

## تأثیر چهار هفته تمرین پلاریزه بر متغیرهای آمادگی هوازی و بی‌هوازی بازیکنان فوتبال

محمد ملیانی<sup>۱</sup> - محمد فشی<sup>۲\*</sup>

۱. کارشناسی ارشد، گروه علوم زیستی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران

۲. استادیار گروه علوم زیستی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۰۴، تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۱۱/۱۳)

### چکیده

آمادگی فوتبال نیازمند به‌کارگیری سیستم‌های انرژی هوازی و بی‌هوازی است که می‌تواند به‌وسیله توزیع شدت تمرین حاصل شود. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر ۴ هفته تمرین پلاریزه بر متغیرهای آمادگی هوازی و بی‌هوازی بازیکنان فوتبال بود. ۲۰ بازیکن فوتبال لیگ تهران براساس اکسیژن مصرفی بیشینه در قالب دو گروه تمرینات پلاریزه (۱۰ نفر؛ ۵۲/۱۱ میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) و تمرینات معمول آماده‌سازی هوازی فوتبال (۱۰ نفر؛ ۵۳/۳۱ میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) تقسیم شدند. آزمودنی‌ها پیش و پس از ۴ هفته تمرینات پلاریزه (۴ جلسه در هفته، ۳ جلسه حجم بالا - شدت کم، ۳۰-۴۵ دقیقه با ۵۵ تا ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه و یک جلسه تناوبی شدید ۲۵ دقیقه بالای ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه در هفته‌های دوم و چهارم یک جلسه ۳۰ دقیقه‌ای با شدت ۸۵ تا ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه بین دو آستانه لاکتات) و معمولی فوتبال (۴ جلسه در هفته، ۲ جلسه تناوبی با شدت بالا، ۱ جلسه آستانه لاکتات ۲۰ تا ۳۰ دقیقه، ۸۵ تا ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه و ۱ جلسه تمرین با شدت پایین ۵۵ تا ۸۵ درصد ضربان) ارزیابی شدند. از آزمون تی مستقل پس از کم کردن نمره‌های پس‌آزمون از پیش‌آزمون برای مقایسه تأثیرات بین و تی وابسته برای بررسی تغییرات درون‌گروهی استفاده شد ( $P \leq 0.05$ ). پس از ۴ هفته تمرینات پلاریزه و معمولی، اکسیژن مصرفی بیشینه ( $P=0.001$  و  $P=0.001$ ) و ویژه فوتبال ( $P=0.006$  و  $P=0.001$ ) و اوج توان ( $P=0.001$ ) و  $P=0.007$  به‌طور معنادار نسبت به پیش‌آزمون افزایش و نسبت تبادل تنفسی کاهش یافت ( $P=0.041$  و  $P=0.02$ ). علاوه بر این، مدل تمرین پلاریزه به افزایش معنادار اکسیژن مصرفی بیشینه ( $P=0.001$ ) و ویژه فوتبال ( $P=0.001$ ) و اوج توان نسبت به مدل معمولی تمرینات فوتبال منجر شد ( $P=0.001$ ). نتایج تحقیق نشان داد توزیع شدت تمرین بر اساس مدل پلاریزه می‌تواند در دوره‌های کوتاه‌مدت تمرین مؤثرتر از تمرینات معمول آماده‌سازی فوتبال در مرحله خارج از فصل مسابقات به‌منظور پیشرفت آمادگی هوازی و بی‌هوازی بازیکنان باشد.

### واژه‌های کلیدی

توان بی‌هوازی، توان هوازی، شدت تمرین.

## مقدمه

ندارد. تنها در مطالعه‌ای آلگروی و همکاران (۲۰۱۱)، توزیع شدت تمرین را در بازیکنان فوتبال سطح بالای نیجریه بررسی کردند. نتایج نشان داد توزیع شدت تمرین می‌تواند نیازهای بازیکنان فوتبال را به حداکثر برساند (۵). اگرچه در رشته‌های با ویژگی استقامتی بارز این شیوه تمرینی بسیار بررسی شده است (۴، ۱۰، ۱۱).

فوتبال علاوه بر نیاز شدید در زمینه تکنیک، سرعت و انفجار، شاید استقامتی‌ترین ورزش تیمی در جهان است. بازیکنان در طول یک مسابقه مسافتی بین ۸-۱۳ کیلومتر را با الگوی ورزشی متناوب پوشش می‌دهند (۶، ۷). اگرچه حرکت‌هایی مانند تکل زدن، پریدن و دویدن‌های انفجاری نیازمند شاخص انرژی بی‌هوازی است، بیشتر فعالیت‌ها در طول مسابقه فوتبال کم شدت یا زیربیشینه بوده (۱۲، ۱۳) و به دلیل مدت زمان طولانی و شدت متوسط بازی در طول ۹۰ دقیقه، شاخص انرژی در فوتبال هوایی است (۱۲، ۱۴). ویژگی‌های فیزیولوژیکی بازیکنان فوتبال و پاسخ به بازی نشان می‌دهد که ترکیبی از ویژگی‌های متابولیکی در طول بازی در حال انجام شدن است (۱۵). با این حال بحث درباره چگونگی سازماندهی روزانه تمرین به منظور بهبود اجرا و عملکرد بازیکنان ادامه دارد. در میان متغیرهای ضروری تمرین، شدت تمرین و توزیع آن در تمرین استقامتی احتمالاً بیشتر مورد بحث است (۱۱). توزیع روزانه فشار تمرین باید به حدی باشد که سبب بیشترین سازگاری و به حداقل رساندن خطر پیامدهای منفی مانند بیش‌تمرینی شود.

مطالعات متعددی توزیع روزانه شدت تمرین را در ورزشکاران مختلف استقامتی اندازه‌گیری کرده‌اند (۱۰، ۱۱). با وجود این، مطالعات کمی توزیع شدت تمرین را در بازیکنان فوتبال بررسی کرده‌اند، این در حالی است که استقامت جزئی مهم از بازی فوتبال و الگوی پلاریزه راهی برای بهبود استقامت به‌شمار می‌رود. اگرچه ۶ هفته تمرین

توزیع شدت تمرین با هدف بیشینه کردن سازگاری‌های تمرینی و عملکردی نقش مهمی را برای ورزشکاران رقابتی بازی می‌کند. توزیع شدت تمرین براساس درصد اختصاص زمان تمرین ورزشی در شدت کم (منطقه یک، به‌طور معمول تا ۶۵ درصد از اوج توان خروجی، آستانه لاکتات کمتر از ۲ میلی‌مول و ۶۰ تا ۸۰ درصد ضربان قلب) متوسط (منطقه دو، تقریباً ۶۵ تا ۸۰ درصد اوج توان خروجی، بین آستانه لاکتات اول و آستانه لاکتات دوم و ۸۰ تا ۹۰ درصد ضربان قلب) و شدید (منطقه سه، تقریباً بالاتر از ۸۰ درصد اوج توان خروجی، بالاتر از آستانه لاکتات دوم، آستانه لاکتات بالاتر از ۴ میلی‌مول بر لیتر و بالای ۹۰ درصد ضربان قلب) تعیین می‌شود (۱، ۲).

ورزشکاران استقامتی مانند دو، دوچرخه‌سواری و اسکی چهار حالت کلی را در برنامه تمرینی خود برای رسیدن به اوج کارایی ادغام کردند. اولین حالت ورزش با حجم زیاد و طولانی‌مدت با شدت کم است؛ دومین حالت تمرین در آستانه لاکتات یا نزدیک به آستانه لاکتات است؛ سومین حالت تمرینات با حجم کم، تمرینات تناوبی شدت بالاست و حالت چهارم ترکیبی از مفاهیم بالا که به‌عنوان تمرینات پلاریزه شناخته می‌شود (۳، ۴). این مدل تمرینی حدود ۷۵ تا ۸۰ درصد از جلسات زیر شدت آستانه لاکتات، ۵ تا ۱۰ درصد بین دو آستانه لاکتات و ۱۵-۲۰ درصد بالاتر از آستانه لاکتات را در برمی‌گیرد (۵). در زمینه اینکه کدام یک از این حالت‌های تمرینی ممکن است در سازگاری و عملکرد ورزشی برتر باشد، جای بحث وجود دارد (۶). نشان داده شده است که مدل تمرینات پلاریزه با بهبود عملکرد استقامتی در دوچرخه‌سواران، دوندگان، قایقرانان و ورزشکاران دیگر رشته‌های استقامتی همراه می‌شود (۷-۹). با وجود این در زمینه تأثیر مدل تمرینات پلاریزه بر آمادگی هوایی و استقامتی بازیکنان فوتبال اطلاعات جامعی وجود

کنند. آزمودنی‌ها برای خارج از شدن مطالعه در هر مرحله از تحقیق آزاد بودند. مطالعه براساس دستورالعمل‌های تحقیق کمیته اخلاق در پژوهش زیستی دانشگاه شهید بهشتی تهران پی‌ریزی و انجام شد (کد اخلاق: IR.SBU.REC.1398.050).

#### پروتکل تمرین

شدت تمرینات با فرمول ضربان قلب هدف<sup>۱</sup> (۱۸) و به‌وسیله ضربان سنج (polar A300, Finland) در طول چهار هفته تمرینات پلاریزه و معمول فوتبال کنترل شد. مدت زمان تمرین در هفته به‌عنوان شاخصی از حجم تمرین برای هر دو مدل تمرین ۱۳۰-۱۴۰ دقیقه در هفته برنامه‌ریزی شد. به همه بازیکنان توصیه شد در مدت زمان تحقیق از هر گونه تمرین خارج از برنامه تحقیق خودداری کنند و برای رسیدن به این هدف همه بازیکنان ملزم به نصب نرم‌افزار استراوا (strava) برای نظارت بر فعالیت‌های روزانه شدند.

#### مدل پلاریزه

الگوی تمرین پلاریزه شامل ۴ هفته تمرین چهارجلسه‌ای شامل ۳ جلسه تمرین با حجم زیاد و شدت کم و به‌دنبال آن یک جلسه تمرین تناوبی با شدت زیاد و مدت زمان کمتر بود که به‌وسیله ضربان سنج و براساس فرمول ضربان قلب هدف برای هر فرد کنترل می‌شد.

تمرینات با حجم زیاد و شدت کم شامل دو جلسه ۳۰ دقیقه‌ای و یک جلسه ۴۵ دقیقه‌ای دوییدن در زیر آستانه لاکتات اول معادل ۵۵ تا ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه، که در هفته‌های دوم و چهارم یک جلسه ۳۰ دقیقه‌ای با شدت ۸۵ تا ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه - بین دو آستانه لاکتات - اجرا شد و یک جلسه تمرین ۲۵ دقیقه‌ای بالاتر از ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه - آستانه لاکتات دوم - بود.

پلاریزه برای سازگاری‌های سیستم هوازی در ورزشکاران استقامتی توصیه شده است (۱۶، ۱۷)، با وجود این در رشته‌های ورزشی با ویژگی غالب سیستم هوازی مانند فوتبال چهار هفته کافی به‌نظر می‌رسد. بنابراین، به‌نظر می‌رسد استفاده از الگوی توزیع شدت تمرین پلاریزه به مدت ۴ هفته روشی مناسب برای بهبود آمادگی هوازی و عملکردی بازیکنان فوتبال در مرحله خارج فصل مسابقات باشد، جایی که بالا بردن آمادگی هوازی از اهداف مهم تمرینی است. بنابراین، هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر ۴ هفته تمرین با توزیع شدت پلاریزه بر متغیرهای آمادگی هوازی و بی‌هوازی بازیکنان فوتبال بود.

#### روش‌شناسی

۲۰ بازیکن فوتبال شاغل در لیگ داخلی استان تهران (سن: ۲۴±۳/۳۷ سال، شاخص توده بدن: ۲۲/۴±۲/۲۱ کیلوگرم) براساس بیشینه اکسیژن مصرفی در قالب دو گروه تمرینات پلاریزه (۱۰ نفر؛ ۵۲/۱۱ میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) و تمرینات معمول آماده‌سازی هوازی فوتبال (۱۰ نفر؛ ۵۳/۳۱ میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) در مرحله خارج فصل مسابقه به‌صورت همگن تقسیم شدند. معیارهای ورود به تحقیق شامل مردان فوتبالیست نیمه‌حرفه‌ای (داشتن حداقل پنج سال سابقه بازی در لیگ استان)، دارا بودن شرایط سلامت عمومی منطبق با پرسشنامه سلامت و سطح فعالیت بدنی، نداشتن آسیب‌دیدگی و محدودیت حرکتی فوتبال، عدم استعمال دخانیات و هر گونه مکمل و دارو (به‌وسیله خوداظهاری بازیکنان توسط پرسشنامه و نیز شناخت مربیان از بازیکنان خود کنترل شد) در مدت زمان تحقیق بود. از آزمودنی‌ها درخواست شد که ۷۲ ساعت پیش از شروع آزمون‌های ورزشی از فعالیت بدنی شدید خودداری

۱. ضربان قلب استراحتی + (ضربان قلب استراحتی - ضربان قلب بیشینه) × درصد ضربان قلب

برسد یا به ۲ شاخص از ۳ شاخص زیر دست پیدا کند که شامل فلات اکسیژن مصرفی با وجود افزایش در سرعت دویدن، نسبت تبادل تنفسی بالاتر از ۱/۱ و رسیدن به ضربان قلب بیشینه بود (۲۱).

#### آزمون وینگیت

برای اندازه‌گیری اوج و میانگین توان بی‌هوایی، در آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه، از چرخ کارسنج مونارک مدل ۸۹۴ ساخت سوئد استفاده شد. پیش از اجرای آزمون ارتفاع صندلی چرخ با طول اندام تحتانی آزمودنی‌ها (زاویه مفصل زانو ۱۷۰ تا ۱۷۵ درجه) و میزان بار مورد نیاز آزمون متناسب با توده بدن آزمودنی‌ها (۷۵ گرم به ازای هر کیلوگرم از توده بدن) تنظیم شد. آزمودنی‌ها با سرعت تمام شروع به رکاب زدن کردند تا به حداکثر سرعت برسند. پس از آن بار موردنظر به مدت ۳۰ ثانیه اعمال شد. در پایان آزمون، شاخص‌های اوج و میانگین توان بی‌هوایی با استفاده از نرم‌افزار ویژه چرخ کارسنج محاسبه شد (۲۲).

#### ۱. آزمون هاف به منظور ارزیابی اکسیژن مصرفی ویژه

##### فوتبال

آزمودنی‌ها به منظور گرم کردن ۵ تا ۱۰ دقیقه شروع به دویدن کردند. سپس به مدت ۸ دقیقه با تلاش حداکثر شروع به حرکت با توپ از بین موانع مطابق با الگوی زیر کردند. مسافت پیموده شده توسط آزمودنی ثبت و اکسیژن مصرفی بیشینه ویژه فوتبال براساس جدول مربوطه محاسبه شد (۲۳). برای اطمینان از تلاش حداکثری آزمودنی‌ها برای نفرات برتر پاداش قرار داده شد و ضمن اینکه نتیجه آزمون در پرونده باشگاهی بازیکن ثبت و در تمدید قرارداد مؤثر بود.

جلسات تمرینی تناوبی شدید شامل (۱۵ دقیقه گرم کردن با ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه، ۶ تا ۱ دقیقه با ۹۰ تا ۹۵ درصد ضربان قلب بیشینه با ۳ دقیقه بازیافت فعال و ۱۵ دقیقه سرد کردن با ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه) بود (۱۹).

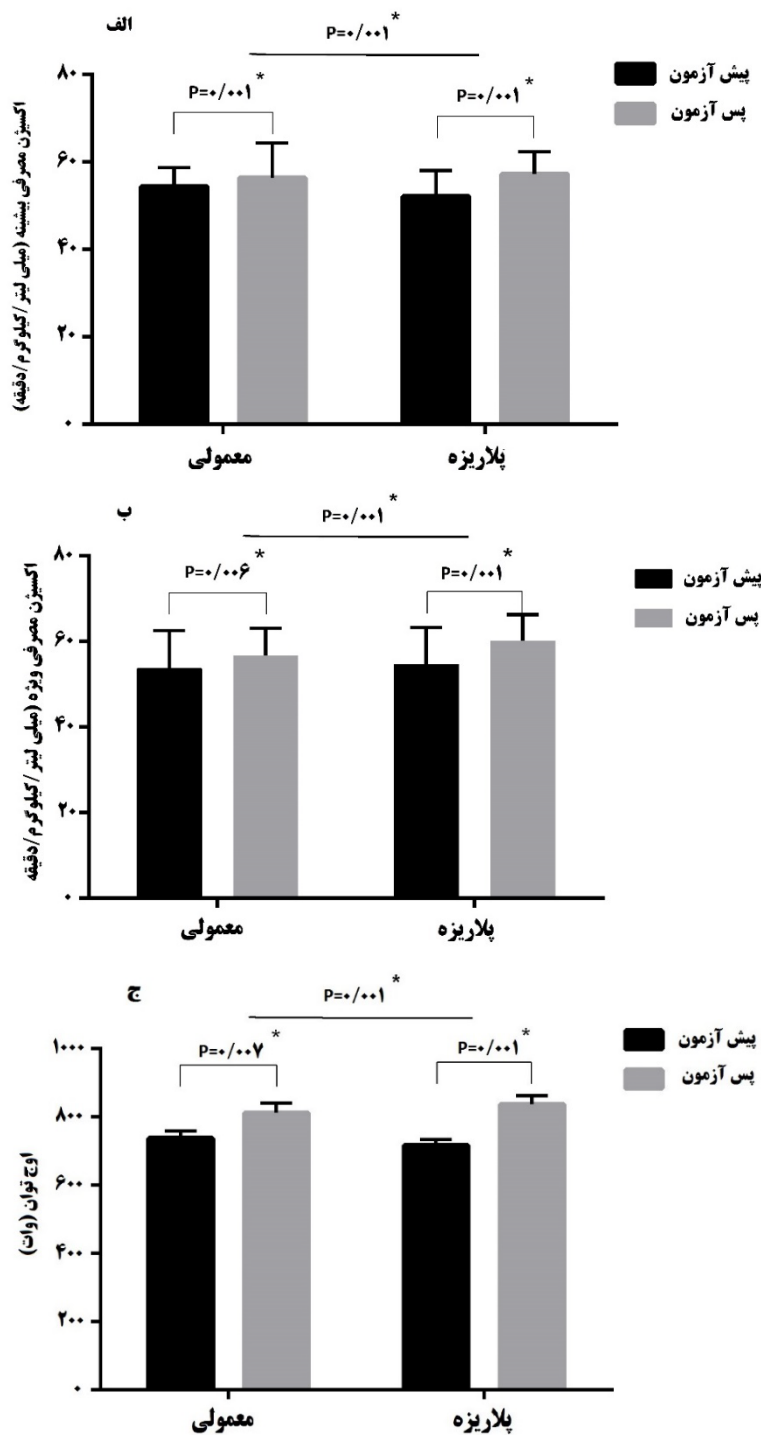
#### مدل معمولی

تمرینات گروه سنتی شامل ۴ هفته تمرین چهارجلسه‌ای و شامل دو جلسه تمرین ۲۰ تا ۳۰ دقیقه‌ای تناوبی با شدت بالا در محدوده آستانه لاکتات (۴ تا ۴ دقیقه با ۳ دقیقه بازیافت فعال در هفته اول و دوم، ۵ تا ۴ دقیقه تناوبی با ۳ دقیقه بازیافت فعال)، یک جلسه تمرین در آستانه لاکتات با دوره‌های تناوبی طولانی‌تر (۲ تا ۱۵ دقیقه با ۴ دقیقه بازیافت فعال)، و یک جلسه ۴۵ دقیقه‌ای تمرین با شدت پایین بود. این پروتکل توسط محقق و با استفاده از مطالعات مربوط طراحی و با تمرینات پلاریزه به لحاظ زمانی هم‌حجم شد (۲۰).

#### آزمون‌های سنجش آمادگی هوایی و بی‌هوایی

آزمون تعیین اکسیژن مصرفی بیشینه/ نسبت تبادل تنفسی در این تحقیق برای تعیین اکسیژن مصرفی بیشینه و نسبت تبادل تنفسی آزمودنی‌ها از دستگاه گاز آنالیزور (مدل MetaLyzer 3B ساخت کمپانی Cortex آلمان) به وسیله آزمون فزاینده استفاده شد. ابتدا دستگاه درجه‌بندی شده و از ضربان‌سنج پلار برای اندازه‌گیری ضربان قلب آزمودنی‌ها استفاده شد. آزمودنی‌ها با ماسک با مقاومت اندک تجهیز شده و گازهای تنفسی در تمامی مدت آزمون جمع‌آوری شدند. آزمون با سرعت ۶ کیلومتر بر ساعت و به مدت ۳ دقیقه به عنوان گرم کردن روی نوار گردان شروع شد. مرحله اول آزمون با سرعت ۸ کیلومتر بر ساعت آغاز شد و پس از آن هر ۱ دقیقه ۱ کیلومتر بر سرعت آن اضافه شد تا زمانی که فرد به اکسیژن مصرفی بیشینه





نمودار ۱. مقایسه تغییرات اکسیژن مصرفی بیشینه (الف)، اکسیژن مصرفی بیشینه ویژه (ب) اوج توان (ج) و توان نسبی (د) نمودار ۱. مقایسه تغییرات اکسیژن مصرفی بیشینه (الف)، اکسیژن مصرفی بیشینه ویژه (ب) اوج توان (ج) و توان نسبی (د) پس از ۴ هفته تمرین پلاریزه و معمولی فوتبال

**بحث و بررسی**

اکسیژن مصرفی بیشینه ویژه فوتبال (۹/۹۷ در مقابل ۵/۶۹ درصد)، اوج توان (۱۶/۹۶ در مقابل ۱۰/۱۱ درصد)، توان نسبی (۱۸ درصد در مقابل ۷/۴ درصد) و نسبت تبادل تنفسی (۱۲/۵ در مقابل ۹/۳۲) القا می‌کند. اگرچه هر دو

نتایج تحقیق حاضر نشان داد مدل تمرین پلاریزه نسبت به تمرین معمولی فوتبال سازگاری بیشتری را بر روی اکسیژن مصرفی بیشینه (۹/۷۶ در مقابل ۳/۶۷ درصد)،

حداکثر توان هوازی بدون تغییر در توان بی‌هوازی می‌شود، درحالی‌که تمرینات تناوبی شدید به بهبود هر دو دستگاه تولید انرژی هوازی و بی‌هوازی منجر می‌شود که افزایش ۲۸ درصد توان بی‌هوازی و افزایش ۷ میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه در اکسیژن مصرفی بیشینه را به‌همراه داشت (۲۶). افزایش توان هوازی با سازگاری در تحویل (برون‌ده قلب)، افزایش چگالی مویرگی و میتوکندریایی، بهبود متابولیسم اکسایشی و در نهایت مصرف اکسیژن توسط عضله فعال (افزایش اختلاف خون سرخرگی-سیاهرگی)، حاصل می‌شود (۲۷). بهبود توان بی‌هوازی با پیشرفت آستانه لاکتات و ظرفیت بافری عضله و خون همراه است که در نتیجه توان هوازی نیز توسعه می‌یابد (۲۸). علاوه بر این، در تحقیق حاضر نسبت تبادل تنفسی نیز در هر دو مدل تمرینی پلاریزه و معمولی با کاهش همراه بود که نشان‌دهنده سازگاری بیشتر ورزشکاران برای استفاده از سوخت چربی در مقایسه با کربوهیدرات و در نهایت به تعویق انداختن خستگی است، زیرا در این حالت مقدار کربوهیدرات مصرف‌شده پایین‌تر، اسید لاکتیک تولیدی کمتر و یون هیدروژن کمتر آزاد می‌شود. از طرفی با بهبود ظرفیت تامپونی یون هیدروژن، مقدار اسیدیته کاهش می‌یابد و تهویه ریوی کمتر می‌شود. در نتیجه مقدار CO<sub>2</sub> بیشتری برای تشکیل بی‌کربنات شرکت می‌کند؛ بدان معنا که CO<sub>2</sub> بازدمی نیز کاهش یافته است که در نتیجه نسبت تبادل تنفسی را کاهش می‌دهد (۲۹).

چمری و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که مسافت پوشش داده‌شده در آزمون هاف همبستگی بالایی با حداکثر اکسیژن مصرفی دارد و ۸ هفته تمرین استقامتی سبب بهبود ۹/۶ درصدی در مسافت پوشش داده‌شده در آزمون هاف شد که با بهبود ۱۲ درصدی اکسیژن مصرفی بیشینه و افزایش ۱۰ درصدی در اقتصاد دویدن همراه بود (۳۰). مک میلان و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که ۱۰ هفته

مدل تمرینی با بهبود متغیرهای هوازی و بی‌هوازی همراه بود.

نتایج تحقیق حاضر با نتایج مطالعات استوگل (۲۰۱۴)، استولن (۲۰۰۵) و نیکل برای اثرگذاری بیشتر مدل پلاریزه بر اکسیژن مصرفی بیشینه و اکسیژن مصرفی بیشینه ویژه فوتبال همسوست. استوگل و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند ۹ هفته تمرینات پلاریزه سبب افزایش ۱۱/۷ درصدی اکسیژن مصرفی بیشینه می‌شود (۶). استولن و همکاران (۲۰۰۵) نیز افزایش ۷ درصد اوج اکسیژن مصرفی را طی دو هفته تمرین پلاریزه نشان دادند (۲۴). نیل و همکاران نشان دادند تمرین پلاریزه در دوچرخه‌سواران حرفه‌ای نسبت به الگوی تمرین آستانه روند بهتری در بهبود شاخص‌های عملکردی (اکسیژن مصرفی بیشینه و آستانه لاکتات) دارد، ولی تفاوتی در ظرفیت اکسایشی و میتوکندریایی دو گروه مشاهده نشد. دلیل عدم تغییر در ظرفیت اکسایشی این بود که دوچرخه‌سواران حرفه‌ای بودند و پیش از تمرین نیز ظرفیت اکسایشی بالایی داشتند. در مقابل افرادی که سطح آمادگی بدنی آنها پایین‌تر بود، با تمرین پلاریزه افزایش شایان توجهی در فعالیت آنزیم‌های میتوکندریایی (سیترات سنتتاز) نشان دادند (۷). به‌نظر می‌رسد بخشی از سازگاری‌های مدل تمرینات پلاریزه را باید علاوه بر سازگاری‌های محیطی عضلانی مانند افزایش ظرفیت میتوکندری و اکسایشی به اثربخشی ترکیب تمرینات با شدت متفاوت نسبت داد که با بهبود عوامل درگیر در اکسیژن مصرفی بیشینه همراه می‌شود. در مدل پلاریزه تمرینات تناوبی شدید نیز به‌عنوان بخشی از برنامه تمرینی جای دارد که خود محرک بهبود اکسیژن مصرفی بیشینه است. آستورینو و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند تمرینات تناوبی شدید سبب افزایش معناداری در اکسیژن مصرفی بیشینه می‌شود (۲۵). تاباتا و همکاران (۱۹۹۶) نشان دادند تمرینات هوازی با شدت متوسط موجب بهبود

تمرینات پلاریزه در تحقیق حاضر از طریق هر دو مسیر کلسیم کالمادولین و AMPK سازگاری‌های هوازی و بی‌هوازی را به‌وجود آورده است.

در تحقیق حاضر اثر توزیع شدت تمرین با مدل پلاریزه روی بازیکنان فوتبال بررسی شد که از این نظر نوآوری پژوهشی را در حیطه تمرینات کاربردی ارائه می‌دهد. باوجود این، نقش مهم توان هوازی بر ظرفیت تامپونی و اثر ظرفیت تامپونی در پیشرفت توان بی‌هوازی به‌ندرت مورد توجه قرار گرفته است. از جمله محدودیت‌های تحقیق عدم ارزیابی ظرفیت تامپونی با تمرینات پلاریزه بود که می‌تواند بسیار پراهمیت باشد. تحقیقات آینده با بررسی اثر تمرینات پلاریزه بر ظرفیت تامپونی و نیز پیشرفت توان هوازی و بی‌هوازی روی بازیکنان در پست‌های مختلف فوتبال می‌تواند اطلاعات دقیق‌تری را از موضوع حاضر برای بازیکنان و مربیان این رشته ورزشی فراهم آورد.

### نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد مدل تمرین پلاریزه راهبردی مؤثرتر از تمرینات معمولی در بهبود توان هوازی و بی‌هوازی بازیکنان فوتبال در مرحله خارج فصل است. با وجود این، تحقیقات بیشتری برای مشخص شدن جنبه‌های دقیق‌تر مؤثرترین شیوه تمرین برای آمادگی بیشتر در مدت زمان کوتاه‌تر در رشته فوتبال و دیگر رشته‌های ورزشی مورد نیاز است.

### تشکر و قدردانی

در پایان از تمامی آزمودنی‌های تحقیق حاضر کمال تقدیر و تشکر به‌عمل می‌آید.

تمرینات تناوبی شدید با استفاده از تمرینات ویژه فوتبال سبب بهبود معنادار در اکسیژن مصرفی بیشینه و اکسیژن مصرفی ویژه فوتبال می‌شود (۳۱) که با نتیجه تحقیق حاضر همسو است.

دیگر نتیجه تحقیق حاضر بهبود بیشتر اوج و توان نسبی به‌عنوان شاخصی از توان بی‌هوازی پس از ۴ هفته تمرین پلاریزه نسبت به تمرین معمولی فوتبال بود. نیل و همکاران به بررسی اثر تمرین پلاریزه و آستانه بر دوچرخه‌سواران حرفه‌ای پرداختند، ۶ هفته تمرین پلاریزه به سازگاری بیشتر فیزیولوژیکی و عملکردی نسبت به مدل آستانه در دوچرخه‌سواران منجر شد، عملکرد استقامتی، اوج توان و آستانه لاکتات در هر دو تمرین افزایش یافت، اما در تمرین پلاریزه این افزایش بیشتر بود، با وجود این هیچ تغییری در فعالیت آنزیمی میتوکندری یا انتقال‌دهنده‌های لاکتات پس از تمرین مشاهده نشد (۷). با بررسی مدل تمرینات پلاریزه، به‌نظر می‌رسد سازگاری‌های ناشی از تمرینات کم‌شدت با حجم بالا و سازگاری‌های تمرینات تناوبی شدید در بهبود توان هوازی و بی‌هوازی نقش مهمی را ایفا می‌کنند. تمرینات کم‌شدت با حجم بالا از طریق افزایش مسیرهای پیام‌رسان کلسیم و کلسیم کالمادولین به فعال‌سازی PGC1- $\alpha$  منجر می‌شود (۳۲)، درحالی‌که تمرینات تناوبی شدید به‌وسیله مسیر AMPK فعال‌سازی PGC1- $\alpha$  را منجر می‌شوند (۳۳). فعال شدن PGC1- $\alpha$  در گام بعد با افزایش فعالیت تارهای عضلانی نوع ۱، بایوژنز میتوکندریایی، ظرفیت اکسایشی چربی و افزایش ذخایر گلیکوژن همراه می‌شود (۳۴). این تغییرات در بخشی بهبود توان هوازی و بی‌هوازی (به‌وسیله دستگاه تامپونی بدن) را منجر می‌شود. از آنجا که فوتبال با وجود داشتن مجموعه‌ای از تکنیک‌ها، سرعت و چابکی نیازمند توان بی‌هوازی است، با وجود این، فوتبال در مجموع ورزشی هوازی است که تقاضای ظرفیت هوازی بالایی نیز دارد (۱۲). به‌نظر می‌رسد



## منابع و مأخذ

1. Davis H, Bassett J, Hughes P, Gass G. Anaerobic threshold and lactate turnpoint. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1983;50(3):383-92.
2. Kindermann W, Simon G, Keul J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1979;42(1):25-34.
3. Festa L, Tarperi C, Skroce K, La Torre A, Schena F. Effects of different training intensity distribution in Recreational Runners. *Frontiers in Sports and Active Living*. 2020;1:70.
4. Pérez A, Ramos-Campo DJ, Marín-Pagan C, Martínez-Noguera FJ, Chung LH, Alcaraz PE. Impact of Polarized Versus Threshold Training on Fat Metabolism and Neuromuscular Variables in Ultrarunners. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2020;15(3):375-82.
5. Algrøy EA, Hetlelid KJ, Seiler S, Pedersen JIS. Quantifying training intensity distribution in a group of Norwegian professional soccer players. *International Journal of sports physiology and performance*. 2011;6(1):70-81.
6. Stöggl T, Sperlich B. Polarized training has greater impact on key endurance variables than threshold, high intensity, or high volume training. *Frontiers in physiology*. 2015;4.
7. Neal CM, Hunter AM, Brennan L, O'Sullivan A, Hamilton DL, DeVito G, et al. Six weeks of a polarized training-intensity distribution leads to greater physiological and performance adaptations than a threshold model in trained cyclists. *Journal of applied physiology*. 2012;114(4):461-71.
8. Rosenblat MA, Perrotta AS, Vicenzino B. Polarized vs. threshold training intensity distribution on endurance sport performance: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2019;33(12):3491-500.
9. Pla R, Le Meur Y, Aubry A, Toussaint J-F, Hellard P. Effects of a 6-Week Period of Polarized or Threshold Training on Performance and Fatigue in Elite Swimmers. *International journal of sports physiology and performance*. 2019;14(2):183-9.
10. ESTEVE-LANAO J, San Juan AF, Earnest CP, Foster C, LUCIA A. How do endurance runners actually train? Relationship with competition performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2005;37(3):496-504.
11. Seiler KS, Kjerland GØ. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an “optimal” distribution? *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2006;16(1):49-56.
12. Bangsbo J, Mohr M, Krstrup P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of sports sciences*. 2006;24(07):665-74.
13. Reilly T. Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *Journal of sports sciences*. 1997;15(3):257-63.

14. Bangsbo J, Nørregaard L, Thorsoe F. Activity profile of competition soccer. *Canadian journal of sport sciences= Journal canadien des sciences du sport*. 1991;16(2):110-6.
15. Reilly T, Bangsbo J, Franks A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of sports sciences*. 2000;18(9):669-83.
16. Röhrken G, Held S, Donath L. Six Weeks of Polarized Versus Moderate Intensity Distribution: A Pilot Intervention Study. *Frontiers in Physiology*. 2020;11:121.
17. Neal CM, Hunter AM, Brennan L, O'Sullivan A, Hamilton DL, DeVito G, et al. Six weeks of a polarized training-intensity distribution leads to greater physiological and performance adaptations than a threshold model in trained cyclists. *Journal of applied physiology*. 2013.
18. Swain DP, Abernathy KS, Smith CS, Lee SJ, Bunn SA. Target heart rates for the development of cardiorespiratory fitness. *Medicine and science in sports and exercise*. 1994;26(1):112-6.
19. Stöggl T, Sperlich B. Polarized training has greater impact on key endurance variables than threshold, high intensity, or high volume training. *Frontiers in physiology*. 2014;5:33.
20. Borges TO, Moreira A, Thiengo CR, Medrado RGSD, Tilton A, Lima MR, et al. Training intensity distribution of young elite soccer players. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*. 2019;21.
21. Foster C, Jackson AS, Pollock ML, Taylor MM, Hare J, Sennett SM, et al. Generalized equations for predicting functional capacity from treadmill performance. *American heart journal*. 1984;107(6):1229-34.
22. Inbar O, Bar-Or O, Skinner JS. *The Wingate anaerobic test*: John Wiley & Sons; 1996.
23. Hoff J, Helgerud J. Endurance and strength training for soccer players. *Sports medicine*. 2004;34(3):165-80.
24. Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. *Physiology of soccer*. *Sports medicine*. 2005;35(6):501-36.
25. Astorino TA, Allen RP, Roberson DW, Jurancich M. Effect of high-intensity interval training on cardiovascular function, VO<sub>2</sub>max, and muscular force. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(1):138-45.
26. Tabata I, Nishimura K, Kouzaki M, Hirai Y, Ogita F, Miyachi M, et al. Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO<sub>2</sub>max. *Medicine and science in sports and exercise*. 1996;28:1327-30.
27. Franchini E, Julio UF, Panissa VL, Lira FS, Gerosa-Neto J, Branco BH. High-intensity intermittent training positively affects aerobic and anaerobic performance in judo athletes independently of exercise mode. *Frontiers in physiology*. 2016;7:268.
28. Chéilleachair NJN, Harrison AJ, Warrington GD. The Effect Of HIIT On Blood Lactate Indices And Performance In Well-trained Male Rowers: 1818 June 2, 115 PM-130 PM. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2016;48(5S):496.
29. Malatesta D, Werlen C, Bulfaro S, Cheneviere X, Borrani F. Effect of high-intensity interval exercise on lipid oxidation during postexercise recovery. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2009;41(2):364-74.

30. Chamari K, Hachana Y, Kaouech F, Jeddi R, Moussa-Chamari I, Wisløff U. Endurance training and testing with the ball in young elite soccer players. *British journal of sports medicine*. 2005;39(1):24-8.
31. Mcmillan K, Helgerud J, Macdonald R, Hoff J. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *British journal of sports medicine*. 2005;39(5):273-7.
32. Rose AJ, Frøsig C, Kiens B, Wojtaszewski JF, Richter EA. Effect of endurance exercise training on Ca<sup>2+</sup>-calmodulin-dependent protein kinase II expression and signalling in skeletal muscle of humans. *The Journal of physiology*. 2007;583(2):785-95.
33. Gibala MJ, McGee SL, Garnham AP, Howlett KF, Snow RJ, Hargreaves M. Brief intense interval exercise activates AMPK and p38 MAPK signaling and increases the expression of PGC-1 $\alpha$  in human skeletal muscle. *Journal of applied physiology*. 2009.
34. Laursen PB. Training for intense exercise performance: high-intensity or high- volume training? *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2010;20:1-10.

## The effect of 4 weeks polarize training on aerobic and anaerobic fitness variables in soccer players

Mohamad Malyani<sup>1</sup>- Mohamad Fashi<sup>\*2</sup>

1.Masters, Department of biological sciences in sports, faculty of sports science and health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran 2.Assistant Professor, Department of biological sciences in sports, faculty of sports science and health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

(Received:2020/4/22;Accepted:2021/2/1)

### Abstract

Soccer preparation requires the use of aerobic and anaerobic energy systems, which can be achieved by the intensity distribution of training. This study aimed to evaluate the effect of 4 weeks of polarizing training on aerobic and anaerobic fitness variables in soccer players. 20 soccer players in Tehran soccer league were divided into polarized (n=10; 52.11 ml/kg/min) and usual soccer training (n=10; 53.31 ml/kg/min) groups based on maximum oxygen consumption. Subjects were evaluated before and after four weeks of polarize (four-session consisting of three sessions of high volume -low-intensity training followed by a high-intensity interval training session) and usual soccer training (Four sessions per week including two sessions of high-intensity interval training, one session of lactate threshold training and one session of low-intensity training) to measure maximal oxygen consumption and soccer-specific, mean and peak power and respiratory exchange ratio. Maximum oxygen consumption, peak power, soccer-specific Maximum oxygen consumption and respiratory exchange ratio were significantly increased after four weeks of polarized and usual soccer training ( $P<0.05$ ). Also, the polarized training model resulted in a significant increase in maximal oxygen consumption, peak power, and specific soccer maximal oxygen consumption compared to the usual soccer training model ( $P\leq 0.01$ ). The results showed that the distribution of training intensity based on the polarized model can be more effective in short term than the usual soccer training in off-season preparations.

### Keywords

Aerobic power, anaerobic power, training intensity.

---

\* Corresponding author: E-mail: m\_fashi@sbu.ac.ir, Tel: 021-22431952