علوم زیستی ورزشی - زمستان ۱۳۹۶
دورهٔ۹، شمارهٔ ۴، ص: ۵۸۵ – ۵۷۳
تاریخ دریافت : ۱۴ / ۱۱ /۹۵
تاریخ پذیرش : ۰۶ / ۱۱ / ۹۶

تأثیر شش هفته تمرینات تناوبی مبتنی بر نقطهٔ شکست ضربان قلب (HRDP) برگرفته از روش D-Max بر تغییرات لاکتات خون، زمان رسیدن به خستگی و عملکرد بازیکنان جوان فوتبال

اصغر جلالی[۱] - مهدی عباسپور [۲]- مهدی حکیمی*[۳] - مریم علی محمدی[۴]

۱.کارشناس‌ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه دانشگاه پیام نور همدان، همدان، ایران۲.استادیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران۳.دکتری فیزیولوژی ورزشی قلب و عروق و تنفس، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد مریوان، دانشگاه آزاد اسلامی، مریوان، ایران۴.دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی قلب و عروق و تنفس، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران

چکیده

هدف این پژوهش بررسی تأثیر شش هفته تمرینات تناوبی مبتنی بر نقطهٔ شکست ضربان قلب (HRDP) براساس مدل D-Max بر لاکتات خون، عملکرد و مدت زمان رسیدن به خستگی بازیکنان جوان فوتبال بود. ۲۰ بازیکن فوتبال برای شرکت در این پژوهش داوطلب شدند و به شکل تصادفی به دو گروه تمرین (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. گروه کنترل تمرینات باشگاهی خود را سه جلسه در هفته به مدت شش هفته و گروه تمرینی علاوه‌بر تمرینات باشگاهی، تمرینات تناوبی با شدت معادل HRDP براساس روش-D-Max را اجرا کردند. برای تعیین تفاوت‌های درون و میان‌گروهی به‌ترتیب از آزمون‌های t همبسته و t مستقل استفاده شد. زمان رسیدن به خستگی (P=۰/۰۰) و لاکتات تولیدی (P= ۰/۰۲) فقط در گروه تمرینی به‌طور معناداری افزایش داشت، اما بهبود عملکرد در هر دو گروه تمرین (P=۰/۰۲) و کنترل (P=۰/۰۴) مشاهده شد. همچنین گروه تمرینی به‌طور معناداری تأثیرات بهتری را بر سطح لاکتات (P=۰/۰۱)، زمان رسیدن به خستگی (P=۰/۰۳) و عملکرد (P=۰/۰۰) بازیکنان فوتبال داشت. به‌طور کلی به مربیان و بازیکنان فوتبال پیشنهاد می‌شود تا در کنار تمرینات باشگاهی خود، تمرینات تناوبی را با شدت معادل HRDP برگرفته از روش-D-Max برای رسیدن به اهداف تمرینی، به‌کار گیرند.

واژه‌های کلیدی

آستانهٔ لاکتات، تمرین تناوبی، خستگی، ضربان قلب.

---

* **نویسندهٔ مسئول : تلفن:** ۰۹۱۸۹۱۲۳۷۵۷ Email: mehdihakimi66@yahoo.com

مقدمه

فوتبال، ورزش گروهی شدید با مهارت‌های حرکتی متناوب است (۲،۱) که از تعقیب کردن‌های سریع، تغییر مسیر، پرش، دویدن به عقب، راه رفتن، حرکت به پهلو، تنه زدن، حفظ تعادل، کنترل توپ و دویدن‌های سریع و آهسته و تغییر در شتاب تشکیل شده است (۳). اغلب بازیکنان در جریان مسابقهٔ فوتبال (تقریباً ۹۰ دقیقه) معمولاً مسافتی بین ۱۲-۱۰ کیلومتر را با شدت نزدیک به آستانهٔ بی‌هوازی (۹۰-۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه) می‌دوند (۴)؛ بنابراین، سیستم غالب تولید انرژی از نوع هوازی است و سهم کمتری از فعالیت‌های آنان شدید و بی‌هوازی است (۴) که اغلب این سهم پایین از فعالیت‌های شدید تعیین‌کنندهٔ نتیجهٔ مسابقه و تفاوت یک بازیکن نخبه از سایر بازیکنان است (۵). با توجه به نوسان شدت فعالیت در فوتبال، عواملی مانند توان هوازی و بی‌هوازی، سرعت و چابکی و تعامل آنها با یکدیگر بر عملکرد کلی در سطح بازیکن و گروه، تأثیر دارد (۶).

بروز خستگی از موانع مهم اجرای مطلوب فعالیت ورزشی به‌شمار می‌رود که با توجه به نوع فعالیت ورزشی، چندین عامل می‌توانند در ایجاد خستگی نقش داشته باشند که از جمله می‌توان به میزان لاکتات موجود در خون اشاره کرد (۶). در این زمینه استوکز[1] و همکاران (۲۰۰۴) حداکثر میزان غلظت لاکتات خون را پس از فعالیت ورزشی و پایین‌ترین سطح آن را نیز در دورهٔ بازگشت به حالت اولیه در جریان شش هفته تمرینات تناوبی سرعتی گزارش کرده‌اند (۷).

فرزاد و همکاران (۲۰۱۱) نیز در پی چهار هفته تمرینات تناوبی شدید در کشتی‌گیران افزایش حداکثر غلظت لاکتات خون را پس از اتمام دورهٔ تمرینی و کاهش لاکتات خون را در دورهٔ ریکاوری مشاهده کردند (۸). از آنجا که لاکتات خون می‌تواند در حین فعالیت یک سوبسترای تولید انرژی برای عضلات قلب و منبع گلوکونئوژنز باشد، ازاین‌رو این ماده می‌تواند در کارامدی سیستم هوازی بازیکنان فوتبال، مؤثر باشد (۱۰،۹). هر اندازه که سطح کیفی بازی و شدت آن بالاتر باشد، سطح لاکتات تولیدی خون به‌ویژه در نیمهٔ اول بازی بالاتر خواهد بود؛ بنابراین طراحی برنامه‌های تمرینی براساس تغییرات لاکتات خون و زمان رسیدن به خستگی، به‌منظور بهبود ظرفیت‌های هوازی و بی‌هوازی فوتبالیست‌ها، می‌تواند از اهداف عمدهٔ برنامه‌های آماده‌سازی در ورزش فوتبال باشد.

1. Stokes

اغلب در برنامه‌های تمرینی فوتبال، سعی می‌شود تا دو عامل توان هوازی و بی‌هوازی بازیکنان تقویت شود. بر همین اساس گزارش شده است که تمرینات شدید احتمالاً بتواند این عوامل را افزایش دهد (۱۱). در همین زمینه سیاه‌کوهیان و خدادادی (۱۳۹۲) گزارش کردند که اجرای تمرینات تناوبی شدید سبب افزایش توان هوازی و بی‌هوازی پسران ورزشکار می‌شود (۱۲). تعیین آستانهٔ بی‌هوازی برای برنامه‌ریزی دقیق شدت تمرینات و تعیین شاخص‌های فیزیولوژیک بیشینه و زیربیشینه، از مؤلفه‌های مورد توجه پژوهشگران بوده است. روش‌های مختلفی برای تعیین آستانهٔ بی‌هوازی وجود دارد که از جمله می‌توان به سنجش میزان لاکتات خون و تعیین آستانهٔ تهویه‌ای اشاره کرد. از طرفی اغلب این روش‌ها پرهزینه و وقت‌گیرند، بنابراین روش‌هایی از جمله روش ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه و مدل بیشترین فاصله[1] مورد توجه قرار گرفته است (۱۳). در روش بیشترین فاصله، در جریان یک آزمون استقامتی فزاینده ضربان قلب به‌صورت لحظه‌ای ثبت می‌شود و به‌عنوان مجموعه‌ای از نقاط به شکل یک منحنی تابع لگاریتمی رسم شده و اولین و آخرین نقطهٔ منحنی با استفاده از یک خط راست به همدیگر متصل می‌شود که بیشترین فاصلهٔ بین این خط راست و منحنی به‌عنوان نقطهٔ شکست ضربان قلب[2] تعیین و ملاک عمل قرار می‌گیرد (۱۴). مزایای استفاده از این روش ساده بودن، هزینه و زمان کم و همچنین افزایش دقت آن در تعیین آستانهٔ بی‌هوازی است.

محققان این پژوهش مطالعه‌ای را که به‌صورت کاربردی شدت تمرینات را براساس نقطهٔ شکست ضربان قلب به روش بیشترین فاصله اجرا کرده باشد، پیدا نکردند. از طرفی با توجه به تناوبی بودن ورزش فوتبال، اغلب مربیان مجرب در دوره‌های آماده‌سازی سعی دارند تا با تعیین شدت تمرینات شاخص‌های عملکردی بازیکنان را بهبود بخشند؛ در این زمینه، تحقیق حاضر در پی آن است تا تأثیر تمرینات تناوبی را براساس شدت مبتنی بر نقطهٔ شکست ضربان قلب به روش بیشترین فاصله بر عملکرد، زمان رسیدن به خستگی و تغییرات لاکتات خون بازیکنان فوتبال جوان، نشان دهد.

روش تحقیق

روش تحقیق حاضر از نوع شبه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه کنترل است. جامعهٔ آماری پژوهش بازیکنان فوتبال استان کردستان بودند که ۲۸ بازیکن آمادگی خود را اعلام کردند و برای

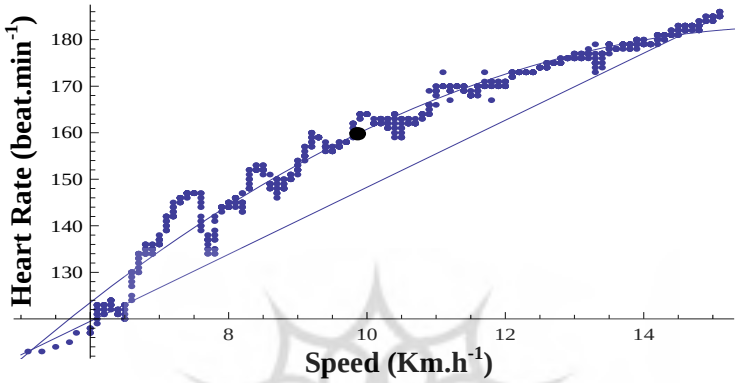
1. Distance Maximum (D-Max)
2. Heart Rate Defection Point (HRDP)

شرکت در پژوهش داوطلب شدند. به این منظور ۲۰ بازیکن فوتبال (با میانگین سنی ۱/۵۸±۱۹ سال، وزن ۸/۶۴±۶۶ کیلوگرم و قد ۶/۲۶±۱۷۹ سانتی‌متر) با حداقل پنج سال سابقهٔ تمرین منظم و همچنین سابقهٔ شرکت در لیگ دستهٔ اول باشگاه‌های کشور، به‌صورت هدفمند انتخاب شدند و نمونهٔ آماری پژوهش را تشکیل دادند.

اجرای پروتکل تحقیقی پژوهش حاضر به تأیید کمیتهٔ اخلاق در پژوهش دانشگاه کردستان رسید. معیارهای ورود به پژوهش عبارت بودند از فوتبالیست بودن، دامنهٔ سنی ۲۲-۱۸ سال و معیارهای خروج نیز مصرف دخانیات و مکمل یا دارو، ابتلا به بیماری‌هایی مانند دیابت، بیماری کبد، ناراحتی‌های تنفسی، گوارشی، تیروئید و کلیوی بود. پیش از شروع پروتکل تمرینی، در یک جلسهٔ توجیهی، کلیهٔ برنامه‌ها، مراحل خون‌گیری، نحوهٔ اجرای تمرینات و خطرهای احتمالی برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد و به آنها اختیار داده شد که در هر مرحله از اجرای تمرینات در صورت نداشتن تمایل به ادامهٔ برنامه، انصراف دهند. همچنین به آزمودنی‌ها اطمینان داده شد که اطلاعات آنها به‌صورت محرمانه و بدون ذکر نام افراد و به‌صورت کلی گزارش خواهد شد. همچنین از آنجا که نمی‌توانستیم کنترلی دقیق بر رژیم غذایی آزمودنی‌ها داشته باشیم، از آنها درخواست کردیم در طول دورهٔ تمرینی، برنامهٔ غذایی معمول روزانهٔ خود را ادامه دهند و از مصرف هر نوع غذای اضافی، مکمل و دارو بپرهیزند و در صورت استفاده گزارش کنند. در پایان این جلسه، آزمودنی‌ها با پر کردن فرم سلامت بدنی و رضایت‌نامه، آمادگی خود را به‌صورت داوطلبانه اعلام کردند. آزمودنی‌ها پس از آشنایی با برنامه‌های تمرینی و نحوهٔ آزمون‌ها، به‌صورت تصادفی به دو گروه تمرین (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند.

پیش از شروع پروتکل تمرینی و همچنین پس از شش هفته دورهٔ تمرینی (۳۶ ساعت پس از آخرین جلسهٔ تمرینی)، به‌منظور تعیین مدت زمان رسیدن به خستگی آزمودنی‌ها از آزمون استقامتی فزاینده استفاده شد. در جریان این آزمون نقطهٔ شکست ضربان قلب (HRDP) آزمودنی‌ها نیز به‌منظور تعیین شدت تمرینات تناوبی به روش بیشترین فاصله (D-Max) محاسبه شد. آزمون استقامتی مورد استفاده شامل دویدن روی نوار گردان (تردمیل، مدل تکنو جیم ساخت ایتالیا) با شیب ثابت و معادل ۱ درصد و سرعت فزاینده بود. ابتدا آزمودنی‌ها به مدت ۳ دقیقه پیاده‌روی را با سرعت ۶ کیلومتر در ساعت جهت گرم شدن انجام می‌دادند و پس از این مرحله در هر دقیقه یک کیلومتر بر ساعت بر سرعت دستگاه افزوده می‌شد. این افزایش سرعت تا جایی بود که آزمودنی دیگر قادر به ادامهٔ فعالیت نبود و به مرحلهٔ واماندگی می‌رسید (۶). حد واماندگی با تشخیص محقق از طریق اظهار آزمودنی و همچنین

آزمون درک فشار بورگ (با مقیاس ۱۵ امتیازی) تشخیص داده می‌شد. ضربان قلب آزمودنی، در مدت انجام آزمون به‌صورت لحظه‌به‌لحظه توسط ضربان‌سنج پولار ثبت می‌شد. مطابق شکل ۱، نقطهٔ شکست ضربان قلب با استفاده از نرم‌افزار حل معادلات ریاضی ماتماتیکا[1] و روش D-Max- برای همهٔ آزمودنی‌ها محاسبه شد (۱۴).

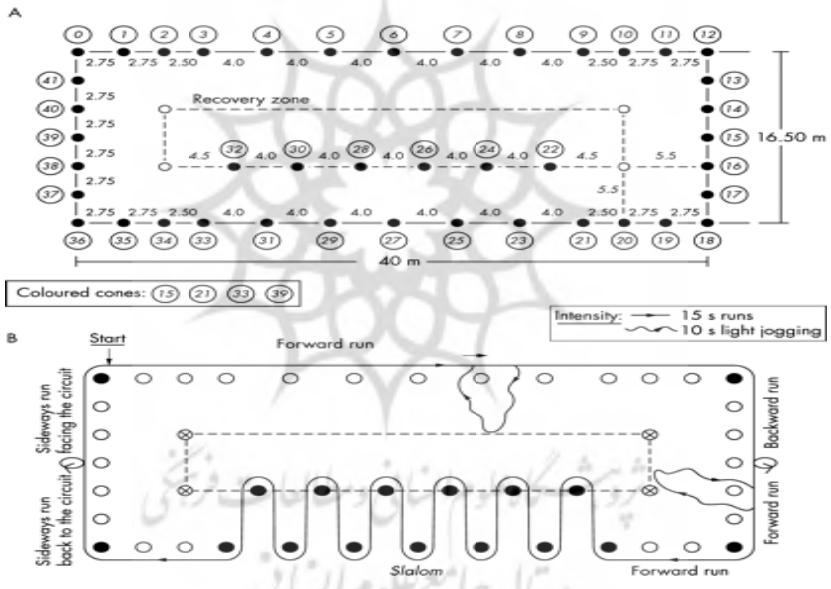


شکل ۱. نمای شماتیک نحوهٔ محاسبهٔ HRDP یکی از آزمودنی‌ها، نقطهٔ مشخص‌شده روی منحنی تغییرات ضربان قلب، حداکثر فاصله (Dmax) از خط مستقیم بین حداقل و حداکثر ضربان قلب را دارد و نشان‌دهندهٔ HRDP است.

پروتکل تمرینی این پژوهش شامل اجرای شش هفته تمرینات باشگاهی فوتبال در ترکیب با تمرینات تناوبی با شدت HRDP بود که ۳ جلسه در هفته برگزار می‌شد، به‌طوری‌که آزمودنی‌ها در گروه کنترل فقط تمرینات باشگاهی خود را که شامل ۴۵ دقیقه کار با توپ (تمرینات ترکیبی و تاکتیکی) بود، اجرا می‌کردند، اما گروه تمرینی علاوه‌بر این پس از ۵ دقیقه استراحت به انجام تمرینات تناوبی که شامل اجرای دوهای سرعتی بود، می‌پرداختند، به‌طوری‌که ۲ هفتهٔ اول دوهای ۱۰۰ متر، ۲ هفتهٔ دوم، دوهای ۲۰۰ متر و ۲ هفتهٔ پایانی شامل دوهای ۴۰۰ متر بود. هر جلسه شامل ۳ نوبت و هر نوبت شامل ۶ بار دویدن بود، به‌طوری‌که استراحت بین هر بار دویدن ۱ دقیقه و استراحت بین هر نوبت از دویدن ۳-۲ دقیقه طراحی‌شده بود (تناوب دویدن و استراحت). برنامهٔ تمرینات تناوبی در جلسات آخر تقریباً ۴۵ دقیقه طول می‌کشید (گروه تمرینی در مجموع در هر جلسه تقریباً ۹۰ دقیقه تمرین می‌کردند). علاوه‌بر این به‌منظور سنجش میزان عملکرد آزمودنی‌ها در دو مرحلهٔ پیش و پس از اجرای پروتکل

1. Mathematica

تمرینی، از آزمون میدانی بانگسبو[1] استفاده شد. پروتکل شبه‌فوتبال بانگسبو براساس شباهت‌هایی مانند زمان بازی، مسافت و نوع حرکاتی که در آن استفاده می‌شود، براساس بازی فوتبال طراحی شده است. اجرای آزمون بانگسبو تقریباً ۱۶/۵ دقیقه طول می‌کشید و در طول این زمان بازیکنان تمرینات تناوبی را که شامل ۴۰ حرکت سنگین (استارت سرعتی، حرکات زیگزاگ، دویدن به پهلو و رو به عقب) و ۴۰ حرکت سبک (نرم دویدن و حرکات ریتمیک) بود، اجرا می‌کردند که مدت اجرای هر حرکت سنگین و سبک به‌ترتیب ۱۵ و ۱۰ ثانیه به طول می‌انجامید (شکل ۲). شروع هر کدام از تناوب‌های کار و استراحت در این آزمون با یک سیگنال صوتی بلند و پایان آن با دو سیگنال صوتی کوتاه مشخص می‌شد. همچنین با توجه به تناوبی بودن فعالیت‌های اجرایی در این آزمون، مسیرهای تولید انرژی هوازی و بی‌هوازی درگیرند که سهم تولید انرژی از طریق مسیر هوازی بیشتر است (۱۵).



شکل ۲. آزمون میدانی بانگسبو

نمونه‌های خونی به‌منظور سنجش میزان لاکتات خون در دو مرحله از آزمودنی‌ها گرفته شد، به‌طوری‌که در مرحلهٔ اول پس از اجرای اولین آزمون استقامتی فزاینده که پیش از شروع دورهٔ تمرینی از

1. Bangesbo

آزمودنی‌ها گرفته می‌شد و در مرحلهٔ دوم که پس از اجرای آزمون استقامتی که پس از گذشت ۳۶ ساعت از آخرین جلسهٔ تمرینی (به‌منظور جلوگیری از تأثیر حاد تمرینات بر اجرای آزمون استقامتی فزاینده) اجرا می‌شد، از نوک انگشت اشارهٔ دست چپ آزمودنی‌ها گرفته شد. به‌طوری‌که ابتدا نوک انگشت اشارهٔ آزمودنی‌ها با آب شسته شده و به‌وسیلهٔ پنبهٔ آغشته به الکل تمیز شد، سپس محل مورد - نظر خشک شده و با لانست سوراخ کوچکی روی نوک انگشت ایجاد شد و سطح لاکتات خون به‌وسیلهٔ دستگاه لاکتومتر اسکات (Scout) ساخت آلمان اندازه‌گیری شد.

علاوه‌براین به‌منظور تجزیه‌وتحلیل آماری نتایج به‌دست‌آمده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۹ استفاده شد. ابتدا طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون آماری شاپیرو-ویلک بررسی شد، سپس برای مقایسهٔ تفاوت‌های درون‌گروهی و بین‌گروهی به‌ترتیب از آزمون‌های تی همبسته و تی مستقل استفاده شد. تمامی داده‌ها در سطح معناداری P< ۰/۰۵ تجزیه‌وتحلیل شد.

یافته‌ها

همان‌طورکه در جدول ۱ مشاهده می‌شود، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که اجرای شش هفته تمرینات تناوبی در گروه تمرینی به‌طور معناداری موجب افزایش زمان رسیدن به خستگی (P= ۰/۰۰)، افزایش لاکتات تولیدی (P= ۰/۰۲) متعاقب فعالیت استقامتی درمانده‌ساز و بهبود عملکرد در اجرای آزمون میدانی بانگسبو (P= ۰/۰۲) شد، اما در گروه کنترل فقط بهبود عملکرد (P= ۰/۰۴) مشاهده شد.

همچنین نتایج حاصل از آزمون تی مستقل نشان داد که در پس‌آزمون در بین دو گروه تمرین و کنترل در میزان تغییر لاکتات خون (P= ۰/۰۱)، اجرای آزمون میدانی بانگسبو (P= ۰/۰۰) و افزایش زمان رسیدن به خستگی (P= ۰/۰۳) تفاوت معنادار به نفع گروه تمرینی وجود دارد.

جدول ۱. مقایسهٔ میانگین و انحراف معیار متغیرهای اندازه‌گیری‌شده در گروه‌های پژوهشی

متغیر	گروه‌ها	زمان اندازه‌گیری		P درون‌گروهی	P میان‌گروهی	
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون		پیش-آزمون	پس-آزمون
زمان رسیدن به خستگی (دقیقه)	تمرین	۲۱/۹۷±۲/۲۰	۲۱/۰۲±۲/۰۹	* ۰/۰۰	۰/۱۰	# ۰/۰۳
	کنترل	۱۸/۸۹±۱/۶۰	۱۹/۳۰±۱/۷۳	۰/۱۲		
لاکتات خون (میلی‌مول/ لیتر)	تمرین	۶/۹۰±۱/۱۵	۸/۵۳±۱/۸۹	* ۰/۰۲	۰/۴۵	# ۰/۰۱
	کنترل	۷/۶۳±۲/۷۲	۷/۱۲±۱/۸۲	۰/۸۱		

ادامهٔ جدول ۱. مقایسهٔ میانگین و انحراف معیار متغیرهای اندازه‌گیری‌شده در گروه‌های پژوهشی

متغیر	گروه‌ها	زمان اندازه‌گیری		P درون‌گروهی	P میان‌گروهی	
		پیش‌آزمون	پس‌آزمون		پیش-آزمون	پس-آزمون
ضربان قلب آستانه (ضربه/ دقیقه)	تمرین	۱۶۴/۱۳±۹/۰۹	۱۶۸/۵۰±۹/۴۲	۰/۷۴	۰/۱۸	۰/۹۶
	کنترل	۱۶۳/۷۸±۱۱/۱۲	۱۶۳/۴۴±۱۰/۵۸	۰/۱۹		
عملکرد آزمون بانگسبو (متر)	تمرین	۱۹۲۰/۸۷±۲۵۱/۰۴	۲۱۴۲/۱۰±۱۳۷/۵۴	* ۰/۰۲	۰/۱۸	#۰/۰۰
	کنترل	۱۶۶۷/۵۲±۲۲۱/۱۲	۱۸۰۲/۵۶±۱۰۸/۱۵	* ۰/۰۴		

*تفاوت معنادار (P< ۰/۰۵) بین پیش و پس از شش هفته؛

تفاوت معنادار (P< ۰/۰۵) بین دو گروه مورد مطالعه

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که لاکتات تولیدی در پس‌آزمون در گروه تمرینی به‌طور معناداری نسبت به پیش‌آزمون و گروه کنترل افزایش یافت، این در حالی است که در گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد. این بخش از نتایج، با نتایج پژوهش‌های رای[1] و همکاران (۲۰۱۴) و استوکز و همکاران (۲۰۰۴) که حداکثر غلظت لاکتات خون را پس از شش هفته تمرین تناوبی شدید گزارش کردند، همخوانی دارد (۱۶، ۷)؛ بنابراین این نتایج می‌تواند دلیلی بر اثربخش بودن تمرینات تناوبی در ترکیب با تمرینات باشگاهی فوتبالیست‌ها باشد که احتمال می‌دهیم ظرفیت بی‌هوازی و همچنین آنزیم‌های مؤثر در آن مانند لاکتات دهیدروژناز، فسفوفروکتوکیناز و فسفوریلاز در گروه تمرینات تناوبی نسبت به گروه کنترل بهبود بیشتری داشته است، اگرچه یکی از محدودیت‌های پژوهش حاضر عدم اندازه‌گیری این آنزیم‌ها بود. ممکن است شدت تعریف‌شده براساس نقطهٔ شکست ضربان قلب برگرفته از روش بیشترین فاصله در تمرینات تناوبی، میزان شدت لازم را برای افزایش این آنزیم‌ها فراهم آورده باشد، چراکه گزارش شده است آنزیم‌های مذکور، در تمرینات هوازی با شدت‌های بالا افزایش می‌یابند (۱۷). علاوه‌بر این می‌توان از منظر سازگاری‌های عصبی- عضلانی نیز به تغییراتی که با تمرینات تناوبی ایجاد می‌شود (۱۸) اشاره کرد، به‌طوری‌که تغییر در نیمرخ تارهای عضلانی را می‌توان از سازوکارهای افزایش ظرفیت بی‌هوازی در اثر تمرینات تناوبی سرعتی محسوب کرد، چراکه افزایش معنادار تارهای نوع ۲ (تارهای تندانقباض) و کاهش معنادار تارهای نوع ۱ (تارهای کندانقباض) را در پی اجرای تمرینات تناوبی گزارش

1. Roy

کرده‌اند (۱۹) که این خود می‌تواند دلیلی بر افزایش ظرفیت بی‌هوازی باشد که خود لاکتات تولیدی را افزایش می‌دهد. از طرفی افزایش غلظت اسید لاکتیک تولیدی موجب کاهش pH سلول‌های عضلانی و در نتیجه محدودیت گلیکولیز می‌شود که انتقال این آنیون لاکتات به خارج از سلول از طریق مونوکربوکسیلات ترانسپورترها[1] (MCTs) صورت می‌پذیرد، بنابراین MCTs با آسان کردن فرایند انتقال و جذب لاکتات به‌ویژه هنگام اجرای فعالیت‌های شدید در آستانه و تحمل لاکتات نقش مهمی دارند (۲۰). شاید یکی دیگر از مکانیسم‌های مؤثر در افزایش میزان تحمل لاکتات، سازگاری و افزایش میزان MCTs باشد، اگرچه از محدودیت‌های دیگر این پژوهش عدم اندازه‌گیری میزان این شاتل‌های لاکتات بود.

علاوه‌بر این، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که زمان رسیدن به خستگی به‌طور معناداری تنها در گروه تمرینی افزایش یافت و این میزان افزایش نیز در مقایسه با گروه کنترل معنادار بود که این یافته‌ها با یافته‌های بیاتی و همکاران (۱۳۸۹)، معتمدی و همکاران (۱۳۸۹) و رجبی و کیهانیان (۱۳۹۳) همسوست (۲۱،۲۰،۱). البته برخی پژوهش‌ها نیز عدم تغییر در زمان رسیدن به خستگی را در پی تمرینات تناوبی گزارش کرده‌اند (۲۲). این یافته‌های متناقض احتمالاً به آزمودنی‌ها و پروتکل تمرینی (شدت، مدت و تکرار) مورد استفاده در تحقیق مربوط باشد، چراکه آزمودنی‌ها در پژوهش حاضر فوتبالیست بودند و شدت تمرینی براساس نقطهٔ شکست ضربان قلب مبتنی بر روش بیشترین فاصله تعریف شده بود. همان‌طورکه اشاره شد، پس از تمرینات تناوبی، سازگاری‌های عصبی- عضلانی مانند افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی می‌تواند سبب افزایش نیرو و هماهنگی عضلانی شود و این نیز موجب می‌شود تا خستگی به تأخیر بیفتد (۲۲،۲۳). از طرف دیگر چنین نتایجی قابل انتظار است، چراکه لاکتات تولیدی در آزمودنی‌ها پس از شش هفته دورهٔ تمرینی افزایش یافته است، بدان معنا که تحمل لاکتات در آزمودنی‌ها افزایش یافته است. به‌عبارتی ظرفیت بی‌هوازی و سیستم تولید انرژی گلیکولیزی بهبود یافته است و در نتیجه توانایی آزمودنی‌ها برای ادامهٔ فعالیت بیشتر شده و در نهایت زمان رسیدن به واماندگی، به تعویق افتاده است. از طرفی داوسن[2] و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که افزایش مدت زمان رسیدن به خستگی پس از اجرای دوهای سرعتی کوتاه‌مدت ممکن است به‌دلیل افزایش ظرفیت بافرینگ (بافر کردن یون هیدروژن) عضلات باشد (۱۹)، بنابراین احتمال می‌دهیم که ظرفیت بافرینگ

1. Monocarboxylate transporters
2. Dawson

عضلات اسکلتی آزمودنی‌ها در گروه تمرینی بهبود پیدا کرده باشد، چراکه وستون[1] و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که پس از اجرای ۳ هفته تمرینات تناوبی ظرفیت بافرینگ آزمودنی‌ها به‌طور معناداری افزایش پیدا کرده است (۲۴).

عملکرد آزمودنی‌های هر دو گروه مورد مطالعه در آزمون میدانی بانگسبو در پس‌آزمون به‌طور معنا-داری نسبت به پیش‌آزمون بهبود یافت که با نتایج مطالعات ماک پهرسون[2] و همکاران (۲۰۱۱)، نیکبخت و همکاران (۲۰۱۱) و معتمدی و همکاران (۱۳۸۹) در مورد بهبود عملکرد پس از اجرای تمرینات همخوانی دارد (۲۶،۲۵،۲۱). همچنین مقایسهٔ نتایج بین دو گروه مورد مطالعه نشان داد که میزان بهبود عملکرد در گروه تمرینات تناوبی به‌طور معناداری نسبت به گروه کنترل بیشتر است. ازاین‌رو از دلایل احتمالی عملکرد بهتر آزمودنی‌ها در این گروه اجرای تمرینات سرعتی به‌صورت متناوب است که میزان سوبستراهای انرژیکی و فعالیت آنزیم‌های دخیل در متابولیسم بی‌هوازی را افزایش می‌دهد. همچنین اجرای متناوب تمرینات سرعتی با استراحت‌های گذاشته‌شده بین تناوب‌های فعالیت، نیاز سلول‌های عضلانی و مسیرهای متابولیکی را تغییر می‌دهد، به‌نحوی که سیستم‌های تولید انرژی هوازی و بی‌هوازی در بازسازی آدنوزین تری فسفات درگیر می‌شوند. بنابراین با اجرای تمرینات تناوبی می‌توان دامنهٔ وسیعی از سازگاری‌های عملکردی و سوخت‌وسازی را انتظار داشت (۱۹)، از طرفی نیز شدت تمرینات تناوبی مبتنی بر نقطهٔ شکست ضربان قلب سبب افزایش تولید لاکتات و در واقع تحمل لاکتات آزمودنی‌ها شد که این افزایش لاکتات تولیدی توسط عضلات می‌تواند سلول‌های بین‌بافتی لیدیگ[3] را تحریک کند که این مسئله سبب افزایش تولید و ترشح هورمون آنابولیکی تستوسترون می‌شود (۲۸،۲۷). اگرچه یکی دیگر از محدودیت‌های پژوهش حاضر عدم اندازه‌گیری این هورمون بود، این افزایش تستوسترون می‌تواند عاملی برای پروتئین‌سازی و رشد عضلات و همچنین افزایش قدرت عضلات باشد (۲۹)، در نتیجه توان افزایش یابد و آزمودنی‌ها بتوانند عملکرد خود را بهبود بخشند.

نتیجه‌گیری

اجرای تمرینات تناوبی با شدت معادل نقطهٔ شکست ضربان قلب به روش بیشترین فاصله در کنار تمرینات باشگاهی فوتبالیست‌ها می‌تواند موجب بهبود عملکرد، افزایش تحمل لاکتات و زمان رسیدن به

1. Weston
2. Macpherson
3. Interstitial Cells of Leydig

خستگی شود؛ بنابراین به مربیان و بازیکنان فوتبال پیشنهاد می‌شود تا این نوع تمرینات را برای رسیدن به اهداف تمرینی، در برنامه‌های آماده‌سازی خود قرار دهند.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از هیأت فوتبال استان کردستان و تمامی فوتبالیست‌های شرکت‌کننده در این پژوهش و همهٔ افرادی که امکان اجرای طرح حاضر را مهیا کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع و مآخذ

1. Rajabi, H., Keyhanian, A. (2014). "Comparison of resistance trainings with active and passive rest on changes level of lactate blood activity of soccer players". Sport Physiol; 6 (23): 15-28. (In Persian).
2. McMillan, K., Helgerud, J., Macdonald, R., Hoff, J. (2005). "Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players". Br J Sports Med; 39: 273-277.
3. Siahkuhian, M., Zou-Alfaghari, MR. (2006). "Determination of anaerobic threshold by D-Max method". Sport Physiol; 10: 15-27. (In Persian).
4. Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., Wisloff, U. (2005). "Physiology of soccer". Sports Med; 35 (6): 501-536.
5. Alghannam, AF. (2012). "Metabolic limitations of performance and fatigue in football". Asian J Sports Med; 3 (2): 65-73.
6. Mohr, M., Krustrup, P., Bangsbo, J. (2005). "Fatigue in soccer: a brief review". J Sports Sci; 23(6): 593-599.
7. Stokes, KA., Nevill, ME., Cherry, PW., Lakomy, HKA., Hall, GM. (2004). "Effect of 6 weeks of sprint training on growth hormone responses to sprinting". Eur J Appl Physiol; (92) 26-32.
8. Farzad, B., Gharakhanlou, R., Agha-Alinejad, H., Curby, D., Bayati, M., Bahraminejad, M., et al. (2011). "Physiological and performance changes from the addition of a sprint interval program to wrestling training". J Strength Cond Res; 25(9): 2392-2399.
9. Henderson, GC., Horning, MA., Lehman, SL., Wolfel, EE., Bergman, BC., Brooks, GA. (2004). "Pyruvate shuttling during rest and exercise before and after endurance training in men". J Appl Physiol; 97: 317-325.
10. Hoff, J., Wisloff, U., Engen, LC., Kemi, OJ., Helgerud, J. (2002). "Soccer specific aerobic endurance training". Br J Sports Med; 36: 218-221.
11. Rodas, G., Ventura, JL., Cadefau, JA., Cusso, R., Parra, J. (2000). "A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism". Eur J Appl Physiol; 82: 480-486.

12. Siahkuhian, M., Khodadadi, D. (2013).“The effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on aerobic and anaerobic indices in athlete boys”. Sport Physiol; 5(18): 39-52. (In Persian).
13. Kara, M., Gokbel, H., Bediz, C. (1996). “Determination of the heart rate deflection point by the Dmax method”. J Sports Med Phys fitness; 36: 31-34.
14. Bently, DJ., Newell, J., Bishop, D. (2007). “Incremental exercise test design and analysis implications for performance diagnostics in endurance athletes”. Sports Med; 37(7): 575-586
15. Bangsbo, J., Norregaard, L., Thorso, F. (1991). “Activity profile of competition soccer”. Can J Sport Sci; 16(2): 110-116.
16. Roy, GS., Paul, A., Bandopadhyyay, D. (2014). “Effect of extensive interval training on lactate threshold level”. Am J Sports Sci Med; 2(5): 6-9.
17. Rakobowchuk, M. (2008). “Sprint interval and traditional endurance training induce similar improvements in peripheral arterial stiffness and flow-mediated dilation in healthy humans”. Am J Physiol Regul, Integr Comp Physiol; 295 (1): 236-242.
18. Laursen, PB., Shing, CM., Peake, JM., Coombes, JS., Jenkins, DG. (2002). “Interval training program optimization in highly trained endurance cyclists”. Med Sci Sports Exer; 34 (11): 1801- 1807.
19. Dawson, B., Fitzsimons, M., Green, S., Goodman, C., Carey, M., Cole, K. (1998). “Changes in performance, muscle metabolites, enzymes and fibre types after short sprint training”. Eur J Appl Physiol Occup Physiol; 78 (2): 163- 169.
20. Bayati, M., Gharakhanlou, R., Agha-Alinejad, H., Farzad, B. (2010). “The effect of 4 weeks of high-intensity interval training on selected physiological and metabolic indices in active men”. J Appl Sport Physiol Univ Mazandaran; 6(11): 107-124. (In Persian).
21. Motemadi, P., Rajabi, H., Eberahimi, E. (2011). “The effect of continuous and intermittent exercise, aerobic endurance and strength to move efficiently trained male runners”. Sport Physiol; 8(15); 46-59. (In Persian).
22. Laursen, PB., Jenkins, DG. (2002). “The scientific basis for high - intensity interval training: optimising training programmes and maximizing performance in highly trained endurance athletes”. Sports Med; 32 (1): 53- 73.
23. Creer, AR., Ricard, MD., Conlee, RK., Hoyt, GL., Parcell, AC. (2004). “Neural, metabolic, and performance adaptations to four weeks of high intensity sprint - interval training in trained cyclists”. Int J Sports Med; 25 (2): 92- 98.
24. Weston, AR., Myburgh, KH., Lindsay, FH., Dennis, SC., Noakes, TD., Hawley, JA. (1997). “Skeletal muscle buffering capacity and endurance performance after highintensity training by well- trained cyclists”. Eur J Appl Physiol Occup Physiol; 75 (1): 7- 13.
25. Macpherson, R., Hazell, TJ., Olver, TD., Paterson, DH., Lemon, PW. (2011). “Run sprint interval training improves aerobic performance but not max cardiac output”. Med Sci Sports Exer; 43 :115-122

26. Nikbakht, H., Keshavarz, S., Ebrahim, K. (2011). “The effects of tapering on repeated sprint ability (Rsa) and maximal aerobic power in male soccer players”. Am J Sci Res; 30: 125-133.
27. Meckel, Y., Eliakim, A., Seraev, M., Zaldivar, F, Cooper, DM., Sagiv, M. (2009). “The effect of a brief sprint interval exercise on growth factors and inflammatory mediators”. J Strength Cond Res; 23 (1): 225- 230.
28. Lin, H., Wang, SW., Wang, RY., Wang, PS. (2001). “Stimulatory effect of lactate on testosterone production by rat Leydig cells”. J Cell Biochem; 83 (1): 147- 154.
29. Kraemer, WJ., Rogol, AD. (2005). “The endocrine system in sports and exercise”. Blackwell; 525-543.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی