداقل توان، میانگین توان و شاخص خستگی با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

^{۳}(زمان)/ (^{۲}(مسافت) × وزن بدن)= توان

حداکثر توان بین شش تکرار = حداکثر توان

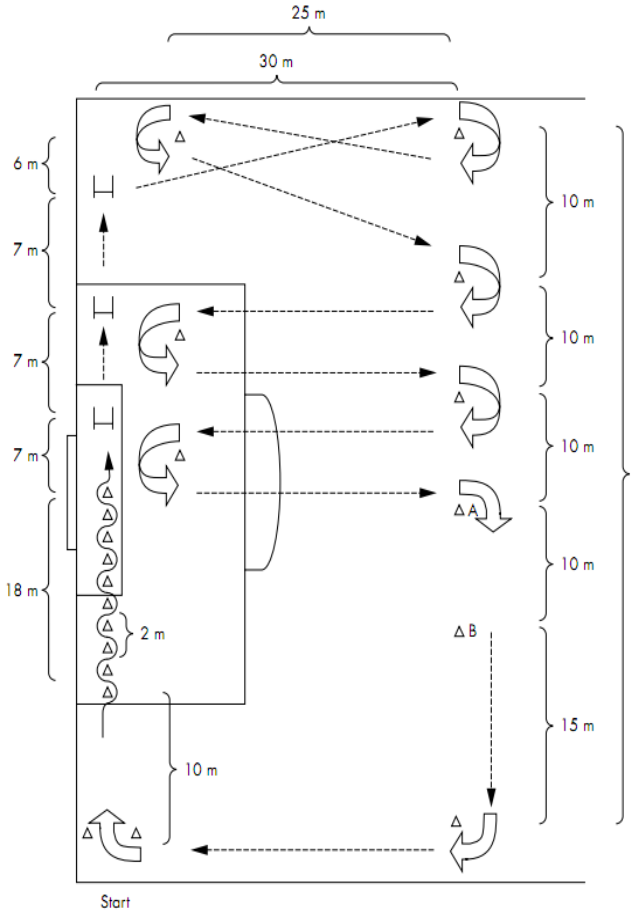
حداقل توان بین شش تکرار = حداقل توان

مجموع توان شش تکرار تقسیم بر شش= توان متوسط

(مجموع زمان برای شش مرحله دویدن)/(توان حداقل- توان بیشینه)= شاخص خستگی

روش تمرینی هاف

برنامه چهار هفته‌ای تمرین متناوب هوازی سه جلسه در هفته، شامل چهار دوره حرکت با توپ بود که در مسیر ویژه طراحی-شده انجام شد (شکل۲). مخروط‌های مورد استفاده به منظور طراحی مسیر تمرین ۰/۳ متر ارتفاع و ۰/۱۵ مترعرض داشت. شدت تمرین برابر با ۹۵-۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب هر بازیکن بود که قبلا بر روی تریدمیل و به وسیله آزمون بروس اندازه‌گیری شده بود. روش اجرای تمرین نیز به این شکل بود که بازیکنان ۱۰ مخروط اول را به شکل مارپیچ دریبل کرده و با توپ از مانع‌هایی به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر می‌پریدند. پس از آن مخروط‌های بعدی را به صورت مارپیچ طی کرده و از نقطه A تا B در حالی که توپ را کنترل می‌کردند رو به عقب حرکت می‌کردند و سپس بر می‌گشتند و به طرف نقطه شروع حرکت می‌کردند. دوره‌های کاری فعالیت شامل چهار دوره چهار دقیقه‌ای بود که با سه دقیقه استراحت فعال با ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب جدا شد. میزان ضربان قلب بازیکنان نیز به وسیله ضربان سنج (بیورر مدل PM45، آلمان) اندازه گیری شد. این تمرین متناوب هوازی شدید سه مرتبه طی هفته و در پایان جلسات تمرینی تیم فوتبال و در یک زمان یکسان انجام شد. چهار هفته مداخله تمرینی همزمان بود با سه هفته تمرین در زمان پیش فصل و یک هفته آخر نیز با هفته اول مسابقات باشگاهی همزمان بود (۱٦). همزمان با این تمرینات گروه کنترل به تمرینات معمول پاس‌کاری با توپ و سانتر از جناحین



شکل۲. در تمرین هاف هر بازیکن باید توپ را در مسیرهایی که مشخص شده است حمل کند. عرض محوطه تمرین ۳۵ متر و طول آن ۵۵ متر می‌باشد. بازیکن فاصله بین مخروط A تا B را باید رو به عقب حرکت کند.

زمین می‌پرداختند. قبل از شروع تمرینات هاف هر دو گروه (تمرین و کنترل) به دلیل اینکه عضو یک تیم بودند شرایط تمرینیشان یکسان بود ولی تمریناتشان صرفا مرور تاکتیک‌های دفاعی و تهاجمی بود و تمرینات پر فشار را انجام نمی‌دادند. مدات زمان تمرینات معمول در هر جلسه ۷۵ دقیقه بود که با اضافه شدن تمرینات هاف و تمرینات کم فشار گروه کنترل مدت کل هر جلسه تمرین به ۱۰۵ دقیقه رسید.

با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS.18 و نتایج آزمون‌های کولموگروف اسمیرنوف و لون که نشان داد توزیع داده‌ها طبیعی و تجانس واریانس وجود داشته است، برای تعیین تفاوت میانگین‌های نسبت لاکتات به پیرووات، با توجه به اندازه‌گیری آنها قبل و بعد از واماندگی در زمان‌های پیش و پس‌آزمون، از تحلیل واریانس یک طرفه با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی LSD و همچنین برای سنجش تفاوت بین میانگین‌های گروه کنترل و تمرینی در شاخص‌های حداکثر، حداقل و میانگین توان بی‌هوازی، شاخص خستگی، با توجه به تجانس واریانس‌ها از آزمون t مستقل استفاده شد. تمامی تحلیل‌ها در سطح $P\leq0.05$ انجام شد.

یافته‌ها

اطلاعات جدول مربوط به حداکثر، حداقل، میانگین توان بی-هوازی و شاخص خستگی نشان می‌دهد ارزش عددی P در سه متغیر حداکثر توان، حداقل توان بی‌هوازی و همچنین در شاخص خستگی بزرگتر از ۰/۰۵ می‌باشد، بنابراین تفاوت بین میانگین‌های پس‌آزمون بین دو گروه تمرینی و کنترل در این شاخص‌ها معنی‌دار نیست، یعنی چهار هفته تمرین متناوب شدید (هاف) بر حداکثر توان، حداقل توان بی‌هوازی و شاخص خستگی بازیکنان فوتبال مرد باشگاهی تاثیر نداشت، اما در رابطه با متغیر میانگین توان بی‌هوازی عدد P کوچکتر از ۰/۰۵ می‌باشد و تفاوت بین میانگین‌های پس‌آزمون بین دو گروه تمرینی و کنترل در شاخص میانگین توان، معنی‌دار است، یعنی چهار هفته تمرین متناوب شدید (هاف) بر میانگین توان بی‌هوازی بازیکنان فوتبال مرد باشگاهی تاثیر گذاشت.

جدول۱.میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای مربوط به گروه تمرین و کنترل و میزان معنی‌داری تفاوت بین میانگین‌ها با استفاده از آزمونt مستقل

متغیر		پیش‌آزمون	پس‌آزمون	معنی‌داری
وزن (کیلوگرم)	گروه تمرینی	۶۷/۲±۶/۶۶	۶۷/۶۳±۶/۷٤	۰/۶۸۵
	گروه کنترل	۶۸/۹۳±۳/۲۶	۶۸/۸٤±۳/۱۱	
درصد چربی بدن	گروه تمرینی	۱۲/۲٤±۳/۹۱	۱۲/۳۳±۳/۶۷	۰/۹۷۰
	گروه کنترل	۱۲/۶۸±۱/۷۶	۱۲/٤±۱/۸۵	
حداکثر توان (وات)	گروه تمرینی	٤۶۵±۹۲/۷۳	۵۳۳/۳۸±۱۰۰/٤٤	۰/٤۵۹
	گروه کنترل	٤۹۵/٤۵±۶۶/٤۹	٤۹۸/۳۳±۷۰/۸۲	
حداقل توان (وات)	گروه تمرینی	۲۸۰/۸۰±٤۶/۳۱	۳۱٤/۳۸±۳۶/۱۷	۰/۲۷۱
	گروه کنترل	۲۷۹/٤۸±۲٤/۸۲	۲۹۵±۲۸/۶۳	
میانگین توان (وات)	گروه تمرینی	۳۵۳/۸۹±۳۷/۹۳	٤۲۰/۱۳±۵۹/۶۹*	۰/۰۱۵
	گروه کنترل	۳٤۷/۳۸±۱۳/۰۷	۳۵۲±۱۲/۸۸	
شاخص خستگی (وات بر ثانیه)	گروه تمرینی	٤/٤۷±۲/۲۸	۵/۸۳±۲/۳۳	۰/۲۶۱
	گروه کنترل	٤/۵۷±۱/۲۷	٤/۶٤±۱/۱۳	

با توجه به اطلاعات جداول دو و سه ارزش عددی P در آزمون آماری واریانس با اندازه‌گیری مکرر کوچکتر از ۰/۰۵ است. پس از آن با استفاده از آزمون تعقیبی LSD مشخص شد تفاوت میزان نسبت لاکتات به پیروات بلافاصله پس از واماندگی در مقایسه با زمان استراحت هم در زمان پیش‌آزمون و هم در زمان پس‌آزمون معنی‌دار است. از طرف دیگر، تفاوت میزان نسبت لاکتات به پیروات پس از واماندگی در زمان پس‌آزمون در مقایسه با زمان پیش-آزمون معنی‌دار نبود. همچنین سطح استراحتی این نسبت در زمان پس‌آزمون در مقایسه با پیش-آزمون تفاوت معنی‌داری نکرده است. یعنی چهار هفته تمرین متناوب شدید (هاف) بر پاسخ نسبت لاکتات به پیروات خون بازیکنان فوتبال تاثیر نداشته است.

جدول۲. میانگین و انحراف استاندارد نسبت لاکتات به پیروات در چهار مرحله که مراحل یک و دو مربوط به قبل و بعد از واماندگی در زمان پیش‌آزمون و مراحل سه و چهار مربوط به قبل و بعد از واماندگی در زمان پس‌آزمون می‌باشد.

مراحل	پیش‌آزمون		پس‌آزمون		معنی‌داری
متغیر	قبل از آزمون واماندگی (۱)	بعد از آزمون واماندگی (۲)	قبل از آزمون واماندگی (۳)	بعد از آزمون واماندگی (٤)	۰/۰۰۱*
نسبت لاکتات به پیروات(L/P)	۲۸/۱٤±۱۳/۰۷	۱۰۹/۲۷±۸۲/۳۰*	۲۱/۲۳±۱۳/٤۲	۷۷/۲۵±۳۰/۶۵*	

جدول۳. آزمون تعقیبی LSD میانگین نسبت لاکتات به پیروات در چهار مرحله

مراحل خون‌گیری	مراحل خون‌گیری	خطای استاندارد	معنی‌داری
	۲	۲۵/۷۲	۰/۰۰۳*
۱	۳	۳/۸۹	۰/۱۶۸
	٤	۸/۰۳	۰/۰۰۱*
	۱	۲۵/۷۲	۰/۰۰۳*
۲	۳	۲۵/۳٤	۰/۰۰۲*
	٤	۲۱/۷۲	۰/۰۷۱
	۱	۳/۸۹	۰/۱۶۸
۳	۲	۲۵/۳٤	۰/۰۰۲*
	٤	۶/۷۲	۰/۰۰۱*
	۱	۸/۰۳	۰/۰۰۱*
٤	۲	۲۱/۷۲	۰/۰۷۱
	۳	۶/۷۲	۰/۰۰۱*

۱.قبل از آزمون واماندگی قبل از شروع تمرینات؛ ۲. بعد از آزمون واماندگی قبل از شروع تمرینات؛ ۳. قبل از آزمون واماندگی بعد از شروع تمرینات؛ ٤. بعد از آزمون واماندگی بعد از شروع تمرینات

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه ما نشان داد پس از مداخله تمرینی یک ماهه، میانگین حداکثر، حداقل و میانگین توان بی‌هوازی و همچنین شاخص خستگی بازیکنان فوتبال به ترتیب به میزان ٦٨ وات (١٤درصد)، ٣٤وات (١٢ درصد)، ٦٧ وات (١٨ درصد) و ١/٣٦ وات بر ثانیه (٣٠ درصد) بهبود داشت که با احتساب این افزایش میانگین حداکثر توان از ٤٦٥ وات در زمان پیش‌آزمون به ٥٣٣ وات در پایان مداخله تمرینی و میانگین حداقل توان از ٢٨٠ وات به ٣١٤ وات، میانگین توان از ٣٥٣ وات به ٤٢٠ وات و همچنین میانگین شاخص خستگی از ٤/٤٧ وات بر ثانیه در زمان پیش‌آزمون به ٥/٨٣ وات بر ثانیه در پایان مداخله تمرینی رسید. ولی زمانی که این بهبودی در شاخص های بی‌هوازی با نتایج بدست آمده از گروه کنترل مقایسه شد، تنها تغییرات میانگین توان بی‌هوازی معنی‌دار بود. با توجه به شاخص‌های بی‌هوازی که عنوان شد، مک کنا و همکاران (١٩٩٧) بهبود معنی‌دار اوج توان و میانگین توان بی‌هوازی را پس از هفت هفته تمرینات تناوبی شدید گزارش کردند (١٧). در افراد فعال هم هشت هفته تمرین تناوبی شدید موجب افزایش اوج توان بی‌هوازی و متوسط توان بی‌هوازی شد (١٨). همچنین بورگومستر و همکاران (٢٠٠٨) گزارش کردند شش هفته تمرین تناوبی شدید منجر به افزایش ١٧ درصدی اوج توان و هفت درصدی متوسط توان بی‌هوازی شد (١٩). با این وجود جاکوبز و همکارانش در سال ١٩٨٧ گزارش کردند شش هفته تمرین تناوبی شدید افزایشی در اوج و متوسط توان بی‌هوازی ایجاد نکرد (٢٠). تمامی این پژوهش ها از تمرینات متناوب شدید کوتاه ١٥-١٠ ثانیه‌ای با حداکثر تلاش استفاده کردند و با توجه به اصل ویژگی تمرین، شاخص‌های توان بی‌هوازی آزمودنی‌هایشان افزایش پیدا کرد ولی در رابطه با پژوهش جاکوبز و همکاران این نکته قابل توجه بود که اولا آنها از آزمودنی‌های دوچرخه‌سوار نخبه استفاده کرده بودند که شش هفته تمرین نتوانست تاثیر معنی‌داری بر توان بی‌هوازی آنها بگذارد. ثانیا آنها برای برآورد توان بی‌هوازی از آزمون وینگیت استفاده کرده بودند که به گفته خودشان این آزمون حساسیت بالایی برای سنجش سازگاری‌های ناشی از تمرین نداشت. از سوی دیگر با توجه به پروتکل‌های هوازی تر و شبیه به پروتکل پژوهش ما نیکبخت و همکاران (٢٠١١) گزارش کردند پس از هشت هفته دو جلسه‌ای تمرین به صورت چهار دوره چهار دقیقه‌ای دویدن با شدت ٩٠ درصد VO_{2max} که با سه دقیقه استراحت از هم جدا می‌شد، ٢٢درصد مجموع زمان

آزمون رست به صورت معنی‌داری بهبود یافت که به معنی آن است که عملکرد بهتر شده بود و همچنین ٤/٨ درصد هم شاخص خستگی به صورت معنی‌داری کمتر شد (١٥). نکات قابل توجه در این پژوهش آن است که به مانند پژوهش ما آنان از بازیکنان فوتبال تمرین‌کرده استفاده کرده بودند و اگرچه گروه کنترل نداشتند ولی هشت هفته تمرین تناوبی هوازی شدید توانسته بود بر شاخص خستگی و مجموع زمان آزمون رست تاثیر بگذارد. از طرف دیگر با توجه به عدم تاثیر معنی‌دار تمرینات چهار هفته‌ای هاف بر شاخص‌های دیگر توان بی-هوازی، گزارش شده است سطح بالایی از آمادگی هوازی پیش‌نیاز افزایش عملکرد بی‌هوازی در طول فعالیت‌های متناوب است (١٤). بنابراین با توجه به اینکه آزمودنی‌های ما اگرچه تمرین‌کرده بودند ولی از آمادگی هوازی خیلی بالایی که برای بازیکنان نخبه ذکر شده (٥٧ تا ٧٥ میلی لیتر به ازای هرکیلوگرم از وزن بدن در دقیقه (٢٢،٢١)برخوردار نبودند. به هر حال، با توجه به میانگین توان بی‌هوازی، بازیکنان فوتبال حاضر در پژوهش ما توانستند بعد از چهار هفته انجام تمرین هاف عملکرد بی هوازیشان را بهبود بخشند یعنی نسبت به زمان قبل از تمرینات، افت کمتری در زمان دویدن‌های تکراریشان داشتند. با توجه به پژوهش‌های اخیر احتمالا افزایش هر چند غیر معنی‌دار توان هوازی، مسئول افزایش توانایی تکرار فعالیت‌های شدید بی‌هوازی بود. در این مورد سنجش آنزیم-های هوازی، با توجه به پژوهشی که گزارش کرد متابولیسم هوازی برای پایدار ماندن زمان دوهای سریع حداکثری و کوشش‌های کوتاه‌مدت از اهمیت به سزایی برخوردار است (١٧)، می‌توانست دلیل اصلی تغییر معنی‌دار میانگین توان بی-هوازی را مشخص کند، ولی به دلیل محدودیت‌های موجود در انجام پژوهش‌ها در زمان انجام این پژوهش، پژوهشگران با محدودیت و مشکلات فراوانی در راستای سنجش این نوع از متغیرها مواجه بودند. با توجه به بهبود میانگین توان بی‌هوازی در پژوهش حاضر می‌توان عنوان کرد که بازیکنان توانستند متوسط توانشان را در سطح بالاتری نسبت به قبل از تمرینات حفظ کنند و در ادامه افزایش معنی‌دار متوسط توان بی‌هوازی شان، احتمالا چهار هفته تمرینات هاف توانسته بر آنزیم‌های بی‌هوازی تاثیر معنی‌دار بگذارد و می‌توان نتیجه گرفت تمرینات شدیدی مانند تمرین هاف همراستا با این نظریه است که تمرینات متناوب شدید ویژه فوتبال می‌تواند موجب بهبود تکرار فعالیت‌های شدید می‌شوند (٢٣).

همچنین این مطالعه نشان داد پس از مداخله تمرینی یک ماهه میانگین نسبت لاکتات به پیروات بازیکنان در زمان استراحت ٢٥ درصد و واماندگی ٢٩ درصد کاهش داشت. یعنی در زمان استراحت، نسبت لاکتات به پیروات از ٢٨ واحد قبل از تمرینات هاف، به ٢١ واحد در زمان بعد از تمرینات هاف رسید. همچنین در زمان واماندگی، نسبت لاکتات به پیروات از ١٠٩ واحد به ٧٧ واحد پس از مداخله تمرینی رسید. از طرف دیگر به خوبی مشخص شده است تولید لاکتات همزمان با تشکیل یون هیدروژن (H^+) رخ می‌دهد. تجمع بیش از حد یون هیدروژن در طول فعالیت ممکن است بر سازگاری‌های سیستم تنظیم کننده PH در درون عضله اسکلتی تاثیر منفی بگذارد. یافته‌های جدید نشان دادند تمرینات متناوب با دوره‌های استراحت کوتاه (یک دقیقه) و PH پایان فعالیت ٦/٨١ منجر به کاهش غلظت ظرفیت بافری درون سلولی می‌شود و این در حالی است که تمرینات متناوب با دوره‌های استراحت طولانی سه دقیقه‌ای (به مانند پژوهش ما) و PH پایان فعالیت ٦/٩ منجر به افزایش غلظت ظرفیت بافری درون سلولی می‌شود (٢٤). همچنین پنج هفته تمرین شدید بر روی دوچرخه موجب کاهش لاکتات عضلانی و در ادامه کاهش تجمع یون هیدروژن شد و این نتایج به طور برجسته‌ای به کاهش تولید لاکتات و یا افزایش حذف لاکتات نسبت داده شده است. بعلاوه بعد از تمرینات استقامتی کاهش گلیکوژنولیز گزارش شده است که این کاهش گلیکوژنولیز بی‌هوازی منجر به کاهش لاکتات خواهد شد (٢٤). همراستا با این نتایج، پژوهش ما نشان داد با توجه به قرارگیری لاکتات در صورت کسر نسبت لاکتات به پیروات، این نسبت پس از فعالیت وامانده‌ساز ٢٩ درصد در زمان پایان تمرینات هوازی، کاهش داشت. در مطالعه‌ای دیگر نشان داده شد پس از یک دوره تمرینات متناوب هوازی، غلظت لاکتات عضلانی در طول اولین ٦٠ ثانیه پس از فعالیت شدید تغییر معنی‌داری پیدا نکرد (٢٤). تمرین استقامتی به طور معنی‌داری آزادسازی لاکتات را در مقادیر تمرین مختلف کاهش می‌دهد. پس از نه هفته تمرین هوازی، همانطور که مدت فعالیت افزایش می‌یابد، در شدت‌های فعالیت‌های مختلف آزادسازی پیروات از عضله در حال تمرین تمایل به

افزایش بیشتری دارد تا آزاد سازی لاکتات (۸). در پژوهشی دیگر، طی اندازه‌گیری VO_{2max} با آزمون پیشرونده، تمایلی برای افزایش پیروات خون دیده شد (۲۵). از آنجایی که نسبت لاکتات به پیروات بالا نشان‌دهنده تبدیل متابولیسم هوازی به بی‌هوازی است (۲٦)، پس در مطالعه ما اگرچه تفاوت معنی‌دار نبود ولی کاهش ۲۹ درصدی این نسبت در زمان واماندگی قبل و بعد از چهار هفته نشان‌دهنده تمایل عضلات به استفاده از منابع هوازی دارد که این نشان‌دهنده افزایش متابولیسم هوازی است. که این مورد احتمالا بر زمان برگشت به حالت اولیه نیز تاثیرگذار است. بر همین اساس مطالعه‌ای نشان داد که پس از چهار هفته تمرین متناوب شدید زمان برگشت به حالت اولیه و زمان اجرای دوی ۳۰۰۰ متر در دوندگان بهبود معنی‌داری پیدا کرد (۲۷). در پژوهشی دیگر نشان داده شده است پس از سه ماه تمرین هوازی تجمع لاکتات واماندگی در خون پس از آزمون پیش‌رونده به صورت معنی‌داری تا ۲۰ درصد کاهش یافت، که مکانیسم احتمالی آن این است که در شرایط حداکثری توان هوازی مقدار تجمع لاکتات در فیبرهای عضلانی نوع یک کمتر از نوع دو است و آشکار شده است که فیبرهای نوع یک در عضلات ورزشکاران استقامتی غالب است و اینکه فضای اشغال شده توسط فیبرهای نوع یک در افراد تمرین‌کرده هوازی بزرگ‌تر از افراد تمرین‌نکرده یا ورزشکارانی است که تمرین‌های توانی و یا سرعتی انجام می‌دهند (۱۵). گواه این مورد آن است که تمرین، مصرف گلیکوژن را در طول فعالیت‌هایی که در شدت حداکثر اکسیژن مصرفی انجام می‌شوند افزایش می‌دهد و عامل مرکزی این سازگاری ممکن است آنزیم پیروات دهیدروژناز باشد که متابولیسم کربوهیدرات را به وسیله تنظیم کردن ورود استیل مشتق شده از پیروات به چرخه اسید کربوکسیلیک تعدیل می‌کند (۲۸). که این یعنی همان افزایش استیل‌کوآنزیم آ ورودی به چرخه کربس و کاهش لاکتات تولیدی که منجر به کاهش نسبت لاکتات به پیروات می‌شود. درست است که آنزیم پیروات دهیدروژناز در این مطالعه اندازه‌گیری نشده ولی با توجه به کاهش نسبت لاکتات به پیروات در زمان واماندگی ، احتمالا فعالیت و یا غلظت این آنزیم بالا رفته بود که تولید لاکتات همراه با افزایش پیروات تولیدی کاهش یافت. البته اثبات این موضوع نیازمند انجام پژوهش‌های دیگری در آینده است.

به عنوان نتیجه، این پژوهش نشان داد که چهار هفته تمرین هوازی شدید با توپ (هاف) احتمالا می‌تواند بر میانگین توان بی‌هوازی بازیکنان تاثیر معنی‌دار بگذارد. از طرف دیگر کاهش هر چند اندک نسبت لاکتات به پیروات و همچنین افزایش میانگین توان بی‌هوازی می‌تواند بر عملکرد بازیکنان طی یک مسابقه فوتبال تاثیر مثبت بگذارد و این از لحاظ کاربردی بودن این نوع تمرینات حائز اهمیت است. بنابراین احتمالا این پروتکل تمرینی توانست در مدت چهار هفته هم بر شاخص هوازی و هم بر شاخص بی‌هوازی تاثیر مثبت بگذارد که هر دوی این‌ها برای بازیکنان فوتبال سودمند خواهد بود.

منابع

1. Popov D, Missina S, Lemesheva YS, Lyubaeva E, Borovik A, Vinogradova O. Final blood lactate concentration after incremental test and aerobic performance. Human Physiology 2010; 36(3): 335-341.
2. Mcmillan K, Helgerud J, Macdonald R, Hoff J. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. Br J Sports Med 2005; 39: 273–277.
3. Mosey T. High intensity interval training in youth soccer players – using fitness testing results practically. Journal of Australian Strength and Conditioning 2009; 17(4): 49-51.
4. Hoff J, Wisloff U, Engen L C, Kemi O J, Helgerud J. Soccer specific aerobic endurance training. Br J Sports Med 2002; 36: 218–221.
5. Donald Sommerville A. Seasonal variation of fitness levels in professional youth soccer players over a competitive season. Degree of Master of Exercise Science. University of Glasgow 2009.
6. Rodas G, Ventura J L, Cadefau J A, Cusso R, Parra J. A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism. Eur J Appl Physiol 2000; 82: 480-486.
7. Thomas C, Sirvent P, Perrey S, Raynaud E, Mercier J. Relationships between maximal muscle oxidative capacity and blood lactate removal after supramaximal exercise and fatigue indexes in humans. Journal of Applied Physiology 2004; 97(6): 2132-2138.
8. Henderson G, Horning M, Lehman S L, Wolfel E, Bergman B C, Brooks G A. Pyruvate shuttling during rest and exercise before and after endurance training in men. J Appl Physiol 2004; 97: 317–325.
9. Ortiz M, Stella S, Mello M, Denadai B. Validity of the critical velocity for determination of the training effects on the anaerobic threshold in endurance runners. Portuguese Journal of Sports Science 2003; 3: 16-23.

10. Chamari K, Hachana Y, Kaouech F, Jeddi R, Moussa-Chamari I, Wisloff U. Endurance training and testing with the ball in young elite soccer players. Br J Sports Med 2005; 39(1): 24–28.
11. Impellizzeri F, Marcora S, Castagna C, Reilly T, Sassi A, Iaia F, et al. Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. Int J Sports Med 2006; 27(6): 483–492.
12. Jensen J, Randers M, Krustrup P, Bangsbo J. Effect of additional in-season aerobic high-intensity drills on physical fitness of elite football players. J Sports Sci Med 2007; 6(10): 79.
13. Helgerud J, Hoydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjerkaas M, et al. Aerobic high-intensity intervals improve VO_2max more than moderate training. Medicine and science in sports and exercise 2007; 39(4): 665-671.
14. Bakhtiari A, Rastegar R M. Correlation between running-based anaerobic sprint test (RAST) field tests, Sargent jump and 300 yard shuttle run tests with laboratory anaerobic Wingate test in evaluation of indoor soccer player's anaerobic readiness. Annals of Biological Research 2012; 3 (1): 377-384.
15. Nikbakht H, Keshavarz S, Ebrahim K. The effects of tapering on repeated sprint ability (RSA) and maximal aerobic power in male soccer players. American Journal of Scientific Research 2011; 30: 125-133.
16. James Rogers T. The effect of high intensity running training on work capacity in football (soccer). Degree of Master of Exercise Science. School of exercise science faculty of health sciences. Australian Catholic University 2010.
17. Mckenna MJ, Heigenhauser G, Mckelvie R, Macdougall J, Jones N. Sprint training enhances ionic regulation during intense exercise in men. The Journal of Physiology 1997; 501(3): 687-702.
18. Barnett C, Carey M, Proietto J, Cerin E, Febbraio M, Jenkins D. Muscle metabolism during sprint exercise in man: influence of sprint training. J Sci Med Sport 2004; 7(3): 314-322.
19. Burgomaster K, Howarth K, Phillips S, Rakobowchuk M, Macdonald M, Mcgee S, et al. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. J Physiol 2008; 586: 151–60.
20. Jacobs I, Esbjörnsson M, Sylven C, Holm I, Jansson E. Sprint training effects on muscle myoglobin, enzyme, fiber types, and blood lactate. Med Sci Sports Exerc 1987; ۳۶ :۱۹-24.
21. Iaia FM, Rampinini E, Bangsbo J. High-intensity training in football. International journal of sports physiology and performance 2009; 4(3): 291-297.
22. Helgerud J, Engen L, Wisloff U, Hoff J. Aerobic endurance training improves soccer performance. Med Sci Sports Exerc 2001; 33(11): 1925–1931.
23. Laursen P, Shing C, Peake J, Coombes J, Jenkins D. Interval training program optimization in highly trained endurance cyclists. Med Sci Sports Exerc 2002; 34: 1801-1807.
24. Bishop D, Edge J, Thomas C, Mercier J. Effects of high-intensity training on muscle lactate transporters and post-exercise recovery of muscle lactate and hydrogen ions in women. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol 2008; 295: 1991–1998.
25. Rasmussen P, Plomgaard P, Krogh-Madsen R, Kim Y S, Lieshout J, Secher N, et al. MCA Vmean and the arterial lactate-to-pyruvate ratio correlate during rhythmic handgrip. Journal of Applied Physiology 2006; 101(5); 1406-1411.
26. Hoelper B M, Hofmann E, Sporleder R, Soldner F, Behr R. Transluminal balloon angioplasty improves brain tissue oxygenation and metabolism in severe vasospasm after aneurysmal subarachnoid hemorrhage: case report. Neurosurgery 2003; 52: 970-976.
27. Slawinski J, Billat V. Difference in mechanical and energy cost between highly, well, and non-trained runners. Medicine and science in sports and exercise 2004; 36: 1440-1446.
28. Rodas G, Ventura J L, Cadefau J A, Cusso R, Parra J. A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism. European Journal of Applied Physiology 2000; 82(5): 480-486.

Changes in lactate-to-pyruvate ratio and anaerobic power after a period of interval training in soccer players

***Gharahdaghi N*[*1], *Kordi MR*[1], *Gaeini AA*[1]**
University of Tehran

Received: 2015/11/03 **Revised:** 2015/12/28 **Accepted:** 2016/03/02

*** Correspondence:**
Nima Gharahdaghi, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.
Email:
n_gharahdaghi@ut.ac.ir

Abstract

Introduction: The aim of this study was to assess the effect of four weeks of high intensity aerobic interval training on lactate-to-pyruvate ratio and anaerobic power of soccer players.

Methods: 18 soccer players in Azadegan League competitions volunteered for the study and were randomly divided into two groups (training; 12 players, control; 6 players). Mean±SD age, height, weight and body fat percentage were 21.88±2.24 years, 174.22±5.33 cm, 67.77±5.7 kg and 12.38±3.29, respectively. The participants were exposed to four weeks of high intensity aerobic interval training, including four periods of running with balls in a determined direction, three times a week at the end of the soccer training sessions. The values obtained before and after the training period were compared using independent samples t–test, repeated measures ANOVA and LSD post hoc procedure.

Results: Findings illustrated that 4-week training period did not cause significant changes in maximum and minimum anaerobic power and fatigue index. The only significant increase was related to mean anaerobic power. Moreover, this training period did not have any significant effect on lactate to pyruvate ratio.

Conclusions: We can conclude that four weeks of high intensity aerobic interval training probably has significant effects on mean anaerobic power and has little effect on aerobic metabolism in soccer players.

Keywords: High Intensity aerobic interval training, anaerobic power, lactate to pyruvate ratio, Hoff, Soccer Players.