

تأثیر نوع و شدت تمرین موازی بر برخی مولفه‌های عملکردی آمادگی جسمانی دانشجویان

محمد خواجه بافقی^۱ - مجتبی رحمانی^{۲*} - احمد شاهوردی^۳ - اسماعیل زمانی^۴

۱ و ۳. مربی دانشگاه پدافند هوایی خاتم الانبیا (ص)، تهران، ایران. ۲. کارشناس ارشد، آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. ۳. کارشناس ارشد، آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۲۴، تاریخ تصویب: ۱۴۰۳/۰۸/۱۶)

چکیده

هدف از اجرای پژوهش حاضر مقایسه اثر تمرینات استقامتی، قدرتی، استقامتی+ قدرتی و قدرتی+ استقامتی بر برخی عوامل آمادگی جسمانی شامل توان هوازی، توان انفجاری عضلات پایین‌تنه، چابکی و استقامت عضلانی دانشجویان دانشگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیا (ص) بود. تعداد ۶۰ نفر از دانشجویان به صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند که به صورت تصادفی در ۵ گروه ۱۲ نفری تمرین استقامتی، تمرین قدرتی، تمرینات قدرتی+ استقامتی، تمرینات استقامتی+ قدرتی و گروه کنترل تقسیم شدند. برای مقایسه تفاوت بین گروهی از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه و برای مقایسه دو به دو گروه‌ها از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که تفاوت معنی‌داری در توان هوازی گروه استقامتی نسبت به گروه‌های قدرتی، قدرتی+ استقامتی و گروه کنترل مشاهده شد ($P \leq 0/05$). تفاوت معنی‌داری در توان انفجاری عضلات پایین‌تنه بین گروه قدرتی در مقایسه با گروه‌های استقامتی، استقامتی+ قدرتی و کنترل مشاهده شد ($P \leq 0/05$). اما تفاوت معنی‌داری در نمرات چابکی بین گروه‌های پژوهش مشاهده نشد ($P > 0/05$). یافته‌های استقامت عضلانی نشان داد که تفاوت معنی‌داری در گروه استقامتی نسبت به گروه کنترل وجود داشت و همچنین تفاوت معنی‌داری بین گروه استقامتی+ قدرتی و گروه کنترل مشاهده شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در تمرینات موازی، تمرینی که ابتدا انجام می‌شود می‌تواند سازگاری‌های فیزیولوژیک خاص خودش را ایجاد کند و تمرین دوم نیز باعث تقویت سازگاری‌های ناشی از تمرین اول شود. بنابراین در تمرینات قدرتی+ استقامتی؛ تمرین استقامتی سازگاری‌های ناشی از تمرین قدرتی را تقویت یا تثبیت می‌کند و بالعکس.

واژه‌های کلیدی

استقامت عضلانی، تمرینات موازی، توان هوازی، چابکی، عملکرد ورزشی.

مقدمه

مدیریت بهینه وزن و بهبود آمادگی جسمانی در افراد مبتلا به اضافه وزن و چاقی کمک کننده باشد (۸).

سازگاری‌های فیزیولوژیکی که از تمرینات قدرتی و استقامتی ناشی می‌شود، از طریق مکانیسم‌های متمایز ایجاد می‌شود. سازگاری‌های قلبی-عروقی با افزایش ظرفیت قلبی و حجم خون پمپاژ شده، بهبود ظرفیت هوازی و کاهش ضربان قلب در حالت استراحت را به همراه دارند. این تغییرات موجب افزایش استقامت و توانایی انجام فعالیت‌های طولانی‌مدت، به‌ویژه در ورزش‌های استقامتی مانند دویدن و دوچرخه‌سواری می‌شوند. سازگاری‌های عضلانی ناشی از تمرینات قدرتی، منجر به هیپرتروفی و افزایش قدرت عضلانی می‌شوند. این تغییرات بهبود عملکرد در فعالیت‌های قدرتی و انفجاری مانند وزنه‌برداری و پرس را تسهیل می‌کنند. سازگاری‌های متابولیکی شامل افزایش تعداد میتوکندری‌ها در سلول‌های عضلانی است که به بهبود توانایی بدن در استفاده از اکسیژن و انرژی در فعالیت‌های ورزشی کمک می‌کند. این تغییرات به افزایش استقامت و کارایی در فعالیت‌های با شدت بالا و طولانی‌مدت منجر می‌شود. سازگاری‌های عصبی بهبود هماهنگی و کنترل حرکتی را به دنبال دارند و شامل افزایش سرعت انتقال سیگنال‌ها و دقت حرکات می‌شوند. این عوامل به افزایش قدرت و سرعت واکنش‌ها در ورزش‌هایی مانند رزمی و دو و میدانی کمک می‌کنند (۹). با این حال، در تمرینات همزمان، این سازگاری‌ها ممکن است تحت تأثیر مسیرهای واکنش‌دهی متناقض قرار گیرند و اثر تداخل رخ دهد (۱۰). این پدیده ممکن است به کاهش قدرت یا کاهش کارایی در استقامت منجر شود، به‌خصوص زمانی که زمان‌بندی مناسبی برای تمرینات وجود نداشته باشد. مطالعه قهرمانی و همکاران (۱۳۹۹) تأیید می‌کند که تنظیم فاصله ریکاوری بین تمرینات استقامتی و قدرتی

آمادگی جسمانی مفهومی چندبعدی است که عوامل متعددی از جمله ظرفیت هوازی، ظرفیت بی‌هوازی، چابکی و استقامت عضلانی را در بر می‌گیرد (۱). برای دستیابی به سطح مطلوب این آمادگی، نیاز به برنامه‌ریزی استراتژیک تمرینی وجود دارد که در آن تمرینات قدرتی و استقامتی دو عنصر کلیدی محسوب می‌شوند. هر یک از این تمرینات با ایجاد سازگاری‌های فیزیولوژیکی خاص، تأثیرات مهمی بر عملکرد ورزشی دارند (۲). تمرینات قدرتی به‌طور مستقیم به تقویت قدرت، توان و هایپرتروفی عضلانی از طریق تمرینات مقاومتی منجر می‌شود (۳). از سوی دیگر، تمرینات استقامتی با تمرکز بر بهبود عملکرد قلبی عروقی، کارایی تنفسی و استقامت عضلات بدن، توانایی فرد در انجام فعالیت‌های طولانی‌مدت را افزایش می‌دهد (۴). به همین دلیل، پژوهش‌هایی مانند مطالعه قهرمانلو و همکاران (۱۳۸۷) نشان می‌دهند که تمرینات استقامتی بیشترین تأثیر را در افزایش VO_{2max} دارند، در حالی که تمرینات قدرتی به افزایش قدرت عضلانی منجر می‌شوند (۵).

در سال‌های اخیر، تمرینات همزمان یا موازی^۱ که هر دو نوع تمرین قدرتی و استقامتی را ترکیب می‌کند، مورد توجه بیشتری قرار گرفته است (۶). این تمرینات از نظر زمانی کارآمد هستند اما ممکن است به دلیل تفاوت‌های واکنش‌دهی فیزیولوژیکی که بین این دو نوع تمرین وجود دارد، باعث پدیده‌ای به نام اثر تداخل شوند (۷). برای مثال، مطالعه قاسمی و همکاران (۱۴۰۲) نشان داد که هر دو الگوی درون‌جلسه‌ای تمرین موازی متوالی و ترکیبی در بهبود ترکیب بدن و آمادگی جسمانی مؤثر است. این یافته‌ها می‌تواند در تنوع بخشی به تمرینات موازی برای

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع هدف جز پژوهش‌های کاربردی، از نظر روش به صورت نیمه تجربی و از نظر روش مطالعه از نوع پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه کنترل بود.

آزمودنی‌ها

تعداد ۶۰ دانشجوی مرد دانشگاه خاتم‌الانبیا (ص) قد: $174 \pm 1/18$ سانتی‌متر، وزن: $71/20 \pm 4/82$ کیلوگرم، سن: $19/45 \pm 1/18$ سال، شاخص توده بدنی: $23/40 \pm 1/91$ پس از ورود به پژوهش به صورت تصادفی در ۵ گروه ۱۲ نفره تمرین استقامتی، تمرین قدرتی، تمرینات قدرتی + استقامتی، تمرینات استقامتی + قدرتی و گروه کنترل قرار گرفتند. ترتیب قرارگیری آزمودنی‌ها در گروه‌ها به صورت تصادفی انجام شد تا اثرات احتمالی متغیرهای تمرین در طول دوره مطالعه، کنترل شود (جدول ۱).

می‌تواند این تداخل را کاهش دهد و نتایج بهتری را در عملکرد ورزشی به همراه داشته باشد (۱۱). بهبود آمادگی جسمانی و عملکرد ورزشی نه تنها برای ورزشکاران بلکه برای افراد دیگر، به ویژه سربازان نظامی نیز قابل توجه است. سربازان به دلیل نیازهای شدید جسمانی و شرایط استرس‌زای فیزیکی که در مأموریت‌های نظامی با آن مواجه می‌شوند، نیاز به ترکیب هر دو عامل استقامت و قدرت دارند. این ترکیب از جنبه‌های مختلف از جمله افزایش استقامت عضلانی و توانایی‌های انفجاری می‌تواند به اجرای بهتر وظایف آن‌ها در شرایط بحرانی کمک کند. به همین دلیل، انتخاب این گروه به عنوان آزمودنی‌های پژوهش، توجیه علمی مناسبی برای مطالعه تأثیرات مختلف تمرینات قدرتی و استقامتی در شرایط خاص است. از این رو هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر اجرای جداگانه و همزمان تمرینات استقامتی و قدرتی بر عواملی نظیر استقامت عضلانی، توان هوازی، توان انفجاری عضلات پایین تنه و چابکی بود.

جدول ۱. مشخصات دموگرافی شرکت کنندگان در تحقیق

متغیر	آزمودنی تعداد=۶۰ میانگین \pm انحراف معیار
سن (سال)	$19/45 \pm 1/18$
وزن (kg)	$71/20 \pm 4/82$
قد (cm)	$174 \pm 1/18$
شاخص توده بدنی (Kg/m^2)	$23/40 \pm 1/91$

روش اجرای پژوهش

مقدماتی برای اندازه‌گیری توان هوازی با آزمون دوی ۱۲ دقیقه کوپر و توان انفجاری پایین تنه با آزمون پرش عمودی سار جنت) و چابکی با آزمون دوی 4×9 متر و استقامت عضلانی با آزمون دراز و نشست به عمل آمد. سپس برنامه تمرینی طراحی شده مورد اجرا قرار گرفت. گروه‌های تمرینی به مدت ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته برنامه‌ی تمرین

در ابتدا شرکت کنندگان در یک جلسه توجیهی شرکت کردند و نکات لازم درباره تغذیه، خواب و نحوه اجرای پژوهش به آزمودنی‌ها توضیح داده شد. برنامه تمرینی، تغذیه، وضعیت خواب و فعالیت روزانه آزمودنی‌ها تا حد امکان در خوابگاه کنترل شد. از آزمودنی‌ها آزمون‌های

آزمودنی‌ها بین هر یک از ست‌ها یک دقیقه و بین هر حرکات ۹۰ ثانیه استراحت کردند (۱۲) (جدول ۲).

برنامه تمرین استقامتی

پروتکل تمرین استقامتی شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن دویدن سبک و حرکات کششی ایستا، حرکات اصلی تمرین شامل دویدن مدت زمان تمرین به تدریج از ۱۵ به ۴۵ دقیقه و شدت تمرین به تدریج از ۵۰ به ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه افزایش یافت) و ۱۰ دقیقه سرد کردن حرکات کششی ایستا) بود (۱۲) (جدول ۳).

برنامه تمرین موازی

پروتکل تمرین موازی شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن دویدن سبک و حرکات کششی ایستا، حرکات اصلی تمرین تلفیقی از هر دو پروتکل تمرین مقاومتی و استقامتی با شدت‌های یکسان، اما با نصف مدت زمان هر یک از پروتکل‌ها) و ۱۰ دقیقه سرد کردن حرکات کششی ایستا) بود. در مجموع حجم تمرینات موازی از نظر زمان، شدت و توالی مشابه با دو برنامه دیگر بود. در گروه‌های موازی، یک گروه ابتدا تمرین استقامتی و سپس تمرین مقاومتی و گروه دیگر ابتدا تمرین مقاومتی و سپس تمرین استقامتی را اجرا کردند (۱۲) (جدول ۲ و ۳).

ویژه خود را اجرا کردند و در طول این مدت گروه کنترل هیچ‌گونه فعالیت ورزشی نداشتند. پس از هشت هفته مجدداً توان هوازی، توان انفجاری عضلات پایین‌تنه، استقامت عضلانی و چابکی همه آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد.

پروتکل تمرینی

پیش از اجرای پروتکل تمرین، شرکت کنندگان به صورت انفرادی با دوی سبک با شدت ۴۵-۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه به گرم کردن پرداختند. تمرین اصلی به گونه‌ای طراحی شد که تا حد امکان گروه‌های تمرین از نظر شدت و مدت همگن باشند.

برنامه‌ی تمرین مقاومتی

پروتکل تمرینی برای این افراد شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن دویدن سبک و حرکات کششی پویا، حرکات اصلی تمرین هشت حرکت اصلی، سه ست ۱۰ تکراری، با شدت افزایشی ۳۰ تا ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه) و ۱۰ دقیقه سرد کردن حرکات کششی ایستا) بود. حرکات اصلی استفاده شده برای عضلات بزرگ بالاتنه و پایین‌تنه شامل پرس سینه، جلو بازو، پشت بازو، پرس سرشانه دستگاه، لت سیمکش، پرس پا، جلوبازو دستگاه و پشت پا دستگاه بود.

جدول ۲. برنامه تمرین مقاومتی و بخش مقاومتی تمرین موازی هشت هفته، سه جلسه در هفته)

برنامه تمرین مقاومتی								برنامه تمرین موازی بخش مقاومتی								
هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
گرم کردن	۱۰ دقیقه	۱۰ دقیقه	۱۰ دقیقه	۱۰ دقیقه	۱۰ دقیقه	۱۰ دقیقه	۱۰ دقیقه	۱۰ دقیقه	۱۰ دقیقه	۱۰ دقیقه	۱۰ دقیقه	۱۰ دقیقه	۱۰ دقیقه	۱۰ دقیقه	۱۰ دقیقه	۱۰ دقیقه
پرس سینه	۲×۱۵	۳×۱۲	۳×۸	۳×۶	۱×۱۵	۲×۱۲	۲×۸	۲×۶	۲×۱۵	۳×۱۲	۳×۸	۳×۶	۱×۱۵	۲×۱۲	۲×۸	۲×۶
پشت بازو سیمکش	۲×۱۵	۳×۱۲	۳×۸	۳×۶	۱×۱۵	۲×۱۲	۲×۸	۲×۶	۲×۱۵	۳×۱۲	۳×۸	۳×۶	۱×۱۵	۲×۱۲	۲×۸	۲×۶
لت از جلو	۲×۱۵	۳×۱۲	۳×۸	۳×۶	۱×۱۵	۲×۱۲	۲×۸	۲×۶	۲×۱۵	۳×۱۲	۳×۸	۳×۶	۱×۱۵	۲×۱۲	۲×۸	۲×۶
جلو بازو سیمکش	۲×۱۵	۳×۱۲	۳×۸	۳×۶	۱×۱۵	۲×۱۲	۲×۸	۲×۶	۲×۱۵	۳×۱۲	۳×۸	۳×۶	۱×۱۵	۲×۱۲	۲×۸	۲×۶
پرس پا	۲×۱۵	۳×۱۲	۳×۸	۳×۶	۱×۱۵	۲×۱۲	۲×۸	۲×۶	۲×۱۵	۳×۱۲	۳×۸	۳×۶	۱×۱۵	۲×۱۲	۲×۸	۲×۶
جلو ران	۲×۱۵	۳×۱۲	۳×۸	۳×۶	۱×۱۵	۲×۱۲	۲×۸	۲×۶	۲×۱۵	۳×۱۲	۳×۸	۳×۶	۱×۱۵	۲×۱۲	۲×۸	۲×۶
پشت ران	۲×۱۵	۳×۱۲	۳×۸	۳×۶	۱×۱۵	۲×۱۲	۲×۸	۲×۶	۲×۱۵	۳×۱۲	۳×۸	۳×۶	۱×۱۵	۲×۱۲	۲×۸	۲×۶
سرشانه دستگاه	۲×۱۵	۳×۱۲	۳×۸	۳×۶	۱×۱۵	۲×۱۲	۲×۸	۲×۶	۲×۱۵	۳×۱۲	۳×۸	۳×۶	۱×۱۵	۲×۱۲	۲×۸	۲×۶

۷۰	۶۵	۶۰	۵۰	۴۰	۴۰	۳۰	۳۰	۷۰	۶۵	۶۰	۵۰	۴۰	۴۰	۳۰	۳۰	% 1-RM
استراحت بین هر ست								۶۰ ثانیه								
استراحت بین هر حرکت								۹۰ ثانیه								
سرد کردن								۱۰ دقیقه								

جدول ۳. برنامه تمرین استقامتی و بخش استقامتی تمرین موازی هشت هفته، سه جلسه در هفته)

برنامه تمرین موازی بخش هوازی								برنامه تمرین هوازی								
۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	هفته
۱۰ دقیقه								۱۰ دقیقه								گرم کردن
۲۲:۳۰	۲۲:۳۰	۲۰	۱۷:۳۰	۱۵	۱۲:۳۰	۱۰	۷:۳۰	۴۵	۴۵	۴۰	۳۵	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	دویدن دقیقه)
۷۰	۶۵	۶۵	۶۰	۶۰	۵۵	۵۵	۵۰	۷۰	۶۵	۶۵	۶۰	۶۰	۵۵	۵۵	۵۰	شدت (% MHR)
۶	۵:۳۰	۵	۴:۳۰	۴	۳:۳۰	۳	۲:۳۰	۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	دوچرخه دقیقه)
۱۰ دقیقه								۱۰ دقیقه								سرد کردن

آزمون دو کوپر

نقطه، به‌عنوان ارتفاع پرش هر آزمودنی در نظر گرفته شد. هر آزمودنی سه بار آزمون را با یک دقیقه استراحت بین هر بار اجرا کرد. بهترین رکورد به واحد سانتی‌متر) که در بین این سه بار به‌دست آمد، به‌عنوان رکورد اصلی هر آزمودنی ثبت شد (۱۴).

آزمون ۴×۹ متر چابکی

در پژوهش حاضر برای اندازه‌گیری چابکی از آزمون دوی ۴×۹ متر استفاده شد. پس از گرم کردن، شرکت کنندگان با حداکثر سرعت ممکن مسافت مشخص شده را به‌صورت رفت و برگشت طی کردند. دو بلوک چوبی پشت یکی از خطوط قرارداشتند که حین دویدن توسط شرکت کننده جابه‌جا شد به این صورت که پس از فرمان شروع، شرکت کننده بلوک چوبی روی خط شروع را برداشته و پس از رسیدن به خط مقابل بلوک چوبی را بر روی زمین گذاشته و بلوک چوبی دیگر را برداشته و به خط شروع بازگرداند و این کار برای دومرتبه اجرا شد. سپس مدت زمان اجرای آزمون ثانیه) به‌عنوان رکورد هر فرد ثبت شد (۱۵).

در پژوهش حاضر برای سنجش توان هوازی از آزمون کوپر استفاده شد. شرکت کنندگان پس از گرم کردن، مسافت ۳۲۰۰ متر را در پیست دو میدانی دانشگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیا (ص) پیمودند و رکورد آنها بر حسب دقیقه ثبت شد. اگرچه شرکت کنندگان تشویق شدند که تا با نهایت توان مسافت مشخص شده را در کمترین زمان به پایان برسانند، اما در طول آزمون، شرکت کنندگان مجاز به پیاده روی نیز بودند. در پایان آزمون مدت زمانی که شرکت کنندگان مسافت ۳۲۰۰ متر را پیمودند به‌عنوان رکورد آنها ثبت شد (۱۳).

آزمون توان انفجاری عضلات پایین تنه

برای ارزیابی توان انفجاری عضلات پایین تنه، در این مطالعه از آزمون پرش عمودی سار جنت استفاده شد. در این آزمون، هر آزمودنی پس از گرم کردن، در کنار یک دیوار با متر نواری نصب شده قرار گرفت. آزمودنی با قرار گرفتن در حالتی که کف پاها کاملاً روی زمین قرار داشت، نقطه اول معمولاً انتهای انگشتان دست) را لمس کرد. سپس با انجام یک پرش حداکثر، نقطه دوم معمولاً بالاترین نقطه قابل دسترس) را لمس کرد. اختلاف ارتفاع بین این دو

آزمون دراز و نشست استقامت عضلانی

در پژوهش حاضر برای برآورد استقامت عضلانی از تست دراز و نشست استفاده شد. آزمودنی به پشت دراز کشید و در حالی که مفصل زانو در زوایای قائم ۹۰ درجه، پاها صاف روی یک تشک و دستها روی قفسه سینه قرار داشت حرکت دراز و نشست را اجرا کردند به صورتی که در زمان بالا آمدن دستها، پاها را لمس کردند و آزمودنی دوباره به حالت اولیه بازگشت. آزمون در مدت زمان ۱ دقیقه اجرا شد و تعداد تکرارهای انجام شده به عنوان رکورد هر فرد ثبت شد (۱۶).

تجزیه و تحلیل آماری

در پژوهش حاضر برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. در بخش آمار توصیفی داده‌ها از میانگین، انحراف استاندارد و در بخش آمار استنباطی برای مقایسه تفاوت بین گروهی از آزمون تحلیل واریانس یکراهه (One way ANOVA) استفاده شد. همین طور برای مقایسه زوج گروه‌ها با یکدیگر از

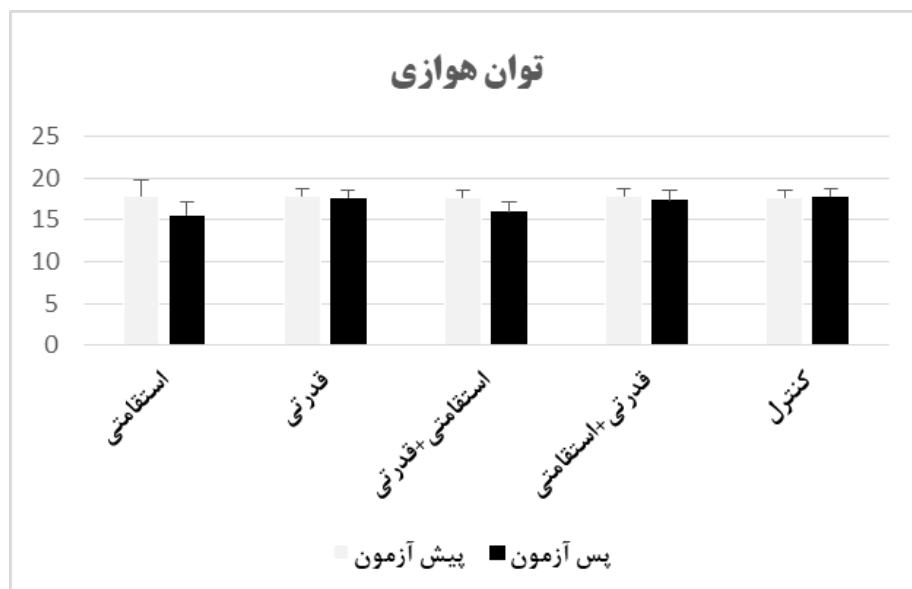
آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. سطح معنی‌داری (P) در تجزیه و تحلیل آماری مقدار ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

توان هوازی

نتایج آزمون آنوا تفاوت معنی‌داری بین اثر ۸ هفته تمرینات استقامتی، قدرتی، موازی استقامتی + قدرتی و موازی قدرتی + استقامتی بر توان هوازی نشان داد ($F(1, 55) = 8/571, P = 0/001$).

نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که تفاوت معنی‌داری در گروه استقامتی در مقایسه با گروه‌های قدرتی، قدرتی + استقامتی و کنترل مشاهده شد ($P \leq 0/05$). همین طور تفاوت معنی‌داری بین گروه قدرتی در مقایسه با گروه استقامتی + قدرتی مشاهده شد ($P = 0/014$). همچنین بین گروه استقامتی + قدرتی در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($P = 0/004$) (جدول ۴؛ شکل ۱).

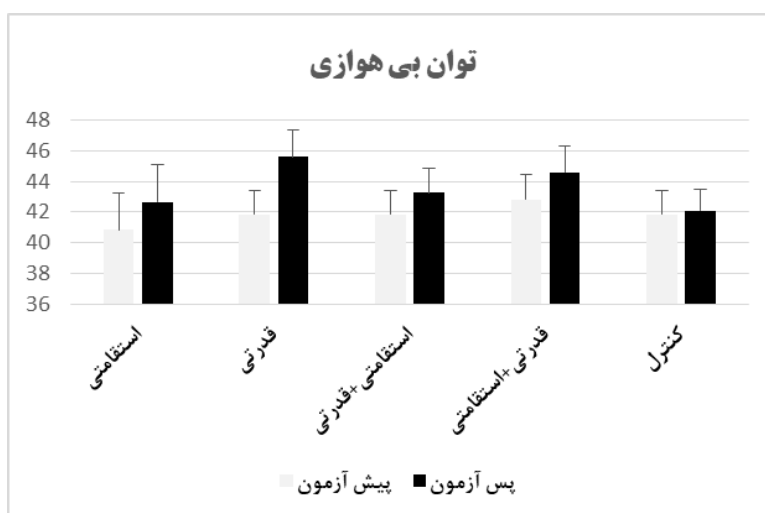


شکل ۱. میانگین نمرات آزمون کوپر در گروه‌های پژوهش در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

توان انفجاری عضلات پایین‌تنه

نتایج آزمون آنووا تفاوت معنی‌داری بین اثر ۸ هفته تمرینات استقامتی، قدرتی، موازی استقامتی + قدرتی و موازی قدرتی + استقامتی بر توان انفجاری عضلات پایین‌تنه نشان داد ($F_{1,55} = 7/605, P = 0/001$).

نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که تفاوت معنی‌داری در گروه استقامتی در مقایسه با گروه قدرتی مشاهده شد ($P = 0/002$). همین‌طور تفاوت معنی‌داری بین گروه قدرتی در مقایسه با گروه‌های استقامتی + قدرتی و کنترل مشاهده شد ($P \leq 0/05$). همچنین بین گروه قدرتی + استقامتی در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($P = 0/01$) (جدول ۴؛ شکل ۲).

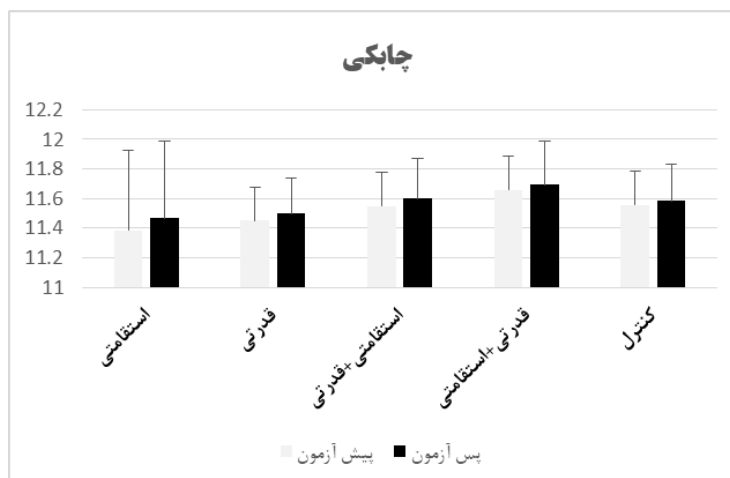


شکل ۲. میانگین نمرات آزمون سار جنت در گروه‌های پژوهش در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

موازی قدرتی + استقامتی بر چابکی نشان نداد ($F_{1,55} = 0/489, 868/0, P = 0/489, 868/0$) (جدول ۴؛ شکل ۳).

چابکی

نتایج آزمون آنووا تفاوت معنی‌داری بین اثر ۸ هفته تمرینات استقامتی، قدرتی، موازی استقامتی + قدرتی و

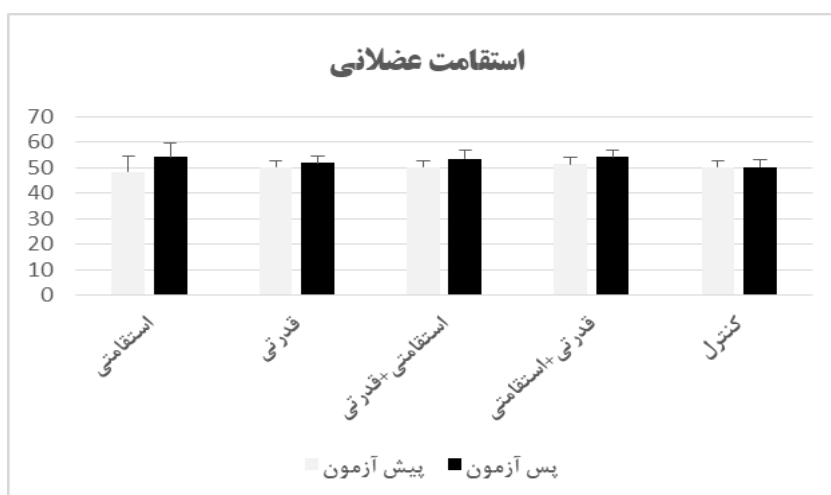


شکل ۳. میانگین نمرات آزمون ۹*۴ متر در گروه‌های پژوهش در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

استقامت عضلانی

نتایج آزمون آنووا تفاوت معنی‌داری بین اثر ۸ هفته تمرینات استقامتی، قدرتی، موازی استقامتی + قدرتی و موازی قدرتی + استقامتی بر استقامت نشان داد ($F_{1,55}$) ($P = 0.034, 8.09/2 =$

نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که تفاوت معنی‌داری در گروه استقامتی در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد ($P=0.008$). همین‌طور تفاوت معنی‌داری بین گروه استقامتی + قدرتی با گروه کنترل مشاهده شد ($P=0.029$). همچنین بین گروه قدرتی + استقامتی در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($P=0.008$) (جدول ۴؛ شکل ۴).



شکل ۴. میانگین نمرات آزمون استقامت عضلانی در گروه‌های پژوهش در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

جدول ۴. آماره‌های توصیفی متغیرهای پژوهش.

متغیر	زمان	استقامتی	قدرتی	استقامتی-قدرتی	قدرتی-استقامتی	کنترل
توان هوازی	پیش‌آزمون	۰/۳۷	۰/۱۱	۰/۲۰	۰/۲۶	۰/۸۴
	پس‌آزمون	۰/۳۸	۰/۵۵	۰/۰۷	۰/۵۴	۰/۸۸
توان بی‌هوازی	پیش‌آزمون	۰/۲۲	۰/۵۶	۰/۸۸	۰/۴۶	۰/۸۶
	پس‌آزمون	۰/۶۴	۰/۸۲	۰/۲۷	۰/۳۱	۰/۸۳
استقامت	پیش‌آزمون	۰/۹۹	۰/۷۸	۰/۱۶	۰/۶۴	۰/۱۷
	پس‌آزمون	۰/۲۵	۰/۹۹	۰/۰۷	۰/۹۰	۰/۷۱
چابکی	پیش‌آزمون	۰/۶۰	۰/۱۳	۰/۵۴	۰/۳۱	۰/۳۳
	پس‌آزمون	۰/۳۲	۰/۶۹	۰/۷۱	۰/۱۶	۰/۵۵

بحث و نتیجه‌گیری

تمرینات استقامتی با تحریک رشد میتوکندری و افزایش تراکم آنها به بهبود استقامت عضلانی منجر می‌شوند (۲۰). از سوی دیگر، تمرینات قدرتی با بارهای سنگین نیز با افزایش هماهنگی عصبی عضلانی و استفاده بهتر از فیبرهای عضلانی، بهبود استقامت عضلانی را تسهیل می‌کنند (۲۱). مطالعه حسن تمام (۲۰۱۶) نشان داد که ترکیب تمرینات استقامتی + قدرتی بهبود بیشتری در استقامت عضلانی دارد که این نتایج با یافته‌های پژوهش حاضر همسو است (۲۲). یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های تمرینی مختلف در بهبود استقامت عضلانی مشاهده شد.

بیشترین میزان بهبود توان هوازی در گروه تمرینات استقامتی و پس از آن در گروه ترکیبی استقامتی + قدرتی مشاهده شد. این بهبود کمتر در گروه موازی قدرتی + استقامتی می‌تواند به ترتیب اجرای تمرینات مربوط باشد؛ به طوری که اگر تمرینات استقامتی ابتدا انجام شوند، بهبود بیشتری در VO2max مشاهده می‌شود (۲۳). این نتایج با دیدگاه پژوهشگران مبنی بر تداخل بین تمرینات قدرتی و استقامتی در بهبود توان هوازی همخوانی دارد (۲۴). نتایج پژوهش حاضر در مواردی با پژوهش‌های دیگر از جمله می‌لت و همکاران (۲۰۰۲) که تفاوت معنی‌داری بین تمرینات موازی و سایر تمرینات مشاهده نکردند، ناهمسو است (۲۵). دلایل این ناهمسوایی ممکن است به جنسیت و سن آزمودنی‌ها و پروتکل‌های تمرینی متفاوت در این مطالعات مرتبط باشد. توان انفجاری عضلات پایین‌تنه برای فعالیت‌های ورزشی انفجاری مانند دوی سرعت، پرش و وزنه‌برداری اهمیت دارد. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات مختلف بر توان انفجاری عضلات پایین‌تنه تأثیرگذار بوده و تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های تمرینی مشاهده شد.

پژوهش حاضر به بررسی و مقایسه اثرات تمرینات استقامتی، قدرتی، ترکیبی استقامتی + قدرتی و ترکیبی قدرتی + استقامتی بر عوامل مختلف آمادگی جسمانی از جمله توان هوازی، توان انفجاری عضلات پایین‌تنه، چابکی و استقامت عضلانی در دانشجویان دانشگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیاء (ص) پرداخت. نتایج نشان‌دهنده تأثیرات متنوع این برنامه‌های تمرینی بر متغیرهای مذکور بوده و برخی از فرضیات پژوهش را تأیید و برخی دیگر را رد کرد. در ادامه به تبیین نتایج و مقایسه آن با پژوهش‌های مرتبط پرداخته می‌شود.

یافته‌های پژوهش نشان داد که بین تأثیر ۸ هفته تمرینات مختلف بر توان هوازی تفاوت معنی‌داری وجود دارد. توان هوازی که به‌عنوان شاخص آمادگی قلبی تنفسی شناخته می‌شود، از اجزای مهم آمادگی جسمانی است و نقش حیاتی در عملکرد ورزشی و سلامت عمومی دارد. استقامت عضلانی هم به توانایی عضلات برای حفظ انقباضات در مدت طولانی اشاره دارد. مطالعات متعددی اثرات مثبت تمرینات استقامتی بر افزایش توان هوازی را تأیید کرده‌اند (۱۷، ۱۸) (۱۷، ۱۶). توان هوازی و استقامت عضلانی به‌طور متقابل بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند. به‌عنوان مثال، بهبود توان هوازی می‌تواند به تأخیر در خستگی عضلانی کمک کند، زیرا تأمین اکسیژن بیشتر در طول فعالیت به عضلات این امکان را می‌دهد که عملکرد بهتری داشته‌باشند (مطالعه بنی ۲۰۱۲) نیز نشان داد که تمرینات استقامتی و ترکیبی استقامتی + قدرتی به‌طور معناداری VO2max را افزایش می‌دهند (۱۸) که با نتایج این پژوهش همسو است. همچنین، نتایج پژوهش ظفری (۲۰۱۲) نشان داد که ترکیب تمرینات استقامتی و قدرتی به بهبود قابل توجهی در توان هوازی منجر می‌شود (۱۹).

(۳۱). یافته‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های تمرینی مختلف در بهبود چابکی مشاهده نشد. با این حال، عدم مشاهده تفاوت معنادار در چابکی در این پژوهش احتمالاً به دلیل عدم سازگاری عصبی عضلانی خاص برای حرکات چابکی است. تمرینات قدرتی و استقامتی ممکن است به اندازه کافی مسیرهای عصبی عضلانی مرتبط با چابکی را تقویت نکرده باشند (۳۲).

تمرینات موازی که شامل ترکیب تمرینات قدرتی و استقامتی است، تأثیرات متفاوتی بر فاکتورهای آمادگی جسمانی دارند. اجرای تمرینات استقامتی می‌تواند بهبود قابل توجهی در توان هوازی و استقامت عضلانی داشته باشد. همچنین، تمرینات قدرتی نیز می‌توانند بهبود قابل توجهی در توان انفجاری عضلات پایین‌تنه ایجاد کنند. اما، تمرینات موازی استقامتی-قدرتی تنها منجر به بهبود توان هوازی و استقامت عضلانی می‌شوند و تمرینات موازی قدرتی-استقامتی تنها تأثیر قابل توجهی بر توان انفجاری عضلات پایین‌تنه دارند. گروه کنترل در این پژوهش تغییر معنی‌داری در متغیرهای پژوهش نشان ندادند، به این معنی که تمرینات موازی نسبت به گروه کنترل تأثیر قابل توجهی نداشته‌اند. در نتیجه، در راستای تقویت فاکتورهای آمادگی جسمانی مورد مطالعه، تمرینات موازی استقامتی - قدرتی و قدرتی-استقامتی در مقایسه با تمرینات استقامتی و قدرتی به صورت جداگانه، نسبت به یکدیگر برتری نداشتند.

تشکر و قدردانی

تشکر فراوان از همکاری اساتید، پرسنل و دانشجویان دانشگاه پدافند هوایی خاتم‌الانبیا (ص) که در انجام پژوهش حاضر نهایت همکاری و مساعدت را به عمل آوردند.

تمرینات استقامتی با بهبود ذخایر گلیکوژن عضلانی و افزایش پاک‌سازی لاک تات می‌توانند به بهبود توان انفجاری کمک کنند (۲۶). تمرینات قدرتی نیز با افزایش قدرت عضلانی، تأثیر مستقیمی بر توان بی‌هوازی دارند (۲۷). مطالعه کنیوایمان و همکاران (۲۰۱۵) نیز نشان داد که تمرینات تناوبی و تکراری بر راندمان بی‌هوازی تأثیر مثبت دارند (۲۸). همچنین، نتایج پژوهش بسیندیانی و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که تمرینات ترکیبی قدرتی + استقامتی از نظر بهبود پرش عمودی نسبت به تمرینات قدرتی مؤثرتر هستند، اما این نتایج با نتایج پژوهش حاضر که تفاوت معناداری در توان انفجاری مشاهده نکرد، در ناهمسویی قرار دارد (۲۹). این تفاوت می‌تواند ناشی از جنسیت و سن آزمودنی‌ها و همچنین مدت زمان برنامه‌های تمرینی باشد. چابکی به توانایی تغییر سریع جهت و واکنش سریع به محرک‌ها اشاره دارد. برای تغییر سریع جهت حرکت، نیاز به تولید نیروی انفجاری بالاست. به عنوان مثال، در فعالیت‌هایی مانند دویدن به سمت چپ یا راست، عضلات باید به سرعت انقباض یابند تا تغییر جهت مؤثری انجام دهند. این نیاز به نیروی انفجاری بالا می‌تواند منجر به بهبود چابکی شود. توان انفجاری بالاتر معمولاً به معنای بهتر بودن در هماهنگی عضلانی است که به نوبه خود می‌تواند بر چابکی تأثیر بگذارد. افراد با توان انفجاری بالا معمولاً توانایی واکنش سریع‌تر به تغییرات محیطی را دارند. این ویژگی به آنها کمک می‌کند تا به سرعت در پاسخ به حرکت حریف یا تغییرات در مسیر حرکت خود واکنش نشان دهند. تمرینات استقامتی ممکن است به دلیل بهبود آمادگی قلبی-تنفسی و افزایش استقامت عضلانی به طور غیرمستقیم بر چابکی تأثیر بگذارند (۳۰). در حالی که تمرینات قدرتی به دلیل افزایش قدرت عضلانی و ثبات مفاصل می‌توانند به بهبود عملکرد چابکی کمک کنند

References

1. Clouse, A., et al., Defining a molecular portrait of physical fitness. 2013, Springer.
2. Mesquita, P.H., et al., Skeletal muscle ribosome and mitochondrial biogenesis in response to different exercise training modalities. *Frontiers in Physiology*, 2021. 12: p. 725866.
3. Berryman, N., I. Mujika, and L. Bosquet, Concurrent training for sports performance: the 2 sides of the medal. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 2019. 14(3).
4. Jones, T.W., Concurrent Training: Neuroendocrine and molecular mechanisms of strength and endurance training incompatibility. 2014: University of Northumbria at Newcastle United Kingdom).
5. Ghahremanlo, Ehsan., Aghaalinehad, Hamid., Gharakhanlo, Reza. (Comparison of the effect of three types of strength training. Endurance, and parallel combination of strength and Endurance) on bioenergetic properties, strength maximum, and body composition of untrained men In Persian)) *Olympic magazine* 2008;212):56-63
6. Hellsten, Y. and M. Nyberg, Cardiovascular adaptations to exercise training. *Comprehensive Physiology*, 2011. 61): p. 1-32.
7. Flueck, M. and W. Eilers, Training modalities: impact on endurance capacity. *Endocrinology and Metabolism Clinics*, 2010. 391): p. 183-200.
8. Ghasemi, Mostafa., Samadi, Ali., Khalesi, Maryam (Investigating The Effect of Two In-Session Patterns of Concurrent Training Aerobic and Resistance) on Body Composition and Physical Fitness of Overweight Young Men In Persian)) *Physiology and management studies in sports* 2024. 61): p. 1-32.
9. Hughes, D.C., S. Ellefsen, and K. Baar, Adaptations to endurance and strength training. *Cold Spring Harbor perspectives in medicine*, 2018. 86): p. a029769.
10. Panissa, V.L.G., et al., Concurrent training and the acute interference effect on strength: Reviewing the relevant variables. *Strength & Conditioning Journal*, 2022. 44(3): p. 46-57.
11. Ghahremani, Mohammadhossein., Aghaalinehad, Hamid., Molanouri, Mahdieh (The effect of eight weeks of different parallel training protocols on muscle strength and serum levels of testosterone and cortisol in young wrestlers In Persian)) *civilika* 2022. 91): p. 1-11.
12. Vassilis, S., et al., 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*, 2019. 15(1): p. 67.
13. Cooper, K.H., A means of assessing maximal oxygen intake. *Jama*, 1968. 203: p. 135-138.

14. Sargent, D.A., The physical test of a man. American physical education review, 1921. 264): p. 188-194.
15. Polito, L.F.T., et al., Shuttle Run Agility Test in Soccer Athletes of Under-10 Category with Dry and Wet Conditions Field. Int J Sports Sci, 2017. 72): p. 45-9.
16. Childs, J.D., et al., Effects of sit-up training versus core stabilization exercises on sit-up performance. Med Sci Sports Exerc, 2009. 41(11): p. 2072-83.
17. Sandbakk, Ø., Long-term effects of strength training on aerobic capacity and endurance performance. Concurrent Aerobic and Strength Training: Scientific Basics and Practical Applications, 2019: p. 325-331.
18. Millet, G.P., V.E. Vleck, and D.J. Bentley, Physiological differences between cycling and running: lessons from triathletes. Sports Medicine, 2009. 39: p. 179-206.
19. Beni, M., Determining the effect of concurrent strength-endurance training on aerobic power and body composition in non-athletic male students. Ann Biol Res, 2012. 3: p. 395-401.
20. Spiteri, T., R.U. Newton, and S. Nimphius, Neuromuscular strategies contributing to faster multidirectional agility performance. Journal of Electromyography and Kinesiology, 2015. 25(4): p. 629-636.
21. Bajes, H.R., et al., The effect of endurance, resistance training, and supplements on mitochondria and bioenergetics of muscle cells. Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology, 2022. 33(6): p. 673-681.
22. Hassan Tammam, A. and E. Mohamed Hashem, Effect of Concurrent Strength and Endurance Training Sequence on Muscular and Aerobic Fitness for Volleyball Players. Journal of Applied Sports Science, 2016. 6(1): p. 82-89.
23. Zafari, A., The effects of combined training on physical fitness factors in academic level athletes. Annals of Biological Research, 2012. 3(1): p. 673-676.
24. GRAVELLE, B.L. and D.L. BLESSING, Physiological adaptation in women concurrently training for strength and endurance. The Journal of Strength & Conditioning Research, 2000. 14(1): p. 5-13.
25. Lee, J., R. Lee, and A.J. Stone, Combined aerobic and resistance training for peak oxygen uptake, muscle strength, and hypertrophy after coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis. Journal of cardiovascular translational research, 2020. 13: p. 601-611.
26. Praet, S.F. and L.J. Van Loon, Exercise Therapy for Obesity and Type 2 Diabetes. Exercise Physiology: from a Cellular to an Integrative Approach, 2010: p. 491-520.
27. Kinesiology, C.P.M., Determining the anaerobic power output differences between the genders in untrained adults. Am Int J Contemp Res, 2014. 4(4): p. 64-77.

28. Knuiman, P., M.T. Hopman, and M. Mensink, Glycogen availability and skeletal muscle adaptations with endurance and resistance exercise. *Nutrition & metabolism*, 2015. 12: p. 1-11.
29. Sindiani, M., et al., The effect of two different interval-training programmes on physiological and performance indices. *European Journal of Sport Science*, 2017. 17(7): p. 830-837.
30. Glowacki, S.P., et al., Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2004. 36(12): p. 2119-2127.
31. Yang, K., Strength training effects on lower limb explosive power in athletes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 2023. 29: p. e2022_0592.
32. Morat, M., et al., Agility training to integratively promote neuromuscular, cognitive, cardiovascular and psychosocial function in healthy older adults: a study protocol of a one-year randomized-controlled trial. *International journal of environmental research and public health*, 2020. 17(6): p. 1853.