

An Investigation of Eight Weeks of Plyometric and Total Body Resistance Training (TRX) on Oxygen Consumption, Blood Lactate and Blood Pressure in Young Soccer Players

Nejat Mohammad H¹, Bolboli L², Afroundeh R¹

- 1- Ph.D Student in Exercise Physiology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
- 2-Professor of Exercise Physiology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
- 3- Associate Professor of Exercise Physiology, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Abstract

Received: 2025.08.12 Accepted: 2025.09.23

Purpose: Soccer is one of the most popular and well-known sports in the world. Better performance in this sport requires high physical fitness. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of total body resistance training and plyometrics on oxygen consumption, blood lactate and blood pressure of young male soccer players.

Methods: The present study was a quasi-experimental study with a pre-test-post-test design. The statistical sample of the study included 30 young male soccer players with an age range of 18 to 30 years. A Polar heart rate sensor, a Lactometer device, and a mercury sphygmomanometer were used to measure maximum oxygen consumption. Plyometric and TRX exercises were performed for eight weeks by both groups. The research variables were measured before the intervention and after a maximum of 48 hours after the exercises. Data analysis was performed using SPSS software version 24. Covariance test was used to compare results between groups and paired t-test was used to compare results within groups at a significance level of 0.05.

Results: The between-group results showed that the variables VO₂max ($p=0.010$) and systolic and diastolic blood pressure ($p=0.001$) had significant differences between the groups. Also, the variables lactate and VO₂max ($p=0.001$) had a significant increase in the post-test compared to the pre-test, which was greater in the plyometric training group. Systolic blood pressure ($p=0.001$) had a significant decrease in the plyometric training and total body resistance training (TRX) groups in the post-test compared to the pre-test. Also, diastolic blood pressure ($p=0.008$) had a significant decrease in the TRX training group, while no significant difference was observed in the plyometric training group in the pre-test and post-test for diastolic blood pressure.

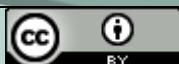
Conclusion: Plyometric and TRX training improve physiological indicators in young soccer players. Plyometric training has a greater effect than TRX training in improving these indicators.

Keywords: Plyometric exercises and total body resistance exercises (TRX), Oxygen consumption, Blood lactate, Blood pressure, Young soccer players

Corresponding Author: Lotfali Bolboli

Email: bolboli@uma.ac.ir

ORCID: [0000-0002-7981-4343](https://orcid.org/0000-0002-7981-4343)



Copyright © 2025 Mashhad University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

► Please cite this article as: Nejat Mohammad H, Bolboli L, Afroundeh R. An Investigation of Eight Weeks of Plyometric and Total Body Resistance Training (TRX) on Oxygen Consumption, Blood Lactate and Blood Pressure in Young Soccer Player. *JPSR* 2025; 14(3): 67-79. DOI: 10.22038/JPSR.2025.90026.2725.

بررسی هشت هفته تمرینات پلايومتریک و مقاومتی کل بدن (TRX) بر اکسیژن مصرفی، لاکتات خون و فشار خون فوتبالیست‌های جوان

حسین نجات محمد^۱، لطفعلی بلبلی^۲، رقیه افرونده^۳

هدف: فوتبال یکی از محبوب‌ترین و شناخته شده‌ترین ورزش‌ها در جهان است. عملکرد بهتر در این ورزش نیازمند داشتن آمادگی جسمانی بالایی است. لذا هدف از این پژوهش بررسی تاثیر تمرینات مقاومتی کل بدن و پلايومتریک بر شاخص‌های بر اکسیژن مصرفی، لاکتات خون و فشار خون پسران فوتبالیست جوان بود.

روش بررسی: پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون بود. نمونه آماری پژوهش شامل ۳۰ پسر جوان فوتبالیست با دامنه سنی ۱۸ تا ۳۰ سال بود. برای اندازه‌گیری VO2max از سنسور قلبی پولار، لاکتات دستگاه لاکتومتر و فشار خون سیستولی و دیاستولی از فشار سنج جیوه‌ای استفاده شد. تمرینات پلايومتریک و Total Body Resistance Exercise; TRX به مدت هشت هفته توسط هر دو گروه انجام شد. متغیرهای پژوهش قبل از انجام مداخله و بعد از حداکثر ۴۸ ساعت بعد از انجام تمرینات اندازه‌گیری شدند. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد. از آزمون کوواریانس برای مقایسه بین گروهی نتایج و آزمون تی زوجی برای مقایسه درون گروهی نتایج در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج بین گروهی نشان داد متغیرهای VO2max ($p=0/010$) و فشار خون سیستول و دیاستول ($p=0/001$) بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری داشت. همچنین متغیرهای لاکتات و VO2max ($p=0/001$) در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون افزایش معنی‌داری داشتند که این افزایش در گروه تمرینات پلايومتریک بیشتر بود. فشار خون سیستول ($p=0/001$) در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون کاهش معنی‌داری در گروه تمرینات پلايومتریک و تمرینات مقاومتی کل بدن (TRX) داشتند. همچنین، فشار خون دیاستول ($p=0/008$) در گروه تمرینات TRX کاهش معنی‌داری داشت درحالی که تفاوت معنی‌داری در گروه تمرینات پلايومتریک در پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای فشار خون دیاستول مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: تمرینات پلايومتریک و TRX باعث بهبود شاخص‌های فیزیولوژیکی در فوتبالیست‌های جوان می‌گردد. تمرینات پلايومتریک تاثیر بیشتری نسبت به تمرینات TRX در بهبود این شاخص‌ها دارند.

کلمات کلیدی: تمرینات پلايومتریک و تمرینات مقاومتی کل بدن (TRX)، اکسیژن مصرفی، لاکتات خون، فشار خون، فوتبالیست‌های جوان.

نویسنده مسئول: لطفعلی بلبلی، bolboli@uma.ac.ir، ORCID: 0000-0002-7981-4343

آدرس: اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، فیزیولوژی ورزشی

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲- استاد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳- دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

مقدمه

شدت می‌شود که می‌تواند تقریباً ۹۰٪ از کل اقدامات انجام شده را نشان دهد. علیرغم تکرار فعالیت‌های کم شدت، فعالیت‌های پر شدت مانند شتاب، سرعت، پرش، دوئل و ضربات پا به شدت بر عملکرد تیم و بازیکن تاثیر می‌گذارند، با توجه به لحظات مهم خاص (به عنوان مثال، ضدمحله، انتقال، گل) که می‌توانند نتیجه بازی را تغییر دهند (۳). اقدامات با شدت زیاد تاثیر زیادی بر عملکرد مسابقه دارند. فرینی و همکاران (۱) در تحقیقی نشان دادند که ۸۳٪ از

فوتبال از جمله محبوب‌ترین و جذاب‌ترین ورزش‌ها در سراسر جهان است (۱) و جذابیت و محبوبیت گسترده آن همچنان رو به افزایش است. فوتبال توسط مردان و زنان با تخصص‌ها و سطوح سنی مختلف بازی می‌شود (۲). بازی فوتبال شامل دوره‌هایی با شدت کم تا متوسط است که تلاش‌های شدید در فواصل بین آنها قرار می‌گیرد. بخش عمده‌ای از یک مسابقه فوتبال صرف انجام فعالیت‌های کم

می‌باشد. تمرینات مقاومتی این پتانسیل را دارند که محرک اضافی ایجاد کنند که می‌تواند به توسعه ورزشی بلندمدت کمک کند (۱۲). شواهد قوی نشان می‌دهد که هیپرتروفی و قدرت عضلات با ۸۰٪ تمرین مقاومتی حداکثر افزایش می‌یابد و با ۲۰٪ جریان خون محدود حداکثر نیز مشابه است. در روش جریان خون محدود، اگرچه تنها ۲۰ تا ۳۰ درصد از حداکثر قدرت فرد استفاده می‌شود، اما افزایش قدرت و اندازه عضلات مشابه تمرینات مقاومتی شدید است. محققان نشان دادند که تمرینات مقاومتی با شدت کم و همچنین پیاده‌روی با جریان خون محدود به طور قابل توجهی منجر به هیپرتروفی عضلات و افزایش قدرت عضلات در مقایسه با تمرینات با شدت بالا و پاسخ حاد به هورمون رشد می‌شود (۱۳). همچنین، تمرینات TRX مقاومتی کل بدن، به‌ویژه در زنان چاق، می‌تواند اثرات آنتی‌اکسیدانی و قلبی-عروقی مثبتی داشته باشد. افزایش گلوکاتینون پراکسیداز و بهبود فشار خون سیستول و دیاستول از جمله این اثرات هستند (۱۴). در این بین فیاض میلانی (۱۵) بررسی تأثیر تمرینات TRX و وزن بدن بر آمادگی جسمانی و ترکیب بدنی ورزشکاران فوتبال نشان داد تمرین TRX در اجزای آمادگی جسمانی موثرتر است و می‌تواند به عنوان یک روش تمرین تناسب اندام در ورزشکاران جوان توسعه یابد.

تمرینات پلايومتریک متکی بر بسیج قابل‌توجه نیرو در عضلات و تاندون‌های ناحیه قدامی ران است. این تمرینات با ایجاد تنش از طریق انقباضات برون‌گرا و آزادسازی مقدار زیادی انرژی در مرحله انتقال به کار عضلانی، به بهبود سرعت و توان اندام تحتانی کمک می‌کنند (۱۶). علاوه بر این، تمرینات پلايومتریک قادرند فشار خون سیستولیک و دیاستولیک را کاهش دهند و اثر افت فشار خون پس از فعالیت را تقویت کنند. این امر ممکن است به استفاده نسبتاً بیشتر از پروتکل‌های پلايومتریک با شدت کم تا متوسط مربوط باشد که در نتیجه، کاهش بیشتری در شاخص‌های قلبی-عروقی ایجاد می‌کند (۱۷). Wibisono و همکاران (۱۸) نشان دادند که حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) پس از اجرای تمرینات پلايومتریک بهبود می‌یابد. به علاوه علمداری و همکاران (۱۹) نیز نشان دادند انجام تمرینات پلايومتریک باعث کاهش سطح لاکتات می‌گردد. با توجه به مرور پیشینه و مطالعات گذشته، مشخص می‌شود که هر یک از شیوه‌های تمرینی مانند پلايومتریک

گل‌های فوتبال با اقدامات با شدت زیاد مانند دویدن مستقیم، پرش، تغییر جهت یا ترکیبی از این اقدامات انجام می‌شود (۱). وجود فعالیت‌های با شدت بیشینه نه تنها هیجان‌انگیزترین لحظات در بازی فوتبال بلکه تعیین‌کننده ترین فعالیت‌ها نیز هستند (۴). در این زمینه، برای حفظ عملکرد ورزشی، مهارت‌های تاکتیکی، فنی، فیزیکی و شناختی به خوبی توسعه یافته به طور فزاینده‌ای از بازیکنان خواسته می‌شود. علاوه بر این، تقویم رقابتی تیم‌های فوتبال در طول فصول، بار زیادی از تمرینات و بازی‌ها را ارائه می‌دهد (۵). به عنوان مثال، برخی از تیم‌ها بازی‌های متعددی را با حداقل دوره ریکاوری بین مسابقات متوالی انجام می‌دهند، علاوه بر این، این بازی‌ها را با بخش‌های تمرینی و سفرهای طولانی تعویض می‌کنند (۶). بنابراین، اگر کنترل بار به خوبی انجام نشود، می‌تواند بر عملکرد تأثیر بگذارد، کیفیت بازی را تحت تأثیر قرار دهد و تعداد آسیب‌ها را افزایش دهد (۷). در طول مسابقات رسمی و بخش‌های تمرینی، بازیکنان در معرض خواسته‌های فیزیکی متنوعی از جمله دویدن، پرش، دوی سرعت، شتاب‌گیری، کاهش سرعت و تغییرات ثابت جهت قرار می‌گیرند (۸) که منجر به تغییرات فیزیولوژیکی می‌شود. به همین ترتیب، بازیکنان باید تلاش شناختی بالایی برای حفظ سطوح بالای توجه، پیش‌بینی اقدامات حریفان و تصمیم‌گیری در یک مکان و زمان محدود همراه با فشار مداوم محیط (مانند موقعیت‌های بازی، حریفان، هواداران و غیره) داشته باشند (۸). پیامد این خواسته‌ها، احساس خستگی و ضعف (۹) یا عدم حفظ نیروی مورد نیاز یا مورد انتظار در حین و پس از تمرین (۱۰) است که توسط پدیده‌های چند عاملی القا می‌شود. مشخص شده است که حجم بالای تمرینات هوازی (مثلاً جلسات تکنیکی-تاکتیکی) که در طول این مراحل انجام می‌شود، ممکن است به دلیل اثرات تداخل تمرینی که به خوبی اثبات شده است، توسعه مناسب توانایی‌های عصبی-عضلانی را به خطر بیندازد (۱۱). درک نیازهای خاص بازیکنان فوتبال در سطح نخبگان می‌تواند اطلاعاتی در مورد عواملی که در بهبود عملکرد در مسابقات نقش دارند، ارائه دهد. بنابراین، حفظ سطح بالای آمادگی جسمانی در طول فصل و جلوگیری از آسیب‌دیدگی‌ها، کلید عملکرد موفق تیم فوتبال است (۲). یکی از روش‌های رایج استفاده از تمرینات مقاومتی از جمله تمرینات مقاومتی کل بدن (Total Body Resistancetraining; TRX) و تمرینات پلايومتریک

حمل Cosmed K4b² (Cosmed, Rome, Italy) انجام شد که قادر به سنجش لحظه‌ای مصرف اکسیژن و تولید دی‌اکسید کربن از طریق تحلیل تبادل گاز تنفسی است. پروتکل اجرا، آزمون بروس تعدیل‌شده روی نوارگردان بود که به‌طور گسترده برای ارزیابی بازیکنان فوتبال در تحقیقات پیشین استفاده شده است (۲۰، ۲۱). معیارهای تأیید حداکثر تلاش شامل: ۱. رسیدن به فلات در VO_2 با افزایش بار کاری ($> 1150 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ متغیر). ۲. نسبت تبادل تنفسی ($\text{RER} \leq 1.10$). ۳. رسیدن به $\leq 95\%$ ضربان قلب بیشینه پیش‌بینی‌شده ($220 - \text{سن}$). ذکر لاکتومتر و فشارسنج در بخش روش‌شناسی صرفاً به دلیل سنجش همزمان این شاخص‌ها در طول فرآیند آزمون بود و اندازه‌گیری مستقیم VO_2max صرفاً از طریق تحلیل تبادل گاز با Cosmed K4b² انجام شده است.

لاکتات (Lactate): قبل از تست لاکتیک اسید، شرکت‌کننده به مدت ۱۰ دقیقه روی صندلی استراحت کرده، سپس انگشت دست راست شسته و ضدعفونی گردید و اولین نمونه خون از انگشت وسط دست راست گرفته شد تا میزان اسید لاکتیک استراحت با دستگاه لاکتومتر (Sirius Lactate Test Meter, Germany) اندازه‌گیری شود (۲۲).

فشار خون سیستولی و دیاستولی: فشار خون در وضعیت نشسته و در حالت استراحت با استفاده از فشار خون سیستولی و دیاستولی با استفاده فشارسنج جیوه‌ای و در سه نوبت اندازه‌گیری شد. میانگین سه بار اندازه‌گیری به عنوان نمره تست محاسبه شد (۲۲).

روش بررسی

این پژوهش نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با دو گروه مداخله انجام شد. در پژوهش حاضر گروه‌بندی به روش شبه‌تصادفی انجام شد؛ بدین صورت که پس از گردآوری رضایت‌نامه کتبی و بررسی معیارهای ورود و خروج، شرکت‌کنندگان براساس شماره ثبت نامی خود مرتب شدند و سپس به صورت متناوب در دو گروه ۱۵ نفری تقسیم شدند شامل گروه تمرینات پلايومتریک و تمرینات TRX تقسیم شدند. ابتدا در مرحله پیش‌آزمون، کلیه متغیرهای وابسته پژوهش شامل VO_2max ، لاکتات و فشار خون سیستولی و دیاستولی در شرایط کنترل شده محیطی اندازه‌گیری شدند. سپس، شرکت

و تمرینات TRX می‌توانند بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکردی تأثیر بگذارند. با این حال، مقایسه دقیق و همزمان این دو روش تمرینی بر مجموعه‌ای از متغیرها در یک طرح واحد، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. از این رو انجام این پژوهش با هدف بررسی و مقایسه تأثیر تمرینات پلايومتریک و TRX بر متغیرهای منتخب، می‌تواند به تکمیل دانش موجود در این حوزه کمک کند و زمینه‌ای برای برنامه‌ریزی تمرینی دقیق‌تر فراهم آورد. لذا هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرینات پلايومتریک و تمرینات مقاومتی کل بدن (TRX) بر شاخص‌های فیزیولوژیکی پسران جوان فوتبالیست بود.

روش بررسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون می‌باشد. جامعه آماری کلیه پسران فوتبالیست فعال در شهر بغداد در کشور عراق بود. نمونه آماری پژوهش شامل ۳۰ پسر فوتبالیست حجم نمونه با استفاده از نرم افزار G^*Power با توان آماری ۰/۸، اندازه اثر ۰/۸ با توجه به روش آماری ۳۰ نمونه در دو گروه ۱۵ نفری تعیین شد (به روش نمونه‌گیری در دسترس و بر اساس فراخوان رسمی در باشگاه‌ها و دانشگاه‌ها جذب شدند) (۱۹). شرکت‌کنندگان پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه آگاهانه و انجام پیش‌آزمون‌های فیزیولوژیکی، به روش تصادفی‌سازی بلوکی ساده (با بلوک‌های سه‌تایی و تخصیص مساوی) به دو گروه تمرین پلايومتریک ($n=15$) و تمرین مقاومتی کل بدن ($n=15$) TRX تقسیم شدند. برای به حداقل رساندن سوگیری، فرایند تصادفی‌سازی توسط پژوهشگری مستقل انجام شد که در سایر قسمت‌های مطالعه دخالتی نداشت.

معیار ورود آزمودنی‌ها به پژوهش داشتن دامنه سنی بین ۱۸ تا ۳۰ سال، داشتن حداقل سه سال سابقه تمرین منظم فوتبال باشگاهی، سلامت عمومی و نداشتن آسیب دیدگی اسکلتی-عضلانی بود. از معیارهای خروج آزمودنی‌ها نیز می‌توان به داشتن بیماری‌های مزمن یا اختلالات فیزیولوژیکی شناخته شده (مانند آسم شدید یا حمله قلبی)، عدم همکاری منظم در جلسات تمرینی و استفاده از داروهای تأثیرگذار بر عملکرد فیزیولوژیکی یا هورمونی اشاره کرد. اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش به شرح زیر است:

VO_2max : در این پژوهش، اندازه‌گیری VO_2max به طور مستقیم و با استفاده از دستگاه گازآنالایزر قابل

پرش پیوسته از روی موانع کوتاه (Repeated Hurdle Hop; RHH)، پرش جعبه با ارتفاع بالا (High Box Jump; HBJ)، پرش از ارتفاع همراه تغییر جهت، پرتاب چرخشی مدیسن بال (Rotational Throw; RT)، پلانک بر روی توپ تعادلی (Stability Ball Plank; SBP)

پیشرفت: حداکثر ارتفاع، حداکثر توان انفجاری، و استفاده از بی ثباتی برای چالش عضلات مرکزی.

مدیریت شدت و بار تمرین
ارتفاع پرش‌ها: افزایش از ۲۰-۳۰ سانتی متر در هفته اول تا ۵۰-۶۰ سانتی متر در هفته هشتم

تعداد تکرار مجموع هر جلسه: ۶۰-۷۲ تکرار در هفته اول، افزایش تدریجی تا ۹۰-۱۰۰ تکرار در هفته هشتم

- پیچیدگی الگوهای حرکتی: از حرکات تک مرحله‌ای به چند مرحله‌ای و ترکیبی

تمرینات مقاومتی کل بدن (TRX) (۲۴)

پروتکل تمرینی TRX - پیشرفت هفتگی

- مدت و تواتر کلی: ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته، هر جلسه ۶۰ دقیقه (۱۰ دقیقه گرم کردن، ۴۵ دقیقه تمرین اصلی، ۵ دقیقه سرد کردن).

- ست و تکرار پایه: ۳-۴ ست $\times$ ۱۰-۱۵ تکرار
- استراحت بین ست‌ها: ۴۵-۷۵ ثانیه (کاهش تدریجی با پیشرفت برنامه)

هفته ۱-۲ (آموزش و تثبیت تکنیک)

- حرکات: اسکات با TRX، پرس سینه تعلیقی، ردی پشت بازو، پلانک ایستا، لانچ ساده

- شدت: زاویه بدن کم، حرکت کنترل شده، فشار متوسط
- ست $\times$ تکرار: ۳ $\times$ ۱۲-۱۵
- استراحت: ۷۵ ثانیه

- نکات پیشرفت: تمرکز بر فرم صحیح، هماهنگی حرکتی و فعال سازی عضلات مرکزی بدن

هفته ۳-۴ (افزایش حجم و شدت)

- حرکات: شنای تعلیقی، لانچ معکوس تعادلی، پلانک جانبی با TRX، کرانچ تعلیقی

- شدت: افزایش زاویه بدن (مقاومت بیشتر)، دامنه حرکتی کامل تر

- ست $\times$ تکرار: ۳-۴ $\times$ ۱۲-۱۵

- استراحت: ۶۰ ثانیه

کنندگان به مدت ۸ هفته، هر هفته ۳ جلسه تمرین انجام دادند. در پایان دوره پس از آزمون با همان شرایط پیش از آزمون ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی انجام شد.

پروتکل تمرینات

تمرینات پلايومتریک (۲۳)

برنامه تمرینی پلايومتریک به مدت ۸ هفته و با تواتر ۳ جلسه در هفته اجرا شد. مدت هر جلسه حدود ۴۵ دقیقه بود و به سه بخش تقسیم می شد: ۱. گرم کردن (۱۰ دقیقه):

دویدن سبک، کشش پویا، و تمرینات آماده سازی مفصلی، ۲. تمرینات اصلی (۳۰ دقیقه): حرکات پلايومتریک پایین تنه، بالاتنه، و عضلات مرکزی، ۳. سرد کردن (۵ دقیقه): راه رفتن آهسته و کشش ایستا

ساختار و پیشرفت تمرینات

هر حرکت در ۳ تا ۴ ست با ۸ تا ۱۲ تکرار انجام می شد. زمان استراحت بین ست ها ۶۰ تا ۹۰ ثانیه بود. شدت تمرینات طبق اصل اضافه بار به صورت تدریجی از هفته اول تا هشتم افزایش یافت.

هفته های ۱ و ۲ (شدت پایین - آشنایی)

پرش جفت از جای خود، پرش به جلو با زانوهای بالا، اسکات پرشی، پرتاب سینه ای توپ مدیسن بال (Chest Pass)، پلانک دینامیک، تمرکز: آشنایی با تکنیک صحیح، بار مکانیکی سبک، ارتفاع و سرعت متوسط.

هفته های ۳ و ۴ (شدت متوسط - توسعه توان)

پرش از روی مانع کوتاه، لانچ پرشی، پرش روی جعبه (Box Jump; BJ)، پرتاب مدیسن بال از بالای سر (Overhead Throw; OT)، پلانک با لمس شانه (Plank with Shoulder Tap; PST)،

پیشرفت: افزایش ارتفاع موانع، پیچیدگی حرکات، و تعداد تکرار.

- هفته های ۵ و ۶ (شدت متوسط - بالا - اضافه بار هدفمند)
- پرش ترکیبی جلو و بالا، اسکات پرشی با وزنه سبک (Medicine Ball یا Dumbbell سبک)، پرش از ارتفاع (Depth Jump; DJ)، شنا انفجاری (Clap Push-up; CP)، پلانک با حرکت زانو به جلو (Knee-to-Elbow Plank; KEP)، پیشرفت: ترکیب حرکات چند مرحله ای و افزایش سرعت اجرای حرکات.

- هفته های ۷ و ۸ (شدت بالا - تخصصی)

آزمون تعامل بین کوواریانت و عامل گروه بررسی و تأیید شد ($p < 0.05$). همچنین فرض خطی بودن رابطه بین کوواریانت‌ها و متغیرهای وابسته و استقلال مشاهدات رعایت گردید. باقیمانده‌های مدل از نظر نرمال بودن بر اساس آزمون Shapiro-Wilk و نمودار احتمال-احتمال (P-P plot) بررسی شدند و نتایج نشان دادند که مفروضات نرمال بودن برآورده شده است. برای مقایسه‌های درون گروهی، از آزمون t زوجی استفاده شد. پیش از اجرای آزمون، نرمال بودن توزیع اختلاف‌ها (Post-Pre) در هر گروه با آزمون Shapiro-Wilk بررسی و تأیید شد ($p < 0.05$). از آنجا که هر آزمون t زوجی تنها شامل دو اندازه‌گیری (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) بود، فرض کروی بودن (Sphericity) موضوعیت نداشت.

نتایج جدول ۲ شاخص توصیفی میانگین و انحراف معیار متغیرهای دموگرافیک پایه (سن، قد، وزن، شاخص توده بدنی) است. همچنین این جدول نشان می‌دهد که گروه‌ها در متغیرهای دموگرافیک در ابتدای پژوهش تفاوت معنی‌داری نداشته‌اند (با توجه به اینکه $p > 0.05$ مقدارها بزرگتر از 0.05 هستند). بنابراین در ابتدای پژوهش گروه‌ها از نظر ویژگی‌های پایه‌ای همگن بوده‌اند.

بر اساس جدول ۳ نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک تأیید شد. نتایج حاصل از آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد داده‌های مربوط به متغیرهای پژوهش از توزیع نرمال برخوردار هستند ($p > 0.05$). جدول ۲ شاخص‌های توصیفی متغیرهای پژوهش جهت مقایسه همگنی اولیه در دو گروه تمرینات پلايومتریک و تمرینات مقاومتی کل بدن (TRX) در مرحله پیش‌آزمون را نشان می‌دهد.

بر اساس جدول ۴ نتایج آزمون همگنی واریانس با استفاده از آزمون Leven نشان داد که برای متغیرهای وابسته فرض همگنی واریانس‌ها بین گروه‌ها برقرار است ($p > 0.05$). پیش فرض همگنی شیب‌ها با بررسی اثر تعاملی نشان داد هیچ یک از تعامل‌ها معنی‌دار نبوده و در نتیجه فرض همگنی بین شیب‌ها برقرار است و تحلیل کوواریانس معتبر می‌باشد. نتایج حاصل از آزمون کوواریانس نشان داد در شاخص VO_{2max} ($p = 0.10$) ($\eta^2 = 0.99$) بین دو گروه تمرینات پلايومتریک و تمرینات مقاومتی کل بدن (TRX) تفاوت معنی‌داری در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون وجود دارد. همچنین، نتایج نشان داد در شاخص فشار خون سیستول ($p = 0.01$) ($\eta^2 = 0.63$) و دیاستول

- نکات پیشرفت: کاهش استراحت و افزایش دامنه حرکت برای تحریک عضلات عمقی و بهبود تعادل هفته ۵-۶ (حرکات ترکیبی و چالش افزوده)
- حرکات: زانو به سینه در پلانک، کشش یک‌دست، اسکات تک‌پا، پلانک دینامیک
- شدت: تغییر زاویه مکرر در طول ست، افزایش سرعت حرکت در فاز کانسنتریک
- ست $\times$ تکرار: $3 \times 4 \times 10-12$
- استراحت: ۴۵-۶۰ ثانیه
- نکات پیشرفت: ترکیب حرکات بالا و پایین تنه در یک ست، افزایش نیاز به هماهنگی عصبی-عضلانی هفته ۷-۸ (اوج شدت و انفجار)
- حرکات: برپی تعلیقی، اسکات پرشی با TRX، پلانک با کشش جانبی، لانج پرشی تعلیقی
- شدت: حداکثر زاویه بدن، حرکات انفجاری، دامنه کامل و کنترل اکسنتریک
- ست $\times$ تکرار: $3 \times 4 \times 10-12$
- استراحت: ۴۵ ثانیه
- نکات پیشرفت: اجرای حرکات با حداکثر سرعت و توان، تأکید بر ثبات مرکزی در شرایط بی‌ثبات
- به منظور بررسی پیش فرض‌های آزمون‌های پارامتریک، نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk)، همگنی واریانس‌ها با آزمون لون (Leven) و همگنی شیب رگرسیون‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. سپس، با توجه به طرح پژوهش، جهت تجزیه و تحلیل آماری در دو سطح توصیفی و استنباطی انجام شد. در سطح توصیفی از شاخص‌های میانگین و انحراف معیار استفاده شد. در سطح استنباطی با توجه به طرح پژوهش از آزمون آنالیز کوواریانس و آزمون T زوجی در سطح معنی داری 0.05 استفاده شد.

یافته‌ها

در تحلیل داده‌ها، برای مقایسه نتایج بین گروه‌ها از تحلیل کوواریانس (ANCOVA) استفاده شد و مقادیر پیش‌آزمون به‌عنوان متغیر هم‌پراکن (Covariate) در مدل وارد گردید. علاوه بر این، سن نیز به دلیل دامنه سنی نسبی شرکت‌کنندگان و اهمیت آن در پاسخ‌های فیزیولوژیکی به‌عنوان کوواریانت ثانویه لحاظ شد. پیش از اجرای ANCOVA، فرض همگنی شیب‌های رگرسیون از طریق

جدول ۱: شاخص دموگرافیک آزمودنی‌ها

متغیر	گروه تمرینات پلايومتریك	گروه تمرینات TRX	p- مقدار
	میانگین $\pm$ انحراف معیار	میانگین $\pm$ انحراف معیار	
سن (سال)	$22/86 \pm 3/87$	$23/73 \pm 3/88$	۰/۵۴۵
قد (متر)	$174/30 \pm 2/66$	$172/87 \pm 2/19$	۰/۱۲۱
وزن (کیلوگرم)	$66/24 \pm 3/69$	$65/52 \pm 3/11$	۰/۵۶۸
شاخص توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع)	$21/39 \pm 1/14$	$21/93 \pm 1/07$	۰/۱۹۷

Body Mass Index; BMI Total Body Resistance Exercise; TRX

جدول ۲: شاخص‌ها توصیفی متغیرهای پژوهش

متغیر	گروه تمرینات پلايومتریك	گروه تمرینات TRX	p- مقدار
	میانگین $\pm$ انحراف معیار	میانگین $\pm$ انحراف معیار	
VO2max (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	$46/87 \pm 1/45$	$46/81 \pm 1/47$	۰/۹۱۱
لاکتات (میلی مول بر لیتر)	$2/14 \pm 0/48$	$2/07 \pm 0/42$	۰/۶۷۰
سیستول (میلی متر جیوه)	$128/18 \pm 6/02$	$125/09 \pm 5/67$	۰/۱۵۹
دیاستول (میلی متر جیوه)	$77/28 \pm 5/20$	$76/79 \pm 19/07$	۰/۹۲۴

جدول ۳: نرمالیتی متغیرهای پژوهش

متغیر	زمان	آماره آزمون	درجه آزادی	p- مقدار
VO2max (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	پیش‌آزمون	۰/۹۲	۱۵	۰/۱۹۴
	پس‌آزمون	۰/۸۹۰	۱۵	۰/۰۶۸
لاکتات (میلی مول بر لیتر)	پیش‌آزمون	۰/۹۳۲	۱۵	۰/۲۹۱
	پس‌آزمون	۰/۸۹۱	۱۵	۰/۰۶۱
سیستول (میلی متر جیوه)	پیش‌آزمون	۰/۹۲۶	۱۵	۰/۲۳۹
	پس‌آزمون	۰/۹۱۲	۱۵	۰/۱۴۶
دیاستول (میلی متر جیوه)	پیش‌آزمون	۰/۹۶۹	۱۵	۰/۸۴۸
	پس‌آزمون	۰/۹۳۰	۱۵	۰/۲۷۷

جدول ۴: آزمون همگنی واریانس برای متغیرهای وابسته

متغیر	درجه آزادی ۱	درجه آزادی ۲	آماره	p- مقدار
VO2max (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	۱	۲۸	۰/۰۱۳	۰/۹۱۱
لاکتات (میلی مول بر لیتر)	۱	۲۸	۰/۲۲۴	۰/۶۲۶
سیستول (میلی متر جیوه)	۱	۲۸	۰/۱۸۵	۰/۶۹۴
دیاستول (میلی متر جیوه)	۱	۲۸	۰/۹۴۱	۰/۳۴۰

معنی‌داری را در میزان لاکتات بین گروه‌ها در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان نداد ($p=0/188$) (جدول ۵). نتایج حاصل از آزمون تی زوجی نشان داد شاخص‌های VO2max در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون افزایش

($p=0/001$) ($\eta^2=0/602$) نیز بین دو گروه بین دو گروه تمرینات پلايومتریك و تمرینات مقاومتی كل بدن (TRX) تفاوت معنی‌داری در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون وجود داشت. نتایج حاصل از آزمون کوواریانس تفاوت

انفجاری و بار ضربه‌ای بالا، بیشتر بر بهبود عملکرد قلب و کاهش پس‌بار لحظه‌ای (Afterload) مؤثرند و اثرات بارزتری بر کاهش فشار سیستولیک نسبت به دیاستولیک دارند. ج: سازگاری‌های متفاوت در ساختار دیواره عروق؛ دوره‌های تمرینی TRX با تکرارهای مداوم و زمان تحت‌تنش (TUT) بالاتر، باعث افزایش کشسانی شریان‌ها، به‌ویژه شریان‌های عضلانی، می‌شوند، در حالی که تمرینات پلايومتریک بیشتر موجب ارتقای عملکرد قلبی و ظرفیت پمپاژ در شرایط بار حداکثری می‌گردند (۲۷). این یافته‌ها با گزارش‌های قبلی همسو است که نشان داده‌اند تمرینات مقاومتی پویا نسبت به تمرینات قدرت-سرعتی پرشی، اثرات پایدارتری بر کاهش فشار خون دیاستولیک دارند، اگرچه هر دو نوع تمرین می‌توانند باعث کاهش فشار خون سیستولیک شوند (۲۸). همچنین نتایج نشان داد در متغیر VO_{2max} با توجه به اندازه اثر می‌توان بیان کرد که تمرین پلايومتریک تاثیر بیشتری در مقایسه با تمرینات TRX دارد. اما در فشار خون سیستولی با توجه به اندازه اثر می‌توان بیان کرد که تمرین TRX تاثیر بیشتری در مقایسه با تمرینات پلايومتریک دارد. افزایش معنادر VO_{2max} در هر دو گروه بیانگر بهبود کارایی سیستم قلبی-عروقی و افزایش ظرفیت انتقال و مصرف اکسیژن است. در گروه تمرینات پلايومتریک، اندازه اثر بالاتر احتمالاً ناشی از تطابق‌های شدیدتر در سیستم انتقال اکسیژن و کارایی عضلات اسکلتی در استفاده از اکسیژن بوده است. تمرینات پلايومتریک با تولید فشارهای انفجاری و چرخه کوتاه‌مدت کشش-کوتاه‌شدن (SSC)، باعث افزایش حجم ضربه‌ای قلب، افزایش برون‌ده قلبی، و بهبود فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو می‌شود که مستقیماً VO_{2max} را تقویت می‌کند (۲۹). در گروه TRX، بهبود VO_{2max} هرچند کمتر از پلايومتریک بود، اما احتمالاً به دلیل ماهیت مقاومتی-چندمفصلی آن، افزایش قدرت و استقامت عضلات بالاتنه و پایین‌تنه، و ارتقاء فشارخون کاری در حین تمرین، ظرفیت انتقال اکسیژن نیز رشد یافته است. با این حال، شدت لحظه‌ای و ماهیت انفجاری کمتر تمرین TRX احتمالاً سبب شده است اندازه اثر نسبت به پلايومتریک پایین‌تر باشد (۳۰). در مورد فشارخون سیستولی، کاهش در هر دو گروه قابل توجه بود، ولی اندازه اثر بالاتر در TRX را می‌توان با بهبود تونوس عروقی، کاهش مقاومت محیطی، و افزایش اتساع عروقی ناشی از

معنی‌داری دو گروه تمرینات پلايومتریک ($d=2/11$) و تمرینات مقاومتی کل بدن (TRX) ($d=1/81$) داشتند ($p=0/001$). به علاوه شاخص‌های VO_{2max} در پس-آزمون نسبت به پیش‌آزمون افزایش معنی‌داری دو گروه تمرینات پلايومتریک ($d=1/49$) و تمرینات مقاومتی کل بدن (TRX) ($d=1/87$) داشتند ($p=0/001$). همچنین، نتایج نشان داد فشار خون سیستول در دو گروه تمرینات پلايومتریک ($d=-1/39$) و تمرینات مقاومتی کل بدن (TRX) ($d=-1/64$) در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون کاهش معنی‌داری داشت ($p=0/001$). درحالی‌که فشار خون دیاستول تنها در گروه تمرینات TRX کاهش معنی‌داری داشت ($P=0/008$) ($d=-0/09$) (جدول ۶). براساس جدول ۶ تفاوت معنی‌داری در میزان فشار خون دیاستول در گروه تمرینات پلايومتریک مشاهده نشد.

بحث و نتیجه گیری

نتایج بین گروهی پژوهش حاضر نشان داد در شاخص VO_{2max} ($p=0/001$) بین دو گروه تمرینات پلايومتریک و تمرینات مقاومتی کل بدن (TRX) تفاوت معنی‌داری در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون وجود دارد. همچنین، نتایج نشان داد در شاخص فشار خون سیستول دیاستول ($p=0/001$) نیز بین دو گروه بین دو گروه تمرینات پلايومتریک و تمرینات مقاومتی کل بدن (TRX) تفاوت معنی‌داری در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون وجود داشت. تفاوت مشاهده‌شده در پاسخ فشار خون دیاستولیک بین دو نوع مداخله را می‌توان با در نظر گرفتن ماهیت متفاوت محرک تمرینی و سازوکارهای فیزیولوژیکی توضیح داد. الف: ماهیت بار مکانیکی و درگیری عروقی محیطی؛ تمرینات مقاومتی کل بدن با TRX، به‌دلیل ماهیت ایزوتونیک همراه با انقباضات پویا و حفظ فشار عضلانی در دامنه کامل حرکت، سبب افزایش تطابق‌پذیری عروق محیطی و کاهش مقاومت شریانی می‌شوند (۲۵). این سازوکار موجب کاهش فشار دیاستولیک در حالت استراحت می‌گردد. ب: تفاوت در پاسخ عصبی-خودکار؛ شواهد نشان می‌دهد که تمرینات مقاومتی دینامیک با شدت متوسط تا زیاد می‌توانند باعث تحریک مسیرهای وابسته به نیتریک اکساید و کاهش تون سمپاتیک شوند، که اثر مستقیم بر کاهش فشار دیاستولیک دارد (۲۶). در مقابل، تمرینات پلايومتریک، به‌دلیل ماهیت

جدول ۵: نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی تفاوت نمرات پس آزمون بین گروه‌ها با کنترل پیش آزمون

متغیر	مجدور میانگین	درجه آزادی	آماره آزمون	مجدور اتا	اثر تعاملی (p)	p- مقدار
VO2max (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	۱۲/۱۴	۱	۷/۶۲	۰/۰۹۹	۰/۶۲۳	۰/۰۱۰
لاکتات (میلی مول بر لیتر)	۸/۵۹	۱	۱/۸۲	۰/۰۰۷	۰/۷۱۲	۰/۱۸۸
سیستول (میلی متر جیوه)	۲۷۸/۸۹	۱	۱۳/۹۵۰	۰/۶۱۳	۰/۵۴۱	۰/۰۰۱
دیاستول (میلی متر جیوه)	۳۹/۷۵	۱	۸۳/۹۸	۰/۶۰۲	۰/۳۲۱	۰/۰۰۱

جدول ۶: نتایج حاصل از مقایسه درون گروهی متغیرهای فیزیولوژیکی پژوهش در دو گروه تمرینات پلايومتریک و تمرینات مقاومتی کل بدن (TRX)

متغیر	گروه	پیش آزمون میانگین $\pm$ انحراف معیار	پس آزمون میانگین $\pm$ انحراف معیار	p- مقدار
VO2max (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	گروه پلايومتریک	۴۶/۸۷ $\pm$ ۱/۴۵	۴۹/۸۶ $\pm$ ۱/۴۷	۰/۰۰۱
	گروه TRX	۴۶/۸۱ $\pm$ ۱/۴۷	۴۹/۴۸ $\pm$ ۱/۵۷	۰/۰۰۱
لاکتات (میلی مول بر لیتر)	گروه پلايومتریک	۲/۱۴ $\pm$ ۰/۴۸	۴/۹۴ $\pm$ ۲/۷۰	۰/۰۰۱
	گروه TRX	۲/۰۷ $\pm$ ۰/۴۲	۳/۸۳ $\pm$ ۱/۳۱	۰/۰۰۱
سیستول (میلی متر جیوه)	گروه پلايومتریک	۱۲۸/۱۸ $\pm$ ۶/۰۲	۱۲۰/۲۹ $\pm$ ۵/۷۲	۰/۰۰۱
	گروه TRX	۱۲۵/۰۹ $\pm$ ۵/۶۷	۱۱۷/۲۳ $\pm$ ۴/۰۷	۰/۰۰۱
دیاستول (میلی متر جیوه)	گروه پلايومتریک	۷۷/۲۸ $\pm$ ۵/۲۰	۷۵/۱۳ $\pm$ ۸/۹۵	۰/۲۹۰
	گروه TRX	۷۶/۷۹ $\pm$ ۱۹/۰۷	۷۵/۵۵ $\pm$ ۳/۸۴	۰/۰۰۸

سطح معنی داری $p < ۰/۰۵$; TRX، Total Body Resistance Exercise

تمرینات پلايومتریک بر بهبود ظرفیت قلبی-تنفسی و افزایش کارایی سیستم اکسیداتیو نسبت داده شود. تحقیقات نشان داده است ورزشکارانی که استقامت عضلات پای بالایی دارند، در مقایسه با ورزشکارانی که استقامت عضلات پای پایینی دارند، ظرفیت VO2max بسیار خوبی خواهند داشت، بنابراین وضعیت فیزیکی و VO2max آنها کافی است (۳۴، ۳۳). در این بین Ilham و همکاران (۳۵) (در نتیجه استفاده از تمرینات دایره‌ای و روش‌های دویدن مداوم نتیجه گرفتند که VO2max پس از انجام این تمرینات افزایش می‌یابد. نتایج ما حاضر با نتایج ایلهم و همکاران (۳۵) که نشان می‌دهند تمرینات دایره‌ای و دویدن مداوم منجر به افزایش VO2 max می‌شوند، همسو است. هر دو نوع تمرین، با تمرکز بر فعالیت‌های شدید و تکرار شونده، می‌توانند منجر به بهبود کارایی سیستم قلبی-عروقی و افزایش ظرفیت تنفسی شوند. این افزایش در اکسیژن مصرفی، احتمالاً ناشی از افزایش قدرت قلب، بهبود راندمان سیستم تنفسی و افزایش حجم ضربان قلب در پاسخ به نوع خاصی از تمرینات فیزیکی است. اکبرپور و همکاران (۳۶) در مقایسه تأثیر دو روش تمرین مقاومتی TRX و مقاومتی

تمرینات مقاومتی با شدت متوسط تا بالا توجیه کرد TRX با درگیر کردن ایزومتریک و اکسنتریک عضلات مرکزی و اندام‌ها به طور هم‌زمان، احتمالاً موجب افزایش تطابق عملکردی اندوتلیوم عروق و کاهش فعالیت سیستم سمپاتیک می‌شود (۳۱). نتایج ما با نتایج برخی محققان همسو می‌باشد. به عنوان مثال، تحسین و همکاران (۳۲) در پژوهشی مبنی بر تأثیر برنامه تمرینی پلايومتریک را بر پارامترهای عملکرد ورزشی در بازیکنان جوان فوتبال نشان دادند که این تمرینات باعث تفاوت معنی داری در VO2max بازیکنان جوان فوتبال می‌شود. Wibisono و همکاران (۱۸) نیز با هدف بررسی تغییرات در VO2Max در بین بازیکنان فوتبال در پاسخ به تمرینات پلايومتریک نشان دادند انجام تمرینات پلايومتریک باعث بهبود حداکثر اکسژن مصرفی در این افراد می‌گردد. نتایج این محققان با نتایج ما همسو می‌باشد؛ به طوری که بازیکنان فوتبال جوان در پاسخ به برنامه تمرینی مشابه، افزایش معنی داری در شاخص VO2max نشان دادند. این همسویی را می‌توان ناشی از نمونه مشابه در تحقیقات مذکور، تمرینات و پروتکل مشابه دانست. همچنین، این همسویی می‌تواند به تأثیر

افزایش کارایی سیستم هوازی یا کاهش تجمع لاکتات شده باشند. یکی از محدودیت‌های اصلی مطالعه حاضر، تمرکز بر جمعیت خاصی از ورزشکاران یعنی بازیکنان مرد جوان فوتبال با دامنه سنی ۱۸ تا ۳۰ سال و سطح آمادگی بدنی نسبتاً مشابه بود. این ویژگی‌ها ممکن است توان تعمیم نتایج به سایر جمعیت‌ها را محدود کند، از جمله ورزشکاران زن: تفاوت‌های فیزیولوژیکی و هورمونی (مانند نوسانات استروژن و پروژسترون) می‌توانند بر پاسخ‌های قلبی-عروقی و متابولیکی به تمرینات پلايومتریک و مقاومتی تأثیرگذار باشند. گروه‌های سنی متفاوت در فوتبال جوانان: بازیکنان نوجوان و همچنین ورزشکاران بالای ۳۰ سال ممکن است به علت تفاوت در رشد سیستم قلبی-عروقی، ظرفیت بازیابی و سابقه تمرینی، پاسخ‌های متفاوتی به مداخلات تمرینی داشته باشند. ورزشکاران سایر رشته‌ها: پروفایل‌های فیزیولوژیکی و نیازهای عملکردی در رشته‌های ورزشی مختلف (مانند ورزش‌های استقامتی یا رزمی) می‌تواند سبب شود که میزان و جهت تغییرات شاخص‌های VO_2max ، لاکتات و فشار خون پس از مداخلات مشابه، متفاوت باشد. بر این اساس، اگرچه یافته‌های حاضر می‌تواند برای مربیان و متخصصان علوم ورزشی فعال در فوتبال مردان جوان با شرایط مشابه مفید باشد، ولی تعمیم آن‌ها به سایر گروه‌ها باید با احتیاط صورت گیرد. پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده با طراحی چندگروهی شامل جنسیت‌ها، سنین و رشته‌های ورزشی مختلف انجام شود تا دامنه تعمیم یافته‌ها گسترده‌تر گردد.

مطالعه حاضر نشان داد که اجرای برنامه تمرینی پلايومتریک و مقاومتی کل بدن TRX منجر به بهبود قابل توجهی در شاخص‌های فیزیولوژیکی مانند VO_2max ، لاکتات خون و فشار خون سیستول و دیاستولدر پسران جوان فوتبالیست شد.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله از تمامی فوتبالیست‌های جوانی که در این پژوهش با صبر و حوصله همکاری کردند، کمال تشکر و قدردانی را دارد. این پژوهش مطابق با اصول اخلاقی مندرج در بیانیه هلسینکی انجام شد و با کد اخلاق IR.UMA.REC.1403.099 در کمیته اخلاق پژوهش دانشگاه محقق اردبیلی به ثبت رسیده است.

سنتی بر پاسخ برخی از شاخص‌های آسیب عضلانی در بازیکنان فوتبال نتیجه گرفتند، تمرینات مقاومتی TRX نسبت به تمرینات قدرتی باعث افزایش معنی‌داری در سطح لاکتات هیدروژناز سرم در بازیکنان فوتبال می‌گردد. نتایج این پژوهش با نتایج ما همسو می‌باشد، زیرا افزایش لاکتات نشان‌دهنده فعالیت متابولیکی بالاتر و تحریک بیشتر عضلات است. این موضوع نشان می‌دهد که تمرینات TRX می‌تواند ظرفیت عضلانی و عملکرد ورزشی را بهبود بخشد (۳۶). به علاوه، Uzor و همکاران (۱۷) به بررسی اثربخشی تمرینات پلايومتریک بر فشار خون ورزشکاران دانشگاه را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که گروه تجربی ضریب قلب، فشار خون سیستولیک و فشار خون دیاستولیک بهتری نسبت به گروه کنترل پیدا کردند. این تأثیرات مثبت بر فشار خون بدون شک به کاهش خطر بیماری‌های قلبی عروقی و ترویج سبک زندگی سالم کمک می‌کند (۱۷). در پژوهشی دیگر نیز Uzor و همکاران (۳۷) مبنی بر بررسی تأثیر تمرینات پلايومتریک بالاتنه و تمرینات پلايومتریک پایین تنه نتیجه گرفتند که این تمرینات باعث کاهش معنی‌دار فشار خون سیستولیک و فشار خون دیاستولیک در گروه تجربی می‌گردد. این نتایج مشابه در دو پژوهش مختلف، نشان‌دهنده‌ی یک اثر قابل‌اعتماد و پایدار تمرینات پلايومتریک بر فشار خون است. همچنین، این نوع تمرینات با بهبود گردش خون، افزایش انعطاف‌پذیری عروق و کاهش مقاومت محیطی، می‌تواند موجب کاهش فشار خون شوند. این همخوانی با تحقیقات ما، که به دنبال نتایج مشابهی است، اهمیت و اعتبار این یافته‌ها را تأیید می‌کند و به ما کمک می‌کند تا نتایج خود را در چارچوب پژوهش‌های قبلی قرار دهیم.

نتایج ما با نتایج برخی محققان مانند علمداری و همکاران (۱۹) ناهمسو می‌باشد. این محققان، در پژوهشی مبنی بر بررسی تأثیر تمرینات پلايومتریک و مکمل عصاره چغندر بر توان بی‌هوازی، نیتریک اکسید لاکتات خون و pH پس از تمرین بی‌هوازی با شدت بالا در بازیکنان فوتبال نشان دادند که تمرینات پلايومتریک همراه با مصرف عصاره چغندر باعث کاهش لاکتات در فوتبالیست‌ها می‌شود (۱۹). از دلایل ناهمسوایی می‌توان در نظر گرفت که احتمالاً در این پژوهش، عوامل دیگری مانند مکمل عصاره چغندر و شدت ویژه تمرینات پلايومتریک نقش تعیین‌کننده‌ای در میزان لاکتات خون داشته‌اند. به عبارت دیگر، ممکن است تمرینات پلايومتریک با شدت و نوع خاص خود در این مطالعه باعث

منابع

1. Ferrini M, Asian-Clemente J, Bagattini G, Suarez-Arrones L. A Combined 7-Week Strength and Power Training: Effects on Body Composition, Strength, Speed, and Agility in U14 and U16 Youth Elite Soccer Players. *Appl Sci* 2025; 15(5): 2470.
2. Darragi M, Zouhal H, Bousselmi M, Karamti HM, et al. Effects of in-season strength training on physical fitness and Injury prevention in North African elite young female soccer players. *Sports Med Open* 2024; 10(1): 94.
3. Ribeiro J, Afonso J, Camões M, Sarmento H, Sá M, et al., editors. Methodological characteristics, physiological and physical effects, and future directions for combined training in soccer: a systematic review. *Healthcare* 2021; 9(4): 452.
4. Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of soccer: an update. *Sports med* 2005; 35(6): 501-536.
5. Bengtsson H, Ekstrand J, Häggglund, MH. Muscle injury rate in professional football is hig. *Br. J. Sports Med* 2018; 52(17): 1116-1122.
6. Griffin A, Kenny IC, Comyns TM, Lyons M. The association between the acute: chronic workload ratio and injury and its application in team sports: a systematic review. *Sports Mede* 2020; 50(21): 561-580.
7. Nassis GP, Brito J, Figueiredo P, Gabbett TJ. Injury prevention training in football: let's bring it to the real world. *Br J Sport Exerc Med* 2019; 53(21): 1328-1329.
8. Smith MR, Thompson C, Marcora SM, Skorski S, Meyer T, Coutts AJ. Mental fatigue and soccer: current knowledge and future directions. *Sports Med* 2018; 48(7):1525-1532.
9. Marcora SM, Staiano W, Manning V. Mental fatigue impairs physical performance in humans. *Journal of applied physiology* 2009; 106(3): 857-864.
10. Edwards RH. Biochemical bases of fatigue in exercise performance: catastrophe theory of muscular fatigue. *Biochem Exerc* 1983; 13(13): 3-28.

نقش نویسندگان

همه نویسندگان در نگارش و تنظیم این مقاله مشارکت داشتند.

منابع مالی

این مقاله از سوی سازمان یا نهاد خاصی حمایت مالی نشده است.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تعارض منافع میان آن‌ها وجود ندارد.

11. Loturco I, Pereira LA, Reis VP, Zanetti V, et al. Traditional free-weight vs. variable resistance training applied to elite young soccer players during a short preseason: effects on strength, speed, and power performance. *J Strength & Cond Res* 2022; 36(12): 3432-3439.
12. Oliver JL, Ramachandran AK, Singh U, Ramirez-Campillo R, Lloyd RS. The effects of strength, plyometric and combined training on strength, power and speed characteristics in high-level, highly trained male youth soccer players: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2024; 54(3): 623-643.
13. Aminaei M, Jirandeh MA, Abbasipour M, Aminaei M. Effect of TRX with blood flow restriction on IGF-1, protein synthesis, and function in females: Trx With Bfr In Active Females. *Asian Exercise Sport Sci* 2023; 7(2): 63-76.
14. Housaini SL, Eizadi M. No change in HDL in the presence of increased paraoxonase-1 in response to TRX training in obese middle-aged obese women. *Journal of the Faculty of Medicine, Mashhad University of Medical Sciences* 2022; 65(3): 1071-1079
15. Fayazmilani R, Abbasi A, Hovanloo F, Rostami S. The effect of TRX and bodyweight training on physical fitness and body composition in prepubescent soccer athletes. *Sport Sci Health* 2022; 18(4): 1369-1377.
16. Alkhawaldeh IM, Shihab EA. Effect of plyometric exercises program on kinetic energy, some kinematic variables, and shooting accuracy for football players under the age of 17. *Rev. Iberoam. Psicol Ejerc Deporte* 2023; 18(2): 176-179.
17. Uzor TN, Uwa AC, Ikwuka DC. Effect of Plyometric Training on Blood Pressure of University Athletes. *A Phys Educ Sports J* 2024; 2(1): 1-10.
18. Wibisono H, editor Effect of Plyometric and Sprint Training on VO2Max in Amateur Football Player. *International Conference of Health Development Covid-19 and the Role of Healthcare Workers in the Industrial Era (ICHHD 2020)*; 2020: Atlantis Press.
19. Azali Alamdari K, Babaei Khooinaroud M, Fakhrpour R. The effect of plyometric exercises and beetroot extract supplementation on anaerobic power, nitric oxide, lactate and blood pH following intensive anaerobic activity in football players. *Res Exerc Nutr* 2023; 2(1): 66-53.
20. Rampinini E, Impellizzeri FM, Castagna C, Azzalin A. Effect of match-related fatigue on short-passing a. *Med Sci Sports Exerc* 2008; 40(5): 934-942.
21. Helgerud J, Engen LC, Wisløff U, Hoff J. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(11): 1925-1931.
22. Baldari C, Videira M, Madeira F, Sergio J, Guidetti L. Lactate removal during active recovery related to the individual anaerobic and ventilatory thresholds in soccer players. *Eur. J. Appl. Physio.* 2004; 93(1): 224-230.
23. Kosova S, Beyhan R, Kosova MK. The effect of 8-week plyometric training on jump height, agility, speed and asymmetry. *Pedag Phys Cult Sports* 2022; 26(1): 13-18.
24. Mokhtari Fard Z, Sabbagh Langeroudi M. The effects of 8 weeks TRX exercises and core stability in the stable level on the landing pattern, the stability of the core area and balance of girls football players. *Sci J Rehabil Med* 2021; 10(3): 546-561.
25. Cornelissen VA, Fagard RH. Effect of resistance training on resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Hypertens* 2005; 23(2): 251-259.
26. Teixeira AL, Millar PJ. Inter-individual variability in muscle sympathetic nerve activity at rest and during exercise: Relation with blood pressure. *Auton Neurosci* 2025; 253, 103250.
27. Figueroa A, Vicil F, Sanchez-Gonzalez MA. Acute exercise with whole-body vibration decreases wave reflection and leg arterial stiffness. *Am J Cardiovasc Dis* 2011; 1(1): 60-67.
28. MacDonald HV, Johnson BT, Huedo-Medina TB, Livingston J, et al. Dynamic resistance training as stand-alone antihypertensive lifestyle therapy: a meta-analysis. *J Am Heart Assoc* 2016; 5(10): e003231.

29. Granata C, Jamnick NA, Bishop DJ. Training-induced changes in mitochondrial content and respiratory function in human skeletal muscle. *Sports Med* 2018; 48(8): 1809-1828.
30. Moritani T, DeVries HA. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *Am J Phys Med. Rehabil* 1979; 58(3): 115-130.
31. Cornelissen VA, Fagard RH. Effects of endurance training on blood pressure, blood pressure-regulating mechanisms, and cardiovascular risk factors. *Hypertension* 2005; 46(4): 667-675.
32. İnce T, Dağlıoğlu Ö. The effect of the plyometric training program on sportive performance parameters in young soccer players. *Turk J Sport Exerc* 2018; 20(3): 184-190.
33. Junker D, Stöggl T. The training effects of foam rolling on core strength endurance, balance, muscle performance and range of motion: a randomized controlled trial. ... *J. Sports Sci Med* 2019; 18(2): 229- 238.
34. Raymundo ACG, Pernambuco CS, de Oliveira Brum RD, de Castro JBP, et al. Evaluation of strength, agility and aerobic capacity in Brazilian football players. *Biomed Hum Kinet* 2018; 10(1): 25-32.
35. İlham I, Agus A, Tomolius T, Sugiyanto F, et al. Comparative Analysis of Adaptations Progress in VO2max, Leg Power, and Agility among Male and Female Sports Science Students. *FEADEF* 2024; (57):245-257.
36. Akbarpour Beni M, Maleki G, Samari Z. Comparison the effect of TRX and traditional resistance training on responses some indices of muscle damage of soccer player. *J Exerc Organ Crosstalk* 2021; 1(2): 77-85.
37. Uzor T, Emeahara G. Effects of lower and upper body plyometric training on cardiovascular variables of athletes. *J Niger Acad Educ* 2020; 15(2): 215-228.