

مقایسه دو برنامه تمرین مقاومتی زمان‌بندی خطی معکوس و موجی روزانه با شدت و حجم برابر بر استقامت افراد غیر ورزشکار

دکتر محمدرضا حامدی نیا^۱

حسین عظیمی طرقداری^۲

دکتر امیر حسین حقیقی^۳

چکیده

هدف تحقیق حاضر مقایسه اثرات دو برنامه تمرین زمان‌بندی شده مقاومتی خطی معکوس و موجی روزانه با شدت و حجم برابر بر شاخص‌های استقامت بود. بدین منظور ۳۰ نفر از مردان غیر ورزشکار (با میانگین سنی $3/4 \pm 25/38$ سال، قد $6/4 \pm 176/23$ سانتی متر، شاخص توده بدن $2/19 \pm 24$ (کیلو گرم بر مترمربع) و حداکثر اکسیژن مصرفی $4/3 \pm 38$ (میلی لیتر به ازاء هر کیلوگرم از وزن بدن در دقیقه) به صورت داوطلبانه انتخاب گردیدند و به طور تصادفی به دو گروه تمرین مقاومتی زمان‌بندی خطی معکوس و موجی روزانه تقسیم شدند. برنامه زمان‌بندی خطی معکوس و موجی روزانه شامل انجام ۱۲ هفته تمرین مقاومتی و ۳ جلسه در هفته بود. تحلیل داده‌ها، نشان داد که تمرینات خطی معکوس و موجی روزانه، باعث بهبود معنادار ترکیب بدن، حداکثر اکسیژن مصرفی، استقامت عضلانی بالا تنه و پایین تنه و ضربان قلب بازیافت و استراحتی می‌شود ($P \leq 0/001$). بین دو برنامه تمرینات مقاومتی زمان‌بندی خطی معکوس و موجی روزانه از لحاظ تأثیرگذاری بر متغیرهای تحقیق، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. فقط در خصوص استقامت عضلات پایین تنه تمرینات موجی روزانه، باعث افزایش بیشتر استقامت پایین تنه شد ($P \leq 0/005$). در مجموع می‌توان گفت که دو برنامه تمرین مقاومتی زمان‌بندی خطی معکوس و موجی روزانه با شدت و حجم برابر بر استقامت افراد غیر ورزشکار اثر یکسانی دارد به جز در عامل استقامت عضلانی پایین تنه که برنامه زمان‌بندی موجی روزانه نسبت به برنامه زمان‌بندی خطی معکوس سازگاری بهتری را ایجاد می‌کند.

واژه‌های کلیدی: استقامت، برنامه زمان‌بندی شده، تمرین مقاومتی، برنامه خطی معکوس، برنامه موجی روزانه.

۱. دانشیار دانشگاه تربیت معلم سبزوار

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد تربیت معلم سبزوار

۳. استادیار دانشگاه تربیت معلم سبزوار

A comparison of reverse linear and daily undulating periodized resistance programs with equated volume and intensity on endurance of untrained men

Hamedinia, M. R (Ph.D)

Azimi Taraghdari, H (MSc)
Haghighi, A. H (Ph.D)

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to compare the effects of two resistance programs of daily undulating periodization and reverse linear periodization with the equal volume and intensity on endurance indexes.

Methodology: Thirty untrained, male volunteers 25.38 ± 3.4 years old and 176.23 ± 6.4 cm high were assigned to one of the two groups (under either the reverse linear or daily undulating periodized resistance programs). The reverse linear and daily undulating periodized resistance programs included 12 weeks of training, three sessions per week.

Results: The data analysis indicated that body composition, the muscular endurance of the upper and lower body, cardiovascular endurance, resting and recovery heart rate in both periodization programs increased significantly. Generally there are no significant differences between the two training programs. The only difference between the two programs is the significant increase in the muscular endurance of the lower part of the body in the daily undulating periodized program than the reverse linear periodization program.

Conclusion: In general daily undulating periodization creates higher adaptation in the muscular endurance of the lower body than the reverse linear periodization.

Key words: endurance, periodization program, resistance program, reverse linear, daily undulating .

مقدمه

واژه «استقامت» در اغلب مجامع و جلسات ورزشی بر سر زبان‌هاست، بالاخص که اکثر رشته‌های ورزشی با عامل استقامت سر و کار دارند و وجود آن، نقش بسیار حیاتی در پیروزی و موفقیت ورزشکاران یا تیم‌های ورزشی دارد (۹). مقدار بار در برنامه تمرین قدرتی ویژه ورزشکاران استقامتی، باید نزدیک به مقادیر مقاومتی هنگام رقابت باشد؛ خوشبختانه، دستگاه عصبی - عضلانی، توانایی سازگاری با هر نوع تمرین را دارد؛ با این حال، این دستگاه با تمرینی سازگار خواهد شد که با آن روبه‌رو شود (۱۰). از آنجا که مؤثر بودن تمرینات مقاومتی به ترکیب عواملی از جمله شدت، تکرار و حجم تمرینات وابسته است (۱۵) و تمرین از نظر زمانی، پرهزینه است و ورزشکاران نمی‌توانند وقت خود را روی فعالیت‌هایی تلف کنند که موجب بهبود عملکرد ورزشی آن‌ها نمی‌شود، طراحی و زمان‌بندی مؤثر تمرینات مقاومتی برای این ورزشکاران اهمیت خاصی دارد. در گذشته، تمرینات مقاومتی به وسیله تعداد کمی از افراد اجرا می‌شد (مثل ورزشکاران قدرتی و اندام پرورها)، امروزه تمرینات مقاومتی از سوی سازمان‌های معتبر جهانی مثل کالج آمریکایی طب ورزشی و انجمن قلب آمریکا برای عموم مردم توصیه می‌شود (۷، ۶). قدرت و استقامت عضلانی حاصل از تمرینات مقاومتی برای سلامت عمومی و آمادگی جسمانی افراد، اهمیت خاصی دارد و توانایی افراد را جهت شرکت در فعالیت‌های جسمانی اوقات فراغت و نیز اجرای آسان تر فعالیت‌های روزمره زندگی بهبود می‌دهد، و باعث می‌شود افراد استقلال عملکردی را برای مدت بیشتری از عمر حفظ کنند. تمرین‌های مقاومتی برای توسعه دستگاه عضلانی ضروری است. از طرفی تأثیر تمرینات مقاومتی به ترکیب عواملی از جمله شدت تمرینات (بار)، حجم تمرینات (تعداد دوره‌ها و تکرارها)، مدت استراحت بین ست‌ها و حرکات، تکرار تمرینات در هفته و سرعت اجرای حرکات یا به طور خلاصه زمان‌بندی تمرینات وابسته است (۱۵، ۱۴).

کلید عمل موفقیت‌آمیز در تمرینات مقاومتی در هر سطح از آمادگی یا سنی استفاده از یک برنامه طراحی شده است تا سازگاری‌های ایجاد شده از تمرینات مقاومتی در جهت بهبود اهداف ویژه ورزش مورد نظر باشد (۲۲). زمان‌بندی و طراحی متغیرهای شدت و مدت برنامه‌ها تأثیر بیشتری در بهبود قدرت و توده عضلانی نسبت به برنامه‌های تمرین مقاومتی زمان‌بندی نشده، دارد (۲۹، ۲۷، ۸)، و برای پیشرفت در تمرینات مقاومتی مؤثرتر است (۱۳). برنامه‌های تمرینی زمان‌بندی شده‌ای که در سال‌های اخیر مورد استفاده قرار گرفته است برای رسیدن به اهداف از پیش تعیین شده، نسبت به برنامه‌های تمرینی غیر زمان‌بندی شده، نتایج بهتری را نشان داده‌اند (۱۵، ۱۴). بنابراین استفاده از برنامه‌های زمان‌بندی شده توصیه شده است. از بین انواع برنامه‌های زمان‌بندی شده، برنامه زمان‌بندی خطی معکوس و موجی روزانه رایج‌تر است، در برنامه زمان‌بندی خطی معکوس روند تغییر حجم و شدت تمرینات برعکس زمان‌بندی خطی می‌باشد. بدین ترتیب که با انجام تمرینات، به مرور زمان، حجم افزایش و شدت تمرینات کاهش می‌یابد زمان‌بندی موجی به وسیله پولیکوین^۱ (۱۹۸۸) تشریح شد و با زمان‌بندی خطی متفاوت است، در این برنامه، حجم و شدت تمرینات نسبتاً به طور تکراری هر ۴ هفته یک بار تغییر می‌کند. زمان‌بندی موجی شامل افزایش و کاهش حجم و

شدت تمرینات - هر دو - در طول چرخه‌های تمرینی است. بعدها ایده برنامه زمان‌بندی موجی روزانه به وسیله ری و همکارانش^۱ (۲۰۰۲) ارائه شد. بر اساس این برنامه، حجم و شدت تمرینات به صورت روزانه تغییر می‌نماید (۲۵).

همان‌طور که بیان شد، تحقیقات قبلی، نتایج به دست آمده از برنامه‌های زمان‌بندی و غیر زمان‌بندی شده را با یکدیگر مقایسه کرده و نشان داده‌اند که برنامه‌های زمان‌بندی در مقایسه با برنامه‌های غیر زمان‌بندی شده بهتر است (۲۱، ۱۵)، مطالعاتی که تأثیر و تفاوت برنامه‌های زمان‌بندی شده را با یکدیگر مقایسه کرده‌اند، شاخص‌های قدرت و توان را مد نظر قرار داده‌اند (۲۵، ۲۴). تا آنجا که ما بررسی کردیم، فقط در یک مطالعه اثرات برنامه‌های زمان‌بندی شده بر استقامت آن هم استقامت عضلانی بررسی شده است (۲۶). با توجه به این که تا این زمان، این دو برنامه (زمان‌بندی خطی معکوس و موجی روزانه)، هر دو نتایج خوبی در کسب قدرت، توان و استقامت عضلانی داشته‌اند (۲۶، ۲۵). بنابراین هدف ما در این تحقیق مقایسه اثرات دو برنامه مقاومتی زمان‌بندی خطی معکوس و موجی روزانه با شدت و حجم برابر بر استقامت مردان غیر ورزشکار است.

روش‌شناسی تحقیق

بعد از اعلان عمومی و آمادگی افراد غیر ورزشکار که ویژگی‌های آن‌ها در جدول شماره ۱ ارائه شده است، پرسش‌نامه سلامتی و آمادگی برای فعالیت بدنی تکمیل شد و آزمودنی‌ها با شیوه کار آشنا شدند و در طرح تحقیق که به صورت متقاطع بود، شرکت کردند. بدین صورت که در ابتدا از تمامی آزمودنی‌ها آزمون‌ها گرفته شد، سپس ۱۵ نفر از آزمودنی‌ها در ۶ هفته اول، تمرینات زمان‌بندی خطی معکوس را انجام می‌دادند و ۱۵ نفر دیگر تمرینات زمان‌بندی موجی روزانه را انجام می‌دادند. بعد از پایان ۶ هفته اول تمرینات از تمامی آزمودنی‌ها آزمون‌ها گرفته شد و آزمودنی‌ها به مدت ۳ هفته حرکات سبک ورزشی و یا تمرینات مقاومتی سبک را انجام دادند. بعد از پایان ۳ هفته از تمامی آزمودنی‌ها آزمون‌ها دوباره گرفته شد و در ادامه تمرینات ۱۵ نفر از آزمودنی‌هایی که در ۶ هفته اول، تمرینات زمان‌بندی خطی معکوس را انجام دادند به مدت ۶ هفته تمرینات زمان‌بندی موجی روزانه را انجام دادند و ۱۵ نفری که تمرینات زمان‌بندی موجی روزانه را در ۶ هفته اول انجام می‌دادند در ۶ هفته دوم، تمرینات زمان‌بندی خطی معکوس را انجام دادند هر هفته ۳ جلسه تمرین انجام شد. و در پایان از تمامی آزمودنی‌ها آزمون‌ها دوباره گرفته شد.

نحوه اندازه‌گیری متغیرها

استقامت قلبی - عروقی؛ مسافتی که آزمودنی‌ها در آزمون عملکرد استقامتی (آزمون کوپر) به دست آوردند در فرمول $\{ (۵۰۴/۹) - \text{مسافت به متر} \}$ تقسیم بر $\{ ۴۴/۷۳ \}$ قرار گرفت تا حد اکثر اکسیژن مصرفی بر حسب میلی لیتر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در دقیقه برآورد شود (۱۷).

حد اکثر قدرت عضلانی؛ برای مشخص کردن حد اکثر قدرت عضلانی، آزمودنی‌ها ۲ ست با وزنه تخمینی ۵۰ و ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه به ترتیب ۵ و ۲ تکرار را برای گرم کردن اجرا کردند. بعد از آن وزنه‌ها به طور پیش رونده افزایش می‌یافت تا این که یک تکرار بیشینه به دست آید؛ البته بین هر تلاش ۳ تا ۵ دقیقه استراحت داده شد (۲۰). برای تمام حرکات اسکات، پرس سینه، سرشانه از جلو، حرکت همسترینگ، جلو بازو، پرس پا، پرس بالا سینه، سرشانه از پشت، حرکت چهارسر، پشت بازو، باز شدن کمر و دوقلو پاروئی حد اکثر قدرت تعیین شد.

استقامت عضلانی پایین تنه (اسکات) و بالاتنه (پرس سینه): آزمودنی‌ها با استفاده از وزنه ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه، حرکت صحیح اسکات و پرس سینه را تا واماندگی اجرا کردند؛ بدین ترتیب تعداد حرکات صحیح اسکات و پرس سینه به عنوان استقامت عضلانی پایین تنه و بالاتنه ثبت شد (۲۱، ۲۲).

میزان درک فشار؛ با استفاده از حد اکثر ضربان قلبی که افراد بعد از پایان ۱۲ دقیقه دویدن به آن می‌رسیدند و ارتباطی که ضربان قلب حد اکثر با آزمون درک فشارکار (آزمون بورگ) داشت، میزان درک فشار افراد بین اعداد ۶ تا ۲۰ ثبت شد (۳۰).

محیط اندام‌ها؛ به وسیله سانی متر در طرف راست بدن اندازه‌گیری شد؛ البته در هنگام اندازه‌گیری، آزمودنی‌ها، حداقل لباس را به تن داشتند. محل اندازه‌گیری دور بازو، نقطه میانی بین آرنج و شانه، دور سینه یک سانتی متر بالای نوک پستان‌ها، و دور ران یک سوم ابتدایی ران محلی که عضله سرینی تمام می‌شود بود.

درصد چربی بدن: برای مشخص کردن درصد چربی بدن با استفاده از کالیپر (مدل میکوشا نوع پت ۳۷۶۸۴۳ ساخت ژاپن) چربی زیر پوستی سه نقطه سینه‌ای، شکمی و رانی (به میلی متر در طرف راست بدن) اندازه‌گیری شد و با استفاده از معادله جکسون و پولاک^۱ (۱۹۸۰)، ابتدا چگالی بدن با فرمول زیر (سن) $۰/۰۰۰۲۵۷۴ -$ (مجموع ضخامت پوستی ۳ نقطه) $+۰/۰۰۰۰۰۱۶$ (مجموع ضخامت پوستی ۳ نقطه) $۰/۰۰۰۸۲۶۷ -$ $۱/۱۰۹۳۸۰ =$ چگالی محاسبه و با قرار دادن چگالی بدن در فرمول $(۴/۹۵)$ تقسیم بر چگالی بدن - $۴/۵۰$ ، درصد چربی بدن محاسبه شد.

تمرینات مقاومتی زمان‌بندی خطی معکوس و موجی روزانه

برنامه مقاومتی زمان‌بندی خطی معکوس به این صورت بود که آزمودنی‌ها طبق جدول ۱ در هفته اول و دوم ۳ ست ۲۰ تکراری، در هفته سوم و چهارم ۳ ست ۲۵ تکراری و در هفته پنجم و ششم ۳ ست ۳۰ تکراری اجرا می‌کردند. ۶ هفته دوم نیز برنامه به همین صورت تکرار شد. برنامه مقاومتی زمان‌بندی شده موجی روزانه بدین طریق اجرا شد که آزمودنی‌ها طبق جدول ۲ در جلسه اول هر هفته، ۳ ست ۲۰ تکراری، در جلسه دوم هر هفته، ۳ ست ۲۵ تکراری و در جلسه سوم، هر هفته، ۳ ست ۳۰ تکراری اجرا می‌کردند. استراحت بین ست‌ها ۱ دقیقه در نظر گرفته شد (۳). در تمرینات از حرکات اسکات، پرس سینه، سرشانه از جلو، حرکت همسترینگ، جلو بازو، درازونشست، پرس پا، پرس بالا سینه، سر شانه از پشت، حرکت چهارسر، پشت بازو، باز شدن کمر، دوقلو پاروئی و دویدن در جا استفاده شد.

جدول ۱. ویژگی‌های آزمودنی‌ها

خطی معکوس موجی روزانه

قد (سانتی متر) $175 \pm 9/76$ $176 \pm 9/41$

وزن (کیلوگرم) $74 \pm 8/76$ $75 \pm 8/41$

سن (سال) $24 \pm 2/19$ $25/94 \pm 2/04$

BMI (kg/m^2) $24 \pm 2/19$ $23/94 \pm 2/04$

$38 \pm 4/2$ $38 \pm 4/3$ $1^{-1}/\text{min}^{-1} \text{Vo}_2\text{max (ml/kg)}$

جدول ۲. شاخص‌های تمرینی برنامه مقاومتی زمان‌بندی خطی معکوس و موجی روزانه

گروه خطی معکوس	هفته ۱، ۲، ۷، ۸	هفته ۳، ۴، ۹، ۱۰	هفته ۵، ۶، ۱۱، ۱۲
تکرارها و ست‌ها	۳×۲۰	۳×۲۵	۳×۳۰
شدت	۴۰ درصد 1RM	۳۵ درصد 1RM	۳۰ درصد 1RM
درازونشست، باز شدن کمر، دویدن در جا زانو بلند	(ثانیه) ۳×۲۰ (ست)	(ثانیه) ۳×۳۰ (ست)	(ثانیه) ۳×۴۰ (ست)
گروه موجی روزانه	جلسه اول هر هفته	جلسه دوم هر هفته	جلسه سوم هر هفته
تکرارها و ست‌ها	۳×۲۰	۳×۲۵	۳×۳۰
شدت	۴۰ درصد 1RM	۳۵ درصد 1RM	۳۰ درصد 1RM
درازونشست، باز شدن کمر، دویدن در جا زانو بلند	(ثانیه) ۳×۲۰ (ست)	(ثانیه) ۳×۳۰ (ست)	(ثانیه) ۳×۴۰ (ست)

برابرسازی حجم های تمرین

حجم کلی دو نوع تمرین با استفاده از حاصل ضرب تکرارها در ستها و مقدار بار جا به جا شده در هر حرکت (درصدی از یک تکرار بیشینه) محاسبه شد. با توجه به مساوی بودن تکرارها، ستها، هفته ها و بارها در دو برنامه حجم کلی دو برنامه یکسان بود. همچنین برای رعایت اصل اضافه بار، هر دو هفته یک بار از آزمودنی ها آزمون یک تکرار بیشینه گرفته شد و بر اساس درصدی از یک تکرار بیشینه جدید وزنه ها انتخاب و تکرارها انجام شد.

روش های آماری

برای تعیین اثرات تمرینات مقاومتی زمان بندی خطی معکوس و موجی روزانه بر عوامل مشخص شده از t همبسته و برای مقایسه اختلاف اثرات دو برنامه زمان بندی خطی معکوس و موجی روزانه بر عوامل مشخص شده از t مستقل استفاده شد.

یافته های تحقیق

همان طور که نتایج در جدول ۳ ارائه شده تحلیل داده ها نشان داد که تمرینات خطی معکوس و موجی روزانه باعث کاهش معنادار درصد چربی بدن به میزان ۶ درصد، افزایش معنادار توده بدون چربی به میزان ۱ درصد بهبود معنی دار مسافت ۱۲ دقیقه دویدن به میزان ۷ درصد (۱۷۸ متر) در گروه خطی معکوس و ۸ درصد (۱۸۸ متر) در موجی روزانه، بهبود معنی دار استقامت قلبی عروقی (VO_{2max}) به میزان ۱۰ درصد در هر دو گروه، بهبود معنی دار استقامت عضلانی بالا تنه (پرس سینه) در هر دو گروه به میزان ۲۴ درصد، بهبود معنی دار استقامت عضلات شکمی در گروه خطی معکوس به میزان ۸ درصد و ۱۰ درصد در گروه موجی روزانه، بهبود معنی دار استقامت عضلانی پایین تنه در گروه خطی معکوس به میزان ۲۱ درصد و ۲۸ درصد در گروه موجی روزانه، کاهش معنی دار ضربان قلب بازیافت در ۲، ۴ و ۶ در هر دو گروه به میزان ۳ درصد و ضربان قلب استراحتی به میزان ۱/۵ درصد شد ($p \leq 0/001$).

بین دو برنامه تمرینات مقاومتی زمان بندی خطی معکوس و موجی روزانه از لحاظ تأثیر گذاری بر متغیرهای ترکیب بدن، وزن، دور بازو، سینه، ران، شاخص توده بدن، استقامت قلبی - عروقی و عملکردی، استقامت عضلانی بالاتنه و شکمی، ضربان قلب استراحت و بازیافت و آزمون درک فشار تفاوت معنی داری مشاهده نشد. بین دو برنامه تمرینی زمان بندی شده خطی معکوس و موجی روزانه از لحاظ اثر گذاری بر استقامت عضلات پایین تنه تفاوت معناداری مشاهده شد ($p \leq 0/005$) و تمرینات موجی روزانه باعث افزایش بیشتر استقامت پایین تنه شد.

جدول ۳. متغیرهای وابسته قبل و بعد از تمرینات مقاومتی زمان‌بندی خطی معکوس و موجی روزانه

نوع برنامه		برنامه خطی معکوس		برنامه موجی روزانه	
متغیرها		قبل از تمرین	بعد از تمرین	قبل از تمرین	بعد از تمرین
وزن (کیلوگرم)		۷۴ ± ۸/۷۶	۷۴ ± ۸/۴۱	۷۴ ± ۹/۰۵	۷۴ ± ۸/۸۰
درصد چربی بدن		۱۸ ± ۴/۵۲	۱۷ ± ۴/۱۸*	۱۸ ± ۴/۴۶	۱۷ ± ۴/۱۰*
توده بدون چربی (کیلوگرم)		۶۰ ± ۵/۴۲	۶۱ ± ۵/۳۷*	۶۰ ± ۵/۶۱	۶۱ ± ۵/۵۱*
BMI (kg/m ²)		۲۴ ± ۲/۱۹	۲۳/۹۴ ± ۲/۰۴	۲۴ ± ۲/۲۸	۲۴ ± ۲/۲۳
دور بازو (cm)		۲۹ ± ۲/۵۴	۲۹ ± ۲/۶۲	۲۹ ± ۲/۷۸	۲۹ ± ۲/۷۸
دور سینه (cm)		۹۵ ± ۷/۱۸	۹۵ ± ۷/۴۸	۹۵ ± ۷/۳۳	۹۵ ± ۷/۴۴
دور ران (cm)		۵۹ ± ۱۰/۷۳	۵۹ ± ۱۰/۰۱	۵۹ ± ۱۰/۴۰	۵۹ ± ۱۰/۴۲
مسافت ۱۲ دقیقه دویدن (متر)		۲۲۴۶ ± ۱۹۶	۲۴۲۵ ± ۱۹۵*	۲۲۳۸ ± ۲۸۰	۲۴۲۶ ± ۲۷۱*
Vo ₂ max (ml/kg/min)		۳۸ ± ۳/۴	۴۲ ± ۴/۲*	۳۸ ± ۶/۱	۴۲ ± ۶*
استقامت عضلانی بالاتنه (تعداد)		۲۱ ± ۶/۵۹	۲۶ ± ۶/۳۳*	۲۱ ± ۶/۷۴	۲۶ ± ۶/۵۸*
استقامت عضلانی پایین تنه (تعداد)		۲۳ ± ۶/۳۷	۲۸ ± ۶/۲۳*	۲۱ ± ۵/۵۶	۲۸ ± ۵/۹۱**
دراز و نشست (تعداد)		۴۱ ± ۷/۲۶	۴۴ ± ۶/۷۰	۴۰ ± ۷/۵۳	۴۴ ± ۷/۰۹
ضربان قلب ریکاوری دقیقه ۶		۱۰۸ ± ۱۰/۴۲	۱۰۵ ± ۹/۹۲*	۱۰۷ ± ۱۱/۳۸	۱۰۵ ± ۱۰/۷۳*
ضربان قلب استراحتی		۶۱ ± ۴/۲۷	۶۰ ± ۴/۲۶*	۶۱ ± ۴/۵۶	۶۰ ± ۴/۱۳*
آزمون درک فشار		۱۸/۷۹ ± ۰/۵۶	۱۸/۷۹ ± ۰/۵۵	۱۸/۸۱ ± ۰/۵۴	۱۸/۸۰ ± ۰/۵۶
قد (سانتی متر)		۱۷۵ ± ۹/۷۶	۱۷۵ ± ۹/۷۶	۱۷۶ ± ۹/۴۱	۱۷۶ ± ۹/۴۱
سن (سال)		۲۴ ± ۲/۱۹	۲۴ ± ۲/۱۹	۲۵/۹۴ ± ۲/۰۴	۲۵/۹۴ ± ۲/۰۴

مقادیر بر حسب میانگین ± انحراف استاندارد بیان شده است

* $p < 0.05$ تفاوت گروه قبل از تمرین نسبت به بعد از تمرین

** $p < 0.05$ تفاوت بین دو گروه

بحث و نتیجه‌گیری

برنامه‌های مقاومتی زمان‌بندی خطی معکوس و موجی روزانه باعث بهبود معنی‌دار استقامت قلبی عروقی و عملکرد استقامتی شد و بین دو برنامه تمرینی تفاوت معناداری مشاهده نشد. در واقع تمرینات مقاومتی شدید تأثیر ناچیزی بر استقامت قلبی عروقی دارد. کرامر (۲۰۰۳) پس از انجام تمرینات مقاومتی در دو گروه زمان‌بندی و غیر زمان‌بندی نشان داد که VO_{2max} به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. از طرفی نشان داده شده است که استفاده از مقاومت سبکتر از ۴۰ تا ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه و استراحت کوتاه بین حرکات، استقامت هوازی را بهبود می‌بخشد (۱۴). برخی از مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات مقاومتی به تنهایی باعث افزایش توان هوازی می‌شود (۱۸). همچنین نشان داده شده است که تمرینات مقاومتی با تکرار بالا برای بهبود استقامت عضلانی (۷، ۶) و استقامت هوازی مفید است (۲۹). در این تحقیق شدت تمرینات کم و تکرارها بیشتر از ۱۵ تکرار بود، بنابراین بهبود استقامت قلبی عروقی و عملکردی در این تحقیق دور از انتظار

نمود. برنامه‌های مقاومتی زمان‌بندی خطی معکوس و موجی روزانه احتمالاً با ایجاد برخی از سازگاری‌های مانند تغییر تارهای عضلانی، تغییر تارهای نوع دو و شرکت میوفیبریل‌ها در تمرینات مقاومتی (۲۰) افزایش حجم پلاسمای، افزایش حجم ضربه‌ای، افزایش تعداد و اندازه میتوکندری، افزایش غلظت آنزیم‌های میتوکندری، افزایش ظرفیت اکسیده کردن لیپید و افزایش ذخیره گلیکوژن باعث افزایش معنادار استقامت قلبی - عروقی و عملکرد استقامتی مردان غیر ورزشکار شد (۴، ۱). برنامه خطی معکوس و موجی روزانه در بهبود عملکرد استقامتی و VO_{2max} تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. یکی از دلایل آن می‌تواند برابر بودن حجم تمرینات در دو برنامه باشد.

همچنین برنامه زمان‌بندی خطی معکوس و موجی روزانه استقامت عضلانی بالا تنه و پایین تنه را به طور معنی‌داری بهبود داد؛ اما استقامت عضلانی پایین تنه در گروه موجی روزانه بهبود بیشتری داشت و بین استقامت عضلانی بالا تنه دو گروه تفاوت معناداری مشاهده نشد. ری و همکارانش (۲۰۰۳) تفاوت معنی‌داری بین دو برنامه مقاومتی زمان‌بندی خطی معکوس و موجی روزانه از لحاظ تأثیر روی استقامت عضلانی مشاهده نکردند؛ البته آن‌ها، بهبود استقامت را نیز در اثر این دو برنامه مشاهده نکردند. احتمالاً برنامه زمان‌بندی موجی روزانه با ایجاد تنوع در هر جلسه تمرین باعث شد آزمودنی‌ها در استقامت عضلانی پایین تنه نتایج بهتری را کسب کنند و سازگاری بیشتری نشان دهند. بهبود استقامت عضلانی با افزایش قدرت عضلانی و تغییر در الگوهای متابولیک و گردش خون موضعی، رخ می‌دهد. علاوه بر این موارد، بهبود استقامت عضلانی احتمالاً به دلیل اقتصادی عمل کردن و افزایش کارایی اجرای حرکات اتفاق می‌افتد (۵).

برنامه‌های زمان‌بندی خطی معکوس و موجی روزانه باعث کاهش معنادار درصد چربی بدن و افزایش معنی‌دار توده بدون چربی شدند و بین دو برنامه تمرینی تفاوت معناداری مشاهده نشد. یافته ما، همسو با یافته‌های کالدول (۲۰۰۴) و بوفورد (۲۰۰۶) است؛ البته گلوواکی (۲۰۰۴)، ایزکواردو (۲۰۰۳)، کرامر (۲۰۰۱) و مارکس (۲۰۰۱) نشان دادند که پس از انجام تمرینات مقاومتی زمان‌بندی شده درصد چربی بدن کاهش معناداری دارد. با این حال ری و همکارانش (۲۰۰۲) عدم تغییر معنی‌دار درصد چربی بدن را پس از انجام تمرینات مقاومتی زمان‌بندی شده خطی و موجی گزارش نمودند (۲۵). از آنجا که وزن بدن در این تحقیق تغییر نکرد ولی وزن بدون چربی افزایش یافت احتمالاً پروتئین‌های ساختاری عضلات، بافت همبند عضلات و دیگر اجزاء ساختاری عضلات مثل تار عضلانی، شبکه سارکوپلاسمی، فیلامان‌های اکتین و میوزین افزایش پیدا کرده است (۵). در نتیجه توده بدون چربی افزایش و درصد چربی بدن کاهش معناداری داشت. از آنجا که بین دو برنامه تمرینی تفاوت معناداری در کاهش درصد چربی وجود نداشت، انرژی مصرفی دو برنامه به دلیل حجم برابر دو برنامه احتمالاً با یکدیگر برابر بود. با توجه به این که این تمرینات برای بهبود استقامت طراحی شده بود و تمرینات استقامتی باعث سازگاری در افزایش فعالیت آنزیم‌های بتا اکسیداسیون می‌شود و ظرفیت اکسید کردن لیپید افزایش می‌یابد، در نتیجه از چربی به عنوان منبع انرژی استفاده می‌شود (۲) و از درصد چربی بدن کم می‌شود. به عبارتی تمرینات مقاومتی با افزایش سوخت و ساز و مصرف انرژی بیشتر باعث کاهش درصد چربی بدن و افزایش توده عضلانی می‌شوند (۱۷).

اثر برنامه زمان‌بندی خطی معکوس و موجی روزانه بر محیط اندام‌ها (بازو، سینه، شکم، باسن، ران) معنادار نبود و بین دو گروه تفاوت معناداری مشاهده نشد بوفورد (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای نشان داد در اثر تمرینات مقاومتی زمان‌بندی خطی و موجی روزانه محیط سینه و ران افزایش می‌یابد و بین دو برنامه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (۱۱). ری و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند بعد از انجام تمرینات مقاومتی در دو گروه زمان‌بندی شده خطی و موجی روزانه محیط سینه و ران تغییری نکرد (۲۵). که همسو با یافته‌های ماست. ری و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که محیط ران در اثر تمرینات مقاومتی موجی روزانه و خطی معکوس کاهش یافت (۲۶). از آنجا که تمرینات زمان‌بندی خطی معکوس و موجی روزانه ما برای بهبود استقامت طراحی شده بود، سازگاری بیشتر احتمالاً در تارهای نوع یک مقاوم به خستگی ایجاد شده بود و هیپرتروفی قابل ملاحظه‌ای معمولاً در این تارها رخ نمی‌دهد و تأثیری بر روی محیط اندام‌ها ندارد (۲۸).

برنامه زمان‌بندی خطی معکوس و موجی روزانه، ضربان قلب استراحتی و بازیافت بعد از ۱۲ دقیقه دویدن در دقایق دو، چهار و شش را به طور معنی‌داری کاهش داد، و بین دو گروه تفاوت معناداری مشاهده نشد. به طور کلی، شخصی که آماده‌تر است، پس از یک سلسله فعالیت ورزشی استاندارد شده، سریع‌تر از شخصی که آمادگی کمتری دارد، به حالت اولیه باز می‌گردد (۵). تمرین مقاومتی نیز سبب کاهش ضربان قلب در حال استراحت و تمرینات زیر بیشینه می‌شود؛ اما همه تحقیقات چنین کاهش را تأیید نکرده‌اند (۱۸). به نظر می‌رسد این تغییرات به ویژگی‌های برنامه تمرین مقاومتی مثل حجم تمرین، شدت تمرین، مدت تمرین، طول زمان استراحت بین دوره‌های تمرین و مقدار توده عضلانی که به کار گرفته شده بستگی دارد (۵). سازوکارهایی که باعث کاهش ضربان قلب در نتیجه تمرینات مقاومتی می‌شوند، هنوز مشخص نشده‌اند. ولی ممکن است به علت تغییر اندازه قلب و قدرت انقباضی آن باشد که در نتیجه تمرین حاصل شده است (۱۷). همچنین تمرینات، فعالیت عصب پاراسمپاتیک را افزایش می‌دهد و از طرفی هم فعالیت عصب سمپاتیک را کاهش می‌دهد (۵). به علت ماهیت استقامتی تمرینات مقاومتی، سازوکارهای فوق‌الذکر احتمالاً باعث کاهش ضربان قلب استراحتی و بازیافتی آزمودنی‌های ما شد.

اثر برنامه زمان‌بندی خطی معکوس و موجی روزانه بر آزمون درک فشار بعد از پایان ۱۲ دقیقه دویدن معنادار نبود و بین دو گروه تفاوت معناداری مشاهده نشد. بوفورد (۲۰۰۶) نیز مشاهده نمود که دو برنامه مقاومتی زمان‌بندی خطی و موجی روزانه تأثیر معنی‌داری بر آزمون درک فشار ندارد. از آنجا که رکوردها بهبود یافت، آزمودنی‌ها قبل و بعد از تمرینات با حد اکثر تلاش در آزمون شرکت کردند، بنابراین آزمون درک فشار هم در هر دو حالت حد اکثر تلاش و حد اکثر تحمل فشار را نشان می‌داد، احتمالاً با توجه به بهبود عملکرد استقامتی آزمودنی‌ها و تلاش حد اکثر آن‌ها قبل از تمرینات و بعد از تمرینات، عدم تغییر آزمون درک فشار منطقی به نظر می‌رسد.

به طور کلی از این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که هر دو برنامه زمان‌بندی مقاومتی خطی معکوس و موجی روزانه باعث بهبود استقامت، ترکیب بدن، ضربان قلب استراحتی و ضربان قلب بازیافت می‌شود و بین دو برنامه تمرینی تفاوت معناداری وجود ندارد، تمرینات موجی روزانه نسبت به تمرینات خطی

معکوس باعث افزایش بیشتری در استقامت عضلانی پایین تنه شد. و همچنین باعث افزایش بیشتر و غیر معنی دار عملکرد استقامتی و استقامت عضلات شکمی شد و با توجه به دلایل آماری و عملکردی استفاده از برنامه زمان بندی موجی روزانه برای بهبود استقامت توصیه می شود.

منابع

۱. رابرتز، رابرت و رابرتس، اسکات. (۱۳۸۵). مبانی فیزیولوژی ورزش برای آمادگی، اجرا و سلامتی، ترجمه خسرو ابراهیم و مجید کوزه‌چیان، چاپ اول، تهران، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی. صفحه ۱۸۱، ۱۵۰، ۱۴۹، ۱۱۷.
۲. رحمانی‌نیا فرهاد، پورسهراب میترا، وفا منیژه. (۱۳۸۳). اثر یک برنامه منتخب تمرین با وزنه بر ترکیب بدن و چربی زیر پوست زنان غیر ورزشکار. المپیک ۱ (۲۵): ۶۱ - ۶۸
۳. صادقی بروجردی سعید، رحیمی رحمان. (۱۳۸۸). واکنش هورمون‌های رشد و عامل رشد شبه انسولینی نسبت به دو برنامه مقاومتی شدید هم حجم با استراحت‌های متفاوت بین ست‌ها. المپیک ۱ (۴۵): ۵۷ - ۶۸.
۴. ظریفی آیدین، رجبی حمید، آقا علی‌نژاد حمید، قهرمانلو احسان، احمدی اعظم. (۱۳۸۷). تأثیر بی‌تمرینی کوتاه مدت پس از تمرینات استقامتی و مقاومتی و موازی بر عملکرد بدنی و ترکیب بدنی دانشجویان مرد غیر ورزشکار. المپیک ۳ (۴۳): ۵۳ - ۶۴.
۵. ویلمور، جک، اچ و کاستیل، دیوید. ال. (۱۹۹۴). فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی. ترجمه ضیاء معینی، فرهاد رحمانی‌نیا، حمید رجبی، حمید آقا علی‌نژاد، فاطمه سلامی. انتشارات مبتکران. چاپ سوم، تهران. صفحه ۱۰۳، ۸۹، ۹۷، ۱۷۱، ۱۷۲، ۲۵۵ - ۲۵۷.
6. American College of Sport Medicine. (1998). Position Stand: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. Med. Sci. Sports. Exerc 30:975 - 991.
7. American College of Sport Medicine. (2000). Guidelines for graded exercise testing and exercise prescription. Med. Sci. Sports. Exerc 33:175 - 185.
8. Baker D. Wilson G. and Carlyon R. (1994). Periodization: the effect on strength of manipulating volume and intensity. Journal of Strength and Conditioning Res 8:235 - 242.
9. Bompa, T. O. (1999). Periodization training for sports. Champaign, IL: Human Kinetics. P 25,28,30.
10. Bompa, T. O. (1999). Periodization training for sports. Program for peak strength in 35 sports. Champaign, IL: Human Kinetics. P 126,132,143,166,169.
11. Buford T. W. (2006). A comparison of periodization models with equated volume and intensity for strength. Oklahoma state university. Kulling F. p48 - 50.
12. Caldwell A. (2004). A comparison of linear and daily undulating periodized strength training programs thesis. East tennessee state university . Hoyos D. December. P 45.
13. Dudley G. A and Fleck S. J. (1987). Strength and endurance training: are they mutually exclusive? Sports Med 4: 79 - 85.
14. Fleck S. J. (1999) Periodized strength training: a critical review. Jou. Strength Cond. Res 13 (1):82 - 89.

15. Fleck S. J. and Kraemer W. J. (1997). Designing resistance training programs. Champaign, IL: Human Kinetics. P: 198.
16. Glowacki S. P, Martin S. E, Maurer A, Baek W, Green S. F. (2004). Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men". Med Sci. Sports Exerc 36 (12):2119 _ 2127.
17. Heyward V. H. (1998). Advanced fitness assessment exercise prescription, Champaign, IL New Mexico. Human Kinetics. P 46,47,50,158.
18. Hickson R. C. (1980). Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. Eur. J. Appl. Physiol 45: 255 _ 269.
19. Izquierdo M, Hakkinen K, Ibanez J, Anton A, Garrues M, Ruesta M and Gorostiaga E. M. (2003). Effects of strength training on submaximal and maximal endurance performance capacity in middle _ age and older men. Journal of strength and conditioning research 17 (1):129 _ 139.
20. Kraemer W. J, Patton J. F, Gordon S. E, Haraman E. A, Deschenes M. R, Reynolds K, Newton R. U, Triplett N. T, and Dziados J. E. (1995). Compatibility of high _ intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. J. Appl. Physiol 78: 976 _ 989.
21. Kraemer W. J, Hakkinen K, Fry A, Koziris P, Ratamess N and Knuttgen H. (2003). Physiological changes with periodized resistance training in women tennis players . Med. sci. in sports. exer 35 (1):157 _ 168
22. Kraemer W. J and Ratamess N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. Med. Sci. Sports. Exerc 36 (4): 674 _ 688.
23. Kraemer W. J, Nindl B and Ratamess N. (2004). Changes in muscle hypertrophy in women with periodized resistance training. Medicine & Science in Sports & Exercise 36 (4),697 _ 708.
24. Marx J. O, Ratamess N. A and Nindl B. C. (2001). Low _ volume circuit versus high _ volume periodized resistance training in women. Med. Sci. Sports. Exerc 33 (4):635 _ 643.
25. Rhea M, Ball S, Phillips W and Burkett L. (2002). A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for strength. Journal of Strength and Conditioning Research 16 (2): 250 _ 25.
26. Rhea M, Phillips W, Burkett L, Stone W , Ball S, Alvar B and Thomas A. (2003). A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for local muscular endurance. Journal of Strength and Conditioning Research 17 (1): 82 _ 87.
27. Stone M. H, Potteiger J. A, Pierce K. C, Proulx C. M, O'Bryant H. S and Johnson R. L. (2000). Comparison of the effects of three different weight _ training programs on

- the one repetition maximum squat. *Journal of Strength and Conditioning Research* 14: 332 – 337.
28. Stowers T, McMillan J, Scala D, Davis V, Wilson D and Stone M. (1983). The Short – term effects of three different strength – power training methods. *National Strength and Conditioning Association Journal* 5:24 – 27.
29. Thompson HL and Stull GA. (1959). Effects of various training programs on speed of swimming. *Res. Q* 30 (4): 479 – 485.
30. Wolfe B. L, Lemura L. M and Cole P. J. (2004). Quantitative analysis of single – vs. multiple – set programs in resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research* 18 (1): 35 – 47.