

علوم زیستی ورزشی - بهار ۱۳۹۴
دوره ۷، شماره ۱، ص: ۷۷-۹۱
تاریخ دریافت: ۰۲/۰۵/۹۲
تاریخ پذیرش: ۰۵/۱۲/۹۲

پاسخ قدرت، توان و استقامت عضلانی به تمرین مقاومتی با فواصل استراحت متفاوت

وحید ولی پور ده‌نو*^۱ - حسین منصورنژاد^۲ - رضا قراخانلو^۳ - فیروز شرفی دهرحم^۴
۱. استادیار گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران، ۲. دانشجوی کارشناسی
ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران، ۳. دانشیار گروه تربیت بدنی، دانشکده علوم انسانی،
دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران، ۴. عضو هیأت علمی گروه تربیت بدنی، دانشکده ادبیات، دانشگاه آزاد
اسلامی، خرم آباد، ایران

چکیده

پژوهشگران و مربیان، دائم در جست‌وجوی مؤثرترین روش‌ها برای افزایش اجرای ورزشی هستند. هدف از پژوهش حاضر، بررسی پاسخ قدرت، توان و استقامت عضلانی به تمرین مقاومتی با فواصل استراحت متفاوت بود. در این پژوهش، شانزده آزمودنی مرد به‌صورت داوطلبانه انتخاب و به‌طور تصادفی به دو گروه تقسیم شدند؛ گروه اول: هشت آزمودنی با سن $22 \pm 2/55$ سال، قد $174/20 \pm 6/14$ سانتی‌متر و وزن $64/20 \pm 6/33$ کیلوگرم، تمرین مقاومتی با فاصله استراحت ثابت (۱۲۰ ثانیه) و گروه دوم: هشت آزمودنی با سن $22 \pm 3/54$ سال، قد $176/40 \pm 6/50$ سانتی‌متر و وزن $64/60 \pm 6/38$ کیلوگرم. هر دو گروه، تمرین مقاومتی با فاصله استراحت فزاینده (۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ ثانیه) را سه روز در هفته به مدت شش هفته انجام دادند. برای تعیین قدرت، توان و استقامت عضلانی، به‌ترتیب از آزمون‌های یک تکرار بیشینه پرس سینه، پرتاب توپ پزشکی و حداکثر تکرار پرس سینه با ۳۰ درصد یک تکرار بیشینه استفاده شد. برای تعیین لاکتات خون، ۳ دقیقه قبل و ۲ دقیقه بعد از جلسه هفدهم، از آزمودنی‌ها نمونه خون گرفته شد. برای تحلیل داده‌ها از آزمون‌های t زوجی و مستقل استفاده و سطح معنی‌داری $0/05 < \alpha$ در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد قدرت، توان و استقامت عضلانی در هر دو گروه به‌طور معنی‌داری ($P < 0/05$) افزایش یافت؛ اما درصد تغییرات همه آزمون‌ها در گروه دوم بیشتر بود. بعد از جلسه تمرینی، لاکتات خون به‌طور معنی‌داری از زمان استراحت افزایش یافت؛ البته افزایش در گروه دوم کمتر بود. نتیجه اینکه احتمالاً تمرین مقاومتی با فواصل استراحت فزاینده در مقایسه با فواصل استراحت ثابت، از اهمیت بیشتری برای افزایش قدرت، توان و استقامت عضلانی برخوردار است.

واژه‌های کلیدی

استقامت، توان، فاصله استراحت، قدرت، لاکتات.

مقدمه

پژوهشگران، مربیان و ورزشکاران، دائم در جست‌وجوی مؤثرترین و کاراترین روش‌ها به منظور افزایش اجرای ورزشی هستند (۴). تمرین مقاومتی جزئی اساسی از آمادگی جسمانی برای افزایش اجرای ورزشی است. تمرین قدرتی و آمادگی، به‌طور ویژه در تمرینات رشته‌های ورزشی مختلف انجام می‌شود. موضوع کلیدی برای ورزشکاران و مربیان در همه سطوح، کارایی تمرین و به‌دست آوردن بیشترین بهره‌ها در اجرا به ازای تلاش معین است (۱۶).

عضله اسکلتی قابلیت شگفت‌انگیزی برای سازگاری با محرک‌های گوناگون دارد. یکی از این محرک‌ها تمرین مقاومتی است که سازگاری‌های عصبی، ساختاری و عملکردی زیادی را گسترش می‌دهد (۱۰). تمرین مقاومتی اثرات چشمگیری بر دستگاه عصبی-عضلانی دارد و می‌تواند به حفظ توانایی‌های عملکردی کمک کند و از پوکی استخوان، سارکوپنیا و همزمان افتادن‌ها، شکستگی‌ها و ناتوانایی‌ها جلوگیری کند (۱۸). تمرین مقاومتی نوعی شیوه تمرینی است که مخصوصاً به دلیل نقش آن در بهبود اجرای ورزشی، به‌وسیله افزایش قدرت، توان، سرعت، هایپرتروفی عضلانی، استقامت موضعی عضلانی، اجرای حرکتی، تعادل و هماهنگی، محبوبیت زیادی در دو دهه گذشته کسب کرده است (۹). کریمر^۱ اولین بار در سال ۱۹۸۳، متغیرهای حاد برنامه تمرین مقاومتی را بدیهی پنداشت. پیاده‌سازی این متغیرها در بافت، پاسخ‌های فیزیولوژیکی و سازگاری با ورزش را تعیین می‌کند. متغیرهای حاد برنامه تمرین مقاومتی عبارت‌اند از: انتخاب حرکت، ترتیب حرکت، بار (شدت)، حجم و فواصل استراحت (۹، ۱۰). طول فاصله استراحتی که برای تمرین مقاومتی انتخاب شده، متغیر مهمی برای متخصصان قدرت و آمادگی است. طول فاصله استراحت با دیگر متغیرهای حاد برنامه شامل شدت، حجم، ترتیب حرکت و سرعت تکرار در تعامل است و به اهداف تمرینی شخص، میزان آمادگی و دستگاه انرژی هدف وابسته است (۱۲). استراحت عنصری بسیار مهم از برنامه تمرین مقاومتی است که در بازیافت اثرات حاد ورزش که با خستگی عضله مرتبط‌اند یا جبران پاسخ‌های نامطلوب مانند درد با شروع تأخیری عضله ناشی از ورزش، ضروری است. گفتنی است تنها با تعادل مناسبی از باردهی پیش‌رونده و فواصل استراحت کافی می‌توان اجرای عضله را بهبود بخشید؛ بنابراین، باید به استراحت بین دوره‌های ورزش و جلسات ورزشی توجه شود (۸).

فواصل استراحت برای هر گروه عضله در حال ورزش، به شدت و حجم آن وابسته است؛ هرچه شدت ورزش زیادتر باشد، فاصله استراحت طولانی‌تر خواهد بود. برای تمرین مقاومتی با شدت متوسط، دوره استراحت ۲ تا ۳ دقیقه‌ای بعد از هر دوره پیشنهاد می‌شود. فاصله استراحت کوتاه‌تر بعد از ورزش با شدت کم مناسب است؛ فواصل استراحت طولانی‌تر (۴ تا ۵ دقیقه) برای تمرین مقاومتی با شدت زیاد مناسب است، مخصوصاً هنگام ورزش دادن عضلات بزرگ و چندمفصله مانند عضلات همسترینگ که تمایل دارند سریع‌تر خسته شوند (۸).

تا آنجا که بررسی شد، هیچ تحقیقی تغییرات قدرت، توان و استقامت عضلانی را به دنبال برنامه تمرین مقاومتی، به ویژه عضلات سینه‌ای با فواصل استراحت فزاینده^۱ انجام نداده است. سوزا/جونیر^۲ و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای پاسخ قدرت و هایپرتروفی را به فواصل استراحت ثابت و کاهنده به همراه مکمل کراتین در مردان تمرین کرده را مقایسه کردند. گروه با فاصله استراحت ثابت، بین هر دوره ۲ دقیقه استراحت کردند؛ درحالی که گروه با فاصله استراحت کاهنده، دو هفته اول ۲ دقیقه و سپس در هر هفته ۱۵ ثانیه کمتر استراحت می‌کردند. هر دو گروه به یک اندازه افزایش‌هایی در قدرت، گشتاور و سطح مقطع عرضی تار نشان دادند، درحالی که حجم تمرین در گروه با فاصله استراحت ثابت بیشتر بود. آنها نتیجه گرفتند که مکمل کراتین، سازگاری با تمرین با فاصله استراحت کاهنده را تقویت می‌کند (۲۲).

میراندا^۳ و همکاران (۲۰۰۹) اثر طول فاصله استراحت (۳ دقیقه در مقابل ۱ دقیقه) را بر حجم کامل شده تمرین در خلال ورزش مقاومتی بالاتنه بررسی و نشان دادند اگر زمان کافی وجود داشته باشد، ۳ دقیقه استراحت بین دوره‌ها و حرکات، حجم تمرینی بیشتری را ممکن می‌سازد (۱۵).

سنا^۴ و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی اثر طول‌های متفاوت فاصله استراحت در جلسات تمرین مقاومتی برای بالاتنه و پایین تنه را بررسی و نشان دادند اجرای جلسه تمرینی، با فواصل کوتاه‌تر کاهش می‌یابد و اینکه حرکات آغازین در خلال پیشرفت دوره‌ها کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرند (۲۰).

با وجود این، بعضی متغیرهای مربوط به تمرین مقاومتی مانند فاصله استراحت بین دوره‌ها، هنوز به بررسی بیشتر نیاز دارد (۵). در تمام مطالعاتی که ذکر شد، طول فاصله استراحت بین گروه‌های تحقیق متفاوت بوده است و در صدد تعیین میزان تفاوت بین آنها بوده‌اند. در مطالعه حاضر، طول فاصله

-
- 1 . increasing rest intervals
 - 2 . Souza-Junior
 - 3 . Miranda
 - 4 . Senna

استراحت در گروه‌های تحقیق برابر بوده و تنها شیوه اعمال فاصله استراحت فرق کرده است. فرضیه این است که به دلیل اینکه آزمودنی‌ها با انجام هر دوره بیشتر خسته می‌شوند، به استراحت بیشتری احتیاج دارند و به علت خستگی تجمعی که بعد از دوره‌های متوالی به وجود می‌آید، به نظر می‌رسد فاصله استراحت فزاینده سودمندتر از فاصله استراحت ثابت خواهد بود. در نتیجه، هدف از تحقیق حاضر، بررسی اثرهای دو برنامه تمرین مقاومتی با فواصل استراحت ثابت و فزاینده در مردان سالم غیرورزشکار است.

روش‌شناسی

آزمودنی‌ها

شانزده آزمودنی مرد سالم و غیرورزشکار که سابقه تمرین قدرتی در اندام‌های بالایی را نداشتند، در این پژوهش شرکت کردند. جامعه آماری، داوطلبانی بودند که در مقطع کارشناسی تربیت‌بدنی تحصیل می‌کردند. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی به دو گروه تقسیم و شش هفته تمرین مقاومتی با فاصله استراحت ثابت (گروه اول) و تمرین مقاومتی با فاصله استراحت فزاینده (گروه دوم) را به صورت پیش‌رونده با کنترل دقیق اجرا کردند. تعدادی از آزمون‌های عملکردی برای ارزیابی قدرت، توان و استقامت عضلانی اجرا شدند. هیچ‌یک از آزمودنی‌ها تمرین مقاومتی و پلیومتریک را از شش ماه قبل از شرکت در مطالعه انجام نداده بودند. آزمودنی‌ها از اهداف و خطرهای احتمالی مطالعه مطلع شدند و رضایت‌نامه کتبی امضا کردند. ویژگی‌های آزمودنی‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. گروه‌ها از نظر سن، قد و وزن اختلاف معنی‌داری نداشتند.

جدول ۱. ویژگی‌های آزمودنی‌ها

ویژگی	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)
گروه اول	۲۲ ± ۲/۵۵	۱۷۴/۲۰ ± ۶/۱۴	۶۴/۲۰ ± ۶/۳۳
گروه دوم	۲۲ ± ۳/۵۴	۱۷۶/۴۰ ± ۶/۴۷	۶۴/۶۰ ± ۶/۳۸

طرح تجربی و برنامه تمرینی

همه آزمودنی‌ها، قبل و بعد از شش هفته تمرین، آزمون‌های قدرت، توان و استقامت عضلانی را انجام دادند. هر دو گروه تمرینی، سه بار در هفته در روزهای غیرمتوالی^۱ (شنبه، دوشنبه و چهارشنبه) به طور

1 . Nonconsecutive

دقیق و در شرایط کنترل شده تمرین کردند. قبل از هر جلسه تمرینی، آزمودنی‌ها یک دوره گرم کردن ۱۰ دقیقه‌ای شامل دویدن آرام، شنای سوئدی و پرتاب توپ پزشکی را انجام دادند و در خلال دوره بعد از تمرین، ۵ دقیقه دویدن آرام و حرکات کششی غیرفعال را به منظور بازگشت به حالت اولیه سریع‌تر انجام دادند.

تمرین مقاومتی: پروتکل تمرین مقاومتی چهار دوره به ترتیب با ۱۲، ۱۰، ۸ و ۶ تکرار برای حرکت پرس سینه با وزنه‌های آزاد انجام شد. اگر نیاز می‌بود، شدت تمرین به وسیله اضافه کردن وزنه به طور پیش‌رونده افزایش می‌یافت تا اینکه مطمئن می‌شدیم که شدت هدف حفظ می‌شود؛ چنان‌که آزمودنی‌ها قوی‌تر و بارهای کاری آسان‌تر می‌شدند (۲۳).

فاصله استراحت: فاصله استراحت بین دوره‌ها در گروه اول ۱۲۰ ثانیه (فاصله استراحت ثابت) و در گروه دوم به ترتیب ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ ثانیه (فاصله استراحت فزاینده) بود. میانگین فاصله استراحت در هر دو گروه، ۱۲۰ ثانیه بود.

شیوه‌های اندازه‌گیری

قدرت: قدرت عضلانی از طریق یک تکرار بیشینه (1RM) حرکت پرس سینه اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌ها، قبل از ۵ تا ۱۰ تکرار پرس سینه، با دویدن و کشش پویا به گرم کردن غیرویزه پرداختند. آنها این گرم کردن را با مقاومت سبک اجرا کردند. سپس، مقاومت به طور پیش‌رونده تا مقادیری نزدیک یک تکرار بیشینه آزمودنی برای چند دوره گرم کردن افزایش یافت. در نهایت برای آزمون یک تکرار بیشینه، مقاومت به طور افزایشی به دنبال هر بار اجرای موفق یک تکرار بیشینه تا واماندگی افزایش یافت. برای اطمینان از اعتبار آزمون، همه مقادیر یک تکرار بیشینه با ۴ تا ۵ تلاش تعیین شدند (۱۳، ۲).

توان: توان به وسیله پرتاب توپ پزشکی^۱ (۵ کیلوگرم) اندازه‌گیری شد. هر آزمودنی سه بار حرکت را انجام داد و بیشترین فاصله از محل پرتاب به عنوان توان ثبت شد. برای اینکه آزمودنی‌ها فقط از نیروی عضلات سینه‌ای، دلتوئید و سه سر بازویی استفاده کنند، به وسیله طناب به صندلی بسته شدند تا از حرکت رو به جلو و استفاده از نیروی عضلات شکم پرهیز شود. این وضعیت و حالت ثبات حرکات تنه در خلال، پرتاب را محدود می‌کند (۱۵). قبل از آزمون، آزمودنی‌ها با ۵ دقیقه دویدن آرام، ده شنای سوئدی و چند پرتاب توپ پزشکی به گرم کردن پرداختند.

استقامت: برای اندازه‌گیری استقامت عضلانی، از آزمودنی‌ها خواسته شد با ۳۰ درصد یک تکرار بیشینه حداکثر تعداد تکرار پرس سینه را انجام دهند. برای برآورد استقامت عضلانی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، از ۳۰ درصد یک تکرار بیشینه پیش‌آزمون استفاده شد (۱۹). قبل از آزمون، آزمودنی‌ها با ۵ دقیقه دویدن آرام، ده شنای سوئدی و چند پرتاب توپ پزشکی به گرم کردن پرداختند. نمونه خونی: متخصصان در جلسه هفدهم از آزمودنی‌ها نمونه خونی گرفتند. از همه آزمودنی‌ها خواسته شد برای جلوگیری از نوسانات لاکتات خون که به واسطه انجام حرکات اضافی به وجود می‌آید، ۱۰ دقیقه در وضعیت درازکش قرار گیرند. سپس نمونه خونی اولیه ۳ دقیقه قبل از تمرین گرفته شد. دوره زمانی برای اندازه‌گیری بیشترین غلظت لاکتات، بین ۳ تا ۵ دقیقه بعد از ورزش است (۱۹)؛ اما در مطالعه حاضر، چون عضلات کوچک‌تری (در مقایسه با عضلات پایین‌تنه) درگیر بودند و این احتمال وجود داشت که غلظت لاکتات سریع‌تر کاهش یابد، نمونه خونی ۲ دقیقه بعد از اتمام جلسه تمرینی گرفته شد.

اندازه‌گیری لاکتات: بعد از ضد عفونی کردن محل نمونه‌گیری روی دست ورزشکار به وسیله الکل، ۲ سی‌سی خون با استفاده از سرنگ گرفته و سریع به ویال حاوی ماده ضد انعقاد (EDTA) اضافه شد. سپس به مدت ۳۰ تا ۶۰ ثانیه هم زده شد تا خون کامل با ماده ضد انعقاد مخلوط شود (خون به هیچ وجه نباید لخته شود). با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ و با دور ۳۰۰۰ g (گرادیان) در دقیقه، خون سانتریفیوژ شد تا پلاسما به دست آید. سپس پلاسما به آرامی جدا و آزمون اندازه‌گیری لاکتات طبق روش طراحی شده در کیت لاکتات (شرکت پارس آزمون ایران با حساسیت ۰/۰۰۱ میلی‌مول بر لیتر) انجام شد. اندازه‌گیری لاکتات به وسیله دستگاه آنالایزر هیتاچی ۹۱۷ انجام شد.

روش‌های آماری

از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف برای تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها، برای بررسی اختلافات درون‌گروهی از آزمون t وابسته و برای بررسی اختلافات بین‌گروهی از آزمون t مستقل استفاده شد. اختلاف معنی‌دار آماری نیز در سطح $P < 0.05$ تعیین شد.

یافته‌های تحقیق

هر دو گروه افزایش‌های معنی‌داری ($p < 0.05$) در قدرت، توان، استقامت و کاهش معنی‌داری ($p < 0.05$) در لاکتات خون نشان دادند؛ اما اختلافات معنی‌داری بین دو گروه برای این متغیرها وجود

نداشت. در گروه دوم، عوامل قدرت، توان و استقامت، درصد تغییرات بیشتر و در عامل لاکتات درصد تغییرات کمتر بود.

جدول ۲. داده‌های توصیفی قبل و بعد از تمرین (میانگین \pm انحراف معیار)، سطح معنی داری و درصد تغییرات

متغیر	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	سطح معنی داری تغییرات	درصد
قدرت (IRM)	اول	۶۳/۲۰ \pm ۱۴/۲۰	۷۱ \pm ۱۲/۶۵	$p = 0/001$	۱۲/۳۴
	دوم	۶۶/۳۰ \pm ۷/۹۹	۷۴/۸۰ \pm ۷/۱۳	$p = 0/004$	۱۲/۸۲
استقامت (تعداد تکرار)	اول	۶۰/۸۰ \pm ۱۰/۹۹	۷۵/۴۰ \pm ۱۴/۴۵	$p = 0/004$	۲۴/۰۱
	دوم	۵۷/۰۰ \pm ۹/۴۶	۷۸ \pm ۱۲/۱۹	$p = 0/046$	۳۶/۸۴
توان (سانتی‌متر)	اول	۴۳۷/۰۰ \pm ۴۵/۲۲	۴۸۱ \pm ۴۴/۰۱	$p = 0/002$	۱۰/۰۷
	دوم	۴۱۱/۰۰ \pm ۲۸/۱۵	۴۷۴/۶۰ \pm ۲۴/۱۵	$p = 0/002$	۱۵/۴۷
لاکتات (mmoles/liter)	اول	۱/۶۴ \pm ۰/۲۷	۴/۵۸ \pm ۰/۸۹	$p = 0/001$	۱۷۹/۲۷
	دوم	۱/۷۵ \pm ۰/۲۰	۴/۴۳ \pm ۰/۴۹	$p = 0/001$	۱۵۳/۱۴

بحث

فاصله استراحت یک متغیر، با تمرین مقاومتی مرتبط است که می‌تواند مستقیماً اجرای دوره‌های بعدی و قدرت عضله را تحت تأثیر قرار دهد و بر کارایی و اثربخشی برنامه‌های تمرین مقاومتی بیفزاید (۷). هدف این مطالعه، مقایسه پاسخ قدرت، توان و استقامت عضلانی به دو شیوه تمرین مقاومتی با فواصل استراحت متفاوت بود. نتایج، افزایش پس‌آزمونی معنی‌دار ($p < 0/05$) در همه متغیرها نشان داد. این نتایج مطابق نتایج کالج آمریکایی پزشکی ورزشی است (۱). همچنین گروه دوم در همه آزمون‌ها به جز لاکتات (تغییرات در گروه دوم کمتر) تغییرات بیشتر، اما غیرمعنی‌داری نشان داد. ما مجموع فواصل استراحت بین دو گروه را ثابت نگه داشتیم و با دستکاری شیوه فاصله استراحت بین دوره‌ها، اثر فاصله استراحت را به‌تنهایی ارزیابی کردیم. نتایج این مطالعه نشان داد که هر دو پروتکل تمرین مقاومتی مطالعه حاضر که دارای فواصل استراحت بین دوره‌های متفاوتی بودند، پتانسیل افزایش قدرت، توان و استقامت عضلانی را داشته‌اند.

عموماً طول فاصله استراحت بین دوره‌ها براساس هدف تمرین تجویز می‌شود. فاصله استراحت پیشنهاد شده هنگامی که برنامه‌ها برای قدرت یا توان طراحی می‌شوند، افزایش (مثلاً ۵ تا ۲ دقیقه) و هنگامی که برای هایپرتروفی (مثلاً ۳۰ تا ۹۰ ثانیه) یا استقامت عضلانی (مثلاً کمتر یا برابر با ۳۰ ثانیه) طراحی می‌شوند، کاهش می‌یابد (۲۵). با توجه به مقاله مروری ویلاردسون^۱ (۲۰۰۶)، فاصله استراحت بین دوره‌ها در تمرین مقاومتی با توجه به هدف، متفاوت و در هر دو دوره ثابت است. ما در مطالعه حاضر، فاصله استراحت بین هر دو دوره را متغیر کرده‌ایم (فاصله استراحت فزاینده). نتایج نشان داد که برخلاف تأثیر بیشتر پروتکل دارای فاصله استراحت فزاینده، این پروتکل تأثیر متفاوتی بر قدرت، توان و استقامت داشت، به نحوی که کمترین تأثیر به ترتیب روی قدرت، توان و استقامت عضلانی بوده است. به خوبی اثبات شده است که قدرت عضله، در نتیجه تمرین مقاومتی افزایش می‌یابد (۲۰) و آن را از طریق سازوکارهای فیزیولوژیکی متفاوتی افزایش می‌دهد که با عوامل عصبی، هایپرتروفی عضله اسکلتی و تغییرات هورمونی مرتبط است (۸). به دنبال تمرین، افزایش معنی‌داری در قدرت پرس سینه در هر دو گروه به وجود آمد. هاس^۲ و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای اثر فاصله استراحت ۲۰ و ۸۰ ثانیه‌ای را بر قدرت و توانایی تکرار دوی سرعت بررسی کردند. آنها نشان دادند که قدرت در روش تمرینی اول، کمتر از روش تمرینی دوم افزایش یافت؛ در حالی که برای اجرای تکرار دوی سرعت نتایج عکس بود. سوزا جونیر (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای پاسخ قدرت و هایپرتروفی را به فواصل استراحت ثابت و کاهنده به همراه مکمل کراتین در مردان تمرین کرده مقایسه کرد. گروه با فاصله استراحت ثابت، بین هر دوره ۲ دقیقه استراحت کردند؛ در حالی که گروه با فاصله استراحت کاهنده، دو هفته اول ۲ دقیقه و سپس در هر هفته ۱۵ ثانیه کمتر استراحت می‌کردند. هر دو گروه به یک اندازه افزایش‌هایی در قدرت، گشتاور و سطح مقطع عرضی تار نشان دادند، در حالی که حجم تمرین در گروه با فاصله استراحت ثابت بیشتر بود. با وجود نوع تمرین مقاومتی، سازگاری‌های دستگاه عصبی در مراحل اولیه تمرین (تا شش هفته)، سازوکارهای برتری هستند که در آزمودنی‌های تمرین مقاومتی نکرده، افزایش قدرت را توجیه می‌کند. بنابراین، برنامه تمرین مقاومتی کوتاه (پنج هفته) با فواصل استراحت کوتاه یا بلند و تعداد تکرارهای زیاد، احتمالاً با سازگاری‌های عصبی همراه است که به افزایش قدرت منجر می‌شود (۹). بنابر آنچه گفته شد، معنی‌دار نشدن اختلاف بین دو گروه، شاید به دلیل کوتاه بودن دوره تمرینی (شش هفته) باشد که

1 . Willardson

2 . Haas

بیشتر به سازگاری‌های عصبی منجر شده است. احتمالاً با افزایش زمان دوره تمرینی، ممکن است اختلاف معنی‌داری به علت وجود سازگاری‌های عضلانی، بین دو شیوه تمرین به وجود آید. انواع زیاد برنامه‌های تمرین مقاومتی ممکن است قدرت عضله را افزایش دهد و افزایش قدرت به انتخاب و توالی حرکات، الگوها و سرعت حرکت، فواصل استراحت بین دوره‌ها، تواتر تمرین، شدت، حجم و تغییرات محرک تمرینی وابسته است (۲۰).

تمرین مقاومتی، گسترده‌ترین شیوه برای افزایش قدرت و توان عضله است (۱۵). توسعه توان از چشم‌انداز اجرای ورزشی و سبک زندگی مهم (۲۰) و از عوامل موفقیت ورزشکاران در ورزش‌های مختلف است (۲۱، ۲۶). قبل از این تحقیق، هیچ تحقیقی اثر فاصله استراحت فزاینده را بر توان عضلانی و غلظت لاکتات خون در خلال اجرای ده دوره با شش تکرار، با تلاش بیشینه برای پرس سینه در ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه و ۱، ۳ یا ۵ دقیقه استراحت بین دوره‌ها در ده مرد تمرین‌نکرده بررسی کردند. نتایج نشان داد که تغییرات معنی‌داری در میانگین توان به دست آمده بین اولین و دهمین دوره، در هنگام استراحت ۳ یا ۵ دقیقه بین دوره‌ها وجود نداشت و لاکتات در مقایسه با سطح اولیه، افزایش معنی‌داری نیافت. برعکس، شرایط ۱ دقیقه استراحت، به کاهش معنی‌دار میانگین توان و افزایش معنی‌دار در لاکتات خون منجر شد (۱۹). احتمالاً افزایش لاکتات در فاصله استراحت ۱ دقیقه‌ای، به دلیل انکاب به دستگاه گلیکولیتیکی در دوره بعدی و عدم بازیافت فسفوکراتین در فاصله استراحت بوده است (۱۹).

رابینسون^۲ و همکاران (۱۹۹۵) اثر سه فاصله استراحت متفاوت (۳ دقیقه، ۹۰ ثانیه و ۳۰ ثانیه) را بر توان پرس عمودی و قدرت بیشینه مقایسه کردند. آزمودنی‌ها برنامه تمرین با وزنه را چهار روز در هفته برای پنج هفته انجام دادند. گروه با فاصله استراحت ۳ دقیقه بین دوره‌ها، به طور معنی‌داری افزایش‌های بیشتری در بیشینه قدرت اسکات در برابر گروه‌های دیگر نشان دادند؛ اما هیچ‌یک از گروه‌ها بهبودهای معنی‌داری در توان پرس عمودی نشان ندادند (۱۸). نتایج مطالعه حاضر، افزایش توان در هر دو گروه را نشان داد؛ اما درصد تغییرات در گروه با فاصله استراحت فزاینده بیشتر بود. یک دلیل برای افزایش توان در گروه دوم، شاید استراحت بیشتر در دوره آخر باشد که بازیافت بیشتر ذخایر فسفوکراتین را ممکن ساخته و در نتیجه، عملکرد بهتر در دور آخر را ایجاد کرده است.

1 . Abdessemed

2 . Robinson

استقامت عضلانی موضعی، در خلال تمرین مقاومتی بهبود می‌یابد (۱۵، ۱۳) و عموماً عامل مهمی در توسعه برنامه‌های تمرینی برای ورزش‌های قدرتی/ توانی مانند فوتبال پنداشته می‌شود (۱۸). تمرین مقاومتی سنتی، استقامت عضلانی مطلق (بیشینه تعداد تکرار با یک بار پیش‌تمرینی ویژه) را افزایش می‌دهد؛ اما اثرات محدودی در استقامت عضلانی موضعی نسبی (استقامت ارزیابی شده در یک شدت نسبی ویژه یا درصدی از یک تکرار بیشینه) مشاهده شده است. استقامت عضلانی موضعی با بارهای سبک و تکرار زیاد (پانزده تا بیست و بیشتر) افزایش می‌یابد؛ اما بارهای متوسط تا سنگین با فواصل استراحت کوتاه به مقدار کمتر استقامت عضلانی موضعی را افزایش می‌دهند (۱۳). نتایج مطالعه حاضر، افزایش استقامت عضلانی مطلق موضعی در هر دو گروه را نشان داد؛ اما تغییرات بیشتری در گروه دوم مشاهده شد. همسو با نتایج این مطالعه، مطالعات نشان داده‌اند که تمرین با وزنه با تکرارهای برابر یا کمتر از دوازده بار (مانند مطالعه حاضر) در هر دوره، عموماً استقامت ورزشی را افزایش می‌دهد. همچنین، تکرارهای بیشتر در هر دوره (هشت تا دوازده تکرار در هر دوره) و دوره‌های چندتایی، استقامت ورزشی را بیشتر از تکرارهای کمتر در هر دوره یا استفاده از یک دوره افزایش می‌دهد (۱۸).

رابینسون و همکاران (۱۹۹۵) در مطالعه‌ای اثر فواصل استراحت ۱۸۰ ثانیه‌ای، ۹۰ ثانیه‌ای و ۳۰ ثانیه‌ای را در خلال پنج هفته تمرین با وزنه سنگین بررسی کردند و نتیجه گرفتند که به جز قدرت بیشینه، سازگاری‌ها به تمرین کوتاه‌مدت و سنگین ممکن است به طول فواصل استراحت وابسته نباشد. آنها در مطالعه‌شان استقامت ورزشی با شدت بسیار^۱ را به وسیله دوجرخه کارسنج (مونارک) ارزیابی کردند.

گراسیا لویز^۲ و همکاران (۲۰۰۷) اثر دوره استراحت کوتاه (۱ دقیقه) و بلند (۴ دقیقه) را بر استقامت عضلانی در خلال تمرین مقاومتی تا واماندگی بررسی کردند. در بررسی آنها، تعداد تکرارها در ۶۰ درصد انقباض هم‌طول اختیاری بیشینه در هر دو گروه افزایش معنی‌دار یافت؛ اما بین دو گروه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. باین‌وجود، تنها رویکرد تمرینی با فاصله استراحت ۱ دقیقه‌ای، نرخ کاهش در میانگین سرعت تکرار را در خلال یک دوره تا واماندگی کاهش داد (۶).

براساس این نتایج، در کیفیت‌های ورزشی نه تنها تعداد بیشینه تکرارها (مثلاً استقامت عضلانی)، بلکه حفظ بیشتر سرعت تکرار برای اجرا از اهمیت ویژه برخوردار است. غلظت لاکتات خون، محصول فرعی سوخت‌وساز گلیکولیتیک عضله و عامل مهم مرتبط با توسعه خستگی عضله و اجرای آن است (۱۹).

1 . high intensity exercise endurance

2 . Garcia-Lopez

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که لاکتات خون در هر دو گروه، بعد از جلسه تمرینی، به طور معنی داری از حالت استراحت افزایش یافت. به هر حال، گروه دوم درصد تغییرات کمتری را نشان داد. به نظر می رسد که آزمودنی های گروه دوم خستگی کمتری را تجربه کرده و در نتیجه، اجرای بهتری داشته اند. باید گفت تحت شرایط تلاش فردی بیشینه (اجرای بی هوازی که تا واماندگی شخص ادامه یافته است)، ورزشکارانی که خیلی تمرین کرده باشند، در مقایسه با آزمودنی هایی که به طور متوسط تمرین کرده یا غیرورزشکارند، به مقادیر بیشتری از غلظت کراتین کیناز و لاکتات سرمی می رسند. این کار ممکن است به وسیله کل کار خارجی بیشتر اجرا شده به وسیله ورزشکاران خیلی تمرین کرده در دوره زمانی ویژه در مقایسه با غیرورزشکاران توجیه شود (۲۹).

ورزش با شدت زیاد، به تجمع اسیدلاکتیک (یون هیدروژن و لاکتات) منجر می شود و می تواند اختلاف غلظت بین سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، کلراید و دیگر آنیون ها مانند پروتئین ها و یون های فسفات را مختل کند و pH درون سلولی را کاهش دهد. این اختلالات به خستگی عضله کمک می کند. دوره های استراحت اذقیقه ای یا کوتاه تر بین دوره ها، افزایش های چشمگیری در لاکتات سرم ایجاد می کند که نشان دهنده کاهش pH درون سلولی و خارج سلولی و اختلال یونی است (۱۴).

در مطالعه حاضر شاید فاصله استراحت کمتر در دوره دوم، برای گروه دوم، باعث افزایش لاکتات حتی در دوره های بعدی شده باشد. این افزایش احتمالی در لاکتات سرم، شاید دلیلی برای سازگاری بیشتر باشد؛ زیرا قرار گرفتن در معرض لاکتات بیشتر، می تواند ظرفیت بافرینگ را بهبود بخشد و به افزایش ظرفیت بی هوازی منجر شود. بنابراین، افزایش ظرفیت بافرینگ بی هوازی، می تواند استقامت ورزشی با شدت زیاد را افزایش دهد (۱۴). با توجه به اینکه آزمودنی های هر دو گروه، فعال، ولی غیرورزشکار بوده و از آمادگی برابری برخوردار بودند، کم تر بودن غلظت لاکتات سرمی در گروه دوم احتمالاً نتیجه سازگاری بهتر و در نتیجه کاهش تولید لاکتات یا افزایش دفع لاکتات در پس از تمرین است.

نتیجه گیری

در مطالعه حاضر، برای اولین بار رویکرد فاصله استراحت فزاینده به کار رفته است. نتایج نشان داد که دو پروتکل تمرین مقاومتی با فواصل استراحت ثابت (گروه اول) و فزاینده (گروه دوم) تغییرات معنی داری را در قدرت، توان و استقامت عضلانی به وجود آورد. با وجود اینکه دو برنامه تمرین مقاومتی، اختلاف معنی داری با هم نداشتند، اما درصد تغییرات در گروه دوم بیشتر بود. بنابراین، این احتمال وجود دارد که در طولانی مدت (بیشتر از شش هفته) اختلاف معنی داری بین اثر دو برنامه تمرینی به وجود آید.

به‌رحال، باتوجه‌به نتایج، پژوهشگر استفاده از روش دوم (فاصله استراحت فزاینده) را پیشنهاد می‌کند و چون شیوه دستکاری فاصله استراحت بین دوره‌ها در تمرین مقاومتی تا کنون ارزیابی نشده است، بررسی دقیق‌تر میزان کارایی پروتکل‌های تمرین مقاومتی با فاصله استراحت فزاینده، مانند پژوهش حاضر، نیازمند انجام مطالعات بیشتری است.

منابع و مآخذ

1. American College of Sports Medicine Position Stand. (2009). "Progression models in resistance training for healthy adults". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol.41, No.3, PP:687-708.
2. Binkley, H.M. (2001). "Strength, size, or power". *NSCA's Performance Training Journal*, Vol.1, No.4, PP:14-18.
3. Douris, P.C., Borukhov, L., Espinoza, J., Klien, J., Levane, K., Li, T., et al. (2012). "Phototherapy and grip muscle performance". *Novel Physiotherapies*, Vol. 2, No.5, PP:1-5.
4. Faigenbaum, A.D., Westcott, W.L., LaRosa, L.R., Long, C. (1999). "The effects of different resistance training protocols on muscular strength and endurance development in children". *Pediatrics*, Vol.104, No.1, PP:1-7.
5. Faulkinbury, J.K., Stieg, J.L., Tran, T.T., Brown, L.E., Coburn, J.W., Judelson, D.A. (2011). "Effects of depth jump vs. box jump warm-ups on vertical jump in collegiate vs. club female volleyball players". *Medicine Sport*, Vol.15, No. 3, PP:103-106.
6. Garcia-Lopez, D., Paz, J.A.D., Moneo, E., Jimenez-Jimenez, R., Bresciani, G., Izquierdo, M. (2007). "Effects of short vs. long rest period between sets on elbow-flexor muscular endurance during resistance training to failure". *J. Strength Cond. Res*, Vol.21, No.4, PP:1320-1324.
7. Goessler, K.F., Polito, M.D. (2013). "Effect of fixed and self-suggested rest intervals between sets of resistance exercise on postexercise cardiovascular behavior". *Brazilian journal of kinanthropometry and human performance*, Vol.15, No.4, PP:467-475.
8. Grandys, M., Majerczak, J., Duda, K., Zapart-Bukowska, J., Sztefko, K., Zoladz, J.A. (2008). "The effect of endurance training on muscle strength in young, healthy men in relation to hormonal status". *Journal of physiology and pharmacology*, Vol.59, No. 7, PP:89-103.

9. Hill-Haas, S., Bishop, D., Dawson, B., Goodman, C., Edge, J. (2007). "Effects of rest interval during high-repetition resistance training on strength, aerobic fitness, and repeated-sprint ability". *Journal of Sports Sciences*, Vol.25, No.6, PP:619 - 628.
10. Kisner, C., Colby, L.A. (2007). "Therapeutic exercise: Foundations and techniques". F. A. Davis Company, fifth edition, PP: 148-185.
11. Kraemer, W.J., Rattamess, N.A. (2004). "Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription". *Medicine and science in sports and exercise*, Vol.36, PP: 674-688.
12. Kraemer, W.J., Spiering, B.A. (2006). "Skeletal muscle physiology: Plasticity and responses to exercise". *Hormone Research*, Vol.66, No.1, PP: 2-16.
13. Kraemer, W.J., Rattamess, N.A., French, D.N. (2002). "Resistance training for health and performance". *Current Sports Medicine Reports*, Vol.1, PP:165-171.
14. Lamas, L., Aoki, M.S., Ugrinowitsch, C., Campos, G. E. R., Regazzini, M., Moriscot, A. S., et al. (2009). "Expression of genes related to muscle plasticity after strength and power training regimens". *Scand J Med Sci Sports*, PP:1-10.
15. Miranda, H., Simao, R., Marmo, M.L., Souza, R.A.d., Souza, J.A.A.D., Salles, B.F.D., et al. (2009). "Effect of rest interval length on the volume completed during upper body resistance exercise". *Journal of Sports Science and Medicine*, Vol.8, PP:388-392.
16. Rattamess, N.A., Chiarello, C.M., Sacco, A.J., Hoffman, J.R., Faigenbaum, A.D., Ross, R.E., et al. (2012). "The effects of rest interval length on acute bench press performance: the influence of gender and muscle strength". *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol. 26, No.7, PP:1817-1826.
17. Rhea, M.R., Kenn, J.G., Dermody, B.M. (2009). "Alterations in speed of squat movement and the use of accommodated resistance among college athletes training for power". *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol.23, No.9, PP:2645-2650.

18. Robinson, J.M., Stone, M.H., Johnson, R.L. (1995). "Effects of different weight training exercise/rest intervals on strength, power, and high intensity exercise endurance". *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol.9, No.4, PP: 216-221.
19. Salles, B.F.D., Simao, R., Miranda, F., Novaes, J.d.S., Lemos, A., Willardson, J.M. (2009). "Rest Interval between Sets in Strength Training". *Sports Med*, Vol.39, No.9, PP: 765-777.
20. Senna, G., Salles, B.F., Prestes, J., Mello, R.A., Simao, R. (2009). "Influence of two different rest interval lengths in resistance training sessions for upper and lower body". *Journal of Sports Science and Medicine*, Vol.8, PP:197-202.
21. Smilios, I., Sotiropoulos, K., Christou, M., Douda, H., Spaias, A., Tokmakidis, S.P. (2013). "Maximum power training load determination and its effects on load-power relationship, maximum strength, and vertical jump performance". *J Strength Cond Res*, Vol.27, No.5, PP:1223-1233.
22. Souza-Junior, T.P., Willardson, J.M., Bloomer, R., Leite, R.D., Fleck, S.J., Oliveira, P.R. et al. (2011). "Strength and hypertrophy responses to constant and decreasing rest intervals in trained men using creatine supplementation". *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, Vol.8, No.17, PP:1-11.
23. Trabelsi, K., Stannard, S.R., Ghilisi, Z., Maughan, R.J., Kallel, C., Jamoussi, K., et al. (2013). "Effect of fed- versus fasted state resistance training during Ramadan on body composition and selected metabolic parameters in bodybuilders". *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, Vol.10, No.23, PP:1-11.
24. Vossen, J.F., Kramer, J.F., Burke, D.G., Vossen, D.P. (2000). "Comparison of dynamic push-up training and plyometric push-up training on upper-body power and strength". *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol.14, No.3, PP:248-253.
25. Willardson, J.M. (2006). "A brief review: factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets". *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol.20, No.4, PP:978-984.

26. Wilson, J.M., Joy, J.M., Lowery, R.P., Roberts, M.D., Lockwood, C.M., Manninen, A.H., et al. (2013). "Effects of oral adenosine-5'-triphosphate supplementation on athletic performance, skeletal muscle hypertrophy and recovery in resistance-trained men". *Nutrition & Metabolism*, Vol.10, No.57, PP:1-11.
27. Winett, R.A., Carpinelli, R.N. (2001). "Potential health-related benefits of resistance training". *Preventive Medicine*, Vol.33, PP:503-513.
28. Young, W.B. (2006). "Transfer of strength and power training to sports performance". *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Vol.1, PP:74-83.
29. Zajac, A., Waskiewicz, Z., Pilis, W. (2001). "Anaerobic power, creatine kinase activity, lactate concentration, and acid-base equilibrium changes following bouts of exhaustive strength exercises". *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol.15, No.3, PP:357-361.

