مقایسه تأثیر تمرین‌های مقاومتی با استراحت فعال و غیرفعال بر آمادگی هوازی و بی‌هوازی بازیکنان فوتبال

عباس کیهانیان[1]*، خسرو ابراهیم، حمید رجبی***، سیدمحمد مرندی******

* کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی.

** استاد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهیدبهشتی.

*** دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی.

**** دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه اصفهان.

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۷/۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۱۰/۱۸

چکیده

هدف پژوهش حاضر، مقایسه تأثیر تمرین مقاومتی با استراحت فعال و غیرفعال بر آمادگی هوازی و بی‌هوازی بازیکنان فوتبال بود. ۱۶ بازیکن فوتبال جوانان (ب) سپاهان اصفهان به صورت تصادفی به دو گروه تمرین مقاومتی با استراحت فعال (قد ۱۷۷/۷۸±۶/۶۸ سانتی‌متر، وزن ۶۴/۸۸±۷/۹۷ کیلوگرم، سن ۱۸/۲۲±۰/۸۳ سال و چربی بدن ۲۰/۴۷±۱/۸۰ درصد) و گروه استراحت غیرفعال (قد ۱۷۸/۵۷±۶/۹۹ سانتی‌متر، وزن ۶۴±۶/۶۰ کیلوگرم، سن ۱۸±۰/۸۱ سال و چربی بدن ۲۰/۰۵±۱/۷۰ درصد) تقسیم شدند. آزمون حداکثر اکسیژن مصرفی، قدرت بیشینه، Tmax، استقامت عضلانی، هاف،RAST وAT در پیش و پس‌آزمون انجام شد. برنامه تمرین به مدت ۸ هفته و هفته‌ای ۲ جلسه با ۱۰حرکت و از ۳۰ الی ۵۰ درصد قدرت بیشینه انجام شد. با این تفاوت که گروه استراحت فعال ۳ نوبت فعالیت ۲۰ تکراری را در ۳۰ ثانیه انجام می‌داد و فاصله بین ۳۰ ثانیه‌ها با ۲ نوبت فعالیت ۱۰ تکراری تکمیل می‌شد، اما گروه استراحت غیرفعال ۴ نوبت فعالیت ۲۰ تکراری در ۳۰ ثانیه و ۳۰ ثانیه استراحت غیرفعال بین نوبت‌ها داشتند. پس‌از تعیین نرمالیتی از طریق آزمون کلموگروف- اسمیرنوف و آزمون همگنی تجانس واریانس از آزمون تی وابسته و مستقل با سطح اطمینان $\alpha \leq 0.05$ استفاده شد. پس‌از دوره تمرینی، اختلاف معناداری در تمام متغیرها به‌جز توان بی‌هوازی اوج در گروه استراحت فعال پیدا شد، ولی در گروه استراحت غیرفعال فقط AT، vVo2max، Tmax، عملکرد آزمون هاف، استقامت عضلانی در حرکت پرس سینه و قدرت عضلانی در حرکت پرس پا افزایش یافت. نتایج بین‌گروهی تفاوت معناداری بین دو گروه در Vo2max، Tmax، AT، vVo2max، استقامت عضلانی در حرکت پرس پا و میانگین توان بی‌هوازی به سود گروه استراحت فعال نشان داد. درمجموع نتایج نشان داد که تمرین مقاومتی با استراحت فعال نسبت به تمرین مقاومتی با استراحت غیرفعال سبب بهبود بیشتر در آمادگی هوازی و گاه بهبود بیشتر در آمادگی بی‌هوازی بازیکن فوتبال می‌شود.

واژگان کلیدی: تمرین تناوبی مقاومتی، استراحت فعال، AT،Tmax، Vo2max، vVo2max، توان حداکثر، آزمون هاف.

Compaison the effect of resistance exercise with active and passive rest on aerobic and anaerobic fitness in soccer players

Keihaniyan, A.*., Ebrahim, K.h.., Rajabi,H.*** .,Marandi,S.M******

* Master of Science, Sports Physiology, Factuly of Physical Education and Sport Sciences Kharazmi University, Iran.

** Full Professor, Sports Physiology, Factuly of Physical Education and Sport Sciences Shahid Beheshti University, Iran.

*** Associate Professor, Sports Physiology, Factuly of Physical Education and Sport Sciences Kharazmi University, Iran.

**** Associate Professor, Sports Physiology, Factuly of Physical Education and Sport Sciences Isfahan University, Iran.

Abstract

The aim of this study was to Compare the effect of resistance training with active and passive rest on aerobic and anaerobic fitness in soccer players. For this purpose 16 players of Foolad Mobarakeh Sepahan club, accidentally were divided into rest and active group (Height 177.78±6.68 cm, Weight 64.88±7.97 kg, age 18.22±0.83 years ,and percent fat 20.47±1.8) and rest passive group(Height 178.57±6.99 cm, Weight 64± 6.6kg, age 18±0.81 years ,and percent fat 20.05±1.7). The tests were performed in this order: maximal oxygen consumption, maximal strength, Tmax, muscular endurance, Hoff and RAST test in the pre and post test. The exercises were done for 8 weeks and twice week with 10 exercises of 30 to 50 percent of maximal strength with this difference that the active rest group performed 3 sets of 20 repetitions exercise in 30 seconds that rest interval between 30 seconds was completed with 2 sets of 10 repetitions exercise in 30 second. The passive group performed 4 sets of 20 repetitions exercise in 30 seconds that rest interval between 30 seconds was completed with 3 sets passive rest. After determining the normality by Kolmogorov-Smirnov test and homogenous variance test, independent and dependent t-tests with a significant level of $\alpha \leq 0.05$ were used. The results indicate that after the training period, a significant difference was found in all variables except

1.a.keihaniyan@yahoo.com

fatigue index in active rest group. But in passive rest group there were a significant difference in variables AT, vVo2max, Tmax, performance of Hoff test, bench press muscular endurance and leg press strength from pre test to post test. The results between groups indicated that there was a significant difference between two groups in Vo2max, Tmax, AT, vVo2max, leg press muscular endurance, and mean power in benefits of active rest group. Finally, the results showed that the resistance training with active rest causes improvements in aerobic and anaerobic fitness of soccer players in comparison to resistance training with passive.

Keywords: Interval Resistance Training, Active and Passive Rest, Tmax, vVo2max, Vo2max, Peak Power, Hoff Test, Muscular Strength

مقدمه

بازیکنان فوتبال به تکنیک، تاکتیک، آمادگی روانی و جسمانی برای موفقیت نیاز دارند و درحقیقت مهارت‌های تکنیکی و تاکتیکی وابستگی بالایی به ظرفیت بدنی بازیکنان دارد (۲،۱). بازی فوتبال ازلحاظ نحوه اجرا، جز بازی‌های تناوبی طبقه‌بندی می‌شود (۳،۲) که دلیل آن وجود دامنه وسیعی از حرکات انفجاری و شدت بالا مثل دویدن‌های شدید، دوهای انفجاری کوتاه، هجوم‌ها و تغییر مسیرها و نیز حرکات آهسته مثل آهسته‌دویدن، راه‌رفتن، دوهای به پهلو و ایستادن‌ها در این رشته با فواصل زمانی نامرتب است (۴). اجرای این حرکات سبب درگیری سیستم هوازی و بی‌هوازی در بازی فوتبال می‌شود و حالت اسیدوز نیز در بدن ایجاد می‌کند که سبب خستگی بازیکنان و کاهش سرعت بازی می‌شود (۱).

درمجموع یک بازیکن فوتبال حدود ۱۰۰۰–۱۴۰۰ فعالیت کوتاه را در بازی انجام می‌دهد (۶،۵). ازطرف دیگر، بیشتر گل‌های بازی فوتبال در کارهای انفجاری و سرعتی زده می‌شود (۶) و این فعالیت‌های سرعتی است که سبب جذابیت (۷) فوتبال شده است. حرکات سرعتی حدود ۱۱ درصد بازی فوتبال را تشکیل می‌دهد (۶،۵) که معادل ۱ تا ۶ درصد کل مسافت بازی یا ۰/۵ الی ۳ درصد زمان فعال بازی است (۵، ۸). همچنین بازیکنان فوتبال سطح عالی فقط ۵ درصد بیشتر مسافت در کل بازی پیمودند، درحالی‌که مسافت دوهای سرعتی آنها نسبت به بازیکنان حرفه‌ای ۲۸ درصد بیشتر بود و بنابراین شاید دلیل برتری آنها کارهای سرعتی و توان بیشتر آنها باشد (۶). با توجه به مطالب گفته‌شده می‌توان به اهمیت سیستم بی‌هوازی در بازی فوتبال پی برد. با وجود این سیستم غالب انرژی در بازی فوتبال سیستم هوازی است، چون بازیکن طی ۹۰ دقیقه بازی حدود ۱۰–۱۲ کیلومتر (۹،۵) را با سرعت ۸۰–۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه یا حدود ۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی می‌پیماید (۱۰،۲). همچنین پژوهش‌های مختلف نشان داده است، تمرین‌هایی که سبب بهبود عوامل آمادگی هوازی (حداکثر اکسیژن مصرفی، اقتصاد دویدن و آستانه لاکتات) می‌شوند، می‌توانند سبب بهبود عملکرد بدنی، تکنیکی و تاکتیکی بازیکنان فوتبال شوند (۱، ۱۱). این نباید به اشتباه تفسیر شود و اهمیت سیستم بی‌هوازی و نقش آن در عملکرد بازیکنان نباید نادیده گرفته شود (۲). بنابراین درمجموع می‌توان نتیجه گرفت که آمادگی هوازی و بی‌هوازی، عوامل ارزشمندی برای موفقیت در بازی فوتبال هستند.

سازگاری‌های فیزیولوژیکی ایجادشده در ورزشکاران به نوع، ساختار و ویژگی‌های برنامه تمرینی بستگی دارد (۱۲). برهمین اساس با توجه به ماهیت تناوبی رشته فوتبال، نقش تمرین‌های تناوبی در این رشته برجسته شده

است. در حقیقت اجرای تمرین‌های تناوبی هوازی و بی‌هوازی سبب افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی (۱،۱۳،۱۴)، توان (۱۴،۱۵)، مقاومت دربرابر خستگی (۱۶)، افزایش حجم ضربه‌ای (۱۷)، افزایش فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو و گلیکولیتیک (۱۴)، تحمل لاکتات (۱۸)، کارایی حرکتی (۱) و افزایش دفع لاکتات می‌شود. پس می‌توان نتیجه گرفت که تمرین‌های تناوبی سبب بهبود آمادگی هوازی و بی‌هوازی می‌شوند (۳). نتایج مطالعات حاکی از آن است که تمرین تناوبی با شدت ۹۰ تا ۹۵ درصد حداکثر اکسیژن قلب و با استراحت ۶۰ تا ۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب در بازیکنان فوتبال می‌تواند به‌ترتیب سبب افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی، آستانه لاکتات، کارایی حرکتی، مسافت پیموده‌شده، تعداد دوهای سرعتی و تعداد درگیری‌های با توپ به میزان ۱۰/۸، ۱۶، ۶/۷، ۲۰، ۲۴/۱،۱ درصد شود. علاوه بر این، تمرین‌های تناوبی می‌تواند تا ۲/۴ کیلومتر بر ساعت سرعت در آستانه لاکتات را افزایش دهد. همچنین این نوع تمرین سبب می‌شود که بازیکنان فوتبال ۱۹ دقیقه بیشتر در شرایط شدت زیاد (شدت ۹۰ درصد ضربان قلب) فعالیت کنند (۱).

یکی دیگر از عواملی که در فوتبال اهمیت دارد قدرت است و به همین دلیل امروزه تمرین‌های مقاومتی به منزله بخش مهمی از تمرین‌های تیم‌های فوتبال اجرا می‌شوند (۱۹). اجرای تمرین‌های مقاومتی سبب کاهش آسیب‌دیدگی، بهبود عملکرد حرکتی، بهبود پرش، سرعت، استقامت عضلانی (۲۰) و توان بی‌هوازی شده است (۲۱) و هیچ اثر منفی بر تکنیک بازیکنان فوتبال نداشته است (۲۲). به هر حال، در تمرین مقاومتی ترکیبی از متغیرهایی مثل نوع فعالیت عضلانی (کانسنتریک و اکسنتریک)، حجم تمرین (تعداد نوبت و تعداد تکرار) و شدت تمرین، نوع حرکت انتخاب‌شده و گروه‌های عضلانی درگیر در تمرین، توالی حرکت اجراشده، فواصل استراحت بین نوبت‌ها و حرکت‌ها، سرعت تکرار حرکات، تناوب تمرین، دامنه حرکتی و سیستم انرژی درگیر (۲۳،۲۴) وجود دارد و همین متغیرها سبب می‌شوند سازگاری‌های فیزیولوژیکی متفاوتی با تمرین‌های مقاومتی ایجاد شود. به هر حال، با اینکه به مدت و نوع استراحت بین نوبت‌ها و حرکت‌ها با استفاده از کشش و فعالیت‌های سبک در تمرینات مقاومتی و غیر مقاومتی توجه شده (به منظور بازگشت به حالت اولیه سریع‌تر)، به استفاده از خود تمرین مقاومتی با شدت کمتر به‌عنوان استراحت فعال (به منظور افزایش شدت تمرین طی جلسه تمرین برای کسب سازگاری‌های بیشتر) در بین نوبت‌های تمرینات مقاومتی توجه نشده است. با توجه به اینکه تمرین مقاومتی امروزه بخش مهمی از تمرین‌های بازیکنان فوتبال است و اجرای تمرین مقاومتی به‌صورت تناوبی و با استراحت غیرفعال بیشتر از ۵۰ درصد Vo2max را درگیر نمی‌کند (۲۵)، به نظر می‌رسد تمرین مقاومتی با استراحت غیرفعال اثر کمی بر آمادگی هوازی داشته باشد، اما گزارش شده است که استراحت فعال در تمرین‌های غیر وزنه سبب افزایش فشار تمرین طی هر نوبت می‌شود. بنابراین طبق اصل ویژگی تمرین و ماهیت تناوبی بازی فوتبال (۲،۳) و نیاز بازیکنان فوتبال به آمادگی هوازی و بی‌هوازی و با توجه به ماهیت مؤثر تمرین‌های تناوبی با استراحت فعال بر آمادگی هوازی و بی‌هوازی، و ازآنجاکه نوع استراحت (فعال یا غیرفعال) بین نوبت‌ها یکی از

متغیرهایی است که می‌توان در تمرین‌های تناوبی مقاومتی دست‌کاری کرد، به نظر می‌رسد دست‌کاری نوع استراحت بین نوبت‌ها در تمرین مقاومتی (با استفاده از خود تمرین مقاومتی کم‌شدت‌تر) سبب می‌شود فشار طی هر نوبت بیشتر شود که این امر فشار بیشتری بر سیستم هوازی و بی‌هوازی وارد می‌کند و به این طریق سبب سازگاری بیشتر در آمادگی هوازی و بی‌هوازی ورزشکاران می‌شود. حال با توجه به مطالب گفته‌شده، این سؤال پیش می‌آید که آیا انجام تمرین مقاومتی با استراحت فعال (به صورت تناوبی و با استفاده از خود تمرین مقاومتی کم‌شدت‌تر) نسبت به اجرای آن به صورت غیرفعال (با صرف وقت کمتر، حجم تمرینی برابر و ماهیت تناوبی فوتبال) در بازیکنان فوتبال می‌تواند سبب بهبود بیشتر در آمادگی هوازی و عملکرد بی‌هوازی آنان شود؟

روش‌شناسی

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی و با طرح پیش و پس‌آزمون در دو گروه تجربی بود. آزمودنی‌های این تحقیق ۱۶ بازیکن فوتبال جوانان ب سپاهان اصفهان بودند که داوطلبانه در این تحقیق مشارکت کردند. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی و البته براساس پست بازی و وزن بدن به دو گروه استراحت فعال (قد ۶/۶۸±۱۷۷/۷۸ سانتی‌متر، وزن ۷/۹۷±۶۴/۸۸ کیلوگرم، سن ۰/۸۳±۱۸/۲۲ سال، چربی بدن ۱/۸۰±۲۰/۴۷ درصد و Vo2max ۳/۸۰±۴۱/۵۶ میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه) و گروه استراحت غیرفعال (قد ۶/۹۹±۱۷۸/۵۷ سانتی‌متر، وزن ۶/۶۰±۶۴ کیلوگرم، سن ۰/۸۱±۱۸ سال، چربی بدن ۱/۷۰±۲۰/۰۵ درصد و Vo2max ۵/۲۵±۴۲/۴۵ میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه) تقسیم شدند.

طرح مذکور در کمیته پژوهشی دانشگاه شهیدبهشتی، باشگاه سپاهان اصفهان و اداره کل ورزش و جوانان استان اصفهان مطرح شد و پس‌از موافقت این نهادها عملیات اجرای آن پس از دو جلسه هماهنگی با حضور کلیه بازیکنان شروع شد. در جلسات هماهنگی نحوه اجرای کار، اهداف و فواید پژوهش و خطرات احتمالی شرح داده شد. همچنین مواردی که بازیکنان باید در حین اجرای آزمون‌ها (نداشتن فعالیت شدید در ۴۸ ساعت قبل از آزمون‌ها و تهیه فرم یادآمد غذایی در یک هفته آزمون) و پروتکل (نداشتن بیش‌از دو غیبت در ۸ هفته تمرین) انجام دهند به آنها توضیح داده شد و از بازیکنانی که تمایل به مشارکت در پژوهش حاضر را داشتند خواسته شد که رضایت‌نامه کتبی را تکمیل کنند و در اولین جلسه آشنایی تحویل دهند. همچنین به آزمودنی‌ها گفته شد که در هر زمانی از پژوهش، قادر به ترک پژوهش هستند. قبل‌از پیش‌آزمون، آزمودنی‌ها طی سه جلسه برای آشنایی با محیط آزمایشگاه دانشکده تربیت‌بدنی دانشگاه اصفهان، روش کار با گاز آنالایزر، دویدن روی تردمیل و تمرین مقاومتی به روش تناوبی به آزمایشگاه و سالن وزنه مراجعه کردند. آزمون‌ها به فاصله ۲۴ ساعت و به صورت جداگانه گرفته شد.

آزمون‌های $VO2_{max}$، vVo2max، TmaxوAT: به منظور اندازه‌گیری $VO2_{max}$، آزمون فزاینده‌ای با مراحل یک دقیقه‌ای روی تردمیل اجرا شد. سرعت اولیه شش کیلومتر بر ساعت بود و پس‌از ۴ دقیقه

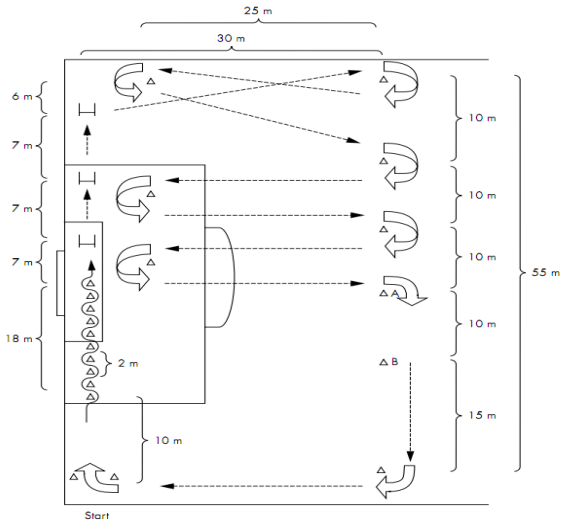
فعالیت در این سرعت، به اندازه یک کیلومتر در ساعت در هر دقیقه افزایش سرعت اعمال می‌شد (۲۶). پروتکل مزبور در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۲۵ درصد انجام شد و در اجرای این آزمون سعی شد که از همه آزمودنی‌ها در یک ساعت مشخص (مثل پیش‌آزمون)، آزمون گرفته شود تا شرایط بیولوژیکی بدن کمترین مداخله را داشته باشد. زمانی آزمون متوقف می‌شد که آزمودنی خود اظهار ناتوانی می‌کرد، ضربان قلب به بیش‌از ۹۵ درصد ضربان قلب حداکثر می‌رسید یا عدم تغییر در اکسیژن مصرفی هم‌زمان با افزایش شدت فعالیت یا RER بالای ۱.۵ مشاهده می‌شد (اگر دو مورد از موارد بالا به دست می‌آمد آزمون متوقف می‌شد). سرعتی که فرد به Vo2max می‌رسد vVo2max در نظر گرفته و ثبت شد. آزمون Tmax، ۲۴ ساعت بعد از اتمام آزمون Vo2max اجرا شد. این آزمون با توجه به آزمون Vo2max و سرعتی که فرد به Vo2max رسیده بود، اجرا می‌شود. اگر بازیکن دست‌کم ۳۰ ثانیه در هر مرحله‌ای از آزمون Vo2max باقی می‌ماند برای آزمون Tmax، آن سرعت فعالیت برای بازیکن اعمال می‌شد. نحوه اجرای آزمون Tmax به این صورت بود که پس‌از ۵ دقیقه گرم‌کردن در سرعت ۶ کیلومتر در ساعت، ورزشکار در ۶۰ درصد سرعتی قرار می‌گرفت که باید در آن فعالیت می‌کرد. در عرض ۱۰ ثانیه سرعت به ۸۰ درصد سرعت مورد نظر و پس از ۱۰ ثانیه سرعت به ۱۰۰ درصد سرعت مورد نظر می‌رسید. در این زمان کرونومتر شروع به کار می‌کرد و زمان فعالیت فرد ثبت می‌شد (۲۸،۲۷). روش تعیین AT به این صورت بود که زمان وقوع نقطه شکست تهویه‌ای براساس دو متغیر زمان (شدت) و اکسیژن مصرفی توسط دستگاه محاسبه می‌شد [۲۸-۳۱].

آزمون قدرت بیشینه: با گرفتن اطلاعات از ورزشکاران درباره میزان تقریبی وزنه‌هایی که می‌زدند یا حدس می‌زدند که می‌توانند جابه‌جا کنند، با قراردادن آنها در فرمول ۱، قدرت تخمینی بازیکنان به دست می‌آمد. سپس ورزشکار مقدار وزنه تخمینی را امتحان می‌کرد. درصورتی‌که تکرار ۲ الی ۳ تکرار بیشتر نمی‌شد دوباره از فرمول استفاده می‌شد و قدرت بیشینه نهایی ورزشکار به دست می‌آمد، اما درصورت تکرار بالاتر به مقدار وزنه‌ها اضافه می‌شد تا ورزشکار حداکثر بتواند ۳ تکرار از حرکت را انجام دهد تا با قراردادن مقدار وزنه جابه‌جا شده در فرمول (وزنه‌ای که حداکثر سه تکرار قابل اجرا بوده است) قدرت بیشینه نهایی فرد به دست آید.

(۰/۰۲تعداد تکرار) -۱ مقدار وزنه جابه‌جا شده= قدرت بیشینه: فرمول ۱

آزمون استقامت عضلانی: برای اندازه‌گیری استقامت عضلانی یک حرکت اندام تحتانی (پرس پا) و یک حرکت اندام فوقانی (پرس سینه) انتخاب شد و از بازیکن خواسته شد که با ۴۰ درصد قدرت بیشینه خود حداکثر تکرار را با ریتم مترونوم (هر ۱/۵ ثانیه یک تکرار) اجرا کند و چنانچه دوبار متوالی از ریتم عقب می‌افتاد از ادامه فعالیت او جلوگیری می‌شد (۳۲).

آزمون هاف: اندازه‌گیری مسافت پیموده‌شده در این آزمون برای تعیین استقامت ویژه و میزان Vo2max بازیکنان فوتبال استفاده می‌شود (۱۳). در این آزمون، طبق شکل ۱، ورزشکار باید 10 مخروط اول را به صورت مارپیچ دریبل کند و سپس با توپ از مانع‌هایی به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر بپرد. پس‌از آن مخروط‌های بعدی را مطابق شکل طی می‌کند تا به نقطه A برسد و از نقطه A تا B درحالی‌که توپ را کنترل می‌کند باید رو به عقب حرکت کند و وقتی به نقطه B رسید، دوباره رو به جلو حرکت می‌کند تا به نقطه شروع برسد. برای این آزمون هر بازیکن ۸ دقیقه زمان داشت.



شکل۱. هر بازیکن باید توپ را در مسیری که مشخص شده است حمل کند. عرض محوطه تمرین ۳۵ متر و طول آن ۵۵ متر است. بازیکن فاصله بین مخروط A تا B را باید رو به عقب حرکت کند.

آزمون RAST: این آزمون برای اندازه‌گیری عملکرد بی‌هوازی ورزشکاران به‌ویژه در ورزش‌هایی استفاده می‌شود که دویدن یکی از اجزای اصلی آنهاست و با استفاده از آن، توان حداکثر، حداقل، متوسط و شاخص خستگی بازیکنان به دست می‌آید و نحوه اجرای این آزمون هم به این صورت است که ورزشکار باید ۶ دوی سرعتی متناوب ۳۵ متری را با حداکثر سرعت و تنها با فواصل استراحت ۱۰ ثانیه بین هر ۳۵ متر اجرا کند (۳۳).

همچنین از آزمودنی‌ها خواسته شد که برنامه غذایی خود را طی یک هفته آزمون در فرم یادآمد ثبت کنند تا در پس‌آزمون عیناً آن مواد غذایی را تکرار کنند.

پروتکل تمرین

پروتکل ۸ هفته‌ای (۲۷) تمرین‌های مقاومتی با استراحت فعال و غیرفعال به صورت ۲ جلسه در هفته (۲۲) در روزهای یکشنبه و سه‌شنبه در پایگاه قهرمانی اصفهان اجرا شد. پس‌از تعیین قدرت بیشینه در روز قبل‌از شروع پروتکل از دو نفر از آزمودنی‌ها مطالعه راهنما به عمل آمد تا تعیین شود که شدت تمرین‌ها از ۳۰ یا ۴۰ درصد (۲۷) قدرت بیشینه شروع شود و درنهایت با توجه به نتایج مطالعه راهنما تصمیم گرفته شد که تمرین‌ها با شدت ۳۰ درصد قدرت بیشینه شروع شود و هر دو هفته ۵ درصد (۲۲) به مقدار وزنه جهت اصل اضافه‌بار، افزوده شود

تا درنهایت در هفته هشتم به ۵۰ درصد قدرت بیشینه برسد. به دلیل گزارش صحیح‌تر و چون وزنه‌ها به‌صورت ۵ کیلو در دستگاه‌ها زیاد می‌شد، تنها راه‌حل رفع این مشکل که در برخی افراد ۵ درصد قدرت بیشینه، کمتر یا بیشتر از ۵ کیلوگرم می‌شد، استفاده از دامنه متغیر وزنه به‌صورت ۳۰ الی۳۵ درصد در دوهفته اول، ۳۵ الی ۴۰ درصد در دوهفته دوم و به همین ترتیب تا هفته هشتم در نظر گرفته شد. جهت اجرای پروتکل تمرین، بازیکنان گروه فعال ۱۰ نفر و بازیکنان گروه غیرفعال ۹ نفر بودند که یک نفر از افراد به دلیل حضورنیافتن در یکی از پیش‌آزمون‌ها حذف شد و دونفر دیگر به دلیل غیبت بیش از دو جلسه از ادامه در پروتکل پژوهش کنار گذاشته شدند و در پایان پژوهش به ترتیب گروه‌ها به ۹ و۷ نفر کاهش یافتند. بازیکنان در دو ساعت مجزا به سالن وزنه مراجعه می‌کردند (ساعت ۱۶ و۱۷) و حرکات انتخابی را که شامل پرس پا، پرس سینه، جلو ران، پروانه، پشت ران، سرشانه، دوقلو، شکم، دور کردن در مفصل ران و چزخش در مفصل کمر بود (۲۲) با توجه به ریتمی که از بلندگو پخش می‌شد اجرا می‌کردند. تمرین‌ها برای گروه فعال شامل ۳ نوبت فعالیت (۳۵،۳۴) با ۲۰ تکرار در ۳۰ ثانیه (۴، ۳۵،۳۴) تشکیل شده بود (هر ۱.۵ ثانیه یک تکرار با شدت ۳۰ الی ۳۵ درصد که هر دو هفته ۵ درصد اضافه‌بار اعمال می‌شد) و همچنین ۲ نوبت استراحت فعال که از ۱۰ تکرار در ۳۰ ثانیه بود (هر ۳ ثانیه یک تکرار با شدت ۳۰ الی ۳۵ درصد که هر دو هفته ۵ درصد اضافه‌بار اعمال می‌شد) در نظر گرفته شد و در بین حرکت‌ها یک دقیقه استراحت غیرفعال وجود داشت. همچنین گروه استراحت غیرفعال از ۴ نوبت ۲۰ تکراری در ۳۰ ثانیه و ۳۰ ثانیه استراحت غیرفعال بین هر نوبت استفاده کرد که همچنین استراحت بین حرکات یک دقیقه استراحت (۳۴) غیرفعال بود. در پایان گفتنی است، با توجه به اینکه این پژوهش در فصل آمادگی عمومی انجام شد، با صحبتی که پژوهشگر با مربی باشگاه مبنی بر یکسان‌بودن حجم تمرینات داخل زمین چمن انجام داد، اولاً تعداد جلسات چمن به ۱ جلسه کاهش یافت و در همین یک جلسه هم سعی بر آن بود که سطح فعالیت برای همه بازیکنان به یک اندازه باشد. هرچند این کار با نظارت پژوهشگر انجام می‌شد، کاملاً قابل کنترل نبود.

روش آماری

تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ انجام شد. طبیعی‌بودن داده‌ها به‌وسیله آزمون کولموگروف – اسمیرنوف مشخص شد و بعد از طبیعی‌بودن داده‌ها از آمار پارامتریک استفاده شد. همچنین از آزمون تجانس واریانس برای همگنی بین دو گروه استفاده شد و برای بررسی تفاوت داده‌های قبل و بعد در هر گروه از آزمون تی وابسته و برای بررسی اختلاف بین دو گروه از آزمون تی مستقل استفاده شد. سطح معنی داری نیز $P \leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج پژوهش حاکی از آن بود که پس‌از این دوره تمرینی تفاوت معناداری در استقامت عضلانی در حرکت پرس پا، استقامت عضلانی در حرکت پرس سینه، قدرت عضلانی در حرکت پرس پا، قدرت عضلانی در حرکت پرس سینه (جدول ۱)، Vo2max، AT، vVo2max، عملکرد آزمون هاف (جدول ۲)، Tmax، توان حداکثر و میانگین توان (جدول ۳) در گروه استراحت فعال از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون مشاهده شد، درحالی‌که در این گروه در شاخص خستگی (جدول ۳) از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون اختلاف معناداری مشاهده نشد و در گروه استراحت غیرفعال استقامت عضلانی در حرکت پرس سینه و قدرت عضلانی در حرکت پرس پا (جدول ۱) AT، vVo2max و عملکرد آزمون هاف (جدول ۲) و Tmax (جدول ۳) از پیش تا پس‌آزمون تفاوت معناداری مشاهده شد؛ درحالی‌که در همین گروه در استقامت عضلانی در حرکت پرس پا، قدرت عضلانی در حرکت پرس سینه (جدول ۱)، Vo2max(جدول ۲)، توان حداکثر، میانگین توان و شاخص خستگی (جدول ۳) تفاوت معناداری پیدا نشد. نتایج بین‌گروهی حاکی از آن بود که تفاوت معناداری بین دو گروه در استقامت عضلانی در حرکت پرس پا (جدول ۱)، Vo2max، AT، vVo2max (جدول ۲)، Tmax و میانگین توان (جدول ۳) به سود گروه استراحت فعال مشاهده شد، درحالی‌که در استقامت عضلانی در حرکت پرس سینه، قدرت عضلانی در حرکت پرس پا و قدرت عضلانی در حرکت پرس سینه (جدول ۱)، عملکرد آزمون هاف (جدول ۲)، توان حداکثر و شاخص خستگی (جدول ۳) بهبود معناداری بین دو گروه یافت نشد.

جدول۱. نتایج قدرت و استقامت عضلانی از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون (Mean±SD)

	پیش‌آزمون گروه فعال	پس آزمون گروه فعال	پیش‌آزمون گروه غیرفعال	پس‌آزمون گروه غیرفعال	مقدار p درون‌گروهی استراحت فعال	مقدار p درون‌گروهی استراحت غیرفعال	مقدار p بین‌گروهی
Vo2max (میلی لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه)	۴۱.۵±۳.۸	۴۸.۸±۲.۸۱	۴۲.۴±۵.۲۵	۴۵.۲±۴.۲	۰/۰۰*	۰/۰۶	۰/۰۲۸*
AT(میلی لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه)	۲۹.۸±۲.۹	۳۵.۶±۲.۹	۳۱.۸±۴.۴	۳۳.۶±۴.۷	۰/۰۲۲*	۰/۰۴*	۰/۰۴۲*
vV2max (کیلومتر بر ساعت)	۱۵.۸±۱.۲	۱۸±۰.۹	۱۶.۱±۰.۹	۱۷±۱.۴	۰/۰۱۷*	۰/۰۰۱*	۰/۰۳۴*
عملکرد آزمون هاف (متر)	۱۲۰۷±۸۶	۱۵۱۶±۱۰۰	۱۲۱۳±۱۶۷	۱۳۵۶±۱۳۷	۰/۰۰*	۰/۰۰۱*	۰/۱۳۵

جدول ۲. نتایج آمادگی هوازی از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون (Mean±SD)

	پیش‌آزمون گروه فعال	پس آزمون گروه فعال	پیش‌آزمون گروه غیرفعال	پس‌آزمون گروه غیرفعال	مقدار p درون‌گروهی استراحت فعال	مقدار p درون‌گروهی استراحت غیرفعال	مقدار p بین‌گروهی
استقامت عضلانی در حرکت پرس پا(تعداد تکرار)	۷۰±۲۱	۸۵±۱۵	۵۰±۱۲	۵۶±۱۳	۰/۰۱*	۰/۰۶	۰/۰۳۵*
استقامت عضلانی در حرکت پرس سینه(تعداد تکرار)	۳۷±۷	۵۱±۱۴	۳۲±۱۰	۴۰±۱۰	۰/۰۲*	۰/۰۰*	۰/۱۳
قدرت عضلانی در حرکت پرس پا(کیلو گرم)	۱۴۷±۳۴	۲۱۳±۳۹	۱۷۰±۳۹	۲۰۷±۳۴	۰/۰۰*	۰/۰۱*	۰/۲۱۲
قدرت عضلانی در حرکت پرس سینه(کیلو گرم)	۷۰±۱۳	۹۰±۱۱	۷۴±۱۸	۸۵±۱۵	۰/۰۱*	۰/۳۶	۰/۴۵۴

جدول ۳. نتایج آمادگی بی‌هوازی از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون (Mean±SD)

	پیش آزمون گروه فعال	پس آزمون گروه فعال	پیش آزمون گروه غیر فعال	پس آزمون گروه غیر فعال	مقدارp درون گروهی استراحت فعال	مقدار p درون گروهی استراحت غیر فعال	مقدار p بین گروهی
Tmax (ثانیه)	۲۶۲±۴۸	۲۴۴±۴۵	۲۶۳±۳۴	۱۹۱±۳۱	۰/۰۲۷*	۰/۰۰۵*	۰/۰۰۵*
توان حداکثر (وات)	۵۲۱±۸۸	۶۲۰±۱۱	۵۵۹±۹۶	۵۳۴±۱۹	۰/۰۰۱*	۰/۷۵۴	۰/۱۰۱
میانگین توان (وات)	۴۱۲±۷۹	۴۸۹±۷۵	۳۶۵±۱۱۷	۳۹۲±۱۲۳	۰/۰۰۱*	۰/۰۵۶	۰/۰۲۷*
شاخص خستگی(وات بر ثانیه)	۵.۶±۱.۶	۵.۷±۱.۵	۶.۹±۲.۶	۸.۷±۳.۵	۰/۰۹۵	۰/۱۳۶	۰/۱۹۹

بحث

یافته‌های پژوهش مبین آن است که نوع استراحت بین تمرین‌های تناوبی مقاومتی عامل تأثیرگذاری بر آمادگی هوازی است. مقایسه درون‌گروهی داده‌ها نشان داد که برای گروه استراحت فعال از پیش تا پس‌آزمون Vo2max (۱۷/۵۹درصد)، AT(۱۹/۴۶درصد)، vVo2max (۱۳/۹درصد) و عملکرد آزمون هاف (۲۵/۶درصد) تفاوت معناداری پیدا شد. در نتایج درون‌گروهی برای گروه استراحت غیرفعال از پیش تا پس‌آزمون AT (۵/۶درصد)، vVo2max (۵/۵۹درصد) و عملکرد آزمون هاف (۱۱/۷درصد) نیز تفاوت معناداری پیدا شد، اما از پیش تا پس‌آزمون Vo2max (۶/۶ درصد) تفاوت معناداری یافت نشد. به‌هرحال با توجه به اینکه تمرین‌های متداول فوتبال (یک جلسه در هفته) نیز انجام شده است، ممکن است برخی تغییرات مربوط به این تمرین‌ها باشد، اما نتایج بین‌گروهی حاکی از آن بود که پس‌از مداخله دو ماهه تمرینی تفاوت معنادار بین گروه استراحت فعال و غیرفعال در متغیرهای AT،Vo2max و vVo2max از پیش تا پس آزمون مشاهده شد. درحالی‌که در عملکرد آزمون هاف از پیش تا پس‌آزمون تفاوت معناداری دیده نشد. پژوهش‌های مختلفی بهبود آمادگی هوازی را در بازیکنان فوتبال و دیگر رشته‌های ورزشی (۳۶–۳۸) به دنبال تمرین‌های مقاومتی نشان داده‌اند که از سازوکارهای مسئول افزایش آمادگی هوازی بر اثر تمرین مقاومتی می‌توان به افزایش اندک آنزیم‌های گلیکولیزی و فسفردارکردن اکسیداتیو (۳۹) افزایش مویرگ عضلانی [۴۰–۴۱]، افزایش چگالی میتوکندری (۴۲) و افزایش اندازه میوفیبریل‌ها اشاره کرد، ولی برخی پژوهش‌ها نیز نشان می‌دهند که تمرین‌های قدرتی بر آمادگی هوازی مؤثر نیستند که از دلایل آن می‌توان به طول دوره تمرین، ویژگی تمرین، و سطح آمادگی ورزشکاران اشاره کرد (۴۳–۴۵). به‌هرحال در زمینه تأثیر تمرین‌های تناوبی مقاومتی با استراحت فعال (با استفاده از خود وزنه) برAT،Vo2max ، vVo2max و عملکرد آزمون هاف پژوهشی یافت نشد، اما نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش حدوداً با نتایج معتمدی و همکاران هم‌راستاست (۲۷)، اگرچه پژوهشی حاضر و پژوهش معتمدی و همکاران نیز ازلحاظ هدف، آزمودنی و....کاملاً شبیه نبودند، این تنها پژوهشی بود که در آن تمرین تناوبی مقاومتی با استراحت فعال (با استفاده از وزنه) استفاده شده بود. تفاوت درون‌گروهی Vo2max در گروه استراحت فعال معنادار بود، اما در گروه استراحت غیرفعال تفاوت معناداری حاصل نشد. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که نوع استراحت بین تمرین‌های مقاومتی عامل مؤثر بر سازگاری‌های عضلانی و آمادگی هوازی عضلانی است و استفاده از استراحت فعال با وزنه احتمالاً سبب افزایش فشار تمرین طی نوبت‌های بعدی حرکت می‌شود و همین عامل می‌تواند موجب سازگاری‌های بیشتر در آمادگی هوازی شود(۲۷). از دلایل افزایش آمادگی هوازی بر اثر تمرین‌های تناوبی و استقامتی می‌توان به بهبود ویژگی‌های عضلات

اسکلتی (افزایش آنزیم‌های میتوکندری) (۴۶-۴۷)، افزایش آنزیم هگزوکیناز (۴۸)، افزایش لاکتات دهیدروژناز (۴۹)، افزایش چگالی مویرگی (۵۰،۴۷) و شیب انتشار محیطی (۵۱) اشاره کرد؛ ولی با توجه به اینکه تمرین‌های مقاومتی استفاده‌شده در گروه استراحت فعال ماهیت استقامتی‌تر نسبت به گروه غیرفعال پیدا می‌کرد و استفاده از استراحت فعال سبب افزایش فشار طی هر نوبت و درگیری بیشتر سیستم هوازی می‌شد، بنابراین سازگاری‌های بیشتری در سیستم هوازی ایجاد می‌شود که این بهبود عملکرد احتمالاً به دلیل افزایش بیشتر در آنزیم‌های ذکرشده در گروه استراحت فعال نسبت به گروه استراحت غیرفعال است. همچنین وجود تفاوت معنادار در AT نیز در اثر بهبود Vo2max است، زیرا افزایش آنزیم‌های میتوکندری (۴۶-۴۷) که معمولاً باعث افزایش Vo2max می‌شوند سبب می‌شود که ورزشکار انرژی لازم برای شدت‌های بالاتری از فعالیت را نیز از سیستم هوازی تأمین کند که همین سبب افزایش AT می‌شود. بنابراین از آنجایی که Vo2max در پژوهش حاضر افزایش یافته است می‌توان گفت که AT نیز را تحت تأثیر قرار داده است. از طرف دیگر، گزارش شده است که افزایش در vVo2max در ورزشکاران نخبه به احتمال زیاد ناشی از بهبود کارایی حرکتی و در ورزشکاران غیرنخبه ناشی از افزایش Vo2max، بهبود کارایی حرکتی یا هر دو است (۵۲). از آنجایی که ورزشکاران مشارکت‌کننده در این پژوهش آمادگی هوازی خیلی بالایی نداشتند و از آنجایی که Vo2max بهبود معناداری پیدا کرد، می‌توان احتمال داد که افزایش مقادیر vVo2max در آنها ناشی از افزایش هردو عامل ($VO2_{max}$ و کارایی حرکتی) است. از سازوکار مرتبط با افزایش vVo2max می‌توان به افزایش ذخیره الاستیکی عضله [۳۰] و سازگاری‌های عصبی-عضلانی شامل افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی، فرکانس و هم‌زمانی واحدهای حرکتی اشاره کرد که نهایتاً سبب افزایش نیرو، کارایی و هماهنگی عضلانی می‌شوند (۵۲). بهبود کارایی ناشی از سازگاری‌های عصبی، خستگی را به تأخیر می‌اندازد و ورزشکاران را قادر می‌سازد تا سطوح بالاتری از تولید لاکتات را تحمل کنند و از آنجایی که در این پژوهش مشاهده شد استقامت عضلانی در حرکت پرس پا از پیش تا پس‌آزمون بین دو گروه بهبود معناداری داشته است، این خود می‌تواند تأییدی باشد که احتمالاً کارایی حرکتی هم در این ورزشکاران بهبود یافته و بنابراین افزایش در vVo2max ناشی از افزایش Vo2max و کارایی حرکت بوده است. اما از دلایل احتمالی که سبب شد تفاوت معناداری بین پیش و پس‌آزمون استقامت عضلانی در حرکت پرس سینه یافت نشود، می‌توان به فعالیت کمتر کمربند شانه‌ای در تمرین‌های فوتبال اشاره کرد. درحقیقت افراد هر دو گروه هفته‌ای یک‌نوبت تمرین فوتبال داشتند که به پاها فشار وارد می‌آورد. بنابراین حجم تمرین بیشتر در پاها ممکن است یکی از دلایل این تفاوت باشد. همچنین می‌توان به زمان کوتاه پروتکل و تعداد کم جلسات آن برای تغییر نوع تارهای عضلانی اشاره کرد، به

سبب آنکه گزارش شده است تارهای بالاتنه و کوچک استقامت عضلانی کمتری دارند (۳۴) که احتمالاً به دلیل نوع تارهای عضلانی آنها باشد و مسلماً ایجاد تغییر به زمان بیشتری نیاز دارد.

در بسیاری از پژوهش‌ها همبستگی بین آزمون هاف و گازآنالایزر r=۰/۸۷ گزارش شده (۵۳،۱۳)، اما در آزمون هاف وجود توپ و فعالیت‌های تکنیکی که ورزشکار باید انجام دهد سبب می‌شود که مهارت و تاکتیک فردی نقش مهمی در عملکرد فرد داشته باشد و از آنجایی که در این آزمون ورزشکار می‌تواند در حین اجرا سرعت خود را افزایش یا کاهش دهد، که این نیز به سطح انگیزه ورزشکاران بستگی دارد، بنابراین از دلایل احتمالی که برای معنادارنبودن پیش تا پس‌آزمون عملکرد هاف در پژوهش حاضر می‌توان بیان کرد، قابل کنترل‌نبودن سطح انگیزه و مهارت ورزشکاران است. همچنین پژوهش حاضر در فصل آمادگی عمومی انجام شد و ورزشکاران در این پژوهش یک جلسه بیشتر تمرین با توپ نداشتند و شاید همین سبب شده باشد که گروه استراحت فعال طی این دو ماه از لحاظ مهارتی پیشرفت آن‌چنانی نکرده باشند، زیرا با اینکه آنها در آزمون Vo2max از پیش تا پس‌آزمون تفاوت معناداری نسبت به گروه غیرفعال پیدا کرده بودند، در آزمون هاف این تفاوت معنادار پیدا نشد و شاید اگر تعداد جلسات با توپ بیشتر شد، تفاوت دو گروه نیز در این آزمون معنادار می‌شد.

مقایسه درون‌گروهی داده‌ها نشان داد که در گروه استراحت فعال از پیش تا پس‌آزمون Tmax (۶/۹- درصد)، توان حداکثر (۱۹درصد) و میانگین توان (۱۸/۶درصد) تفاوت معناداری پیدا کرد، ولی در شاخص خستگی (۱/۷درصد) تفاوت معناداری نبود. همچنین مقایسه درون‌گروهی برای استراحت غیرفعال از پیش تا پس‌آزمون Tmax (۲۷/۴- درصد) تفاوت معناداری نشان نداد، اما از پیش تا پس‌آزمون توان حداکثر (۴/۵- درصد) و میانگین توان (۷/۳ درصد) و شاخص خستگی (۲۶ درصد) تفاوت معناداری نشان داد. نتایج بین‌گروهی حاکی از آن است که پس‌از مداخله دو ماهه تمرینی تفاوت معناداری بین گروه استراحت فعال و غیرفعال در Tmax و میانگین توان از پیش تا پس‌آزمون به دست آمد، درحالی‌که در توان حداکثر و شاخص خستگی از پیش تا پس‌آزمون تفاوت معناداری یافت نشد. اگرچه پژوهش‌های مختلفی بهبود آمادگی بی‌هوازی را در بازیکنان فوتبال (۵۴-۵۵) و در دیگر رشته‌های ورزشی(۴۳) نشان داده‌اند که از دلایل بهبود آمادگی بی‌هوازی به دنبال تمرینات مقاومتی می‌توان به بهبود هدایت عصبی، افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی، افزایش هم‌زمانی واحدهای حرکتی، کاهش مهار عصبی و افزایش هایپرتروفی (۵۶) اشاره کرد به‌هرحال در زمینه تأثیر تمرین تناوبی مقاومتی با استراحت فعال (با استفاده از خود وزنه) بر توان حداکثر پژوهشی یافت نشد. اما نتایج به‌دست‌آمده درTmax این پژوهش با نتایج معتمدی و همکاران هم‌راستا است (۲۷) به‌هرحال پژوهشی حاضر و تحقیق معتمدی و همکاران از لحاظ هدف، آزمودنی و....کاملاً شبیه نبودند، ولی این

تنها تحقیقی بود که در آن تمرین تناوبی مقاومتی استفاده شده بود. تفاوت درون‌گروهی Tmax در گروه استراحت فعال و غیرفعال معنادار بود که می‌تواند نشان‌دهنده آن باشد که هر دو گروه صرف‌نظر از نوع استراحت تحت تأثیر برنامه دو ماهه تمرینی قرار گرفته‌اند. همچنین احتمال دارد به‌دلیل کم‌بودن مدت و تعداد جلسات این نتایج به دست آمده باشد و ممکن است با افزایش طول مدت پروتکل یا تعداد جلسات نتایج دیگری به دست می‌آمد. ولی کاهش معنادار درون‌گروهی در زمان رسیدن به واماندگی در هر دو گروه به این دلیل است که vVo2max نیز به صورت درون‌گروهی برای هر دو گروه افزایش معنادار داشته است که این افزایش معنادار می‌تواند دلیل کاهش زمان در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون باشد. از دیگر دلایل کاهش معنادار زمان Tmax بین دو گروه استراحت فعال و غیرفعال می‌توان به افزایش معنادار استقامت عضلانی در حرکت پرس پا اشاره کرد (به نظر می‌آید تفاوت معنادار در استقامت عضلانی در حرکت پرس پا بیشتر در اثر سازگاری‌های عصبی باشد تا عوامل ریز ملکولی درون عضلانی مثل افزایش آنزیم‌ها) که همین عامل سبب شده تا گروه استراحت فعال نسبت به گروه استراحت غیرفعال کاهش کمتری داشته باشد.

همچنین از دلایل احتمالی افزایش معنادار درون‌گروهی از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون توان حداکثر برای گروه استراحت فعال می‌توان به میانگین کم توان حداکثر این گروه در پیش‌آزمون اشاره کرد (که نشان آمادگی بی‌هوازی و هوازی کم است) که پس‌از قرارگرفتن در پژوهش مذکور به تمرین (صرف نظر از نوع استراحت) پاسخ داده‌اند. از دلایل احتمالی دیگر می‌توان به افزایش غلظت کراتین فسفات و گلیکوژن عضلانی در عضلات اسکلتی (۵۷)، افزایش آنزیم‌های بی‌هوازی مثل فسفوفروکتوکیناز و لاکتات دهیدروژناز (۱۴) و افزایش آنزیم‌های هوازی اشاره کرد، ولی با توجه به عدم اندازه‌گیری در پژوهش حاضر نمی‌توان با قاطعیت درباب به‌وجودآمدن سازگاری‌های پیش‌گفته در ورزشکاران شرکت کننده در این پژوهش صحبت کرد و این امر نیازمند پژوهش‌های بیشتر در این زمینه است. از دلایل احتمالی که می‌توان برای به‌دست‌نیامدن تفاوت معنادار بین گروهی بیان کرد، ناکافی‌بودن مدت، شدت و تعداد جلسات پروتکل است، زیرا برای تغییرات درون عضلانی دست‌کم به ۸ تا ۱۲ هفته نیاز است که در این پژوهش حداقل زمان (۸ هفته) و حداقل تعداد جلسات (۲ بار در هفته) استفاده شد و شاید با افزایش تعداد جلسات یا مدت پروتکل نتایج دیگری حاصل می‌شد. همچنین بهبود در شاخص خستگی با افزایش آمادگی هوازی (۵۸)، تحمل لاکتات و افزایش ظرفیت بافری (۱۴) در ارتباط است، اما همان‌طور که گفتیم شاید به دلیل کاهش مدت و تعداد جلسات پروتکل تفاوت معنادار به دست نیامد و شاید با افزایش مدت و تعداد جلسات نتایج متفاوتی به دست آید. درباب سازوکارهای برتری تمرین‌های تناوبی نسبت به تمرین‌های تداومی به موارد بسیاری اشاره شده است، اما به نظر می‌رسد

سازوکارهای متابولیکی و عصبی–عضلانی سهم پررنگ‌تری داشته باشند. احتمالاً به نظر می‌رسد تمرین‌های تناوبی با استراحت فعال طی هرجلسه فشار بیشتری بر سیستم متابولیکی و عصب–عضلانی وارد می‌کند.

نتیجه‌گیری

درمجموع نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که تمرین مقاومتی با استراحت فعال نسبت به تمرین مقاومتی با استراحت غیرفعال سبب بهبود بیشتر در آمادگی هوازی و گاه بهبود در آمادگی بی‌هوازی بازیکن فوتبال در فصل آمادگی عمومی می‌شود. بنابراین توصیه می‌شود که مربیان فوتبال از تمرین تناوبی مقاومتی با استراحت فعال به‌جای تمرین‌های مقاومتی با استراحت غیرفعال در فصل آمادگی عمومی استفاده کنند.

منابع

1. Helgerud, J., Engen, L.C., Wisloff, U., Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. Medicine and science in sports and exercise, 33(11): 1925-31.
2. Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer with special reference to intense intermittent exercise. Acta Physiologica Scandinavica. Supplementum. 619: 1-155.
3. Tanisho, K., Hirakawa, K. (2009). Training effects on endurance capacity in maximal intermittent exercise: comparison between continuous and interval training. The Journal of Strength & Conditioning Research. 23(8): 2405-10.
4. Spencer, M., Dawson, B., Goodman, C., Dascombe, B., Bishop, D. (2008). Performance and metabolism in repeated sprint exercise: effect of recovery intensity. European journal of applied Physiology. 103(5): 545-52.
5. Bangsbo, J., Nørregaard, L., Thorsoe, F. (1991). Activity profile of competition soccer. Canadian journal of sport sciences. 16(2): 110-6.
6. Mohr, M., Krustrup, P., Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. Journal of Sports Sciences. 21(7): 519-28.
7. Hoff, J. (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. Journal of Sports Sciences. 23(6): 573-82.
8. Ali, A and Farrally, M. (1991). A computer-video aided time motion analysis technique for match analysis. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 31(1): 82-8.
9. Withers, R., Maricic, Z., Wasilewski, S., Kelly, L. (1982). Match analysis of Australian professional soccer players. Journal of Human Movement Studies. 8: 159-76.
10. Reilly, T. (1994). Physiological aspects of soccer. Biology of Sport. 11(1): 3-20.
11. Helgerud, J. (1994). Maximal oxygen uptake, anaerobic threshold and running economy in women and men with similar performances level in marathons. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology. 68(2): 155-61.
12. Laursen, P. B., Jenkins, D.G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training. Sports Medicine. 32(1): 53-73.
13. Hoff, J., Wisløff, U., Engen, L.C., Kemi, O.J., Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. British Journal of Sports Medicine. 36(3): 218-21.
14. MacDougall, J.D., Hicks, A.L., MacDonald, J.R., McKelvie, R.S., Green, H.J., Smith, K.M. (1998). Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. Journal of Applied Physiology. 84(6): 2138-42.
15. Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. British Journal of Sports Medicine. 38(3): 285-8.
16. Hawley, J. A., Myburgh, K.H., Noakes, T.D., Dennis, S.C. (1997). Training techniques to improve fatigue resistance and enhance endurance performance. Journal of Sports Sciences. 15(3): 325-33.
17. Kitamura, K., Jorgensen, C.R., Gobel, F.L., Taylor, H.L., Wang, Y. (1972). Hemodynamic correlates of myocardial oxygen consumption during upright exercise. Journal of Applied Physiology. 32(4): 516-22.
18. Karp, J.R. (2000). Interval training for the fitness professional. National Strength & Conditioning Association Journal. 22(4): 64-9.
19. Bangsbo, J., Mohr, M., Krustrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. Journal of Sports Sciences. 24(07): 665-74.
20. Helgerud, J., Hoydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M.,… & Hoff, J. (2007). Aerobic High-Intensity Intervals Improve VO2max More Than Moderate Training. Medicine and Science in Sports and Exercise. 39 (4), 665-71.
21. Marcinik, E.J., Potts, J., Schlabach, G., Will, S., Dawson, P., Hurley, B.F. (1991). Effects of strength training on lactate threshold and endurance performance. Medicine and Science in Sports and Exercise. 23(6): 739-43.

22. Christou, M., Smilios, I., Sotiropoulos, K., Volaklis, K., Pilianidis, T., Tokmakidis, S.P. (2006). Effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players. The Journal of Strength & Conditioning Research. 20(4): 783-91.
23. Kraemer, W.J., Ratamess, N.A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. Medicine and Science in Sports and Exercise. 36(4): 674-88.
24. Evetovich, T.K. (2009). Progression models in resistance training for healthy adults. Medisen and Science in Sports and Exercise. 41(6): 1351-1351.
25. Jung, A.P. (2003). The impact of resistance training on distance running performance. Sports Medicine. 33(7): 539-52.
26. Mladenović, I. (2005). Developing characteristics and functional abilities of top female football players. The *Facta* Universitatis, Series: Medicine and Biology. 12(2): 97-9.
۲۷. معتمدی. پژمان.، رجبی. حمید.، ابراهیمی، اسماعیل. (۱۳۸۹) تاثیر برنامه های تمرینی تداومی و تناوبی ،هوازی و مقاومتی بر کارایی حرکتی دوندگان مرد تمرین کرده استقامتی. علوم حرکتی و ورزش، ۱(۱۵):۵۹-۴۶.
28. Billat, V.L., Hill, D.W., Pinoteau, J., Petit, B., Koralsztein, J.P. (1996). Effect of protocol on determination of velocity at VO2 max and on its time to exhaustion. Archives of Physiology and Biochemistry. 104(3): 313-21.
29. Evertsen, F., Medbø, J.I., Bonen, A. (2001). Effect of training intensity on muscle lactate transporters and lactate threshold of cross-country skiers. Acta Physiologica Scandinavica. 173(2): 195-205.
30. Billat, L.V., & Koralsztein, J.P. (1996). Significance of the velocity at VO2max and time to exhaustion at this velocity. Sports Medicine. 22(2): 90-108.
31. Evans, S.L., Davy, K.P., Stevenson, E.T., Seals, D.R. (1995). Physiological determinants of 10-km performance in highly trained female runners of different ages. Journal of Applied Physiology. 78(5): 1931-41.
۳۲. گائینی، عباسعلی.، رجبی، حمید. (۱۳۸۲) آمادگی جسمانی. انتشارات سمت، تهران:صفحه ۱۲۶.
33. Nikbakht, H., Keshavarz, S., Ebrahim, K. (2011). The effects of tapering on repeated sprint ability (RSA) and maximal aerobic power in male soccer players. American Journal of Scientific Research. 30: 125-33.
34. Willardson, J.M. (2006). A brief review: factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. The Journal of Strength & Conditioning Research. 20(4): 978-84.
35. Spencer, M., Lawrence, S., Rechichi, C., Bishop, D.,Dawson, B., Goodman, C. (2004). Time–motion analysis of elite field hockey, with special reference to repeated-sprint activity. Journal ofSports Sciences. 22(9): 843-50.
36. Wong, P.L., Chaouachi, A., Chamari, K., Dellal, A., Wisloff, U. (2010). Effect of preseason concurrent muscular strength and high-intensity interval training in professional soccer players. The Journal of Strength & Conditioning Research. 24(3): 653-60.
37. Wong, P.L., Chamari, K., Wisløff, U. (2010). Effects of 12-week on-field combined strength and power training on physical performance among U-14 young soccer players. The Journal of Strength & Conditioning Research. 24(3): 644-52.
38. Johnston, R.E., Quinn, T.J., Kertzer, R., Vroman, N.B. (1995). Improving running economy through strength training. Strength & Conditioning Journal. 17(4): 7-13.
39. Tesch, P.A., Thorsson, A., Colliander, E.B. (1990). Effects of eccentric and concentric resistance training on skeletal muscle substrates, enzyme activities and capillary supply. Acta Physiologica Scandinavica. 140(4): 575-9.
40. Schantz, P. (1982). Capillary supply in hypertrophied human. Acta Physiologica Scandinavica. 114: 635-7.
41. Lüthi, J.M., Howald, H., Claassen, H., Rösler, K., Vock, P., Hoppeler, H. (1986). Structural changes in skeletal muscle tissue with heavy-resistance exercise. International Journal of Sports Medicine. 7(3): 123-27
42. MacDougall, J.D. (1986). Morphological changes in human skeletal muscle following strength training and immobilization. Human Muscle Power. 269-88.
43. Laursen, P.B., Blanchard, M.A., Jenkins, D.G. (2002). Acute high-intensity interval training improves Tvent and peak power output in highly trained males. Canadian Journal of Applied Physiology. 27(4): 336-48.
44. Billat, V., Mille-Hamard, L., Demarle, A., Koralsztein, J. (2002). Effect of training in humans on off-and on-transient oxygen uptake kinetics after severe exhausting intensity runs. European Journal of Applied Physiology. 87(6): 496-505.
45. Billat, V.L., Morton, R.H., Blondel, N., Berthoin, S., Bocquet, V., Koralsztein, J.P., Barstow, T.J. (2000). Oxygen kinetics and modelling of time to exhaustion whilst running at various velocities at maximal oxygen uptake. European Journal of Applied Physiology. 82(3): 178-87.
46. Shephard, R.J. (1969). Endurance fitness. Toronto: University of Toronto Press.
47. Saltin, B., Henriksson, J., Nygaard, E., Andersen, P., Jansson, E. (1977). Fiber types and metabolic potentials of skeletal muscles in sedentary man and endurance runners. Annals of the New York Academy of Sciences. 301(1): 3-29.
48. Wolf, A., Agnihotri, S., Micallef, J., Mukherjee, J., Sabha, N., Cairns, R., Guha, A. (2011). Hexokinase 2 is a key mediator of aerobic glycolysis and promotes tumor growth in human glioblastoma multiforme. The Journal of Experimental Medicine. 208(2): 313-26.
49. Green, J.M., Crews, T.R., Bosak, A.M., Peveler, W.W. (2003). A comparison of respiratory compensation thresholds of anaerobic competitors, aerobic competitors and untrained subjects. European Journal of Applied Physiology. 90(5-6): 608-13.
50. Saltin, B. (1985). Hemodynamic adaptations to exercise. The American Journal of Cardiology. 55(10): 42-7.
51. Honig, C.R., Connett, R.J., Gayeski, T. (1992). O2 transport and its interaction with metabolism; a systems view of aerobic capacity. Medicine and Science in Sports and Exercise. 24(1): 47-53.
52. Metra, M., Raddino, R., Dei Cas, L., Visioli, O. (1990). Assessment of peak oxygen consumption, lactate and ventilatory thresholds and correlation with resting and exercise hemodynamic data in chronic congestive heart failure. The American Journal of Cardiology. 65(16): 1127-33.
۵۳. علی‌آبادی.فاطمه. مطالعه ارتباط بین آزمون های آزمایشگاهی، یویو و هاف در تعیین توان هوازی بازیکنان تیم ملی فوتبال زنان. (۱۳۸۹).

54. Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Papaiakovou, G., Patikas, D. (2005). The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. The Journal of Strength & Conditioning Research. 19(2): 369-75.
55. Wong, P.L., Chamari, K., Wisløff, U. (2010). Effects of 12-week on-field combined strength and power training on physical performance among U-14 young soccer players. The Journal of Strength & Conditioning Research. 24(3): 644-52.
56. Fleck, S.J., Kraemer, W.J. (1997). Designing Resistance Training Programs. 2º Edition, Human Kinetics.
57. Jansson, E., Esbjörnsson, M., Holm, I., Jacobs, I. (1990). Increase in the proportion of fast-twitch muscle fibres by sprint training in males. Acta Physiologica Scandinavica. 140(3): 359-63.
58. Laursen, P.B., Shing, C.M., Peake, J.M., Coombes, J.S., Jenkins, D.G. (2002). Interval training program optimization in highly trained endurance cyclists. Medicine & Science in Sports & Exercise, (34). 1801-7.