علوم زیستی ورزشی ـ بهار ۱۳۹۴
دورهٔ۷، شمارهٔ۱، 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 ولی‌پور ده‌نو*[۱] ـ حسین منصورنژاد [۲] ـ رضا قراخانلو[۳] - فیروز شرفی دهرحم [۴]

۱. استادیار گروه تربیت بدنی، دانشکدهٔ علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران، ۲.دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران، ۳.دانشیار گروه تربیت بدنی، دانشکدهٔ علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران،۴. عضو هیأت علمی گروه تربیت بدنی، دانشکدهٔ 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 ۲/۵۵±۲۲ سال، قد ۶/۱۴±۱۷۴/۲۰ سانتی‌متر و وزن ۶/۳۳±۶۴/۲۰ کیلوگرم، تمرین مقاومتی با فاصلهٔ استراحت ثابت (۱۲۰ ثانیه) و گروه دوم: هشت آزمودنی با سن ۳/۵۴±۲۲ سال، قد ۶/۵۰±۱۷۶/۴۰ سانتی‌متر و وزن ۶/۳۸±۶۴/۶۰ کیلوگرم. هر دو گروه، تمرین مقاومتی با فاصلهٔ 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 بیشینهٔ پرس سینه، پرتاب توپ پزشکی و حداکثر تکرار پرس سینه با ۳۰درصد یک تکرار بیشینه استفاده شد. برای تعیین لاکتات خون، ۳ دقیقه قبل و ۲ دقیقه بعد از جلسهٔ هفدهم، از آزمودنی‌ها نمونهٔ خونی گرفته شد. برای تحلیل داده‌ها از آزمون‌های t زوجی و مستقل استفاده و سطح معنی‌داری $\alpha<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد قدرت، توان و استقامت عضلانی در هر دو گروه به‌طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) افزایش یافت؛ اما درصد تغییرات همهٔ آزمون‌ها در گروه دوم بیشتر بود. بعد از جلسهٔ 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، فاصلهٔ استراحت، قدرت، لاکتات.

---

* نویسندهٔ مسئول : تلفن : ۰۹۱۶۶۶۹۱۸۷۴ Email :valipour114@yahoo.com

مقدمه

پژوهشگران، مربیان و ورزشکاران، دائم در جست‌وجوی مؤثرترین و کاراترین روش‌ها به‌منظور 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 همهٔ سطوح، کارایی تمرین و به‌دست‌آوردن بیشترین بهره‌ها در اجرا به ازای تلاش معین است (۱۶).

عضلهٔ 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 عصبی‌عضلانی 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 شیوهٔ تمرینی است که مخصوصاً به‌دلیل نقش آن در بهبود اجرای ورزشی، به‌وسیلهٔ افزایش قدرت، توان، سرعت، هایپرتروفی عضلانی، استقامت موضعی عضلانی، اجرای حرکتی، تعادل و هماهنگی، محبوبیت زیادی در دو دههٔ گذشته کسب کرده است (۹).

کریمر[1] اولین بار در سال ۱۹۸۳، متغیرهای حاد برنامهٔ تمرین مقاومتی را بدیهی پنداشت. پیاده‌سازی این متغیرها در بافت، پاسخ‌های فیزیولوژیکی و سازگاری با ورزش را تعیین می‌کند. متغیرهای حاد برنامهٔ تمرین مقاومتی عبارت‌اند از: انتخاب حرکت، ترتیب حرکت، بار (شدت)، حجم و فواصل استراحت (۱۰، ۹). طول فاصلهٔ استراحتی که برای تمرین مقاومتی انتخاب شده، متغیر مهمی برای متخصصان قدرت و آمادگی است. طول فاصلهٔ 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 برنامهٔ 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).

1. Kraemer

فواصل استراحت برای هر گروه عضلهٔ در حال ورزش، به شدت و حجم آن وابسته است؛ هرچه شدت ورزش زیادتر باشد، فاصلهٔ استراحت طولانی‌تر خواهد بود. برای تمرین مقاومتی با شدت متوسط، دورهٔ استراحت ۲ تا ۳دقیقه‌ای بعد از هر دوره پیشنهاد می‌شود. فاصلهٔ 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 به‌دنبال برنامهٔ تمرین مقاومتی، به‌ویژه عضلات سینه‌ای با فواصل استراحت فزاینده[1] انجام نداده است. *سوزا جونیر*[2] و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای پاسخ قدرت و هایپرتروفی را به فواصل استراحت ثابت و کاهنده به‌همراه مکمل کراتین در مردان تمرین‌کرده را مقایسه کردند. گروه با فاصلهٔ استراحت ثابت، بین هر دوره ۲ دقیقه استراحت کردند؛ درحالی‌که گروهِ با فاصلهٔ استراحت کاهنده، دو هفتهٔ 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، درحالی‌که حجم تمرین در گروه با فاصلهٔ استراحت ثابت بیشتر بود. آنها نتیجه گرفتند که مکمل کراتین، سازگاری با تمرین با فاصلهٔ استراحت کاهنده را تقویت می‌کند (۲۲).

میراندا[3] و همکاران (۲۰۰۹) اثر طول فاصلهٔ استراحت (۳ دقیقه در مقابل ۱ دقیقه) را بر حجم کامل‌شدهٔ 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[4] و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقی اثر طول‌های متفاوت فاصلهٔ استراحت در جلسات تمرین مقاومتی برای بالاتنه و پایین‌تنه را بررسی و نشان دادند اجرای جلسهٔ تمرینی، با فواصل کوتاه‌تر کاهش می‌یابد و اینکه حرکات آغازین در خلال پیشرفت دوره‌ها کمتر تحت‌تأثیر قرار می‌گیرند (۲۰).

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

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

استراحت در گروه‌های تحقیق برابر بوده و تنها شیوهٔ اعمال فاصلهٔ استراحت فرق کرده است. فرضیه این است که به‌دلیل اینکه آزمودنی‌ها با انجام هر دوره بیشتر خسته می‌شوند، به استراحت بیشتری احتیاج دارند و به‌علت خستگی تجمعی که بعد از دوره‌های متوالی به‌وجود می‌آید، به‌نظر می‌رسد فاصلهٔ استراحت فزاینده سودمندتر از فاصلهٔ استراحت ثابت خواهد بود. در نتیجه، هدف از تحقیق حاضر، بررسی اثرهای دو برنامهٔ تمرین مقاومتی با فواصل استراحت ثابت و فزاینده در مردان سالم غیرورزشکار است.

روش‌شناسی

آزمودنی‌ها

شانزده آزمودنی مرد سالم و غیرورزشکار که سابقهٔ تمرین قدرتی در اندام‌های بالایی را نداشتند، در این پژوهش شرکت کردند. جامعهٔ آماری، داوطلبانی بودند که در مقطع کارشناسی تربیت‌بدنی تحصیل می‌کردند. آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی به دو گروه تقسیم و شش هفته تمرین مقاومتی با فاصلهٔ استراحت ثابت (گروه اول) و تمرین مقاومتی با فاصلهٔ استراحت فزاینده (گروه دوم) را به‌صورت 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 رضایت‌نامهٔ کتبی امضا کردند. ویژگی‌های آزمودنی‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. گروه‌ها ازنظر سن، قد و وزن اختلاف معنی‌داری نداشتند.

جدول ۱. ویژگی‌های آزمودنی‌ها

ویژگی / گروه	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 برنامهٔ تمرینی

همهٔ 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[1] (شنبه، دوشنبه و چهارشنبه) به‌طور

1 . Nonconsecutive

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

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

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

شیوه‌های اندازه‌گیری

قدرت: قدرت عضلانی از طریق یک تکرار بیشینهٔ (1RM) حرکت پرس سینه اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌ها، قبل از ۵تا۱۰ تکرار پرس سینه، با دویدن و کشش پویا به گرم‌کردن غیرویژه پرداختند. آنها این گرم‌کردن را با مقاومت سبک اجرا کردند. سپس، مقاومت به‌طور پیش‌رونده تا مقادیری نزدیک یک تکرار بیشینهٔ آزمودنی برای چند دوره گرم‌کردن افزایش یافت. در نهایت برای آزمون یک تکرار بیشینه، مقاومت به‌طور افزایشی به‌دنبال هر بار اجرای موفق یک تکرار بیشینه تا واماندگی افزایش یافت. برای اطمینان از اعتبار آزمون، همهٔ مقادیر یک تکرار بیشینه با ۴تا۵ تلاش تعیین شدند (۱۳، ۲).

توان: توان به‌وسیلهٔ پرتاب توپ پزشکی[1] (۵ کیلوگرم) اندازه‌گیری شد. هر آزمودنی سه بار حرکت را انجام داد و بیشترین فاصله از محل پرتاب به‌عنوان توان ثبت شد. برای اینکه آزمودنی‌ها فقط از نیروی عضلات سینه‌ای، دلتوئید و سه سر بازویی استفاده کنند، به‌وسیلهٔ 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 گرم‌کردن پرداختند.

1 . Medicine Ball Put

استقامت: برای اندازه‌گیری استقامت عضلانی، از آزمودنی‌ها خواسته شد با ۳۰درصد یک تکرار بیشینه حداکثر تعداد تکرار پرس سینه را انجام دهند. برای برآورد استقامت عضلانی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، از ۳۰درصد یک تکرار بیشینهٔ پیش‌آزمون استفاده شد (۱۹). قبل از آزمون، آزمودنی‌ها با ۵ دقیقه دویدن آرام، ده شنای سوئدی و چند پرتاب توپ پزشکی به گرم‌کردن پرداختند.

نمونهٔ خونی: متخصصان در جلسهٔ هفدهم از آزمودنی‌ها نمونهٔ خونی گرفتند. از همهٔ آزمودنی‌ها خواسته شد برای جلوگیری از نوسانات لاکتات خون که به‌واسطهٔ انجام حرکات اضافی به‌وجود می‌آید، ۱۰ دقیقه در وضعیت درازکش قرار گیرند. سپس نمونهٔ خونی اولیه ۳ دقیقه قبل از تمرین گرفته شد. دورهٔ زمانی برای اندازه‌گیری بیشترین غلظت لاکتات، بین ۳ تا ۵ دقیقه بعد از ورزش است (۱۹)؛ اما در مطالعهٔ حاضر، چون عضلات کوچک‌تری (در مقایسه با عضلات پایین‌تنه) درگیر بودند و این احتمال وجود داشت که غلظت لاکتات سریع‌تر کاهش یابد، نمونهٔ خونی ۲ دقیقه بعد از اتمام جلسهٔ تمرینی گرفته شد.

اندازه‌گیری لاکتات: بعد از ضدعفونی‌کردن محل نمونه‌گیری روی دست ورزشکار به‌وسیلهٔ الکل، ۲ سی‌سی خون با استفاده از سرنگ گرفته و سریع به ویال حاوی مادهٔ ضدانعقاد (EDTA) اضافه شد. سپس به مدت ۳۰تا۶۰ ثانیه هم زده شد تا خون کامل با مادهٔ ضدانعقاد مخلوط شود (خون به‌هیچ‌وجه نباید لخته شود). با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ و با دور g ۳۰۰۰ (گرادیان) در دقیقه، خون سانتریفیوژ شد تا پلاسما به‌دست آید. سپس پلاسما به‌آرامی جدا و آزمون اندازه‌گیری لاکتات طبق روش طراحی‌شده در کیت لاکتات (شرکت پارس آزمون ایران با حساسیت ۰/۰۰۱ میلی‌مول بر لیتر) انجام شد. اندازه‌گیری لاکتات به‌وسیلهٔ 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 $P<۰/۰۵$ تعیین شد.

یافته‌های تحقیق

هر دو گروه افزایش‌های معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) در قدرت، توان، استقامت و کاهش معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) 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 ± انحراف معیار)، سطح معنی‌داری و درصد تغییرات

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	سطح معنی‌داری تغییرات	درصد
قدرت (1RM)	اول	۶۳/۲۰±۱۴/۲۰	۷۱±۱۲/۶۵	$p_=$۰/۰۰۱	۱۲/۳۴
(کیلوگرم)	دوم	۶۶/۳۰±۷/۹۹	۷۴/۸۰±۷/۱۳	$p_=$۰/۰۰۴	۱۲/۸۲
		$p_=$۰/۶۸	$p_=$۰/۶۸		
استقامت	اول	۶۰/۸۰±۱۰/۹۹	۷۵/۴۰±۱۴/۴۵	$p_=$۰/۰۴	۲۴/۰۱
(تعداد تکرار)	دوم	۵۷/۰۰±۹/۴۶	۷۸±۱۲/۱۹	$p_=$۰/۰۴۶	۳۶/۸۴
		$p_=$۰/۵۷	$p_=$۰/۴۹		
توان	اول	۴۳۷/۰۰±۴۵/۲۲	۴۸۱±۴۴/۰۱	$p_=$۰/۰۲	۱۰/۰۷
(سانتی‌متر)	دوم	۴۱۱/۰۰±۲۸/۱۵	۴۷۴/۶۰±۲۴/۱۵	$p_=$۰/۰۰۲	۱۵/۴۷
		$p_=$۰/۳۱	$p_=$۰/۲۲		
لاکتات	اول	۱/۶۴±۰/۲۷	۴/۵۸±۰/۸۹	$p_=$۰/۰۰۱	۱۷۹/۲۷
(mmoles/liter)	دوم	۱/۷۵±۰/۲۰	۴/۴۳±۰/۴۹	$p_=$۰/۰۰۱	۱۵۳/۱۴
		$p_=$۰/۴۸	$p_=$۰/۵۵		

بحث

فاصلهٔ استراحت یک متغیر، با تمرین مقاومتی مرتبط است که می‌تواند مستقیماً اجرای دوره‌های بعدی و قدرت عضله را تحت‌تأثیر قرار دهد و بر کارایی و اثربخشی برنامه‌های تمرین مقاومتی بیفزاید (۷). هدف این مطالعه، مقایسهٔ پاسخ قدرت، توان و استقامت عضلانی به دو شیوهٔ تمرین مقاومتی با فواصل استراحت متفاوت بود. نتایج، افزایشِ پس‌آزمونی معنی‌دار ($p<$۰/۰۵) در همهٔ متغیرها نشان داد. این نتایج مطابق نتایج کالج آمریکایی پزشکی‌ورزشی است (۱). همچنین گروه دوم در همهٔ آزمون‌ها به‌جز 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 شیوهٔ فاصلهٔ استراحت بین دوره‌ها، اثر فاصلهٔ استراحت را به‌تنهایی ارزیابی کردیم. نتایج این مطالعه نشان داد که هر دو پروتکل تمرین مقاومتی مطالعهٔ حاضر که دارای فواصل استراحت بین دوره‌های متفاوتی بودند، پتانسیل افزایش قدرت، توان و استقامت عضلانی را داشته‌اند.

عموماً طول فاصلهٔ استراحت بین دوره‌ها براساس هدف تمرین تجویز می‌شود. فاصلهٔ استراحت پیشنهادشده هنگامی که برنامه‌ها برای قدرت یا توان طراحی می‌شوند، افزایش (مثلاً ۲تا۵ دقیقه) و هنگامی که برای هایپرتروفی (مثلاً ۳۰تا۹۰ ثانیه) یا استقامت عضلانی (مثلاً کمتر یا برابر با ۳۰ ثانیه) طراحی می‌شوند، کاهش می‌یابد (۲۵). با توجه به مقالهٔ *مروری ویلاردسون*[1] (۲۰۰۶)، فاصلهٔ استراحت بین دوره‌ها در تمرین مقاومتی با توجه به هدف، متفاوت و در هر دو دوره ثابت است. ما در مطالعهٔ حاضر، فاصلهٔ استراحت بین هر دو دوره را متغیر کرده‌ایم (فاصلهٔ استراحت فزاینده). نتایج نشان داد که برخلاف تأثیر بیشتر پروتکل دارای فاصلهٔ استراحت فزاینده، این پروتکل تأثیر متفاوتی بر قدرت، توان و استقامت داشت، به نحوی که کمترین تأثیر به‌ترتیب روی قدرت، توان و استقامت عضلانی بوده است.

به‌خوبی اثبات شده است که قدرت عضله، در نتیجهٔ تمرین مقاومتی افزایش می‌یابد (۲۰) و آن را از طریق سازوکارهای فیزیولوژیکی متفاوتی افزایش می‌دهد که با عوامل عصبی، هایپرتروفی عضلهٔ اسکلتی و تغییرات هورمونی مرتبط است (۸). به‌دنبال تمرین، افزایش معنی‌داری در قدرت پرس سینه در هر دو گروه به‌وجود آمد. *هاس*[2] و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای اثر فاصلهٔ استراحت ۲۰و۸۰ 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؛ درحالی‌که برای اجرای تکرار دوی سرعت نتایج عکس بود.

سوزا جونیر (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای پاسخ قدرت و هایپرتروفی را به فواصل استراحت ثابت و کاهنده به‌همراه مکمل کراتین در مردان تمرین‌کرده مقایسه کرد. گروه با فاصلهٔ استراحت ثابت، بین هر دوره ۲ دقیقه استراحت کردند؛ درحالی‌که گروه با فاصلهٔ استراحت کاهنده، دو هفتهٔ 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، درحالی‌که حجم تمرین در گروه با فاصلهٔ استراحت ثابت بیشتر بود. باوجود نوع تمرین مقاومتی، سازگاری‌های دستگاه عصبی در مراحل اولیهٔ تمرین (تا شش هفته)، سازوکارهای برتری هستند که در آزمودنی‌های تمرین مقاومتی نکرده، افزایش قدرت را توجیه می‌کند. بنابراین، برنامهٔ 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 به‌دلیل کوتاه بودن دورهٔ تمرینی (شش هفته) باشد که

1 . Willardson
2 . Haas

بیشتر به سازگاری‌های عصبی منجر شده است. احتمالاً با افزایش زمان دورهٔ تمرینی، ممکن است اختلاف معنی‌داری به‌علت وجود سازگاری‌های عضلانی، بین دو شیوهٔ تمرین به‌وجود 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). توسعهٔ 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 فاصلهٔ استراحت فزاینده را بر توان عضلانی بررسی نکرده است. آبدسمد[1] و همکاران (۱۹۹۹) اثر طول دورهٔ بازگشت به حالت اولیه را بر توان عضلانی و غلظت لاکتات خون در خلال اجرای ده دوره با شش تکرار، با تلاش بیشینه برای پرس سینه در ۷۰درصد 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 به‌دست‌آمده 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 فاصلهٔ استراحت ۱دقیقه‌ای، به‌دلیل اتکا به دستگاه گلیکولیتیکی در دورهٔ بعدی و عدم بازیافت فسفوکراتین در فاصلهٔ استراحت بوده است (۱۹).

رابینسون[2] و همکاران (۱۹۹۵) اثر سه فاصلهٔ استراحت متفاوت (۳ دقیقه، ۹۰ ثانیه و ۳۰ ثانیه) را بر توان پرش عمودی و قدرت بیشینه مقایسه کردند. آزمودنی‌ها برنامهٔ تمرین با وزنه را چهار روز در هفته برای پنج هفته انجام دادند. گروه با فاصلهٔ استراحت ۳ دقیقه بین دوره‌ها، به‌طور معنی‌داری افزایش‌های بیشتری در بیشینهٔ قدرت اسکات در برابر گروه‌های دیگر نشان دادند؛ اما هیچ‌یک از گروه‌ها بهبودهای معنی‌داری در توان پرش عمودی نشان ندادند (۱۸). نتایج مطالعهٔ حاضر، افزایش توان در هر دو گروه را نشان داد؛ اما درصد تغییرات در گروه با فاصلهٔ استراحت فزاینده بیشتر بود. یک دلیل برای افزایش توان در گروه دوم، شاید استراحت بیشتر در دورهٔ 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 توسعهٔ برنامه‌های تمرینی برای ورزش‌های قدرتی/ توانی مانند فوتبال پنداشته می‌شود (۱۸). تمرین مقاومتی سنتی، استقامت عضلانی مطلق (بیشینهٔ تعداد تکرار با یک بار پیش‌تمرینی ویژه) را افزایش می‌دهد؛ اما اثرات محدودی در استقامت عضلانی موضعی نسبی (استقامت ارزیابی‌شده 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 مطالعهٔ 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 مطالعهٔ 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 ۱۸۰ثانیه‌ای، ۹۰ثانیه‌ای و ۳۰ثانیه‌ای را در خلال پنج هفته تمرین با وزنهٔ سنگین بررسی کردند و نتیجه گرفتند که به‌جز قدرت بیشینه، سازگاری‌ها به تمرین کوتاه‌مدت و سنگین ممکن است به طول فواصل استراحت وابسته نباشد. آنها در مطالعه‌شان استقامت ورزشی با شدت بسیار[1] را به‌وسیلهٔ دوچرخهٔ کارسنج (مونارک) ارزیابی کردند.

گراسیا لوپز[2] و همکاران (۲۰۰۷) اثر دورهٔ 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 ۶۰درصد انقباض هم‌طول اختیاری بیشینه در هر دو گروه افزایش معنی‌دار یافت؛ اما بین دو گروه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بااین‌وجود، تنها رویکرد تمرینی با فاصلهٔ استراحت ۱دقیقه‌ای، نرخ کاهش در میانگین سرعت تکرار را در خلال یک دوره تا واماندگی کاهش داد (۶).

براساس این نتایج، در کیفیت‌های ورزشی نه‌تنها تعداد بیشینهٔ 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 توسعهٔ خستگی عضله و اجرای آن است (۱۹).

---

1 . high intensity exercise endurance
2 . Garcia-Lopez

نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد که لاکتات خون در هر دو گروه، بعد از جلسهٔ تمرینی، به‌طور معنی‌داری از حالت استراحت افزایش یافت. به‌هرحال، گروه دوم درصد تغییرات کمتری را نشان داد. به‌نظر می‌رسد که آزمودنی‌های گروه دوم خستگی کمتری را تجربه کرده و در نتیجه، اجرای بهتری داشته‌اند. باید گفت تحت شرایط تلاش فردی بیشینه (اجرای بی‌هوازی که تا واماندگی شخص ادامه یافته است)، ورزشکارانی که خیلی تمرین کرده باشند، در مقایسه با آزمودنی‌هایی که به‌طور متوسط تمرین کرده یا غیرورزشکارند، به مقادیر بیشتری از غلظت کراتین کیناز و لاکتات سرمی می‌رسند. این کار ممکن است به‌وسیلهٔ کل کار خارجی بیشتر اجراشده به‌وسیلهٔ ورزشکاران خیلی تمرین‌کرده در دورهٔ زمانی ویژه در مقایسه با غیرورزشکاران توجیه شود (۲۹).

ورزش با شدت زیاد، به تجمع اسیدلاکتیک (یون هیدروژن و لاکتات) منجر می‌شود و می‌تواند اختلاف غلظت بین سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، کلراید و دیگر آنیون‌ها مانند پروتئین‌ها و یون‌های فسفات را مختل کند و pH درون‌سلولی را کاهش دهد. این اختلالات به خستگی عضله کمک می‌کند. دوره‌های استراحت ۱دقیقه‌ای یا کوتاه‌تر بین دوره‌ها، افزایش‌های چشمگیری در لاکتات سرم ایجاد می‌کند که نشان‌دهندهٔ کاهش pH درون‌سلولی و خارج‌سلولی و اختلال یونی است (۱۴).

در مطالعهٔ حاضر شاید فاصلهٔ استراحت کمتر در دورهٔ دوم، برای گروه دوم، باعث افزایش لاکتات حتی در دوره‌های بعدی شده باشد. این افزایش احتمالی در لاکتات سرم، شاید دلیلی برای سازگاری بیشتر باشد؛ زیرا قرارگرفتن در معرض لاکتات بیشتر، می‌تواند ظرفیت بافرینگ را بهبود بخشد و به افزایش ظرفیت بی‌هوازی منجر شود. بنابراین، افزایش ظرفیت بافرینگ/ بی‌هوازی، می‌تواند استقامت ورزشی با شدت زیاد را افزایش دهد (۱۴). باتوجه‌به اینکه آزمودنی‌های هر دو گروه، فعال، ولی غیرورزشکار بوده و از آمادگی برابری برخوردار بودند، کمتربودن غلظت لاکتات سرمی در گروه دوم احتمالاً نتیجهٔ سازگاری بهتر و در نتیجه کاهش تولید لاکتات یا افزایش دفع لاکتات در پس از تمرین است.

نتیجه‌گیری

در مطالعهٔ حاضر، برای اولین بار رویکرد فاصلهٔ استراحت فزاینده به‌کار رفته است. نتایج نشان داد که دو پروتکل تمرین مقاومتی با فواصل استراحت ثابت (گروه اول) و فزاینده (گروه دوم) تغییرات معنی‌داری را در قدرت، توان و استقامت عضلانی به‌وجود آورد. باوجوداینکه دو برنامهٔ تمرین مقاومتی، اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند، اما درصد تغییرات در گروه دوم بیشتر بود. بنابراین، این احتمال وجود دارد که در طولانی‌مدت (بیشتر از شش هفته) اختلاف معنی‌داری بین اثر دو برنامهٔ تمرینی به‌وجود آید.

به‌هرحال، باتوجه‌به نتایج، پژوهشگر استفاده از روش دوم (فاصلهٔ استراحت فزاینده) را پیشنهاد می‌کند و چون شیوهٔ دستکاری فاصلهٔ استراحت بین دوره‌ها در تمرین مقاومتی تا کنون ارزیابی نشده است، بررسی دقیق‌تر میزان کارایی پروتکل‌های تمرین مقاومتی با فاصلهٔ 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., Ratamess, 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., Ghlissi, 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.