



## Effect of 4 weeks concurrent resistance-endurance training with continuous and interval methods on muscular power, strength and maximal oxygen consumption in young men soccer players

Babak Mostafa Farkhani<sup>1</sup>, Hadi Asghari<sup>1</sup>, Hadi Razavi<sup>2</sup>, Mohsen Behradnasab<sup>3</sup>, Mehdi Mogharnasi<sup>4\*</sup>

1. PhD Student of Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, University of Birjand, Iran.
2. MSc in Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3. Technical Instructor of Physical Education, Department of Physical Education, Institute of Khavaran, Mashhad, Iran.
4. Professor of Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, University of Birjand, Iran.

### Abstract

**Background and Aim:** Soccer requires high levels of physical fitness, therefore coaches and athletes tend to do comprehensive training exercises such as concurrent training. The aim of this study was to investigate the effect of 4 weeks of concurrent resistance-endurance training on strength, power, and maximum oxygen consumption in young male soccer players. **Materials and Methods:** Thirty young soccer players aged 18 to 20 years with an average height of  $177 \pm 8$  cm and a weight of  $70 \pm 3.4$  kg were divided into two groups of concurrent high-intensity training and low-intensity training. Both groups performed their training protocol, 3 sessions per week during 4 weeks. Before and after 4 weeks, maximal oxygen consumption were measured using the Yo-Yo Recovery Stage 1 test, as well as upper and lower limb strength and leg power also were measured by maximal muscle strength test and sargent vertical jump test respectively. Paired and independent t-tests were used to evaluate intra-group and inter-group changes, respectively, where the significant level set as  $p < 0.05$ . **Result:** Concurrent resistance-aerobic training improved muscle power and strength in both groups ( $p = 0.05$ ), but only concurrent resistance-aerobic training with high intensity indicated significant effect in maximizing oxygen consumption ( $p = 0.03$ ). **Conclusion:** Overall, the results showed that high-intensity resistance-aerobic training is more effective in improving some of the physical fitness factors in young men soccer players.

**Keywords:** Concurrent training, Strength training, Aerobic training, Soccer players.

### Cite this article:

Farkhani, B. M., Asghari, H., Razavi, H., Behradnasab, M., & Mogharnasi, M. (2021). Effect of 4 weeks concurrent resistance-endurance training with continuous and interval methods on muscular power, strength and maximal oxygen consumption in young men soccer players. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, 9(19), 20-32.

\*Corresponding Author, Address: Department of Sport Sciences, Faculty of Sport Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran;

Email: mogharnasi@birjand.ac.ir



<https://doi.org/10.22077/jpsbs.2020.3435.1561>



## تاثیر ۴ هفته تمرینات موازی مقاومتی- هوازی به روش‌های تناوبی و تداومی بر توان، قدرت عضلانی و حداکثر اکسیژن مصرفی بازیکنان جوان فوتبال

بابک مصطفی فرخانی<sup>۱</sup>، هادی اصغری<sup>۱</sup>، هادی رضوی<sup>۲</sup>، محسن بهرادنسب<sup>۳</sup>، مهدی مقرنسی<sup>۴\*</sup>

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.
۲. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۳. مربی گروه علوم ورزشی موسسه آموزش عالی خاوران، مشهد، ایران.
۴. استاد گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

### چکیده

زمینه و هدف: نیاز به آمادگی جسمانی و حرکتی بالا به منظور موفقیت در فوتبال، مربیان و ورزشکاران را به سمت استفاده از تمرینات همزمان مقاومتی- هوازی سوق داده است. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر چهار هفته تمرین موازی مقاومتی-هوازی بر توان، قدرت عضلانی و حداکثر اکسیژن مصرفی مردان جوان فوتبالیست بود. روش تحقیق: تعداد ۳۰ فوتبالیست ۱۸ تا ۲۰ ساله (با میانگین قد  $177 \pm 8$  سانتی متر و وزن  $70 \pm 3/4$  کیلوگرم) به دو گروه تمرین همزمان مقاومتی-هوازی تناوبی (شدت بالا) و تمرین مقاومتی-هوازی تداومی (شدت متوسط) تقسیم شدند. هر دو گروه ۳ جلسه در هفته و به مدت ۴ هفته به تمرین پرداختند. قبل و بعد از ۴ هفته تمرین حداکثر اکسیژن مصرفی شرکت‌کننده‌ها با آزمون یویو ریکآوری مرحله ۱، قدرت اندام‌های فوقانی و تحتانی با آزمون حداکثر قدرت عضلانی و هم‌چنین توان عضلانی با آزمون پرش عمودی سارجنت اندازه‌گیری شد. به منظور بررسی تغییرات درون‌گروهی و بین‌گروهی به ترتیب از آزمون‌های t وابسته و مستقل در سطح معنی داری  $p < 0/05$  استفاده گردید. یافته‌ها: تمرینات همزمان مقاومتی-هوازی منجر به بهبود توان و قدرت عضلانی در هر دو گروه شد ( $p = 0/005$ )، اما فقط تمرین مقاومتی-هوازی تناوبی در بهبودی حداکثر اکسیژن مصرفی اثر داشت ( $p = 0/03$ ). نتیجه‌گیری: در مجموع نتایج نشان داد تمرینات مقاومتی-هوازی تناوبی در بهبود برخی از عوامل آمادگی جسمانی و حرکتی مردان فوتبالیست موثرتر است.

واژه‌های کلیدی: تمرینات موازی، تمرین مقاومتی، تمرین هوازی، بازیکنان فوتبال.

## مقدمه

هوازی نیز برای بازیکنان فوتبال حائز اهمیت است. مطالعات نشان می‌دهد که تمرینات هوازی به افزایش ظرفیت و توان هوازی بیشینه بازیکنان فوتبال و در نتیجه بازگشت به حالت اولیه سریع‌تر بین فعالیت‌های تناوبی با شدت بالا منجر می‌شود؛ اما زمانی که تمرینات هوازی و مقاومتی به صورت همزمان انجام شوند، ممکن است سازگاری‌های حاصل از تمرینات به مخاطره بیفتد (ونگ و دیگران، ۲۰۱۰). در تعدادی از مطالعات گزارش شده است که اگر در تمرینات همزمان، ابتدا تمرینات هوازی و سپس تمرینات مقاومتی انجام شود، پروتئین کیناز فعال شده با AMP<sup>۱۶</sup> (AMPK) حاصل از تمرینات هوازی موجب غیرفعال شدن مسیره‌های هایپرتروفی مانند هدف راپاماسین در پستانداران<sup>۱۷</sup> (mTOR) و کاهش هایپرتروفی عضلانی می‌شوند، پدیده‌ای که به آن در تمرینات همزمان اثر تداخلی<sup>۱۸</sup> گفته می‌شود (جکسون و کینگ<sup>۱۹</sup>، ۲۰۱۵). اما زمانی که ابتدا تمرینات مقاومتی انجام شوند و سپس تمرینات هوازی، التهابات ناشی از تمرین افزایش پیدا می‌کند، در حالی که اثرات آنابولیک تمرین مقاومتی حفظ خواهد شد (پاگ<sup>۲۰</sup> و دیگران، ۲۰۱۵). همچنین در این شکل از تمرین، شدت هریک از تمرینات هوازی و یا مقاومتی می‌تواند بر ایجاد سازگاری‌های حاصل از تمرین اثرگذار باشد (دوما و دیگران، ۲۰۱۷). از طرف دیگر، زمانی که فرصت برای تمرینات آماده‌سازی به دلیل فشردگی مسابقات و یا تعداد آن‌ها کاهش پیدا می‌کند، اکثر مربیان به دنبال روش‌های تمرینی هستند که بتوانند در همین زمان کم، به بهترین آمادگی جسمانی ممکن برسند. بر همین اساس، کریستنسن<sup>۲۱</sup> و دیگران (۲۰۱۱) به بررسی تأثیر تمرینات استقامت در سرعت بر عملکرد هوازی بازیکنان فوتبال پرداخته و دریافته‌اند که گروه تمرین نسبت به گروه کنترل در عملکرد هوازی پیشرفت بیشتری داشت. در مطالعه مخلوف<sup>۲۲</sup> و دیگران (۲۰۱۵) اثر ۱۲ هفته تمرین همزمان مقاومتی - هوازی به شکل تناوبی با شدت بالا (۴ روز در هفته به شکل یک جلسه در روز) بر روی ۱۴ فوتبالیست جوان مرد، بهبود عوامل استقامت قلبی - عروقی، قدرت و توان عضلانی این بازیکنان را نشان داد. در مطالعه ونگ و دیگران (۲۰۱۰)، ۸ هفته تمرین همزمان مقاومتی - هوازی (تناوبی با شدت بالا - ۲ روز در هفته -

ورزش فوتبال از محبوبیت خاصی بین مردم سراسر جهان برخوردار است و در فهرست جذاب‌ترین ورزش‌های جهان قرار گرفته است (آدولف<sup>۱</sup> و دیگران، ۲۰۱۷). بر اساس تحقیق‌ها بازیکنان فوتبال در طول یک مسابقه کیلومترها می‌دوند که بیش از ۱۰ درصد از این دویدن‌ها را دوهای با سرعت بالا تشکیل می‌دهد. همچنین به هنگام انجام مسابقه فوتبال، بازیکنان با هدف ضربات سر و یا ایجاد اختلال در عملکرد حریف مجبور به انجام تعداد زیادی از پرش‌های انفجاری هستند (رامیرز<sup>۲</sup> و دیگران، ۲۰۱۸). کیلومترها دویدن و موفقیت در دویدن‌های با سرعت نیازمند دارا بودن ظرفیت و توان هوازی بالا، سرعت و قدرت بهینه و موفقیت در ضربات سر، نیازمند داشتن توان عضلانی بهینه است (استالن<sup>۳</sup> و دیگران، ۲۰۰۵). در نتیجه موفقیت در فوتبال به داشتن آمادگی بالای بازیکنان در عوامل مختلف آمادگی جسمانی - حرکتی به ویژه قدرت، سرعت، توان عضلانی و ظرفیت هوازی وابسته است (رودریگز<sup>۴</sup> و دیگران، ۲۰۱۸). مطالعات نشان می‌دهد استفاده از تمرینات اختصاصی مقاومتی و هوازی به ترتیب به بهبود توان و قدرت عضلانی و همچنین توان و ظرفیت هوازی منجر می‌شود (فاستر<sup>۵</sup> و دیگران، ۲۰۱۵؛ مولارسیتز<sup>۶</sup> و دیگران، ۲۰۱۸). همچنین تعدادی از مطالعات به این موضوع اشاره کرده‌اند که در صورت عدم وجود زمان کافی برای آماده‌سازی، استفاده از تمرینات هوازی و مقاومتی به صورت همزمان، می‌تواند در بهبود شاخص‌های آمادگی جسمانی در ورزشکاران حرفه‌ای موثر باشد (گابلر<sup>۷</sup> و دیگران، ۲۰۱۸؛ سیلوا<sup>۸</sup>، ۲۰۱۹؛ ونگ<sup>۹</sup> و دیگران، ۲۰۱۰؛ لویز<sup>۱۰</sup> و دیگران، ۲۰۱۰).

در حال حاضر مشخص شده که تمرینات مقاومتی به افزایش قابل توجه قدرت عضلانی بیشینه و هایپرتروفی<sup>۱۱</sup> عضلانی منجر می‌شوند (کوبال<sup>۱۲</sup> و دیگران، ۲۰۱۷؛ لووری<sup>۱۳</sup> و دیگران، ۲۰۱۴). در همین راستا تمرین مقاومتی در اندام‌های پایین‌تنه در شدت ۷۰-۹۰ درصد یک تکرار بیشینه<sup>۱۴</sup> (1RM) منجر به بهبود سرعت، چابکی، قدرت بیشینه عضلات، پرش عمودی، توان اندام تحتانی و بهبود فعالیت الکتریکی عضلات در بازیکنان حرفه‌ای فوتبال شده است (حمای<sup>۱۵</sup> و دیگران، ۲۰۱۸). از سوی دیگر، آمادگی

1. Adolf

2. Ramirez

3. Stolen

4. Rodríguez

5. Foster

6. Murlasits

7. Gäbler

8. Silva

9. Wong

10. López

11. Hypertrophy

12. Kobal

13. Lowery

14.1 repetition maximum

15. Hamami

16. AMP activated protein kinase

17. Mammalian target of rapamycin

18. Interference effect

19. Jacson &amp; king

20. Pugh

21. Christensen

22. Makhlof

مقاومتی- هوازی بر شاخص‌های عملکرد عضلانی و  $VO_{2max}$  بازیکنان فوتبال جوان تاثیر دارد یا خیر؟ و سوال دوم ما بدین شرح است که در صورت ثابت نگه داشتن شدت تمرینات مقاومتی، تمرینات هوازی به چه میزان بر ایجاد سازگاری‌های حاصل از این نوع تمرینات اثرگذار است.

### روش تحقیق

تعداد ۳۰ نفر از بازیکنان فوتبال حاضر در مسابقات لیگ برتر استان خراسان رضوی در رده جوانان (از بین ۱۲ تیم حاضر در این مسابقات) پیش از شروع فصل مسابقاتی ۱۳۹۸-۱۳۹۹ با روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. شرکت‌کننده‌ها حداقل سابقه ۴ سال فعالیت در مسابقات فوتبال پیشرفته را دارا بودند. پس از مصاحبه حضوری و بررسی پرسشنامه سوابق بهداشت شخصی، هیچ‌کدام از آن‌ها به بیماری خاصی دچار نبوده و قبل از مطالعه از داروها و مکمل‌های آنابولیک استفاده نکرده بودند. پرسشنامه سوابق بهداشت شخصی، وجود بیماری در شرکت‌کننده‌ها را با خوداظهاری مشخص می‌کند. همچنین پس از بررسی سابقه سکونت، هیچ‌کدام از آن‌ها در محل‌های مرتفع، بسیار گرم و بسیار سرد سکونت نداشتند. آزمودنی‌ها پس از بررسی ویژگی‌های فردی به صورت تصادفی به دو گروه تمرین مقاومتی- هوازی تناوبی با شدت بالا (۱۵ نفر) و تمرین مقاومتی- هوازی تداومی با شدت متوسط (۱۵ نفر) تقسیم شدند. جدول ۱ ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱. ویژگی‌های فردی شرکت‌کننده‌ها

مقاومتی- هوازی تداومی (با شدت متوسط)	مقاومتی- هوازی تناوبی (با شدت بالا)	گروه متغیر
۱۹/۴۶±۱/۲۶	۲۰/۳۴±۱/۱۵	سن (سال)
۱۷۹/۱۴±۷/۸۷	۱۷۷±۸/۲۳	قد (سانتی متر)
۷۰/۹۳±۵/۳۶	۷۰/۱۴±۸/۵۹	وزن (کیلوگرم)
۸/۸۳±۱/۲۳	۸/۷۶±۱/۱۴	چربی (درصد)

آزمون‌های عملکردی مرحله پیش‌آزمون انجام شدند. در روز دوم پیش‌آزمون، آزمون‌ها در دو نوبت به اجرا درآمدند، به طوری که در نوبت صبح حداکثر قدرت عضلانی در اندام‌های فوقانی و تحتانی و در نوبت عصر، توان عضلات اندام تحتانی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. با گذشت ۲۴ ساعت، هر دو گروه به مدت چهار هفته به

یک جلسه در روز) منجر به بهبود ظرفیت هوازی و قدرت عضلانی ۲۰ بازیکن حرفه‌ای فوتبال لیگ برتر انگلیس در دوره پیش فصل شد. در مطالعه مک گاولی و اندرسون<sup>۱</sup> (۲۰۱۳) ۵ هفته تمرین همزمان مقاومتی- هوازی به صورت تناوبی با شدت بالا (۳ روز در هفته، یک جلسه در روز) منجر به بهبود قدرت عضلانی و ظرفیت هوازی ۹ بازیکن حرفه‌ای و نیمه حرفه‌ای جوان شد.

به دلیل محبوبیت فوتبال بین مردم و با توجه به اهمیت بالای قدرت، توان و استقامت هوازی در فوتبال حرفه‌ای (میلان و مالاتستا<sup>۲</sup>، ۲۰۰۹) و همچنین احتمال وجود محدودیت در زمان آماده‌سازی، بررسی روش‌های تمرینی که موجب بهبود همزمان عوامل یاد شده در مدت زمان کوتاه شود، ضروری به نظر می‌رسد. براساس بررسی‌های انجام شده، مطالعاتی که به بررسی تاثیر تمرینات همزمان با مدت کوتاه پرداخته باشند، محدود به نظر می‌رسند. همچنین بیشتر مطالعات پیرامون تمرینات همزمان، از شدت‌های یکسان تمرینات مقاومتی و هوازی استفاده کرده‌اند و بررسی تاثیر شدت‌های متفاوت هر کدام از تمرینات با محدودیت روبه‌رو است. با توجه به مطالب فوق، هدف مطالعه حاضر بررسی تاثیر ۴ هفته تمرینات موازی مقاومتی- هوازی به روش‌های تناوبی و تداومی بر توان، قدرت عضلانی و حداکثر اکسیژن مصرفی بازیکنان مرد فوتبال است. در واقع سوال اول ما این است که آیا تمرینات همزمان به مدت ۴ هفته با ترتیب

روش اجرایی تحقیق: شرکت‌کننده‌ها ۵ روز قبل از شروع طرح تحقیق، به مرکز تندرستی واقع در اداره آموزش و پرورش ناحیه ۵ شهر مشهد فراخوانده شدند تا سنجش ویژگی‌های فردی (سن، قد، وزن، درصد چربی) و آشنایی با طرح تحقیق انجام شود. پس از گذشت ۲۴ ساعت  $VO_{2max}$  آزمودنی‌ها برآورد شد و به دنبال ۲۴ ساعت از برآورد

1. Mc Gawley & Andersson

2. Meylan & Malatesta

انجام شد. هر دو گروه در روزهای تمرین پس از انجام تمرینات مربوط به پروتکل تحقیق، به مدت ۴۵ دقیقه تمرینات تاکتیکی را زیر نظر سرمربی تیم علم و اخلاق مشاهد انجام می دادند. شکل ۱ طرح کلی تحقیق را به صورت شماتیک نشان می دهد.

انجام سه جلسه تمرین در هفته پرداختند. گروه تمرین مقاومتی- هوازی تناوبی، در روزهای زوج هفته به تمرین پرداخته و گروه تمرین مقاومتی- هوازی تداومی در روزهای فرد تمرین کردند. هر دو گروه در روزهای جمعه استراحت داشتند. تمامی مراحل پیش آزمون پس از گذشت ۴۸ ساعت از آخرین جلسه تمرین مجدداً به عنوان پس آزمون



قلب<sup>۳</sup> ( $HR_{max}$ ) و در دو هفته پایانی به ۸۰ درصد افزایش یافت. همچنین برنامه تمرین هوازی تناوبی در دو هفته اول شامل سه نوبت بود، به گونه ای که شرکت کنندگان بین هر نوبت، چهار دقیقه استراحت داشتند. در دو هفته پایانی تعداد نوبت ها به چهار بار افزایش پیدا کرد. شدت تمرینات تناوبی بین ۸۷ تا ۹۵ درصد  $HR_{max}$  تنظیم شد. ضربان قلب شرکت کنندگان از طریق شریان رادیال توسط مربیان به روش انگشتی کنترل می شد. جدول ۲ برنامه تمرین هوازی را نشان می دهد (واسیلیس<sup>۴</sup> و دیگران، ۲۰۱۹).

**پروتکل تمرین همزمان:** شرکت کنندگان تمرینات همزمان را سه جلسه در هفته انجام دادند. تمرینات همزمان به این صورت انجام شد که هر گروه ابتدا تمرین مقاومتی را انجام می داد و پس از گذشت ۱۵ دقیقه به انجام تمرین هوازی مربوط به گروه خود می پرداخت. **برنامه تمرین هوازی:** برنامه تمرین هوازی خود به دو بخش تمرینات با شدت متوسط<sup>۱</sup> (MIAT) و تمرینات با شدت بالا<sup>۲</sup> (HIAT) تقسیم شد. تمرینات با شدت متوسط شامل دویدن به صورت تداومی به مدت ۲۰ دقیقه بود که شدت آن در دو هفته اول ۷۵ درصد حداکثر ضربان

جدول ۲. جزئیات برنامه تمرین هوازی

هفته ۴	هفته ۳	هفته ۲	هفته ۱	نوع تمرین هوازی	
۸۰ درصد $HR_{max}$	۸۰ درصد $HR_{max}$	۷۵ درصد $HR_{max}$	۷۵ درصد $HR_{max}$	شدت	تمرین هوازی تداومی (شدت متوسط)
۲۰ دقیقه	۲۰ دقیقه	۲۰ دقیقه	۲۰ دقیقه	مدت	
۸۷ تا ۹۵ درصد $R_{max}$	۸۷ تا ۹۵ درصد $R_{max}$	۸۷ تا ۹۵ درصد $HR_{max}$	۸۷ تا ۹۵ درصد $R_{max}$	شدت	تمرین هوازی تناوبی (شدت بالا)
۳ دقیقه	۳ دقیقه	۳ دقیقه	۳ دقیقه	مدت	
۴ نوبت	۴ نوبت	۳ نوبت	۳ نوبت	نوبت	
۴ دقیقه	۴ دقیقه	۴ دقیقه	۴ دقیقه	استراحت	

1. Moderate intensity aerobic training  
2. High intensity aerobic training

3. Heart rate maximum  
4. Vassilis

برنامه تمرین مقاومتی: برنامه تمرین مقاومتی برای هر هفته اجرا شد (واسیلیس و دیگران، ۲۰۱۹). جدول ۳ برنامه دو گروه مشترک بود و شامل ۵ حرکت که ۳ جلسه در تمرین مقاومتی را نشان می‌دهد.

جدول ۳. جزئیات برنامه تمرین مقاومتی

نام حرکت	هفته ۱	هفته ۲	هفته ۳	هفته ۴
اسکات <sup>۱</sup>	شدت	۷۰ درصد 1RM	۷۰ درصد 1RM	۷۰ درصد 1RM
	تکرار	۱۰ تا ۱۲	۱۰ تا ۱۲	۱۰ تا ۱۲
	نوبت	۳ نوبت با ۶۰ ثانیه استراحت	۳ نوبت با ۶۰ ثانیه استراحت	۴ نوبت با ۹۰ ثانیه استراحت
لانژ <sup>۲</sup>	شدت	۷۰ درصد 1RM	۷۰ درصد 1RM	۷۰ درصد 1RM
	تکرار	۱۰ تا ۱۲	۱۰ تا ۱۲	۱۰ تا ۱۲
	نوبت	۳ نوبت با ۶۰ ثانیه استراحت	۳ نوبت با ۶۰ ثانیه استراحت	۴ نوبت با ۹۰ ثانیه استراحت
پرس سینه <sup>۳</sup>	شدت	۷۰ درصد 1RM	۷۰ درصد 1RM	۷۰ درصد 1RM
	تکرار	۱۰ تا ۱۲	۱۰ تا ۱۲	۱۰ تا ۱۲
	نوبت	۳ نوبت با ۶۰ ثانیه استراحت	۳ نوبت با ۶۰ ثانیه استراحت	۴ نوبت با ۹۰ ثانیه استراحت
پارویی <sup>۴</sup>	شدت	۷۰ درصد 1RM	۷۰ درصد 1RM	۷۰ درصد 1RM
	تکرار	۱۰ تا ۱۲	۱۰ تا ۱۲	۱۰ تا ۱۲
	نوبت	۳ نوبت با ۶۰ ثانیه استراحت	۳ نوبت با ۶۰ ثانیه استراحت	۴ نوبت با ۹۰ ثانیه استراحت
فیله کمر	شدت	وزن بدن	وزن بدن	وزن بدن
	تکرار	۲۰	۲۰	۲۰
	نوبت	۳ نوبت با ۶۰ ثانیه استراحت	۳ نوبت با ۶۰ ثانیه استراحت	۴ نوبت با ۹۰ ثانیه استراحت

۲۰ متری را طی کرده و برمی‌گشتند و سپس حد فاصل خط اول تا خط استارت را در زمان ۵ ثانیه برای ریکواری فعال طی می‌کردند. زمانی که شرکت‌کننده نمی‌توانست دو بار به خط برسد از آزمون حذف می‌گردید و  $VO_{2max}$  وی با فرمول زیر محاسبه شد (بانگسبو<sup>۲</sup> و دیگران، ۲۰۰۸).

حداکثر اکسیژن مصرفی: شاخص  $VO_{2max}$  با استفاده از آزمون تناوبی ریکواری یویو<sup>۱</sup> مرحله ۱ انجام گرفت. این آزمون به این صورت انجام شد که ابتدا دو خط به فاصله ۲۵ متر از یکدیگر و سپس خط استارت با فاصله ۵ متر از خط اول، رسم شد. شرکت‌کننده‌ها با صدای بوق مسیر

$$۳۶/۴ + \text{مسافت دویدن (متر)} \times ۰/۰۰۸۴ = \text{حداکثر اکسیژن مصرفی (کیلوگرم/وزن بدن / دقیقه)}$$

1. Yo-Yo intermittent recovery test
2. Bangsbo

از آزمون شاپیرو- ویلک<sup>۴</sup> برای بررسی طبیعی بودن داده‌ها و به منظور تعیین معنی‌داری تفاوت‌های بین گروهی و درون گروهی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون به ترتیب از آزمون‌های t وابسته و مستقل استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد و سطح معنی‌داری  $p < 0/05$  در نظر گرفته شد.

#### یافته‌ها

پس از اجرای آزمون شاپیرو- ویلک، طبیعی بودن داده‌ها در تمامی متغیرها تایید شد. بررسی نتایج آزمون t مستقل نشان داد که بین گروه‌ها در میزان  $VO_{2max}$  تغییرات معنی‌داری وجود دارد ( $p = 0/03$ ) به طوری که گروه تمرین مقاومتی-هوازی تناوبی پیشرفت بیشتری در میزان  $VO_{2max}$  را نشان می‌دهد. همچنین بررسی نتایج آزمون t وابسته نشان داد تغییرات در گروه تمرین مقاومتی-هوازی تناوبی پس از دوره تمرینی نسبت به قبل از آن، معنی‌دار است ( $p = 0/001$ ). اما این تغییرات در تمرین مقاومتی-هوازی تداومی معنی‌دار نبود ( $p = 0/70$ ). بررسی نتایج آزمون t مستقل هم‌چنین نشان داد که بین گروه‌ها در حداکثر قدرت عضلانی در هر دو اندام تحتانی و فوقانی تفاوت معنی‌دار وجود ندارد ( $p = 0/82$ ). هم‌چنین نتایج آزمون t وابسته نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر دو گروه در حداکثر قدرت عضلانی در اندام‌های تحتانی و فوقانی بود ( $p = 0/001$ ). در همین راستا، بررسی تغییرات درون گروهی به وسیله آزمون t وابسته نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بعد از دوره تمرینی نسبت به قبل از دوره تمرینی در هر دو گروه در توان عضلانی بود ( $p = 0/006$ )؛ اما تغییرات بین گروهی معنی‌دار نبود ( $p = 0/78$ ). جدول ۴ نتایج متغیرهای اندازه‌گیری شده در تحقیق را نشان می‌دهد.

#### بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که  $VO_{2max}$  در هر دو گروه تمرین مقاومتی-هوازی تناوبی و تداومی پس از دوره تمرینی نسبت به قبل افزایش یافت، اما این تغییرات فقط در گروه تمرین مقاومتی-هوازی تناوبی معنی‌دار بود. هم‌چنین قدرت عضلانی در اندام فوقانی و تحتانی و میزان پرش عمودی در هر دو گروه بهبود معنی‌داری پیدا کرد. یافته‌های این مطالعه در مورد تغییرات  $VO_{2max}$  با یافته‌های محققانی هم‌چون سام و سابرادیپین<sup>۵</sup> (۲۰۱۹)، مخلوف و دیگران (۲۰۱۶)، ونگ و دیگران (۲۰۱۰)، مک گاولی و اندرسون (۲۰۱۳) و لوریا کوهن<sup>۶</sup> و دیگران (۲۰۱۳) هم‌خوانی

حداکثر قدرت عضلانی (1RM): آزمون حداکثر قدرت عضلانی در دو حرکت پرس سینه و اسکات انجام شد. ابتدا شرکت‌کننده‌ها به گرم کردن عمومی شامل ۵ تا ۱۰ دقیقه دویدن پرداختند. سپس برای گرم کردن اختصاصی شرکت‌کننده‌ها ۵ تکرار با تقریباً ۵۰ درصد حداکثر قدرت عضلانی را در هر حرکت را اجرا کردند و به دنبال آن ۱ یا ۲ نوبت با ۲ تا ۳ تکرار با بار تقریبی ۶۰ تا ۸۰ درصد حداکثر قدرت عضلانی اجرا شد. سپس مقدار وزنه را تا حدی که بتوانند تنها یک تکرار از حرکت را انجام دهند افزایش دادند تا حداکثر قدرت عضلانی مشخص شود. تمامی شرکت‌کننده‌ها گزارش کردند که ۴۸ ساعت قبل از انجام آزمون هیچ‌گونه فعالیت بدنی سختی نداشته‌اند. تمامی شرکت‌کننده‌ها بین هر تلاش برای تعیین حداکثر قدرت عضلانی ۳ تا ۵ دقیقه استراحت غیرفعال داشتند و حداکثر قدرت عضلانی حداکثر در ۵ تلاش تعیین شد. در حرکت اسکات ملاک صحیح بودن حرکت خم شدن زانوها تا زاویه ۹۰ درجه و سپس صاف شدن کامل زانوها و هم‌چنین در حرکت پرس سینه ملاک رسیدن میله هالتر به قفسه سینه و سپس صاف شدن کامل آرنج‌ها بود. به منظور پیشگیری از خطاهای احتمالی در طول مدت آزمون دو مربی تحصیل کرده و با تجربه در کنار شرکت‌کننده‌ها به آموزش، نظارت و کنترل دقیق حرکات پرداختند (اسچینفیلد<sup>۱</sup> و دیگران، ۲۰۱۵).

**توان عضلانی اندام تحتانی (میزان پرش عمودی):** به منظور بررسی میزان توان عضلات اندام تحتانی از آزمون پرش عمودی سارجنت<sup>۲</sup> استفاده شد. این آزمون به این صورت انجام شد که شرکت‌کننده به پهلو در کنار دیوار خط‌کشی شده قرار می‌گرفت و دست خود را بالا برده و بالاترین نقطه‌ای (نوک انگشتان دست) که فرد لمس می‌کرد علامت‌گذاری شد. پس از آن شرکت‌کننده یک پرش عمودی با تمام توان انجام می‌داد و مجدد نقطه‌ای که با نوک انگشتان دست لمس می‌کرد علامت‌گذاری شد. فاصله بین دو نقطه مشخص شده نشان‌دهنده میزان پرش عمودی شرکت‌کننده بود. شایان ذکر است شرکت‌کننده‌ها در طول آزمون، سه پرش را انجام دادند و بالاترین پرش برای آنها ثبت گردید (بیشاپ<sup>۳</sup> و دیگران، ۱۹۹۹).

**روش‌های آماری:** برای نظم و ترتیب دادن به داده‌ها و به دست آوردن شاخص‌های گرایش مرکزی، پراکندگی و رسم جداول؛ از آمار توصیفی استفاده شد. در بخش آمار استنباطی

1. Schoenfeld

2. Sargent vertical jump

3. Bishop

4. Shapiro-wilk

5. Sam &amp; Subradeepan

6. Loria Kohen

جدول ۴. توصیف (انحراف استاندارد± میانگین) و مقایسه متغیرهای وابسته تحقیق در گروه های شرکت کننده

متغیرها	گروهها	پیش آزمون	پس آزمون	p درون گروهی	p بین گروهی
VO <sub>2max</sub> (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	مقاومتی- هوازی تناوبی	۴۹/۵۶±۲/۳۱	۵۳/۸۳±۱/۲۱	*./۰.۰۱	*./۰.۰۳
	مقاومتی- هوازی تداومی	۵۳/۵۶±۲/۰۶	۵۳/۱۶±۱/۱۲	۰/۷۰	
قدرت اندام فوقانی (کیلوگرم)	مقاومتی- هوازی تناوبی	۴۴/۶۳±۳/۲۷	۴۶/۷۶±۲/۸۷	*./۰.۰۴	۰/۶۰
	مقاومتی- هوازی تداومی	۴۶/۴۳±۴/۲۳	۴۹/۵۳±۳/۴۳	*./۰.۰۳	
قدرت اندام تحتانی (کیلوگرم)	مقاومتی- هوازی تناوبی	۸۳/۸۳±۵/۶۵	۸۵/۹۰±۶/۷۳	*./۰.۰۱	۰/۸۳
	مقاومتی- هوازی تداومی	۸۶/۰۰±۶/۵۲	۹۱/۲۶±۵/۳۳	*./۰.۰۰۱	
میزان پرش عمودی (توان عضلانی) (سانتی متر)	مقاومتی- هوازی تناوبی	۶۳/۵۱±۲/۲۳	۶۶/۰۰±۲/۱۲	*./۰.۰۵	۰/۷۸
	مقاومتی- هوازی تداومی	۶۱/۱۱±۱/۸۷	۶۳/۲۵±۲/۲۳	*./۰.۰۰۶	
شاخص توده بدن (کیلوگرم/متر مربع)	مقاومتی- هوازی تناوبی	۲۳/۱۹±۰/۸۷	۱۸/۲۸±۱/۰۹	۰/۰۹	۰/۲۳
	مقاومتی- هوازی تداومی	۲۰/۲۹±۱/۳۴	۱۹/۶۸±۰/۹۳	۰/۱۱	

\*نشانه تفاوت معنی داری در سطح  $p < 0.05$ .

(۲۰۱۳)، اثر ۵ هفته (۳ روز در هفته- یک جلسه در روز) توالی تمرین همزمان ابتدا تمرین قدرتی- توانی و سپس تمرین هوازی که به شکل دویدن های تناوبی با شدت بالا انجام گرفت، بر ظرفیت هوازی بازیکنان حرفه ای فوتبال بررسی و نتایج نشان داد که این توالی تمرین به افزایش معنی دار نتایج آزمون ۷۰-۷۰ این دسته از بازیکنان نسبت به پیش از شروع مداخله منجر شده است. تفاوت سازگاری های فیزیولوژیک در دو جنس زن و مرد احتمالاً می تواند دلیل عدم هم خوانی با مطالعه لاتوره و دیگران (۲۰۰۸) باشد. در تحقیق لاتوره و دیگران شرکت کننده ها زن بودند، اما در تحقیق حاضر شرکت کننده ها مرد بودند و دستاورد پژوهشی آن ها این بود که عملکرد هوازی بهبود نداشت. در مطالعه ما افزایش قدرت و VO<sub>2max</sub> در گروه های تمرینی احتمالاً در نتیجه سازگاری هایی از جمله افزایش هماهنگی های عصبی عضلانی در آزمودنی ها رخ داده است. همانطور که این احتمال در مطالعه سیلوا (۲۰۱۹) نیز مطرح شده است. اعتقاد بر این است که تمرینات تناوبی و تداومی سازگاری های فیزیولوژیک مشابهی را به وجود می آورند، اما با توجه به اینکه شدت در این دو نوع

دارد، اما با نتایج تحقیق لاتوره<sup>۱</sup> و دیگران (۲۰۰۸) هم خوانی ندارد. در مطالعه سام و ساپرادپین (۲۰۱۹) ۱۲ هفته تمرین همزمان مقاومتی- هوازی (۳ روز در هفته) که جزء هوازی شامل دویدن های پیوسته با شدت ۶۵ تا ۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره<sup>۲</sup> (HRR) بود، منجر به بهبود استقامت قلبی- تنفسی ۱۶ بازیکن فوتبال شد. در مطالعه مخلوف و دیگران (۲۰۱۶)، اثر ۱۲ هفته توالی تمرین، ابتدا تمرین قدرتی- توانی و بعد هوازی (۲ روز در هفته- یک جلسه در روز) که جزء هوازی شامل دویدن های تناوبی با شدت بالا بود، بر ظرفیت هوازی ۱۵ بازیکن حرفه ای فوتبال بررسی شد. نتایج بهبود معنی دار آزمون ۷۰-۷۰ در این بازیکنان را نشان داد. در مطالعه ونگ و دیگران (۲۰۱۰)، اثر ۸ هفته تمرین همزمان (ابتدا) مقاومتی و (سپس) هوازی (دو روز در هفته، یک جلسه در روز) که جزء هوازی به شکل تمرینات هوازی تناوبی با شدت بالا انجام گرفت؛ بر استقامت هوازی ۲۰ بازیکن حرفه ای فوتبال بررسی و افزایش معنی دار نتایج آزمون ۷۰-۷۰، آزمون حداکثر سرعت هوازی<sup>۳</sup> (MAS) و مسافت طی شده در آزمون MAS<sup>۴</sup> (MAS<sub>distance</sub>) گزارش گردید. در مطالعه مک گاولی و اندرسون

1. La torre
2. Heart rate reserve
3. Maximal aerobic speed
4. Distance coverage during MAS test



افزایش قدرت در اندام فوقانی و تحتانی در گروه‌های این مطالعه به شکل معنی‌داری مشاهده شد. نتایج این مطالعه با یافته‌های مطالعاتی هم‌چون انزایت<sup>۱</sup> و دیگران (۲۰۱۵)، مخلوف و دیگران (۲۰۱۶)، ونگ و دیگران (۲۰۱۰) و مک گاولی و اندرسون (۲۰۱۳) هم‌خوانی دارد. در مطالعه انزایت و دیگران (۲۰۱۵) اثر پنج هفته تمرین همزمان مقاومتی-هوازی (تمرینات تناوبی با شدت بالا مخصوص فوتبال) به مدت دو روز در هفته بر پارامترهای مرتبط با قدرت عضلانی بازیکنان فوتبال جوان نخبه بررسی گردیده و بهبود معنی‌دار قدرت عضله چهار سرران و همسترینگ در گروه مقاومتی-هوازی مخصوص فوتبال گزارش شده است. در مطالعه مخلوف و دیگران (۲۰۱۶)، اثر ۱۲ هفته توالی تمرین ابتدا تمرین مقاومتی-توانی و بعد هوازی (دو روز در هفته، یک جلسه در روز) که جزء هوازی شامل دویدن‌های تناوبی با شدت بالا بود، بر قدرت عضلانی ۱۵ بازیکن حرفه‌ای فوتبال بررسی و بهبود قابل توجه 1RM در حرکت اسکات در این بازیکنان گزارش گردید. در مطالعه ونگ و دیگران (۲۰۱۰)، اثر هشت هفته تمرین همزمان ابتدا مقاومتی و سپس هوازی (دو روز در هفته، یک جلسه در روز) که جزء هوازی به شکل تناوبی با شدت بالا انجام می‌گرفت، بر شاخص قدرت عضلانی ۲۰ بازیکن حرفه‌ای فوتبال بررسی و نتایج افزایش معنی‌دار 1RM حرکت نیمه اسکات و پرس سینه در این افراد نشان داد. در مطالعه مک گاولی و اندرسون (۲۰۱۳)، اثرات پنج هفته (سه روز در هفته- یک جلسه در روز) توالی تمرین همزمان ابتدا تمرین مقاومتی-توانی و سپس تمرین هوازی که به شکل دویدن‌های تناوبی با شدت بالا انجام گرفت، بر شاخص قدرت عضلانی بازیکنان حرفه‌ای فوتبال بررسی و نتایج افزایش معنی‌دار قدرت عضلانی بازیکنان را نسبت به قبل از مداخله نشان داد. در مطالعه آدلف و دیگران (۲۰۱۸)، اثر هشت هفته تمرین همزمان مقاومتی-هوازی (مجموعه تمرینات تناوبی با شدت بالا) بر شاخص‌های توان و قدرت عضلانی بازیکنان زن فوتبال بررسی شد و نتایج بهبود این شاخص‌ها را تایید کرد و مشخص گردید بین قدرت و توان عضلانی رابطه معنی‌داری وجود دارد. به نظر می‌رسد که بهبود در قدرت عضلانی در اثر تمرینات همزمان از طریق سازوکارهایی مشابه با تمرینات هوازی و مقاومتی صورت می‌گیرد و نشان داده شده است که سازوکارهای عصبی-عضلانی که منجر به توسعه قدرت

تمرین اساساً یکسان نیست، مقایسه اثرات آن‌ها به راحتی امکان پذیر نمی‌باشد (بورل<sup>۱</sup> و دیگران، ۲۰۱۰). افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی پس از تمرین تداومی را می‌توان به عواملی چون افزایش برون‌ده قلبی و اختلاف اکسیژن خون سرخرگی سیاهرگی نسبت داد. تمرین هوازی باعث افزایش حجم پلازما و حجم ضربه‌ای و در نتیجه افزایش برون‌ده قلبی می‌شود. افزایش برون‌ده قلبی در دسترس بودن اکسیژن را افزایش می‌دهد و در نتیجه منجر به افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی می‌شود (میرزا آقاجانی و دیگران، ۲۰۱۶). در مطالعه‌ای مشخص شد ۵ هفته تمرین هوازی به صورت HIIT در مقایسه با تمرین هوازی سنتی، منجر به بهبود بیشتری در توان هوازی بازیکنان فوتبال حرفه‌ای می‌شود (روان<sup>۲</sup> و دیگران، ۲۰۱۲). همچنین در یک مطالعه مقایسه تحلیلی که به بررسی اثر بخشی اثر تمرین HIIT بر شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکردی بازیکنان جوان فوتبال پرداخته شد، محققین دریافتند که در مقایسه با دیگر برنامه‌های تمرینی، تمرینات HIIT بسیار سودمندتر هستند (کونز<sup>۳</sup> و دیگران، ۲۰۱۹). از طرف دیگر، تمرینات تناوبی با شدت بالا با ایجاد هایپوکسی<sup>۴</sup>، منجر به افزایش تراکم مویرگی می‌شوند (هووارد و استاوریانیز<sup>۵</sup>، ۲۰۱۷). در نتیجه افزایش تراکم مویرگی، عضلات فعال اکسیژن مصرفی بالاتری هنگام فعالیت خواهند داشت. از دلایل مهم ایجاد تفاوت معنی‌دار بین دو گروه در این مطالعه می‌توان به هایپوکسی ایجاد شده در تمرینات با شدت بالاتر اشاره کرد. همچنین تمرینات تناوبی با شدت بالا احتمالاً علاوه بر افزایش سریع ظرفیت اکسایشی عضلات، از راه سازگاری‌های عصبی-عضلانی نیز می‌توانند منجر به افزایش  $VO_{2max}$  شوند. در کل با توجه به نقش متابولیت‌های تمرینی مانند لاکتات، یون هیدروژن و همچنین هایپوکسی در شکل‌گیری سازگاری‌ها در تمرینات هوازی با شدت بالا، به منظور بهبود توان هوازی با تمرینات همزمان، استفاده از تمرینات هوازی با شدت بالا برای بازیکنان فوتبال مناسب به نظر می‌رسد.

مطالعات نشان می‌دهد که پروتکل‌های تمرینی که از تمرینات کم حجم و با شدت بالای مقاومتی و به دنبال آن از تمرینات هوازی تناوبی با شدت بالا استفاده کرده‌اند، اثر تداخلی بین تمرینات مقاومتی و هوازی را به حداقل می‌رسانند و منجر به بهبود شاخص‌های قدرت، استقامت هوازی و توان عضلانی می‌شوند (سوزا<sup>۶</sup> و دیگران، ۲۰۲۰).

1. Borel  
2. Rowan  
3. Kunz

4. Hypoxia  
5. Howard & Stavrianeas  
6. Souza

7. Enright

فعال شدن مسیرهای آبشاری بیان ژن و پروتئین‌سازی شده، که در نهایت سبب هایپر تروفی، (افزایش اندازه و قطر تار) می‌شود. در نتیجه ایجاد هایپر تروفی قدرت نیز به شکل مستقیم افزایش پیدا می‌کند. بنابر موارد یاد شده می‌توان گفت در صورتی که مربیان فوتبال به دنبال افزایش قدرت و ایجاد هایپر تروفی هستند، در صورت وجود برنامه تمرینات همزمان، تمرینات مقاومتی را در ابتدای جلسه تمرین انجام دهند (داماس<sup>۴</sup> و دیگران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۸).

نتایج آزمون پرش عمودی نشان داد که پرش عمودی بازیکنان به عنوان یک عامل تعیین کننده توان عضلانی، در هر دو گروه به یک اندازه بهبود یافته است. در این راستا در مطالعه مک گاولی و اندرسون (۲۰۱۳)، اثر پنج هفته (سه روز در هفته - یک جلسه در روز) توالی تمرین همزمان، ابتدا تمرین مقاومتی - توانی و سپس تمرین هوازی که به شکل دویدن های تناوبی با شدت بالا انجام گرفت، بر توان عضلانی بازیکنان حرفه‌ای فوتبال بررسی و افزایش معنی‌دار پرش عمودی این دسته از بازیکنان را نسبت به پیش از دوره مطالعاتی گزارش کردند. توان انفجاری محصول دو عامل قدرت و سرعت عضلانی است. هرگونه افزایش در قدرت و سرعت عمل انقباضی اندام تحتانی به افزایش عملکرد پرش عمودی فرد کمک شایانی می‌کند (مازنی و دیگران، ۲۰۱۷). از آنجایی که تمرین مقاومتی در هر دو گروه مشابه هم انجام شد، تفاوتی بین گروه‌ها در افزایش قدرت و توان عضلانی مشاهده نشد و هر دو گروه به یک اندازه به فعالیت مقاومتی پاسخ نشان دادند. به همین دلیل هر دو گروه در افزایش توان عضلانی اندام تحتانی تغییرات معنی‌داری را تجربه کردند. در مطالعه ونگ و دیگران (۲۰۱۰)، ۸ هفته تمرین همزمان ابتدا مقاومتی و سپس هوازی که به شکل تناوبی با شدت بالا اجرا شد، علاوه بر بهبود قدرت و توان انفجاری بازیکنان حرفه‌ای فوتبال، رابطه مستقیم افزایش قدرت عضلانی و افزایش توان عضلانی را باعث شد. احتمالاً به دلیل نقش موثر تمرینات مقاومتی در هر دو گروه مقاومتی - هوازی با شدت متوسط و مقاومتی - هوازی با شدت بالا؛ توان عضلانی آزمودنی‌ها بهبود پیدا کرده است. بنابراین با توجه به نقش قدرت و سرعت در عامل توان و نیازمندی بازیکنان فوتبال به این شاخص برای موفقیت در مسابقه، انجام تمرینات مقاومتی برای به حداکثر رساندن قدرت عضلانی امری ضروری است.

**نتیجه گیری:** بر اساس نتایج این مطالعه می‌توان بیان کرد که مربیان و بازیکنان می‌توانند از هر دوی تمرینات

عضلانی متعاقب تمرین همزمان می‌گردد، با سازوکارهای تمرین مقاومتی مشابه هستند (کرامر<sup>۱</sup> و دیگران، ۲۰۰۲). در واقع می‌توان به این موضوع اشاره کرد که به دلیل این که تمرینات مقاومتی در مطالعه حاضر در ابتدای جلسه تمرین انجام شده‌اند، افزایش قدرت در هر دو گروه به شکل معنی‌داری در اثر ایجاد سازگاری‌های تمرینات مقاومتی ایجاد شده است. مرحله اولیه سازگاری به تمرینات مقاومتی در وهله اول به سازگاری‌های عصبی از جمله افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی، هماهنگی عصب و عضله و همچنین همزمانی واحدهای حرکتی مربوط می‌شود (حماسی و دیگران، ۲۰۱۹؛ لی<sup>۲</sup> و دیگران، ۲۰۱۹). با این وجود، ناهمسو با نتایج مطالعه حاضر، فایف<sup>۳</sup> و دیگران (۲۰۱۶) گزارش کرده‌اند که هشت هفته تمرینات همزمان مقاومتی - هوازی با دو شدت تمرین هوازی متفاوت (HIIT در مقابل تمرینات پیوسته با شدن متوسط)، هر دو منجر به کاهش بهبود قدرت اندام تحتانی و عملکرد پرش عمودی در مقایسه با تمرین مقاومتی به تنهایی در مردان فعال غیروزشکار می‌شوند و تفاوتی بین دو پروتکل تمرین همزمان وجود ندارد. محققان بیان کرده‌اند که عامل شدت تمرین هوازی احتمالاً در پاسخ حداکثر قدرت به تمرین همزمان، بی‌تاثیر است (فایف و دیگران، ۲۰۱۶). به نظر می‌رسد از دلایل احتمالی عدم همخوانی نتایج ما با تحقیق فایف و دیگران، یکی به دلیل تفاوت در سطوح آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها در دو تحقیق می‌باشد، زیرا در تحقیق ما از بازیکنان فوتبال پیشرفته استفاده شد، در حالی که شرکت کننده‌های تحقیق فوق، مردان فعال غیروزشکار بودند. همچنین سازگاری‌های ناشی از تمرینات طولانی مدت در مقایسه با تمرینات کوتاه مدت می‌تواند متفاوت باشد. طول دوره مطالعه در تحقیق ما چهار هفته بود و به نظر می‌رسد در مقایسه با مطالعه انجام شده به وسیله فایف و دیگران که به مدت هشت هفته انجام شده است می‌تواند سازگاری‌های متفاوتی را به همراه داشته باشد. گرچه به نظر می‌رسد که تمرینات مقاومتی ممکن است با ایجاد تغییرات محیطی همچون کاهش چگالی میتوکندریایی، تراکم مویرگی و آنزیم‌های اکسایشی، ظرفیت هوازی را محدود سازند؛ ولی احتمالاً این تغییرات در صورت ایجاد هایپر تروفی و در عدم حضور تمرینات هوازی، به وقوع می‌پیوندند. افزایش قدرت ممکن است از طریق کاهش مهار عصبی نیز به دست آید. در حالی که تمرینات مقاومتی، کشش عضله و ایجاد استرس‌های متابولیکی و مکانیکی به وسیله تغییرات هورمونی، موجب

منافعی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

#### قدردانی و تشکر

تحقیق حاضر با همکاری دو باشگاه غدیر و سایپا خراسان و هم‌چنین تعدادی از مربیان این دو باشگاه انجام شده است؛ بدینوسیله از مدیریت محترم هر دو باشگاه و تمام کسانی که ما را در انجام آن مطالعه یاری کردند، کمال تشکر را داریم.

همزمان مقاومتی- هوازی تناوبی با شدت‌های بالا و متوسط استفاده کنند. یافته قابل توجه مطالعه حاضر این است که در صورت استفاده از تمرینات هوازی تناوبی با شدت بالا به دنبال تمرینات مقاومتی در یک جلسه تمرینی، بهبود در حداکثر اکسیژن مصرفی بیشتر خواهد بود.

#### تعارض منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ گونه تضاد

#### منابع

- Adlof, L., Cosío-Lima, L., Crawley, A., & Lee, Y. (2018). The effects of concurrent training on female soccer players. *Sports and Exercise Journal*, 4(1), 16-23.
- Bishop, D., Jenkins, D. G., Mackinnon, L. T., McEniery, M., & Carey, M. F. (1999). The effects of strength training on endurance performance and muscle characteristics. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(6), 886-891.
- Borel, B., Leclair, E., Thevenet, D., Beghin, L., Berthoin, S., & Fabre, C. (2010). Correspondences between continuous and intermittent exercises intensities in healthy prepubescent children. *European Journal of Applied Physiology*, 108(5), 977-985.
- Bangsbo, J., Laia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test. *Sports Medicine*, 38(1), 37-51.
- Christensen, P. M., Krstrup, P., Gunnarsson, T. P., Kiilerich, K., Nybo, L., & Bangsbo, J. (2011). VO<sub>2</sub> kinetics and performance in soccer players after intense training and inactivity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(9), 1716-1724.
- Damas, F., Libardi, C. A., & Ugrinowitsch, C. (2018). The development of skeletal muscle hypertrophy through resistance training: the role of muscle damage and muscle protein synthesis. *European Journal of Applied Physiology*, 118(3), 485-500.
- Doma, K., Deakin, G. B., & Bentley, D. J. (2017). Implications of impaired endurance performance following single bouts of resistance training: an alternate concurrent training perspective. *Sports Medicine*, 47(11), 2187-2200.
- Enright, K., Morton, J., Iga, J., & Drust, B. (2015). The effect of concurrent training organisation in youth elite soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 115(11), 2367-2381.
- Fyfe, J. J., Bartlett, J. D., Hanson, E. D., Stepto, N. K., & Bishop, D. J. (2016). Endurance training intensity does not mediate interference to maximal lower-body strength gain during short-term concurrent training. *Frontiers in Physiology*, 7, 487.
- Foster, C., Farland, C. V., Guidotti, F., Harbin, M., Roberts, B., Schuette, J., ... & Porcari, J. P. (2015). The effects of high intensity interval training vs steady state training on aerobic and anaerobic capacity. *Journal of Sports Science & Medicine*, 14(4), 747.

- Gäbler, M., Prieske, O., Hortobágyi, T., & Granacher, U. (2018). The effects of concurrent strength and endurance training on physical fitness and athletic performance in youth: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 9, 1057.
- Hammami, M., Gaamouri, N., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2019). Effects of contrast strength vs. plyometric training on lower-limb explosive performance, ability to change direction and neuromuscular adaptation in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(8), 2094-2103.
- Hammami, M., Negra, Y., Billaut, F., Hermassi, S., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2018). Effects of lower-limb strength training on agility, repeated sprinting with changes of direction, leg peak power, and neuromuscular adaptations of soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(1), 37-47.
- Howard, N., & Stavrianeas, S. (2017). In-season high-intensity interval training improves conditioning in high school soccer players. *International Journal of Exercise Science*, 10(5), 713.
- Kobal, R., Loturco, I., Barroso, R., Gil, S., Cuniyochi, R., Ugrinowitsch, C., ... & Tricoli, V. (2017). Effects of different combinations of strength, power, and plyometric training on the physical performance of elite young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(6), 1468-1476.
- Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., & French, D. N. (2002). Resistance training for health and performance. *Current Sports Medicine Reports*, 1(3), 165-171.
- Kunz, P., Engel, F. A., Holmberg, H. C., & Sperlich, B. (2019). A meta-comparison of the effects of high-intensity interval training to those of small-sided games and other training protocols on parameters related to the physiology and performance of youth soccer players. *Sports Medicine-Open*, 5(1), 1-13.
- La Torre, A., Vernillo, G., Fiorella, P., Mauri, C., & Agnello, L. (2008). Combined endurance and resistance circuit training in highly trained/top-level female race walkers: a case report. *Sport Sciences for Health*, 4(3), 51-58.
- Li, F., Wang, R., Newton, R. U., Sutton, D., Shi, Y., & Ding, H. (2019). Effects of complex training versus heavy resistance training on neuromuscular adaptation, running economy and 5-km performance in well-trained distance runners. *PeerJ*, 7, e6787.
- López-Segovia, M., Andrés, J. M. P., & González-Badillo, J. J. (2010). Effect of 4 months of training on aerobic power, strength, and acceleration in two under-19 soccer teams. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2705-2714.
- Lowery, R. P., Joy, J. M., Loenneke, J. P., de Souza, E. O., Machado, M., Dudeck, J. E., & Wilson, J. M. (2014). Practical blood flow restriction training increases muscle hypertrophy during a periodized resistance training programme. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 34(4), 317-321.
- Loria-Kohen, V., Fernández-Fernández, C., Bermejo, L. M., Morencos, E., Romero-Moraleda, B., & Gómez-Candela, C. (2013). Effect of different exercise modalities plus a hypocaloric diet on inflammation markers in overweight patients: a randomised trial. *Clinical Nutrition*, 32(4), 511-518.
- Makhlouf, I., Castagna, C., Manzi, V., Laurencelle, L., Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2016). Effect of sequencing strength and endurance training in young male soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(3), 841-850.
- Mazani, A. A., Hamedineya, M. R., Haghighi, A. H., & Hedayatipour, N. (2017). The effect of 12 weeks of strength-power training with different loads on muscular and performing functions in soccer players. *Journal of Sport Biosciences*, 9(3), 315-332. [Persian]
- McCarthy, J. P., Pozniak, M. A., & Agre, J. C. (2002). Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(3), 511-519.

- McGawley, K., & Andersson, P. I. (2013). The order of concurrent training does not affect soccer-related performance adaptations. *International Journal of Sports Medicine*, 34(11), 983-990.
- Meylan, C., & Malatesta, D. (2009). Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2605-2613.
- Mirzaaghajani, A., Alikhani, H., Hojjati, Z., & Gharaat, M. (2016). Comparison of the effects of continuous and high intensity interval training on aerobic performance in elite male rowers. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, 4(7), 23-32. [Persian]
- Murlasits, Z., Kneffel, Z., & Thalib, L. (2018). The physiological effects of concurrent strength and endurance training sequence: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 36(11), 1212-1219.
- Pugh, J. K., Faulkner, S. H., Jackson, A. P., King, J. A., & Nimmo, M. A. (2015). Acute molecular responses to concurrent resistance and high intensity interval exercise in untrained skeletal muscle. *Physiological Reports*, 3(4), e12364.
- Ramirez-Campillo, R., Sanchez-Sanchez, J., Gonzalo-Skok, O., Rodríguez-Fernandez, A., Carretero, M., & Nakamura, F. Y. (2018). Specific changes in young soccer player's fitness after traditional bilateral vs. unilateral combined strength and plyometric training. *Frontiers in Physiology*, 9, 265.
- Rodríguez-Rosell, D., Franco-Márquez, F., Mora-Custodio, R., & González-Badillo, J. J. (2017). Effect of high-speed strength training on physical performance in young soccer players of different ages. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(9), 2498-2508.
- Rowan, A. E., Kueffner, T. E., & Stavrianeas, S. (2012). Short duration high-intensity interval training improves aerobic conditioning of female college soccer players. *International Journal of Exercise Science*, 5(3), 6.
- Sam, V., & Subradeepan, A. (2019). Impact of resistance training and concurrent resistance and aerobic training on selected biomotor abilities football players. *International Journal of Yogic*, 4(2), 184-188.
- Schoenfeld, B. J., Peterson, M. D., Ogborn, D., Contreras, B., & Sonmez, G. T. (2015). Effects of low-vs. high-load resistance training on muscle strength and hypertrophy in well-trained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(10), 2954-2963.
- Silva, J. R. (2019). *Concurrent aerobic and strength training*. Springer: pp. 397-416.
- Sousa, A. C., Neiva, H. P., Izquierdo, M., Alves, A. R., Duarte-Mendes, P., Ramalho, A. G., ... & Marinho, D. A. (2020). Concurrent Training Intensities: A Practical Approach for Program Design. *Strength & Conditioning Journal*, 42(2), 38-44.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536.
- Vassilis, S., Yiannis, M., Athanasios, M., Dimitrios, M., Ioannis, G., & Thomas, M. (2019). Effect of a 4-week detraining period followed by a 4-week strength program on isokinetic strength in elite youth soccer players. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 15(1), 67-73.
- Wong, P. I., 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), 653-660.