علوم زیستی ورزشی ـ پاییز ۱۳۹۵
دورهٔ۸، شمارهٔ ۳، ص : ۴۲۷ – ۴۴۵
تاریخ دریافت : ۲۴ / ۰۸ / ۹۳
تاریخ پذیرش : ۰۵ / ۰۴ / ۹۵

تأثیر تغییر در ترتیب تمرین استقامتی و قدرتی همزمان بر توان هوازی و ترکیب بدنی

سیدمحمدصادق هاشمی [*۱]– رامین شعبانی [۲]

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی گرایش قلب و عروق و تنفس، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه گیلان، رشت، ایران ۲. استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، رشت، ایران

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تغییر در ترتیب توالی تمرینات استقامتی و قدرتی همزمان بر توان هوازی و ترکیب بدنی مردان فعال انجام گرفت. ۳۰ مرد با سابقهٔ تمرین استقامتی و قدرتی (با میانگین سن ۳/۵۰±۲۵/۸ سال) به یکی از سه گروه زیر تقسیم شدند: تمرین استقامتی قبل از تمرین قدرتی (n=۱۰)، تمرین قدرتی قبل از تمرین استقامتی (n=۱۰) و بدون تمرین (n=۱۰). گروه‌های تمرینی به مدت پنج هفته به تمرین پرداختند. برنامهٔ تمرینی قدرتی در سه روز هفته تقسیم شده بود (۳ ست، ۸۵ -۷۰٪ ۱RM). برنامهٔ تمرینی استقامتی شامل ۵-۳ بار دویدن به‌صورت متناوب با حداقل سرعتی بود که در آن، آزمودنی به حداکثر اکسیژن مصرفی می‌رسید (vVO_{2max}) و مدت زمان هر بار دویدن معادل ۵۰ درصد زمان رسیدن به واماندگی (T_{lim}) در سرعت vVO_{2max} بود؛ پیش و پس از اتمام برنامهٔ ترکیبی مقادیر حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max})، T_{lim} و درصد چربی بدن تمامی آزمودنی‌ها تعیین و نتایج بررسی و مقایسه شد. مقدار VO_{2max} و T_{lim} در هر دو گروه تمرینی افزایش معناداری داشت ($P<0/05$). اما اختلاف افزایش VO_{2max} بین دو گروه معنادار نبود ($P>0/05$). کاهش درصد چربی بدن در هر دو گروه معنادار بود، به‌علاوه اختلاف معناداری در کاهش درصد چربی بدن بین دو گروه وجود داشت ($P<0/05$). با توجه به یافته‌های پژوهش، انجام تمرین قدرتی پس از تمرین استقامتی به کاهش بیشتر درصد چربی بدن در آزمودنی‌ها منجر شد، اما مقدار توسعهٔ VO_{2max} در دو گروه ترکیبی مشابه بود.

واژه‌های کلیدی

تمرین ترکیبی، تمرین هوازی متناوب، حداکثر اکسیژن مصرفی و درصد چربی بدن.

[*] **نویسندهٔ مسئول : تلفن :** ۰۹۱۲۳۶۴۴۵۵۲ **Email :** sadeghhashemi@takfitness.com

مقدمه

تمرین قدرتی و استقامتی گاهی همزمان انجام می‌پذیرد تا مزایای هر دو نوع تمرینات استقامتی و قدرتی کسب شود (۴۵، ۲۴). براساس نتایج تحقیقات سازگاری بدن ارتباط ویژه‌ای با نوع برنامهٔ تمرینی مورد استفاده دارد. سازگاری‌های ناشی از تمرینات استقامتی در مقایسه با تمرینات مقاومتی، متفاوت و گاهی متضاد است. در بعضی از رشته‌های ورزشی که ورزشکاران آن، نیازمند توسعهٔ استقامت و قدرت به‌طور همزمان هستند، به‌علت نگرانی از دور شدن از سازگاری‌های تمرینی مورد نظر، در استفاده از تمرینات استقامتی و قدرتی همزمان تردید دارند (۳۸، ۲۴). از لحاظ نظری، ماهیت تمرین موجب سازگاری‌هایی در عضلات می‌شود که این سازگاری‌ها شاخه‌های مختلفی دارند، ممکن است این سازگاری‌ها در خلاف جهت افزایش قدرت (۳۵) یا استقامت (۹) باشد. به‌صورتی که تمرینات قدرتی نه‌تنها چگالی میتوکندریایی و فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو را کاهش می‌بخشد و متعاقب آن مانع بهبود ظرفیت هوازی در فرد می‌شود، بلکه کمترین تأثیر را بر ظرفیت مویرگی و تبدیل تارهای عضلانی نوع دوم به تارهای نوع اول دارد. در مقابل تمرینات استقامتی به‌طور معمول در افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلات بی‌اثر یا بدون اثر است، اما زمینهٔ میتوکندریایی، آنزیم‌های اسیدسیتریک، ظرفیت اکسیداتیو و امکان تبدیل تارهای عضلانی از تند به کند را افزایش می‌دهد (۴۴، ۹). تداخل تمرینات استقامتی و قدرتی با موارد ذیل توضیح داده می‌شود: ۱. ناتوانی عضله در سازگاری مطلوب با عامل‌های تحریکی مختلف ناشی از تمرین‌های متفاوت همزمان (به‌دلیل تقاضاهای همزمانی که از سوی گذرگاه‌های مختلف انرژی در حین جلسهٔ تمرینی وجود دارد)؛ ۲. خستگی عضله که از تمرین اولیه نشأت می‌گیرد؛ ۳. نوع، طبیعت و حالت مشخص تمرینات به‌علاوهٔ آمادگی جسمانی و سن ورزشکار؛ ۴. حجم، مدت و شدت تمرین نیز بر درجهٔ ناسازگاری‌های مشاهده‌شده تأثیر می‌گذارد؛ ۵. در نهایت، ترتیب تمرین، به این صورت که کدام‌یک از تمرین‌های استقامتی یا قدرتی در ابتدا انجام گیرد نیز، بر سازگاری‌های تمرینی مؤثر است (۱۱).

در سال ۱۹۸۰ هیسکون[1] (۲۶) اولین پژوهش را در مورد تأثیر تمرینات همزمان[2] (ترکیبی) بر توسعهٔ قدرت و استقامت در افراد تمرین‌نکرده انجام داد. او در پژوهش خود گزارش داد که میزان توسعهٔ استقامت در تمرینات ترکیبی در مقایسه با تمرین استقامتی تفاوتی ندارد. نتایج بعضی از پژوهش‌های

1.Hickson
2. Concurrent

اولیهٔ انجام‌گرفته در این حوزه حاکی از تداخل نداشتن سازگاری‌های تمرینات استقامتی و قدرتی همزمان با تمرینات استقامتی منفرد بود (۴۳، ۱۸، ۶). با وجود پژوهش‌هایی که نتیجهٔ آنها حاکی از کاهش توسعهٔ استقامت در تمرینات همزمان بود (۴۰، ۱۶)، گرایش رایج در سایر پژوهش به سمت این نتیجه است که تمرینات همزمان مانع توسعهٔ سازگاری‌های استقامت در مقایسه با تمرین استقامتی نمی‌شود و علاوه‌بر آن در بعضی پژوهش‌ها در تمرین همزمان در مقایسه با تمرین‌های استقامتی، استقامت توسعهٔ بیشتری داشته است (۵۳، ۳۵). با وجود تناقضات موجود، برای کسب فواید بیشتر، از جمله بهبود ترکیب بدنی، استفاده از برنامهٔ همزمان استقامتی و قدرتی توصیه شده است (۳۴، ۲۹، ۲۱). اما متغیرهای مستقل تمرینی دیگری وجود دارد که احتمالاً با تغییر آنها می‌توان سازگاری‌های استقامت را در تمرین همزمان ارتقا داد. به‌دلیل اینکه پژوهش‌های اولیه به‌طور نظام‌مند تغییرات متغیرهای مستقل را بررسی نکرده بودند (برای مثال شدت تمرین یا ترتیب یا برنامه‌ریزی جلسات تمرینی ترکیبی)، هنوز گسترهٔ تفاوت در متغیرهای مستقل که بر سطح پاسخ و سازگاری استقامت و قدرت تأثیر می‌گذارد، مبهم باقی مانده است. از جمله عوامل تأثیرگذار بر تمرین‌های ترکیبی، ترتیب تمرین (استقامتی قبل از قدرتی یا قدرتی قبل از استقامتی) است (۲۵، ۱۳). تا به امروز پژوهش‌های اندکی در زمینهٔ تأثیر اولویت در تمرینات استقامتی و قدرتی همزمان صورت پذیرفته است. با بررسی مقالات در این حوزه مشخص شد که در یکی از پژوهش‌ها که اثر ترتیب را در تمرین ترکیبی بررسی کرده بود، گزارش شده بود که توسعهٔ استقامت احتمالاً از ترتیب تمرین مستقل است (۱۳)، در مقابل در بعضی پژوهش‌های، ترتیب تمرین استقامتی یا قدرتی به‌عنوان عاملی در توسعهٔ استقامت پیشنهاد شده است (۵۱، ۲۵، ۱۱). در پژوهش‌های انجام‌گرفتهٔ مرتبط با پژوهش حاضر، اغلب از افراد تمرین‌نکرده استفاده شده بود (۱۵، ۱۲، ۱۱) و در پژوهشی که افراد تمرین‌کرده در آن حضور داشتند، آزمودنی‌ها مؤنث بودند (۲۵) که جنسیت می‌تواند عاملی تأثیرگذار بر نتایج پژوهش باشد (۳۹، ۲۲). بنا به دلایل مطرح‌شده نیاز به پژوهش‌های دیگری در خصوص نقش ترتیب در تمرین همزمان استقامتی و قدرتی آشکار است تا پاسخ اینکه ترتیب تمرین بر پاسخ‌ها و سازگاری‌ها تمرین همزمان چه تأثیری دارد را تعیین کند، زیرا هنوز این سؤال باقی مانده است که اگر برنامهٔ تمرینات ترکیبی سازگاری‌های استقامتی را توسعه دهد و در بهبود ترکیب بدنی مؤثر باشد، آیا ترتیب تمرینات استقامتی و قدرتی در بهبود این امر مهم است؟

در پژوهش حاضر برنامهٔ استقامتی از نوع اینتروال پرشدت[1] (HIIT) بود. از ویژگی‌های این نوع تمرینات کم‌حجم بودن تمرین (۲۸)، و نیاز به مدت دورهٔ کوتاه‌تر برای بهبود عملکرد استقامتی و سازگاری‌های سوخت‌وسازی است (۲۳). از آنجا که در پژوهشی تنها پس از شش جلسه انجام این نوع تمرینات پیشرفت معناداری در سازگاری‌های استقامتی مشاهده شد (۱۰)، برای برنامهٔ قدرتی از برنامه‌ای با ویژگی‌های مشابه برنامه‌های ویژهٔ رشتهٔ پرورش اندام استفاده شد (۴۱) که در پژوهشی از این برنامه به مدت چهار هفته برای بدنسازان تفریحی استفاده شده بود (۵۲). هدف از این پژوهش بررسی تأثیر ترتیب مختلف تمرین استقامتی و قدرتی در تمرین ترکیبی (برای مثال تمرینات قدرتی قبل از تمرینات استقامتی یا تمرینات استقامتی قبل از تمرینات قدرتی صورت پذیرد) بر توان هوازی و ترکیب بدنی در مردان فعال است.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی است و جامعهٔ آماری پژوهش تمامی مراجعان مرد ۱۸ تا ۳۵ سالهٔ آکادمی بدنسازی و پرورش‌اندام هیأت استان تهران (امیرکبیر) بودند. با توزیع اطلاعیه به مراجعان و بیان اهداف پژوهش، ۳۰ مرد داوطلب با سابقهٔ تمرینی حداقل شش ماه تمرین استقامتی و مقاومتی (با ویژگی‌های برنامهٔ مقاومتی رشتهٔ پرورش‌اندام) همزمان قبل از پژوهش و فقدان ابتلا به بیماری (مشکلات ارتوپدی، متابولیکی، قلبی و عروقی، عضلانی، کلیوی یا مشکلی در ریه‌ها) و سابقهٔ جراحی انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی در سه گروه تمرین استقامتی قبل از تمرین قدرتی (استقامتی-قدرتی)، تمرین قدرتی قبل از تمرین استقامتی (قدرتی-استقامتی) و بدون تمرین (شاهد) قرار گرفتند. جدول ۱ برخی ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها را نشان می‌دهد. افراد انتخاب‌شده برای پژوهش یک هفته پیش از شروع مراحل اجرایی برای آزمون‌های بدنی و فیزیولوژیک به آکادمی مراجعه کردند. ضمن پر کردن پرسشنامهٔ تاریخچهٔ سلامت[2] و اخذ برگهٔ رضایت‌نامه از کلیهٔ آزمودنی‌ها، اطلاعات مربوط به سن، قد، وزن و شاخص تودهٔ بدن[3] گرفته شد. پیش و پس از اتمام دورهٔ تمرین، آزمون نوار گردان زیر بیشینه برای تعیین توان هوازی انجام و مقایسه شد (۱۹).

1. High intensity interval training
2. Health history questionare (HHQ)
3. Body Mass Index (BMI)

جدول ۱. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

متغیر	استقامتی - قدرتی (n=۱۰)	قدرتی - استقامتی (n=۱۰)	شاهد (n=۱۰)
سن (سال)	۲۵/۵ ± ۲/۶۸*	۲۵/۲ ± ۴/۰۲	۲۶/۷ ± ۳/۸۶
وزن (کیلوگرم)	۸۷/۰۲ ±۱۲/۵۶	۸۷/۴ ± ۸/۳۷	۸۷/۱ ±۱۶/۳۷
قد (سانتی‌متر)	۱۷۹/۲۵ ± ۸/۱۲	۱۷۸/۲ ± ۴/۸	۱۷۶/۳۵ ± ۵/۴۴
شاخص تودهٔ بدن (کیلوگرم/(متر^{۲}))	۲۷/۰۴ ± ۲/۸	۲۷/۵ ± ۲/۰۶	۲۷/۸۹ ± ۴/۱۷

*مقادیر به‌صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند.

اندازه‌گیری توان هوازی

مقدار $VO_{۲max}$ با استفاده از آزمون نوار گردان (نوار گردان Technogym مدل EXCITE) زیر بیشینهٔ ابلینگ[1] (۴۲) برآورد شد. روش کار به این صورت بود که ابتدا آزمودنی به مدت ۴ دقیقه با سرعت تعریف‌شده (۶/۴ یا ۷/۲ کیلومتر در ساعت معادل ۴ و ۴/۵ مایل در ساعت به‌ترتیب) با شیب صفر درصد روی تردمیل حرکت کرد. سپس شیب تردمیل به ۵ درصد تغییر یافت و آزمودنی ۴ دقیقه در آن حالت روی تردمیل حرکت کرد، میزان ضربان قلب در ۳۰ ثانیهٔ انتهایی اندازه‌گیری شد.

$$VO۲max\ (ml.kg^{-۱}.min^{-۱}) = ۱۵/۱ + (۲۱/۸ \times (mph\ سرعت)) - (۰/۳۲۷ \times ضربان\ قلب) - (۰/۲۶۳ \times سرعت \times سن) + (۵/۹۸ \times جنسیت) + (۰/۰۰۵۰۴ \times ضربان\ قلب \times سن)$$

در این فرمول جنسیت برای مردان عدد یک گذاشته می‌شود (۴۲).

در برنامهٔ استقامتی آزمودنی‌ها ملزم به دویدن در حداقل سرعتی که به ۱۰۰ درصد میزان $VO_{۲max}$ ($vVO_{۲max}$) خود می‌رسیدند، بودند که با استفاده از معادلهٔ ($vVO_{۲max} = VO_{۲\ max} \div ۳/۵$) مقدار $vVO_{۲max}$ برای هر فرد جداگانه محاسبه شد (۳۳). همچنین برای هر فرد مدت زمان رسیدن به واماندگی (زمان واماندگی) هنگام دویدن با سرعت $vVO_{۲max}$ محاسبه شد. روش کار به این صورت بود که آزمودنی ۱۵ دقیقه را با سرعتی معادل ۶۰ درصد $vVO_{۲max}$ خود طی می‌کرد، سپس سرعت تردمیل در کمتر از ۲۰ ثانیه به $vVO_{۲max}$ افزایش می‌یافت، مدت زمانی که آزمودنی قادر بود در این سرعت بدود، به‌عنوان T_{lim} فرد در نظر گرفته می‌شد (۸).

1. Ebbeling

با توجه به داده‌های موجود بیان شده که مطلوب‌ترین مدت اینتروال برای حصول سازگاری‌های استقامتی در تمرینات HIIT معادل ۶۰-۵۰ ٪ زمان T_{lim} هر فرد است (۲۸).

اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک

قد با استفاده از استادیومتر اندازه‌گیری شد. وزن توسط ترازوی دیجیتال استاندارد اندازه‌گیری شد. میزان دور گردن با استفاده نوار اندازه‌گیری (مدل seca201) و در ناحیهٔ زیر حنجره کمی متمایل به پایین اندازه‌گیری شد و میزان دور کمر در باریک‌ترین قسمت ناحیهٔ شکم اندازه‌گیری می‌شد (۱).

تعیین ترکیب بدنی

روش اندازه‌گیری درصد چربی بدن در پژوهش حاضر به کمترین تجهیزات و مهارت نیاز دارد و با دستورالعمل سادهٔ خود می‌تواند الگویی برای اندازه‌گیری درصد چربی بدن در باشگاه‌های ورزشی باشد. شاخص تودهٔ بدنی با تقسیم وزن فرد به مجذور قد فرد در واحد متر به‌دست آمد و درصد چربی بدن (BF%) با استفاده از فرمول ذیل محاسبه شد (۱). این روش مختص نیروی نظامی آمریکا بوده و با روش اندازه‌گیری در زیر آب ضریب همبستگی ۰/۹ را دارا است (۲۷).

درصد چربی بدن=۴۹۵÷(۱/۰۳۲۴ - ۰/۷۷۰۱۹ (Log (دور کمر - دور گردن)) + ۰/۱۵۴۵۶ (Log-(قد)))-۴۵۰

برنامهٔ تمرین استقامتی

برنامهٔ تمرینی استقامتی از نوع اینتروال پرشدت (HIIT) شامل دویدن روی نوار گردان با ترتیب ذیل بود: ۱. ۱۵ دقیقه دویدن در سرعت ۶۰٪ vVO_{2max} برای گرم کردن؛ ۲. دویدن در سرعت vVO_{2max} ۳) دویدن در سرعت ۵۰٪ vVO_{2max}. زمان مراحل دو و سه معادل نصف زمان به‌دست‌آمده از آزمون T_{lim} هر آزمودنی بود. مراحل دو و سه در دو هفتهٔ ابتدایی تمرین، سه بار و در ادامهٔ تمرینات، پنج مرتبه تکرار شد (جدول۲). با توجه به اینکه آزمودنی‌ها T_{lim} های متفاوتی داشتند، زمان کل تمرین استقامتی در بین آزمودنی‌ها متفاوت بود و میانگین مدت زمان کل برنامه بدون احتساب زمان گرم کردن معادل ۹ دقیقه ۵۰ ثانیه با انحراف معیار ۲ دقیقه و ۵۵ ثانیه بود. علت استفاده از این مدت زمان این بود که مشخص شده است که بهینه‌ترین زمان برای ارتقای عملکرد هوازی مدت زمان بین ۶۰-۵۰ درصد است (۲۸).

جدول ۲. خلاصه برنامهٔ تمرینی استقامتی

مرحله	سرعت	زمان
۱	vVO۲max ٪۶۰	۱۵ دقیقه
۲	vVO۲max	نصف زمان آزمون T_{lim} هر آزمودنی
۳	vVO۲max ٪۵۰	نصف زمان آزمون T_{lim} هر آزمودنی
مرحلهٔ ۲ و ۳ در دو هفتهٔ ابتدایی پژوهش سه بار و پس از آن پنج بار تکرار شد		

برنامهٔ تمرین قدرتی

ورزشکاران در هر جلسهٔ تمرین به مدت ۴۵ دقیقه تمرینات قدرتی توصیه‌شده با برنامهٔ تمرینی مشخص، انجام دادند. برنامهٔ تمرینی براساس اصل رعایت اضافه‌بار به شرح ذیل تنظیم شد. آزمودنی‌ها ملزم بودند که در هفتهٔ اول سه ست با ۱۲-۱۰ تکرار از هر حرکت تمرینی، هفتهٔ دوم سه ست با ۱۰-۸ تکرار از هر حرکت تمرینی، هفتهٔ سوم، سه ست با تکرارهای بین ۸-۶ تکرار از هر حرکت تمرینی و هفته‌های چهارم و پنجم سه ست با ۵-۳ تکرار از هر حرکت انجام دهند. مقدار بارگیری وزنه‌ها در هفتهٔ ابتدایی معادل ۷۰ درصد، هفتهٔ دوم ۷۵ درصد، هفتهٔ سوم ۸۰ درصد و هفته‌های چهارم و پنجم ۸۵ درصد از ۱RM بود. برنامهٔ تمرینی به‌صورت یک روز در میان انجام می‌گرفت. برنامهٔ تمامی آزمودنی‌ها در کاهش ست‌ها و افزایش قدرت یکسان بود. ورزشکاران هفته‌ای سه جلسه تمرین را در سالن ورزشی انجام دادند. در مورد تمرین قدرتی در این سه روز، هر روز متعلق به تمرین گروه خاص عضلانی از بدن بود، به این ترتیب که روز اول تمرینات عضلات سینه، سرشانه و پشت‌بازو انجام می‌گرفت. روز دوم تمرینات مربوط به عضلات پا و روز سوم تمرینات مربوط به عضلات پشت و جلوبازو انجام می‌گرفت. تمرینات قدرتی در روز اول شامل نه حرکت و در روز دوم شامل شش حرکت و در روز سوم شامل شش حرکت بود. جدول ۳ خلاصه‌ای از برنامهٔ تمرینی است.

جدول ۳. خلاصه برنامهٔ تمرینی قدرتی

روزهای تمرین	
روز اول:سینه، سرشانه، پشت‌بازو (۹ تمرین)	پرس سینه، پرس بالاسینه، پرس سرشانه دمبل، نشراز جلو دمبل، کراس اور کابل، فقسه پروانه، پرس سینه دمبل، پشت بازو دمبل تک به پشت، نشر از جانب
روز دوم:پاها (۶تمرین)	اسکات، ساق پا ایستاده، جلوپا، پشت پا، پرس پا، لانچ دمبل
روز سوم:پشت، جلوبازو (۷ تمرین)	سیمکش از جلو، زیر بغل دمبل تک خم، قایقی، جلوبازو چکشی، شراگ دمبل، جلوبازو دمبل

برنامهٔ تمرین ترکیبی

تفاوت تمرین بین دو گروه استقامتی-قدرتی و قدرتی-استقامتی تنها در نوبت انجام این تمرینات بود. گروه استقامتی-قدرتی در ابتدا به انجام تمرینات استقامتی می‌پرداخت و پس از چند دقیقه استراحت (حدود ۵ دقیقه (۳۰)) به انجام تمرینات قدرتی مشغول می‌شد. اما گروه قدرتی-استقامتی ابتدا می‌بایست تمرینات قدرتی را انجام می‌داد و پس از آن به انجام تمرینات استقامتی می‌پرداخت.

روش‌های آماری

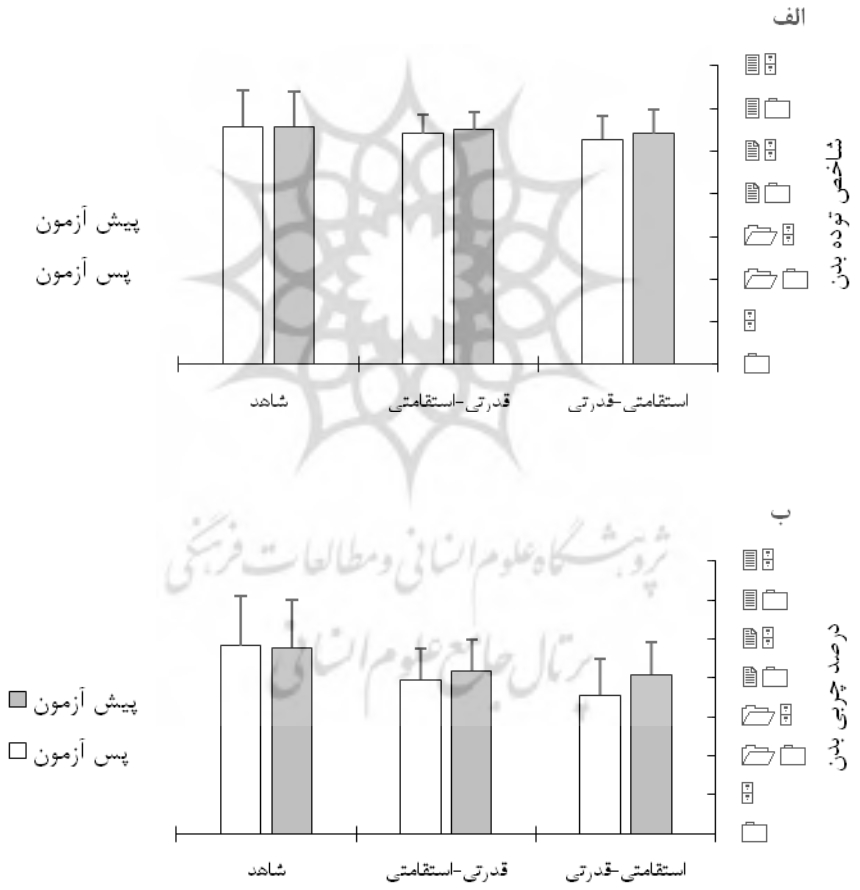
اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار آماریSPSS نسخهٔ ۱۶ تجزیه‌وتحلیل شد. در این پژوهش از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. برای توصیف داده‌ها از شاخص‌های مناسب مانند میانگین و انحراف معیار استفاده شد. در قسمت آمار استنباطی ابتدا از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای توزیع طبیعی داده‌ها و از آزمون لون به‌منظور بررسی متجانس بودن واریانس داده‌ها استفاده شد. سپس برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در بین گروه‌ها از آزمون آنوای یکسویه و برای مطالعهٔ معناداری بین دو گروه از آزمون شفه[1] استفاده شد. برای بررسی تغییرات درون‌گروهی درون گروه‌ها نیز از آزمون مقایسهٔ میانگین زوجی بهره گرفته شد. سطح معنادار بودن فرضیه‌ها ۰/۰۵ = α در نظر گرفته شد.

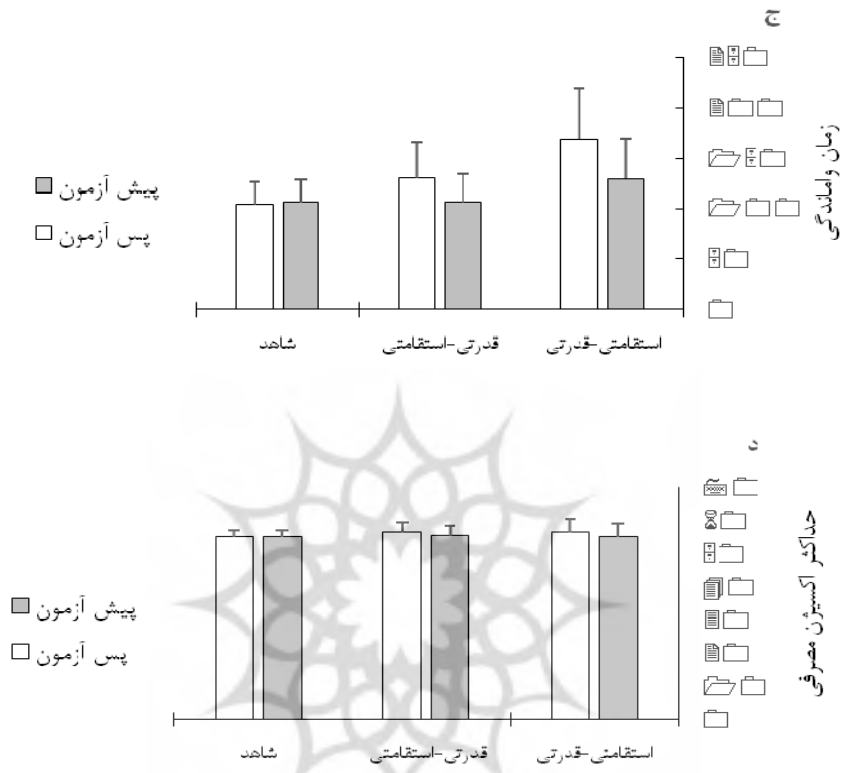
نتایج و یافته‌های پژوهش

نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نشان داد که داده‌ها دارای توزیع طبیعی‌اند (p> ۰/۰۵). همچنین نتایج آزمون لون در زمینهٔ اختلاف داده‌های پیش و پس‌آزمون نشان داد که واریانس داده‌ها متجانس‌اند (P> ۰/۰۵). بنابراین در این پژوهش از آمار پارامتریک استفاده شد. همچنین داده‌های به‌دست‌آمده از

1. Sheffe

آزمودنی‌ها در مرحلهٔ پیش‌آزمون در بین گروه‌ها با استفاده از آنوا یکسویه بررسی شد و بین سه گروه تمرینی در مورد متغیر شاخص تودهٔ بدن (F=۰/۱۸۴ و P=۰/۸۳۳)، درصد چربی بدن (F=۱/۴۴۱ و P=۰/۲۵۴)، VO_{2max} (F=۱/۰۶۱ و P=۰/۹۴۱) و T_{lim} (F=۱/۹۸ و P=۰/۱۵۸) اختلاف معناداری مشاهده نشد. جدول‌های ۴ و ۵ مقادیر به‌دست‌آمده از ترکیب بدنی و توان هوازی آزمودنی‌ها را در اندازه‌گیری‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون و همچنین نتایج آماری مربوط به تغییرات این متغیرها را از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون نشان می‌دهد.





شکل ۱. میزان شاخص تودهٔ بدن (الف)درصد چربی بدن (ب)زمان واماندگی (ج) و حداکثر اکسیژن مصرفی (د) آزمودنی‌ها را در دو مرحلهٔ پیش و پس‌آزمون نمایش می‌دهد.

جدول ۴. مقادیر مربوط به شاخص تودهٔ بدن و درصد چربی بدن آزمودنی‌ها در پیش و پس‌آزمون

متغیر	گروه	پیش‌آزمون میانگین±انحراف معیار	پس‌آزمون میانگین±انحراف معیار	t	مقدار p
شاخص تودهٔ بدن	استقامتی-قدرتی	۲۷/۰۴ ± ۲/۸	۲۶/۳۹ ± ۲/۸۱**	۹/۹۳۹	۰/۰۰۰
	قدرتی-استقامتی	۲۷/۵ ± ۲/۰۶	۲۷/۰۴ ± ۲/۲۱**	۶/۸۶۶	۰/۰۰۰
	شاهد	۲۷/۸۹ ± ۴/۱۷	۲۷/۹۳ ± ۴/۲۱	-۱/۳۰۹	۰/۲۲۳
درصد چربی بدن	استقامتی-قدرتی	۲۰/۴۷ ± ۴/۰۵	۱۷/۹۷ ± ۴/۵۴**	۵/۱۱۶	۰/۰۰۱
	قدرتی-استقامتی	۲۰/۹۷ ± ۳/۹۵	۱۹/۸۱ ± ۴/۳*	۳/۲۹	۰/۰۰۹
	شاهد	**۲۳/۸ ± ۶/۱۴**	**۲۴/۱ ± ۶/۳۷***	**-۱/۷۸۴**	**۰/۱۰۸**

*نشانهٔ معناداری ۰/۰۱ >P و ** نشانهٔ معناداری ۰/۰۰۱ >P

جدول ۵. مقادیر مربوط به توان هوازی و زمان واماندگی آزمودنی‌ها در پیش و پس‌آزمون

متغیر	گروه	پیش‌آزمون میانگین±انحراف معیار	پس‌آزمون میانگین±انحراف معیار	t	مقدار p
زمان واماندگی (ثانیه)	استقامتی-قدرتی	۱۳۰/۱ ± ۳۹/۲۲	۱۸۶/۶ ± ۵۰/۸۲**	-۱۰/۴۹۱	۰/۰۰۰
	قدرتی-استقامتی	۱۰۶/۴ ± ۲۸/۴۵	۱۳۰/۸۱ ± ۳۴/۹۸**	-۱۱/۸۲۵	۰/۰۰۰
	شاهد	۱۰۶ ± ۲۳/۱۹	۱۰۳/۷۷ ± ۲۲/۷**	۱۴/۴۵۵	۰/۰۰۰
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)	استقامتی-قدرتی	۵۵/۱۹ ± ۴/۱۳	۵۶/۶۸ ± ۴/۰۴**	-۵/۲۳۸	۰/۰۰۱
	قدرتی-استقامتی	۵۵/۶۴ ± ۲/۸۱	۵۶/۶۱ ± ۲/۹۳**	-۷/۶	۰/۰۰۰
	شاهد	۵۵/۲۵ ± ۲/۰۸	۵۵/۲۷ ± ۲/۱۲	۰/۲۴۲	۰/۸۱۴

*نشانهٔ معناداری ۰/۰۱ >P و ** نشانهٔ معناداری ۰/۰۰۱ >P

تمامی مقادیر شاخص تودهٔ بدن، درصد چربی بدن، حداکثر اکسیژن مصرفی و زمان واماندگی اختلاف معناداری را در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون در گروه‌های تمرینی به‌همراه داشتند (P< ۰/۰۱) (جدول‌های ۴ و ۵). میزان اختلاف کاهش درصد چربی بدن در گروه استقامتی-قدرتی به‌طور معناداری بیشتر از گروه قدرتی-استقامتی بود (P= ۰/۰۲۹). همچنین میزان افزایش زمان واماندگی در گروه استقامتی-قدرتی به‌طور معناداری بیشتر از گروه قدرتی-استقامتی بود (P= ۰/۰۰۱). در مورد میزان کاهش شاخص تودهٔ بدنی و افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی بین دو گروه اختلاف معناداری وجود نداشت (P> ۰/۰۵)(جدول ۶).

جدول ۶. نتایج آماری مربوط به تفاوت‌های موجود بین سه گروه در هر یک از متغیرهای مورد مطالعه براساس آزمون تعقیبی شفه

متغیر	تفاوت بین گروهی		مقدار p
شاخص تودهٔ بدنی	استقامتی-قدرتی	قدرتی-استقامتی	۰/۰۷۹
	استقامتی-قدرتی	شاهد	*۰/۰۰۰
	قدرتی-استقامتی	شاهد	*۰/۰۰۰
درصد چربی بدن	استقامتی-قدرتی	قدرتی-استقامتی	*۰/۰۲۹
	استقامتی-قدرتی	شاهد	*۰/۰۰۰
	قدرتی-استقامتی	شاهد	۰/۰۱۶
زمان واماندگی (ثانیه)	استقامتی-قدرتی	قدرتی-استقامتی	*۰/۰۰۱
	استقامتی-قدرتی	شاهد	*۰/۰۰۰
	قدرتی-استقامتی	شاهد	*۰/۰۰۰
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)	استقامتی-قدرتی	قدرتی-استقامتی	۰/۰۸۷
	استقامتی-قدرتی	شاهد	*۰/۰۰۰
	قدرتی-استقامتی	شاهد	*۰/۰۰۰

*نشانهٔ معناداری

بحث و نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش مقایسهٔ اثر توالی در تمرینات منتخب استقامتی و قدرتی همزمان (ترکیبی) بر بعضی از شاخص‌های عملکردی مردان تمرین‌کرده بود. یافته‌ها حاکی از آن است در هر دو گروه استقامتی-قدرتی و قدرتی-استقامتی کاهش معناداری در درصد چربی بدن نشان دادند (P<۰/۰۵). همچنین کاهش درصد چربی بدن در گروه استقامتی-قدرتی در مقایسه با گروه قدرتی-استقامتی به‌طور معناداری بیشتر بود (P= ۰/۰۲۹). کاهش معنادار درصد چربی بدن در گروه‌های تمرینی با نتایج پژوهش‌های پیشین مربوط (۲۴، ۲۱، ۵، ۴) همسو بود و در تمامی پژوهش‌های رجوع داده‌شده نیز کاهش درصد چربی بدن در مدت زمان پژوهش در گروه ترکیبی معنادار بود. اما در مغایرت با نتیجهٔ حاصله در خصوص اختلاف معنادار کاهش درصد چربی بدن بین دو گروه تمرینی، در پژوهش اکبرپور (۲۰۱۲)، با وجود کاهش معنادار درصد چربی بدن در دو گروه ترکیبی، تفاوت کاهش درصد چربی بدن بین دو گروه ترکیبی معنادار نبود و پژوهشگر مطرح کرده بود که ترتیب تمرین ترکیبی سبب ایجاد تفاوتی در کاهش درصد چربی بدن نمی‌شود. شایان ذکر است که برنامهٔ استقامتی پژوهش اکبرپور (۲۰۱۲) در زمرهٔ برنامه‌های استقامتی طولانی‌مدت قرار می‌گیرد (۲)، درحالی‌که در این پژوهش از برنامهٔ استقامتی اینتروال پرشدت[1] استفاده شد. در پژوهش دیویت و همکاران (۲۰۱۴) نیز نه‌تنها تفاوت کاهش درصد چربی بدن بین دو گروه معنادار نبود، بلکه کاهش درصد چربی بدن در درون گروه‌ها معنادار نبود (۱۵). همچنین در پژوهش علی‌محمدی و همکاران (۲۰۱۴) روی ۳۰ زن دارای اضافه‌وزن، اختلاف کاهش درصد چربی بدن در پیش و پس از تمرین معنادار بود. همچنین کاهش درصد چربی بدن در دو گروه ترکیبی در مقایسه با گروه شاهد معنادار بود. اما برخلاف این پژوهش در بین دو گروه ترکیبی اختلاف معناداری بین دو گروه وجود نداشت. علی‌محمدی و همکاران علت کاهش درصد چربی بدن در دو گروه ترکیبی را، میزان سوخت‌وساز پایهٔ بدن ذکر کردند (۳). تفاوت بین این سه پژوهش و پژوهش حاضر ممکن است به‌علت نوع برنامهٔ تمرینی استقامتی باشد، چراکه برنامهٔ استقامتی پژوهش‌های ذکرشده (۱۵، ۳، ۲) در زمرهٔ برنامه‌های استقامتی طولانی‌مدت قرار می‌گیرد، درحالی‌که برنامهٔ استقامتی پژوهش حاضر از نوع برنامهٔ تمرینی اینتروال پرشدت (HIIT) بود. با استناد به نتایج چند پژوهش مشخص شده که مقدار اکسیداسیون چربی در تمرینات HIIT بیشتر از تمرینات معمولی هوازی است (۴۸، ۳۱).

1. High intensity interval training

همچنین آزمودنی‌های این پژوهش‌ها افراد تمرین‌نکرده بودند، درحالی‌که در پژوهش حاضر از افراد تمرین‌کرده استفاده شده بود که خود می‌تواند به‌عنوان عاملی برای اکسیداسیون بیشتر چربی در نظر گرفته شود (۴۷).

مصرف انرژی بیشتر در حین تمرین ممکن است با سوزانده شدن بیشتر چربی همراه باشد (۳۷). کاتز[1] و همکاران (۲۰۱۰) پژوهشی روی ۱۵ آزمودنی زن در اولویت‌های مختلف ترتیب تمرین ترکیبی انجام دادند (گروه اول: تمرین مقاومتی در ابتدا و گروه دوم: تمرین هوازی در ابتدا). این پژوهش به‌صورت یک جلسهٔ حاد تمرینی صورت پذیرفت. مقدار انرژی مصرفی آزمودنی‌ها در طول پژوهش سنجیده شد. انرژی مصرف‌شده در طول تمرین گروه دوم ۹۰/۹ ± ۴۳۱/۲ کیلوکالری و در طول تمرین گروه اول ۹۳/۹ ± ۳۹۸/۳ بود. میانگین تفاوت بین دو گروه معنادار بود. بر مبانی نتایج این مطالعه، تمرینات هوازی که قبل از تمرینات مقاومتی صورت می‌پذیرد، تأثیر بیشتری بر کل انرژی مصرفی در آزمودنی‌ها داشته است. در این پژوهش برنامهٔ تمرینی طوری طراحی شده بود که آزمودنی‌ها در برنامهٔ هوازی به حداکثر ضربان قلب خود برسند و در برنامهٔ تمرینی حداکثر وزنه را جابه‌جا کنند. برای گروهی که تمرین هوازی ابتدا انجام می‌گرفت، این امکان وجود داشت که سرعت در حد بالاتری تنظیم شود تا به حداکثر ضربان قلب آزمودنی‌ها برسند و همین مسئله به سوزاندن کالری بیشتری در وهلهٔ هوازی تمرین همزمان منجر شده بود، درحالی‌که در تمرین مقاومتی این گروه کاهشی در مهار وزنه‌ها در مقایسه با گروه دیگر نداشت (۱۴). مصرف انرژی بیشتر در حالتی که کالری مصرفی روزانهٔ بین گروه‌ها برابر باشد، ممکن است موجب استفادهٔ بیشتر از ذخایر چربی بدن به‌عنوان سوخت برای بدن باشد که در نتیجهٔ آن درصد چربی بدن کاهش می‌یابد (۳۷).

از دیگر سازگاری‌های تمرین‌های استقامتی، افزایش ظرفیت عضلات تمرین‌کرده برای برداشت و سوزاندن چربی‌هاست. این امر از طریق افزایش دانسیتهٔ مویرگی در عضله رخ می‌دهد و بیشتر شدن ناحیهٔ سطحی برای برداشت FFA بیشتر از خون، افزایش فعالیت آنزیم‌های به حرکت درآورندهٔ چربی‌ها و متابولیزه کردن آنها را میسر می‌سازد. فعالیت لیپوپروتئین لیپاز موجود در اندوتلیوم مویرگی عضلات تمرین‌کرده و ظرفیت بتا اکسیداسیون FFA در درون میتوکندری افزایش می‌یابد (۳۶). از آن جهت که توسعهٔ استقامت در گروه استقامتی-قدرتی بیشتر بود و در پژوهشی مشابه که در مدت زمان بیشتر انجام گرفته بود (دوازده هفته)، توسعهٔ ظرفیت‌های استقامتی به‌طور معناداری در گروهی که تمرینات

1. Cutts

استقامتی را پیش از تمرینات قدرتی انجام داده بودند، بیشتر بود (۱۱). پس احتمالاً بنا به سازوکارهایی که گفته شد، دلیل کاهش بیشتر درصد چربی بدن ناشی از توسعهٔ بیشتر سازگاری‌های استقامتی با تمرین ترکیبی استقامتی-قدرتی باشد. همچنین نتایج پژوهش دروموند و همکاران (۲۰۰۵) صورت نشان داد انجام تمرین استقامتی قبل از قدرتی به افزایش بیشتر اکسیژن مصرفی پس از تمرین[1] (EPOC) منجر می‌شود (۱۷). EPOC و کالری مازادی که برای سوخت‌وساز پس از تمرین استفاده می‌شود، عامل مهمی در کاهش وزن است (۳۲).

پس از پنج هفته تمرین در هر دوی گروه‌های استقامتی-قدرتی و استقامتی-قدرتی شاهد معناداری حداکثر اکسیژن مصرفی بودیم (P<۰/۰۵). در پژوهش‌های پیشین نیز گزارش شده است که افزودن تمرین مقاومتی به تمرین استقامتی سبب بهبود کارایی عضلات از طریق تغییر نوع تار عضله می‌شود (با تبدیل تار نوع IIb به IIa) (۴۹) . این مسئله می‌تواند به‌طور کلی به قابلیت سوخت‌وساز اکسیداتیو کمک کند (۴۶). البته اختلاف افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی بین این دو گروه اختلاف معناداری نداشت (P>۰/۰۵). مقدار افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه استقامتی-قدرتی (۲/۷۶ درصد) بیشتر از قدرتی-استقامتی (۱/۷۴ درصد) بود. نتایج این پژوهش با یافته‌های پژوهش ولی‌زاده و همکاران (۲۰۱۰) مشابهت دارد؛ در آن پژوهش که روی ۲۸ نفر از دانشجویان مرد با سابقهٔ تمرینی فعال انجام گرفته بود، VO_{2max} به‌طور شایان ملاحظه‌ای در هر دو گروه استقامتی-قدرتی (۱۱/۷ درصد) و قدرتی-استقامتی (۱۱/۱ درصد) افزایش یافت، البته تفاوت معناداری بین این دو گروه مشاهده نشد، اما VO_{2max} در گروه استقامتی-قدرتی اندکی از گروه قدرتی-استقامتی بیشتر رشد داشت (۵۱). در پژوهش طرسی و همکاران (۲۰۱۱) نیز اختلاف بین دو گروه ترکیبی معنادار نبود. طرسی و همکاران بیان کردند که ترتیب تأثیری در توسعهٔ شاخص‌های استقامت ندارد و تمرین ترکیبی را می‌توان با ترتیب دلخواه انجام داد (۵۰). اما در پژوهش چتارا[2] و همکاران (۲۰۰۵) اختلاف افزایش VO_{2max} بین دو گروه معنادار بود و گروه استقامتی-قدرتی در VO_{2max} رشد ۱۳/۷ درصد و قدرتی-استقامتی ۱۰/۷ درصد رشد داشت. به عقیدهٔ آنها بهترین حالت توالی در تمرین ترکیبی برای نیل به اهداف هوازی، تمرین استقامتی و پس از آن قدرتی بود (۱۱). تفاوت نتایج پژوهش چتارا و همکاران و پژوهش حاضر ممکن است به‌دلیل مدت زمان بیشتر پژوهش باشد (دوازده هفته) که تجمیع بیشتر پاسخ‌های حاد می‌تواند به سازگاری‌های

1. Excess post-exercise oxygen consumption
2. Chtara

بیشتری بینجامد (۲۰). اما در پژوهش کولین و اسنو (۱۹۹۳) توسعهٔ بیشتر که معنادار نبود، در گروه قدرتی-استقامتی گزارش شد (۶/۷ در مقابل ۶/۲ درصد). کولین و اسنو[1] نیز توسعهٔ استقامت در تمرین ترکیبی را از ترتیب مستقل دانستند (۱۳). برخلاف نتیجه‌گیری چتارا و همکاران (۱۱)، گراوله و بلیسینگ[2] (۲۰۰۰) با وجود نبود اختلاف معنادار در VO_{2max} در بین دو گروه استقامتی-قدرتی و قدرتی-استقامتی، پیشنهاد داده بودند که تمرین استقامتی (در این پژوهش از ارگومتر پارویی برای تمرین استقامتی استفاده شده بود) اگر پس از تمرین قدرتی انجام گیرد، در توسعهٔ VO_{2max} مفیدتر است (۲۵). در خصوص گروه قدرتی-استقامتی خستگی باقیمانده از تمرین قدرتی می‌تواند به‌عنوان عاملی در کاهش رشد حداکثر اکسیژن مصرفی در نظر گرفته شود (۷) که روی نتایج مثبت تمرین ترکیبی در توسعهٔ استقامتی تأثیر منفی گذارد (۱۱).

نتایج پژوهش نشان داد که توسعهٔ سازگاری‌های استقامتی در تمرین ترکیبی که تمرین استقامتی پیش از تمرین قدرتی صورت می‌پذیرد، بیشتر است. همین طور کاهش درصد چربی بدن در گروه استقامتی-قدرتی به‌طور معناداری بیشتر از گروه قدرتی-استقامتی بود. برای آن دسته از ورزشکارانی که اهدافی چون چربی‌سوزی و بالا بردن زمان رسیدن به واماندگی (T_{lim}) را دارند، پیشنهاد می‌شود از تمرین استقامتی قبل از تمرین قدرتی استفاده کنند.

منابع و مآخذ

1. Adams G and Adams GM.(2001) "Exercise Physiology Laboratory Manual with PowerWeb: Health and Human Performance". McGraw-Hill Higher Education.
2. Akbarpourbeni M.(2012) "determining the effect of concurrent strength-endurance training on aerobic power and body composition in non-athletic male students". annals of biological research 3: 395-401.
3. Ali-Mohamadi M, Abbaspoor M, Rahimi R, and Hakimi M.(2014) "The Influence of Order Execution Components of the Strength andEndurance in the Concurrent Training on Lipid Profile and Body Composition in Overweight Females". World Applied Sciences Journal 29: 946-953.
4. Arazi H, Faraji H, Ghahremani-Moghadam M, and Samadi A.(2011) "Effects of concurrent exercise protocols on strength, aerobic power, flexibility and body composition. Kinesiology". Kinesiology 43.

1. Collin and Snow
2. Gravelle and Blessing

5. Balabinis CP, Psarakis CH, Moukas M, Vassiliou MP, and Behrakis PK.(2003) "Early phase changes by concurrent endurance and strength training". Journal of Strength and Conditioning Research 17: 393-4.۰۱
6. Bell GJ, Petersen SR, and Quinney HA.(1988) "Sequencing of Endurance and High velocity Strength Training.". Canada Journal Sports Science 13: 214-219.
7. Bell GJ, Peterson SR, Wessel J, Bagnal K, and Quinney HA.(1991) "physiological adaptations to concurrent endurance training and low velocity resistance training". International Journal of Sports and Medicine 12: 384-390.
8. Billat V, Renoux JC, Pinoteau J, Petit B, and Koralsztein JP.(1994) "Reproducibility of running time to exhaustion at VO2max in subelite runners". Medicine & Science in Sports & Exercise 26: 254-257.
9. Bishop D and Jenkins DG.(1999) "The effects of strength training On endurance performance and muscle characteristics". Medicine & Science in Sports & Exercise 31: 886-891.
10. Burgomaster KA, Hughes SC, Heigenhauser GJF, Bradwell SN, and Gibala MJ.(2005) "Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans."
11. Chtara M, Chamari K, Chaouachi M, Chaouachi A, Koubaa D, Feki Y, Millet GP, and Amri M.(2005) "Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity". British Journal Sports Med 39: 555–560.
12. Chtara M, Chaouachi A, Levin GT, Chaouachi M, Chamari K, Amri M, and Laursen PB.(2008) "Effect of Concurrent Endurance and Circuit Resistance Training Sequence on Muscular Strength and Power Development". Journal of Strength and Conditioning Research 22: 1037-1045.
13. Collins MA and Snow TK.(1993) "Are adaptations to combined endurance and strength training affected by the sequence of training?". Journal Sports Science 11: 485-491.
14. Cutts RR and P.Burn S.(2010) "Resistance and Aerobic Training Sequence Effects on Energy Consumption in Females". International Journal of Exercise Sciences 3: 143-149.
15. Davitt PM, Pellegrino JK, Schanzer JR, Tjionas H, and Arent SM.(2014) "The effects of a combined resistance training and endurance exercise program in inactive college female subjects: does order matter ."?J Strength Cond Res 28: 1937-1945.
16. Dolezal BA and Potteiger JA.(1998) "Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals". J Appl Physiol (1985) 85: 695-700.
17. Drummond MJ, Vehrs PR, Schaalje GB ,and Parcell AC.(2005) "Aerobic and resistance exercise sequence affects excess postexercise oxygen consumption". Journal of Strength and Conditioning Research 19: 332Y337.
18. Dudley GA and Djamil R.(1985) "Incompatibility of endurance- and strength-training modes of exercise". Journal of Applied Physiology 59: 1446-1451.
19. Ebbeling CB, Ward A, Puleo EM, Widrick J, and Rippe JM.(1991) "Development of a single-stage submaximal treadmill walking test". Med Sci Sports Exerc 23: 966-973.

20. Fleck SJ and Kraemer WJ.(2003) "Designing resistance training programs (third ed.)". Champaign: IL: Human Kinetics Books.
21. Ghahramanloo E, Midgley AW, and Bentley DJ.(2009) "The effect of concurrent training on blood lipid profile and anthropometrical characteristics of previously untrained men". J Phys Act Health 6: 760-766.
22. Gibala MJ, Gillen JB, and Percival ME. "Physiological and Health-Related Adaptations to Low-Volume Interval Training: Influences of Nutrition and Sex". Sports Med. 2014;44(Suppl 2):127-37. Epub 2014 Oct 30 doi:10.1007/s40279-014-0259-6.
23. Gibala MJ and McGee SL.(2008) "Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain?". Exerc Sport Sci Rev 36: 58-63.
24. Glowacki SP, Martin SE, Maurer A ,W B, Green JS, and Crouse SF.(2004) "Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men.". Med Sci Sports Exerc 36: 2119-2127.
25. Gravelle BL and Blessing DL.(2000) "Physiological adaptation in women concurrently training for strength and endurance". Journal of Strength and Conditioning Research 14: 5-13.
26. Hickson RC.(1980) "Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance". Eur J Appl Physiol Occup Physiol 45: 255-263.
27. Hodgdon JA BM.(1984) "Prediction of percent body fat for U.S. navy men and women from body circumferences and height.". Naval Health Research Center, San Diego Reports No. 84-29 and 84-11.
28. Jenkins, Laursen PB, and David G.(2002) "The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training". Sports Medicine 32: 53-73.
29. Jürimäe J and Jürimäe T.(2000) "concurrent resistance and endurance training programme for the improvement of physical fitness in middle-aged obese females". Kinesiologia Slovenica 6: 2.۲۹–۳
30. Kang J and Ratamess N.(2014) "Which Comes First? Resistance Before Aerobic Exercise or Vice Versa?". ACSM's Health & Fitness Journal 18: 9-14.
31. Klein JF, Horowitz, and Samuel.(2000) "Lipid metabolism during endurance exercise". American Journal of Clinic Nutrition 72(suppl): 558S–563S.
32. Laforgia J, Withers RT, Shipp NJ, and Gore CJ.(1997) "Comparison of energy expenditure elevations after submaximal and supramaximal running". Journal of Applied Physiology 82: 661-666.
33. Léger L and Mercier D.(1984) "Gross energy cost of horizontal treadmill and track running". Sports Medicine 1: 270-277.
34. LeMura LM, von Duvillard SP, Andreacci J, Klebez JM, Chelland SA, and Russo J.(2000) "Lipid and lipoprotein profiles, cardiovascular fitness, body composition, and diet during and after resistance, aerobic and combination training in young women". Eur J Appl Physiol 82: 451-458.
35. Leveritt M, Abernethy PJ, and Barry BK.(1999) "Concurrent Strength and Endurance Training. A Review.". Sports Medicine.۴۲۷-۴۱۳ :۲۸

36. Maughan RJ and Gleeson M.(2004) "The Biochemical Basis of Sports Performance". Oxford University Press.
37. McArdle WD, Katch FI, and Katch VL.(2010) "Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance". Lippincott Williams & Wilkins.
38. Mccarthy JP, Agre JC, Graf BK, Pozniak MA, and Vailas AC.(1995) "Compatibility of Adaptive Responses with Combining Strength and Endurance Training". Journal of Medicine Science in Sports Exercise 27: 429-436.
39. Morgan B, Woodruff SJ, and Tiidus PM.(2003) "Aerobic energy expenditure during recreational weight training in females and males". J Sports Sci Med 2: 117-122.
40. Nelson AG, Arnall DA, Loy SF, Silvester LJ, and Conlee RK.(1990) "Consequences of combining strength and endurance training regimens". Phys Ther 70: 287-294.
41. Ratamess NA and American College of Sports M.(2011) "ACSM's Foundations of Strength Training and Conditioning". Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
42. Robergs RA and Roberts S.(2000) "Fundamental Principles of Exercise Physiology: For Fitness, Performance, and Health". McGraw-Hill.
43. Sale DG, Jacobs I, MacDougall JD, and Garner. S.(1990) "Comparison of two regimens of concurrent strength and endurance training.". Med Sci Sports Exerc 22: 348-35.۶
44. Sale DS, Macdougall JD, and Jacobs I.(1990) "Interaction Between Concurrent Strength And endurance Training.". Journal of Appllied Physioliogy 68: 260-270.
45. Satiropulos A, Papapanagiotou A, Souglis A, and Serb.(2008) "Changes in hormonal and liPid profile after a soccer match in male amateur players". J Sports Sci 2: 31-36.
46. Staron RS, Malicky ES, Leonardi MJ, Falkel JE, Hagerman FC, and Dudley GA.(1990) "Muscle hypertrophy and fast fiber type conversions in heavy resistance-trained women". Eur J Appl Physiol Occup Physiol 60: 71-79.
47. Stisen AB, Stougaard O, Langfort J, Helge JW, Sahlin K, and Madsen K.(2006) "Maximal fat oxidation rates in endurance trained and untrained women". Eur J Appl Physiol 98: 497-506.
48. Talanian JL, Galloway SD ,Heigenhauser GJ, Bonen A, and Spriet LL.(2007) "Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women". Journal of Appllied Physiology 102: 1439-1447.
49. Tanaka H and Swensen T.(1998) "Impact of resistance training on endurance performance. A new form of cross-training?". Sports Med 25: 191-200.
50. Tarasi Z, Beiki Y, Hossini F, and Malaei M.(2011) "The Effect of the Sequence of Concurrent Strength and Endurance Training on Aerobic Capacity, Anaerobic Capacity and Maximum Strength of male Adolescents". Australian Journal of Basic and Applied Sciences 5: 1195-1201.
51. Valizade A, Azmoon H, and Meamarbashi A.(2010) "The effect of sequence order in combined training on maximal strength and Aerobic capacity". world applied science Journal 10: 797-802.

52. Van Gammeren D, Falk D, and Antonio J.(2002) "The effects of four weeks of ribose supplementation on body composition and exercise performance in healthy, young, male recreational bodybuilders: a double-blind, placebo-controlled trial". Current Therapeutic Research 63: 486-495.
53. Wilson JM, Marin PJ, Rhea MR, Wilson SM, Loenneke JP, and Anderson JC.(2012) "Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises". J Strength Cond Res 26: 2293-2307.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی