

بررسی اثر تمرین قدرتی با فواصل استراحتی متفاوت بین ست‌ها، بر استقامت قدرتی، حرکت

پرس سینه و پرس پا در نوبت‌های پیاپی
یزدان فروتن^{۱*}، ناصر بهپور^۲، سعید دانشیار^۳

۱. مدرس، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسدآباد، همدان، ایران

۲. استادیار، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه رازی کرمانشاه، ایران.

۳. استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آیت الله العظمی بروجردی (ره)، لرستان، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۱/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۲

Original Article

Open Access

چکیده

یکی از تغییرها و معیارهای نسبی تمرین که کمتر مورد توجه قرار گرفته و از فاکتورهای ضروری تمرین به‌ویژه هنگامی که هدف تمرین افزایش استقامت قدرتی باشد، استراحت بین ست‌ها است. پژوهش حاضر باهدف بررسی اثر ۴ فاصله استراحتی متفاوت بر استقامت قدرتی در نوبت‌های پیاپی با باری معادل $75\% \text{IRM}$ انجام شد. بدین منظور ۱۶ ورزشکار جوان (سن $24 \pm 3/37 \pm 9/19$ سال، قد $178/38 \pm 5/25$ سانتی‌متر، وزن $70/81 \pm 7/91$ کیلوگرم) به شکل تصادفی انتخاب و برای اجرای تحقیق آماده شدند. همه آزمودنی‌ها ۹ جلسه تمرین پرس سینه و پرس پا را با فاصله استراحتی ۴۸ ساعت از یکدیگر انجام دادند. در جلسه اول یک تکرار بیشینه اندازه‌گیری شد و از جلسه ۲ تا ۹ در هر جلسه چهار نوبت حرکت پرس سینه و پرس پا با باری معادل $75\% \text{IRM}$ تا سرحد خستگی اجرا شد. در هر جلسه یکی از فواصل استراحتی ۳۰، ۹۰، ۲۱۰، ۲۷۰ ثانیه‌ای بین نوبت‌ها به‌طور تصادفی استفاده شد و تعداد نیز تکرارها ثبت گردید. از آزمون تحلیل واریانس و آزمون تعقیبی بن‌فرونی برای تجزیه و تحلیل استفاده شد. نتایج نشان داد میانگین تکرارهای حرکت پرس سینه و پرس پا در ۴ فاصله استراحتی در مقایسه با (پیش‌آزمون) کاهش معناداری یافت. همچنین توانایی حفظ تکرارها با فاصله استراحتی ۲۷۰ ثانیه در مقایسه با فواصل استراحتی ۳۰، ۹۰، ۲۱۰ ثانیه‌ای به‌طور معناداری بیشتر بود. نتایج مؤید آن است که توانایی حفظ تکرارها به فاصله استراحتی بین ست‌ها بستگی دارد، لذا به‌منظور افزایش مقدار کار انجام‌شده و استقامت قدرتی، استفاده از فواصل استراحتی بین ۲۱۰ الی ۲۷۰ توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: باز یافت، تعداد تکرارها، نوبت‌های متوالی، مردان ورزشکار.

* آدرس نویسنده مسئول: یزدان فروتن. گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسدآباد. تلفن: ۰۹۸۹۱۸۹۰۵۸۸۶۱، پست الکترونیک: yazdanfrotan@yahoo.com

The effect of strength training with different rest intervals between sets on the bench press and leg press strength, power moves in consecutive periods


Foroutan Y^{1*}, bapoor N², Daneshyar S³

1. Instructure, Department of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University, Asadabad Branch, Hamadan. Iran.

2. Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Science, Razi University, Kermanshah. Iran.

3. Instructor, Department of Physical Education and Sport Sciences, University of Ayatollah Ozma Boroujerdi, Lorestan. Iran.

Original Article

 Open Access

Abstract

One of the variables and the relative criterion workout and are considered that less essential factor especially when the aim is to increase exercise strength endurance power, is resting between sets. This study aimed to evaluate the effects of 4 different rest intervals on of strength endurance in successive sets with a load equivalent to 75% 1RM was performed. For this purpose, 16 young athletes (ages 19.37 ± 3.24 years, height 178.38 ± 5.25 cm, and weight 70.81 ± 7.91 kg) were randomly selected and prepared to conduct research. All participants' bench press and leg press with a distance of 9 sessions 48 hours of each other did the rest. one repetition maximum was measured at the first meeting of the session from 2 to 9 per session, four bench press and leg press with a load equivalent to 75% 1RM exhausting run. In each one of-second rest intervals between sets 30, 90, 210, 270 randomly repeated use and the number was recorded. ANOVA test and post hoc Bonferroni test was used for analysis. The results showed that the average bench press repetitions and feet are resting in the fourth compared to the (pre-test) showed a significant decrease. As well as the ability to repeat with rest intervals of 270 seconds compared to 30, 90, 210 second rest intervals was significantly higher.

* **Corresponding Author:** Department of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University, Asadabad Branch, TEL: +98 918 905 8861, Email: yazdanfrotan@yahoo.com

The results confirm that the sustainability of repetitions depends on the distance rest between sets, so in order to increase the amount of work and endurance power, the use of rest intervals between 210 to 270 is recommended.

Key words: Recovery number of repetitions, consecutive sets, men athlete.

مقدمه

با توسعه برنامه‌های ورزشی، پروتکل‌های تمرینی متفاوتی برای تمرینات مقاومتی طراحی شده است و محققان از این طریق به دنبال کشف روش‌های سودمندتر هستند. بیش از ۳۰ سال است که تحقیقات در حیطه تمرینات قدرتی بر حجم، شدت و دامنه تکرارها که باعث تولید قدرت بیشتر و افزایش استقامت قدرتی می‌شود، تأکید کرده است. در همین رابطه، یکی از متغیرها و معیارهای نسبی تمرین که توجه کمی به آن شده است، استراحت بین ست‌ها است (بومپا، ۱۳۸۲). امروزه تمرینات مقاومتی در اکثر رشته‌های ورزشی در مراحل مختلف آمادگی پیش از فصل و فصل مسابقه استفاده می‌شود و گرایش جوانان و نوجوانان به این رشته ورزشی در دهه اخیر چشمگیر بوده است، کسب دانش درباره متغیرهای این‌گونه تمرینات برای مربیان و متصدیان گروه‌های مختلف ورزشی و ورزشکاران اهمیت به‌سزایی دارد (جفری و ویلاردسون، ۲۰۰۸، ص ۴۴-۵۰). در همین حیطه، یکی از فاکتورهای تمرینی تأثیرگذار که کمتر مورد توجه قرار گرفته است، نحوه و مدت‌زمان استراحت اعمال شده بین نوبت‌هاست که در نهایت منجر به افزایش اجرا و عملکرد قدرتی و بازیافت مناسب بین ست‌ها می‌شود (جفری و ویلاردسون، ۲۰۰۸، ص ۱۵۲-۱۴۶). همچنین عضلات باید فرصت داشته باشد تا در زمان بازیافت فسفوکراتین و آدنوزین تری فسفات درون سلولی را بازسازی کند و از ایجاد خستگی عضلانی جلوگیری کند (جفری و ویلاردسون، ۲۰۰۸، ص ۴۴-۵۰). این فرایند شرایط تولید نیروی بیشتر را، که از فاکتورهای مهم جهت حفظ شدت تمرین و استقامت قدرتی است، مهیا می‌کند و منجر به افزایش دامنه تکرارها می‌شود (باچل. بارنی، اراضی، مترجم، ۱۳۸۴؛ رویینز و همکاران، ۲۰۱۲، ص ۳۹-۳۴). در گذشته ورزشکاران برای تعیین استراحت بین ست‌ها از اصول یا قاعده خاصی پیروی نمی‌کردند و در هنگام انتقال از یک نوبت به نوبت بعدی معمولاً از فواصل استراحتی بین ست‌ها، یا استفاده نمی‌کردند و یا زمان آن بسیار کوتاه بوده است، بدین‌صورت که در هنگام اجرای تمرین قدرتی و هنگام انتقال از یک نوبت به نوبت بعدی از فواصل استراحتی بین ست‌ها استفاده نمی‌کردند و فوراً آماده اجرای نوبت بعدی تمرین می‌شدند (رستمیان و همکاران، ۲۰۱۵، ص ۲۷۳-۲۷۰). یک توصیه کلی، برای تمریناتی قدرتی که با هدف توسعه استقامت قدرتی اجرا می‌شوند، رعایت فاصله استراحتی بین ۲ تا ۵ دقیقه است. ضمناً، در تحقیقات گذشته نشان داده‌اند، هنگامی که تمرینات قدرتی با فواصل استراحتی کوتاه‌مدت و بلندمدت انجام شود، تفاوت معناداری در بین میانگین تکرارها مشاهده می‌شود (جفری و همکاران، آ ۲۰۰۸، ص ۱۵۲-۱۴۶؛ جفری و ویلاردسون، ب ۲۰۰۸، ص ۴۴-۵۰). در همین راستا در مطالعات گذشته (کرامر و همکاران، ۱۹۸۷، ص ۲۵۲-۲۴۷؛ ریچموند و گودارد، ۲۰۰۴، ص ۸۴۹-۸۴۶؛ ویلاردسون و بورکت، ۲۰۰۵، ص ۳۹۹-۳۹۶) که برای نمونه توسط رستمیان و همکاران (۲۰۱۵، ص ۲۷۳-۲۷۰) در سال ۲۰۱۳ انجام شد، بر نقش فواصل استراحتی متفاوت بین ست‌ها برافزایش و یا کاهش دامنه تکرارهای حرکت پرس سینه و پا تأکید داشته‌اند. همچنین در همین حیطه ویلارد

۷۵ □ بررسی اثر تمرین قدرتی با فواصل استراحتی متفاوت بین ست‌ها، بر استقامت قدرتی □

نوین و همکاران

سون^۱ و همکاران در دو پژوهش مجزا (۲۰۰۵، ص. ۳۹۹-۳۹۶ و ۲۰۰۶، ص. ۳۲۵-۳۱۹) اثر ۳ فاصله استراحتی متفاوت بین نوبت‌ها بر میانگین تعداد تکرارهای پرس سینه و اسکات را مقایسه کردند و نشان دادند میانگین تعداد تکرارها در نوبت‌های متوالی با فواصل استراحتی بلندمدت نسبت به فواصل استراحتی کوتاه‌مدت بیشتر است. همچنین در پژوهش مشابهی که (میراندا^۲ و همکاران، ۲۰۰۷، ص. ۱۰۳۶-۱۰۳۲) انجام شد، نیز بر متأثر شدن کار قدرتی (تعداد تکرارها) در نتیجه فواصل استراحتی اعمال شده بین ست‌ها اشاره داشتند و بیان کردند که مجموع تعداد تکرارهای اندام فوقانی در فواصل استراحتی کوتاه‌مدت به‌طور چشم‌گیری کاهش می‌یابد. همچنین در مطالعات موافق دیگری در همین حیطه (میراندا و همکاران، ۲۰۱۰، ص. ۱۵۷۷-۱۵۷۳؛ اولگ و همکاران، ۲۰۰۸، ص. ۱۸۸۱-۱۸۷۶ و جمباسی و همکاران، ۲۰۱۲، ص. ۲۲۸-۲۲۴) انجام شد، بر تأثیر فواصل استراحتی متفاوت بین نوبت‌ها بر دامنه تکرارهای حرکت پرس سینه و پا اشاره کرده‌اند. به‌علاوه مطالعات گسترده‌ای در زمینه نقش فواصل استراحتی متفاوت (کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت) و اثر آن بر سازگاری‌های متفاوت عضلانی (توسعه قدرت، استقامت قدرتی و هایپرتروفی عضلانی و ...) انجام شده و جملگی بر نقش مثبت فواصل استراحتی برافزایش دامنه تکرارها و سایر فاکتورهای مرتبط با تمرینات قدرتی به‌کرات اشاره کرده‌اند؛ بنابراین با این تفاسیر می‌توان ادعان کرد که هم‌زمان با افزایش مدت‌زمان استراحت بین ست‌ها مقدار کار انجام‌شده افزایش و در مقابل با کاهش زمان استراحت استقامت قدرتی کاهش می‌یابد (جفری و ویلاردسون، ۲۰۰۸، ص. ۵۰-۴۴؛ میراندا و همکاران، ۲۰۰۷، ص. ۱۰۳۶-۱۰۳۲). در ضمن، بر این نکته تأکید کرده‌اند که متأثر شدن کار قدرتی و سازگاری‌های عضلانی به فاصله استراحتی اعمال شده بین ست‌ها ارتباط مستقیمی دارد و باعث ایجاد خستگی عضلانی، تغییرات هورمونی و متابولیکی با سطوح مختلف می‌شود (جفری و ویلاردسون، ۲۰۰۹، ص. ۱۵۲-۱۴۶؛ میراندا و همکاران، ۲۰۱۰، ص. ۱۵۷۷-۱۵۷۳؛ استون و کالتر، ۱۹۹۴، ص. ۲۳۴-۲۳۱). در تأیید صحت این یافته‌ها در مطالعه‌ای مشابه پژوهش حاضر که توسط دی‌سالیس و همکاران، (۲۰۱۲، ص. ۷۷۷-۷۶۵) انجام شد، در یک مقاله مروری نتایج ۳۵ تحقیق در خصوص اثرات حاد (کوتاه‌مدت) و مزمن (تدریجی) فواصل استراحتی متفاوت بین ست‌ها را بررسی کردند و نشان دادند، تعداد تکرارها به‌طور معناداری تحت تأثیر فواصل استراحتی بین ست‌ها قرار می‌گیرد و منجر به افزایش یا کاهش دامنه تکرارها در نوبت‌های پیاپی می‌شود. همچنین در مطالعات همسوی دیگری در همین حیطه (میراندا و همکاران، ۲۰۱۰، ص. ۱۵۷۷-۱۵۷۳؛ جوس و همکاران، ۲۰۱۳، ص. ۱۴۳-۱۳۸) انجام شد که بر نقش فواصل استراحتی متناوب بین نوبت‌ها بر استقامت قدرتی اشاره کرده و نشان دادند که تعداد تکرارها متأثر از فاصله استراحت اعمال بین ست‌ها است، به این منوال که دامنه تکرارها در فواصل استراحتی بلندمدت نسبت به فاصله استراحتی کوتاه‌مدت بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد و تعداد تکرارها افزایش می‌یابد که این امر به‌واسطه اعمال فاصله استراحتی و برگشت به حالت اولیه مناسب بین نوبت‌ها انجام می‌شود.

1. Willard Son
2. Miranda

در سال‌های اخیر، پژوهشگران با دست‌کاری فواصل استراحتی بین ست‌ها باهدف دستیابی به مناسب‌ترین فاصله استراحتی که اجازه بازسازی انرژی و بازگشت به حالت اولیه مناسب بین ست‌ها را داده و در نهایت منجر به بهبود عملکرد قدرتی شود، انجام شده است. به‌طور کلی، در مطالعات گذشته پژوهشگران اثر فواصل استراحتی متفاوت (کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت) با بارکاری متفاوت را بررسی کرده‌اند و نتایج ضدونقیضی نیز گزارش کرده‌اند (ماچادو و همکاران، ۲۰۱۱، ص. ۱۳۳۹-۱۳۴۵؛ روبینز و همکاران، ۲۰۱۲، ص. ۳۹-۳۴؛ رستمیان و همکاران، ۲۰۱۵، ص. ۲۷۳-۲۷۰)، با این تفاسیر و به‌منظور رفع ابهام و تردیدهای موجود در این خصوص استفاده از فاصله‌های استراحتی منتخب، در مطالعه حاضر محققان در نظر دارند تا اثرات فواصل استراحتی کوتاه‌مدت (۳۰ ثانیه) میان‌مدت (۹۰ ثانیه) و بلندمدت (۲۷۰ و ۲۱۰ ثانیه) را به‌طور هم‌زمان بررسی کنند تا به‌احتمال معناداری بین زمان‌های استراحتی فوق‌الذکر بر مقدار کار انجام‌شده قدرتی در حرکت پرس سینه و پرس پا پی ببرند. دلایل استفاده از فواصل فوق‌الذکر در پژوهش حاضر با توجه به یافته‌های نتایج مطالعات پیشین بوده و نشان دادند تمرینات قدرتی که باهدف افزایش حداکثر قدرت و استقامت قدرتی انجام شود، نیاز به فواصل استراحتی متفاوتی دارد، لذا برای دستیابی به این مهم در پژوهش حاضر از فواصل استراحتی متفاوت کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت به‌صورت متمرکز استفاده شد تا بهتر به توان به نتایج کاربردی‌تری در خصوص نحوه و زمان به‌کارگیری فواصل استراحتی به‌منظور دستیابی به اهداف موردنظر تمرین که شامل: افزایش استقامت قدرتی، حداکثر قدرت و قدرت عمومی (افزایش آمادگی جسمانی) است، دست یابد. با نتایج این تحقیق می‌توان به ورزشکاران و همه افراد علاقه‌مند به ورزش‌های قدرتی در خصوص نحوه به‌کارگیری فواصل استراحتی با توجه به اهداف مدنظرشان کمک شایانی کرد. ضمناً تحقیقات سیستماتیک بیشتری به‌منظور دست‌یابی به نتیجه قاطع در این زمینه به ورزشکاران و مربیان در ارائه برنامه تمرینات قدرتی کمک می‌کند.

از این‌رو، پژوهش حاضر با استفاده از فواصل استراحتی متفاوت و تمرینات با وزنه که مشابه برنامه‌های تمرینی دیگر محققان (جمبازی و همکاران، ۲۰۱۲، ص. ۲۲۸-۲۲۴؛ جوس و همکاران، ۲۰۱۳، ص. ۱۴۳-۱۳۸؛ جفری و ویلاردسون، ۲۰۰۸، ص. ۵۰-۴۴؛ رستمیان و همکاران، ۲۰۱۵، ص. ۲۷۳-۲۷۰) است، درصدد پاسخ به این سؤال است که زمان استراحت مناسب برای افزایش استقامت قدرتی عضله چقدر است؟ کدام یک از فواصل استراحتی منتخب پژوهش برای افزایش استقامت قدرتی مناسب‌تر است؟ بر این اساس پژوهش حاضر باهدف بررسی اثر فاصله‌های استراحتی (۲۷۰، ۲۱۰، ۹۰ و ۳۰ ثانیه) بر استقامت قدرتی حرکت پرس سینه و پرس پای شیب‌دار در نوبت‌های پیاپی با باری معادل ۷۵ درصد تکرار بیشینه، برای پیشنهاد مدل تمرینی کاربردی به مربیان و ورزشکاران باهدف دست یافتن به بهترین عملکرد و اجرای قدرتی و افزایش دامنه تکرارها انجام شد.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر، نیمه تجربی و روش اجرای آن نیز میدانی بود. جامعه آماری پژوهش حاضر را ۱۶ آزمودنی پسر ورزشکار داوطلب که معیارهای ورود به تحقیق را داشتند، به‌صورت تصادفی در یک گروه مساوی قرار گرفتند.

۷۷ □ بررسی اثر تمرین قدرتی با فواصل استراحتی متفاوت بین ست‌ها، بر استقامت قدرتی □ پروتن و همکاران

معیارهای ورود به پژوهش عبارت‌اند از: نداشتن آسیب بدنی، داشتن فعالیت بدنی منظم (حداقل ۶ ماه تمرین قدرتی و ۲ دو سال تمرینات هوازی)، نداشتن بیماری‌های خاص از قبیل؛ بیماری‌های (عفونی، ایمنی، متابولیک، قلبی- عروقی، تنفس، اُرتوپدی) عدم مصرف دارو (مثل استروئیدهای آنابولیک و داروهای سمپاتوآدرنال) عدم مصرف سیگار. سپس آزمودنی‌ها در صورت داشتن شرایط ورود به طرح، فرم رضایت‌نامه کتبی را تکمیل نمودند. در مرحله مقدماتی آزمودنی‌ها با اجرای حرکات آزمون آشنا شدند و حرکات را دقیقاً طبق برنامه تمرینی، با میله هالتر و بدون وزنه انجام دادند. در این مرحله اطلاعات آنترپومتریکی ثبت شد. موضوع پژوهش، هدف و روش اجرای آن به اطلاع آزمودنی‌ها رسید. قبل از شروع تمرین، آزمودنی‌ها با شرایط پژوهش و نحوه اجرای آن و همچنین انجام اندازه‌گیری‌های مقدماتی (قد و وزن، درصد چربی بدن، یک تکرار بیشینه، حداکثر اکسیژن مصرفی) جهت آشنا شدند.

جدول ۱: ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

متغیرها	تعداد	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	V _{02max} (کیلوگرم وزن در دقیقه)	شاخص توده بدنی (kg/m ³)
ویژگی و آزمودنی‌ها	میانگین	۱۹/۳۷	۱۷۸/۳۸	۷۰/۸۱	۵۹/۳۲	۲۱/۹۱
	دامنه	۱۶-۲۶	۱۶۹-۱۸۸	۶۰-۸۵	۵۴-۶۷	۱۹-۲۲
	انحراف استاندارد	۰/۸۱	۱/۳۱	۱/۹۸	۰/۲۱	۲/۹۲

روش جمع‌آوری اطلاعات

در پژوهش حاضر، از قد سنج (Seca) با دقت ± 0.5 سانتی‌متر برای اندازه‌گیری قد و از ترازو (Seca) با دقت اندازه‌گیری ± 100 گرم برای اندازه‌گیری وزن آزمودنی‌ها و از وزنه‌های تمرینی با وزن‌های مختلفی برای تنظیم وزنه موردنظر برای تمرین یک تکرار بیشینه پرس سینه و پرس‌پای‌شیب‌دار استفاده شد. برای انجام این کار ابتدا آزمودنی با ۵ تا ۱۰ تکرار وزنه در حدود ۵۰ درصد قدرت حداکثر خود عضلات‌شان را گرم کردند. به دنبال یک دقیقه استراحت، آزمودنی‌ها با حرکات کششی اجرای ۳ تا ۵ تکرار با ۶۰ تا ۸۰ درصد IRM بیشینه احتمالی پیش‌بینی‌شده را اجرا کردند. پس از ۳ تا ۵ دقیقه استراحت به‌تدریج بر مقدار وزنه‌ها افزوده شد و تلاش نهایی برای تعیین IRM صورت گرفت. اگر بلند کردن وزنه موفقیت‌آمیز بود، پس از ۳ تا ۵ دقیقه استراحت دوباره بر مقدار وزنه‌ها افزوده شد. آزمودنی‌ها حداکثر باید در ۵ تکرار IRM خود را تعیین می‌کردند. سپس یک تکرار بیشینه در دو حرکت منتخب بالاتنه (پرس سینه) و پایین‌تنه (پرس پا) با استفاده از فرمول مدنظر محاسبه شد (بروزسکی، ۱۹۹۳، ص. ۹۰-۸۸). پژوهش حاضر در ۹ جلسه جداگانه و بافاصله استراحتی ۴۸ ساعت از یکدیگر برای برگشت به حالت اولیه مناسب، رفع کوفتگی عضلانی و خستگی باقی‌مانده از جلسه قبلی و در ساعت‌های مشابه از روز برای به حداقل رساندن آهنگ ریتم شبانه‌روزی برگزار شد (جوس و همکاران، ۲۰۱۳، ص. ۱۴۳-).

۱۳۸؛ جفری و ویلاردسون، ۲۰۰۸، ص. ۴۴-۵۰؛ روبینز و همکاران، ۲۰۱۲، ص. ۳۹-۳۴). تمامی جلسات در اوقات مشابه (در عصر) برگزار شد. تمامی آزمودنی‌ها باید طبق توصیه و راهنمایی‌های محقق برای شرکت در جلسات تمرینی و پیش‌آزمونی حداقل یک هفته قبل از شرکت در آزمون از هیچ‌گونه مواد محرک یا نیروزایی استفاده نمی‌کردند و در شب قبل از آزمون از نظر خواب، تغذیه و شرایط روحی-روانی در حالت مناسب جهت شرکت در آزمون قرار می‌گرفتند.

وزنه

$$\text{حداکثر وزنه جابجا شده} = \frac{[170.278 - (0.278 \times \text{تکرار})]}{[170.278 - (0.278 \times \text{تکرار})]}$$

سپس، بار موردنظر تعیین و ۷۵ درصد تکرار بیشینه آن‌ها برای اجرای پرس سینه و پرس پای شیب‌دار تا سرحد خستگی ارادی با استراحت غیرفعال محاسبه شد. از جلسه دوم تا نهم آزمودنی‌ها ابتدا یک نوبت گرم کردن پرس سینه و پرس پای شیب‌دار با وزنه انتخابی آزمودنی با ۱۰ تکرار با ۵۰ درصد تکرار بیشینه انجام داده و آماده آزمون شدند.

در هر جلسه ۴ نوبت تمرین پرس سینه و پرس پای شیب‌دار را با باری معادل ۷۵ درصد تکرار بیشینه با حداکثر تکرار تا سرحد خستگی اجرا کردند و در هر جلسه تمرین یکی از فواصل استراحتی ۲۷۰، ۲۱۰، ۹۰، ۳۰ ثانیه‌ای به‌طور تصادفی برای هر فرد استفاده شد. به علت غیرفعال بودن فاصله استراحتی و ایجاد شرایط یکسان از آزمودنی‌ها خواسته شد، پس از پایان اجرای هر نوبت تمرین بنشینند. تعداد تکرارهای انجام‌شده نیز در هر نوبت تمرین برای هر فرد ثبت شد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری‌شده از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد. برای حصول اطمینان از همسان بودن گروه‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک (K-S) استفاده شد که تفاوت معناداری در بین آن‌ها مشاهده نگردید. همچنین برای بررسی تغییرات میانگین دامنه تکرارها در ۴ فاصله استراحتی و توانایی حفظ تکرارها در نوبت‌های اول تا چهارم تمرین از روش آماری تحلیل واریانس اندازه‌گیری‌های مکرر (۴×۴) (ANOVA) استفاده شد که نتایج میانگین‌های به‌دست‌آمده معنادار بود، لذا از آزمون تعقیبی بنفرونی جهت تشخیص نقطه اختلافات استفاده گردید. همچنین سطح معناداری بین متغیرها ($P \leq 0.05$) در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در آزمودنی‌های تمرین در هیچ‌یک از متغیرها تفاوت معناداری در پیش‌آزمون مشاهده نشد که نشان‌دهنده توزیع تصادفی و همگن بودن آن‌ها است. مجموع میانگین کل تکرارهای دو حرکت پرس سینه و پرس پا در ۴ فاصله استراحتی منتخب با آزمون تحلیل واریانس اندازه‌گیری‌های تکراری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و یافته‌ها به‌صورت میانگین و انحراف استاندارد در جداول شماره ۲ و ۳ ارائه شد. نتایج بین پیش‌آزمون و فواصل استراحتی مختلف در هر دو تمرین پرس سینه و پرس پا تفاوت معناداری را نشان داد ($P \leq 0.05$)، به همین منظور از آزمون تعقیبی بنفرونی جهت تعیین نقطه اختلاف بین پیش‌آزمون و ۴ فاصله استراحتی منتخب استفاده شد که نتایج در

۷۹ □ بررسی اثر تمرین قدرتی با فواصل استراحتی متفاوت بین ست‌ها، بر استقامت قدرتی

فرون و همکاران

جدول شماره ۴ ارائه شده است، یافته‌ها نشان داد، که مجموع کل تکرارها در ۴ نوبت تمرین متوالی انجام شده با باری معادل ۷۵ درصد تکرار بیشینه و با دوره‌های استراحتی متفاوت بین آن‌ها در فاصله استراحتی ۳۰ ثانیه نسبت به ۹۰ ثانیه ($P < 0.001$) معنادار، ۹۰ ثانیه نسبت به ۲۱۰ ثانیه ($P < 0.001$) معنادار و همچنین میانگین تعداد تکرارها در فاصله استراحتی در فاصله استراحتی ۲۱۰ ثانیه نسبت به ۲۷۰ ثانیه‌ای در هر دو حرکت پرس سینه و پرس پا نیز معنادار بود.

جدول ۲: میانگین و انحراف استاندارد $M \pm SD$ تکرارها در چهار نوبت حرکت پرس سینه، در چهار فاصله استراحتی متفاوت.

میانگین کل تکرارهای پرس سینه به تفکیک ۴ فاصله استراحتی				داده‌ها
M±SD	M±SD	M±SD	M±SD	متغیر
۲۶/۱۳±۳/۵۵	۲۵/۱۹±۳/۳۱	۲۶/۱۳±۳/۶۱	۲۵/۱۳±۳/۹۳	پرس سینه ۲۷۰ ثانیه
۲۴/۱۳±۳/۵۵	۱۹/۶۳±۳/۷۲	۱۷/۱۳±۳/۶۱	۱۴/۱۳±۳/۹۳	پرس سینه ۲۱۰ ثانیه
۲۲/۱۳±۳/۵۵	۱۷/۶۳±۳/۷۲	۱۳/۱۲±۳/۶۱	۱۰/۱۳±۳/۹۳	پرس سینه ۹۰ ثانیه
۲۴/۸۱±۴/۱۹	۱۶/۶۳±۳/۷۲	۱۲/۱۲±۳/۶۱	۸/۱۲±۳/۹۳	پرس سینه ۳۰ ثانیه

جدول ۳: میانگین و انحراف استاندارد $M \pm SD$ تکرارها در چهار نوبت حرکت پرس پای شیب‌دار در چهار فاصله استراحتی متفاوت.

میانگین کل تکرارهای پرس پای شیب دار به تفکیک ۴ فاصله استراحتی				داده‌ها
M±SD	M±SD	M±SD	M±SD	متغیر
۴۶/۱۹±۷/۳۳	۴۵/۴۴±۶/۹۶	۴۵/۱۹±۷/۴۴	۴۵/۱۹±۷/۸۵	پرس پا ۲۷۰ ثانیه
۴۴/۱۹±۷/۳۳	۴۰/۴۴±۶/۹۶	۳۶/۱۹±۷/۴۴	۳۴/۱۳±۷/۹۱	پرس پا ۲۱۰ ثانیه
۴۳/۱۹±۷/۳۳	۳۸/۴۴±۶/۹۶	۳۲/۱۹±۷/۴۴	۳۰/۱۹±۷/۸۵	پرس پا ۹۰ ثانیه
۴۴/۹۴±۷/۲۶	۳۷/۴۴±۶/۹۶	۳۱/۱۹±۷/۴۴	۲۸/۱۹±۷/۸۳	پرس پا-۳۰ ثانیه

جدول ۴: نتایج مربوط به آزمون تعقیبی بن فرونی مربوط به میانگین کل چهار فاصله استراحتی حرکت پرس سینه و پرس پای شیب دار

میانگین کل تکرارها			
سطح معناداری	پرس پای شیب دار	سطح معناداری	پرس سینه
* ۰/۰۰۱	فاصله استراحتی ۳۰ - ۹۰ ثانیه	* ۰/۰۰۱	فاصله استراحتی ۳۰ - ۹۰ ثانیه
* ۰/۰۰۰	فاصله استراحتی ۳۰ - ۲۱۰ ثانیه	* ۰/۰۰۱	فاصله استراحتی ۳۰ - ۲۱۰ ثانیه
* ۰/۰۰۱	فاصله استراحتی ۳۰ - ۲۷۰ ثانیه	* ۰/۰۰۱	فاصله استراحتی ۳۰ - ۲۷۰ ثانیه
* ۰/۰۰۱	فاصله استراحتی ۹۰ - ۲۱۰ ثانیه	* ۰/۰۰۱	فاصله استراحتی ۹۰ - ۲۱۰ ثانیه
* ۰/۰۰۱	فاصله استراحتی ۹۰ - ۲۷۰ ثانیه	* ۰/۰۰۱	فاصله استراحتی ۹۰ - ۲۷۰ ثانیه
* ۰/۰۰۱	فاصله استراحتی ۲۱۰ - ۲۷۰ ثانیه	* ۰/۰۰۱	فاصله استراحتی ۲۱۰ - ۲۷۰ ثانیه

* معناداری در سطح $p \leq 0.05$

بحث

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد، مجموع کل تکرارهای پرس سینه و پرس پا در ۴ نوبت تمرین متوالی با باری معادل ۷۵ درصد تکرار بیشینه و با دوره‌های استراحتی متفاوت بین نوبت‌ها به‌طور معناداری کاهش یافت. همچنین، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ۴ فاصله استراحتی ۳۰، ۹۰، ۲۱۰ و ۲۷۰ ثانیه‌ای بر اجرای تمرین پرس سینه و پرس پای شیب‌دار تأثیر منفی داشته و تعداد تکرارها در نوبت‌های متوالی با فواصل استراحتی مورد نظر کاهش معناداری را نشان داد. به‌علاوه، یافته‌ها مؤید این نکته است که در دو فاصله استراحتی ۳۰ و ۹۰ ثانیه‌ای فرصت کافی برای بازیافت و بازسازی ذخایر انرژی عضله و دفع مواد زائد را فراهم نکرده است تا دامنه تکرارها در نوبت‌های متوالی در سطح مناسبی حفظ شود، اما در فواصل استراحتی ۲۱۰ و ۲۷۰ ثانیه‌ای نسبت به این دو فاصله استراحتی بازیافت و بازسازی منابع ازدست‌رفته بهتر و تعداد تکرارها نیز کامل‌تر بود. موافق با یافته‌های مذکور در مطالعه‌ای مشابه (جفری^۱ و همکاران، ۲۰۰۶، ص. ۴۰۳-۴۰۰) اثر سه فاصله استراحتی متناوب (۳۰ ثانیه، ۱ دقیقه و ۳ دقیقه) را بر حفظ تکرارهای پرس سینه و اسکات بررسی کردند و تفاوت معناداری بین فاصله استراحتی ۳۰ ثانیه و ۱ دقیقه مشاهده نکردند، اما در بررسی بین فواصل استراحتی ۱ دقیقه و ۳ دقیقه تفاوت میانگین‌ها معنادار بود و تعداد تکرارها به‌طور معناداری کاهش یافت، ازجمله دلایل احتمالی این نتایج را می‌توان به: شدت، حجم تمرین و سطح آمادگی آزمودنی‌ها اشاره کرد. همچنین در تأیید این یافته‌ها محققان به بررسی اثر ۳ فاصله استراحتی (۱، ۲، ۳ دقیقه) در حرکت پرس سینه پرداخته و کاهش معنادار تعداد تکرارها را نشان دادند (جفری و همکاران، ۲۰۰۶، آ، ص. ۴۰۳-۴۰۰؛ جفری و همکاران، ۲۰۰۶، ب، ص. ۹۸۴-۹۷۸). ازجمله دلایل این همخوانی را می‌توان به سطح آمادگی آزمودنی‌ها و پروتکل تمرین مورد استفاده (حجم و شدت) بیان کرد. هم‌راستا با این یافته‌ها پژوهش‌های دیگری اثر فواصل استراحتی متفاوت ۱، ۲، ۵ دقیقه‌ای و فاصله استراحتی ۳۰ ثانیه‌ای را بر استقامت قدرتی بررسی کردند و کاهش معنادار تعداد تکرارها را گزارش کردند، در ضمن فاصله استراحتی ۵ دقیقه نسبت به فواصل استراحتی دیگر نتایج کامل‌تری را در پی داشت. آن‌ها بیان کردند، اعمال فاصله استراحتی مناسب بین ست‌ها در بازسازی سریع فسفوکراتین مؤثر است و اظهار داشتند که برای جایگزینی نیمی از ذخایر ازدست‌رفته فسفوکراتین حداقل ۳۰ ثانیه استراحت لازم است (ویلاردسون و بورکت، ۲۰۰۵، ص. ۳۹۹-۳۹۶؛ ویلاردسون و بورکت، ۲۰۰۶، ص. ۳۲۵-۳۱۹). با توجه به این نتایج می‌توان بیان کرد که برای افزایش استقامت قدرتی استفاده از فواصل استراحتی بلندمدت مؤثرتر از دیگر فواصل استراحتی است، این یافته‌ها تأییدی بر نتایج حاضر است و ازجمله دلایل این همخوانی می‌توان به نحوه اجرا و وسایل اندازه‌گیری، فواصل استراحتی متفاوت مورد استفاده و سطح آمادگی آزمودنی‌ها اشاره کرد (باچل و بارنی، اراضی، مترجم، ۱۳۸۴؛ لورینگ، یوهان، قراخانلو و آزاد، مترجمین، ۱۳۸۱). همچنین می‌توان بیان کرد که خستگی در خلال یک نوبت تمرین مقاومتی به نقطه شکست عضلانی زودگذر (آنی) منجر می‌شود، که احتمالاً به دلیل

1. Jeffrey

بررسی اثر تمرین قدرتی با فواصل استراحتی متفاوت بین ست‌ها، بر استقامت قدرتی □ ۸۱ پروتن و همکاران

غلظت پایین فسفوکراتین است. همچنین در نوبت سوم تمرین قدرتی که به شکست عضلانی آنی منجر می‌شود و اسیدوز درون سلولی دلیل غالب خستگی عضلانی به نظر می‌رسد، این عامل یکی از فاکتورهای مؤثر در نتایج به‌دست‌آمده در اکثر مطالعات از جمله یافته فوق‌الذکر باشد (لورینگ، یوهان، قراخانلو و آزاد، مترجمین، ۱۳۸۱؛ پرنو، ۱۳۸۹). به‌علاوه هم‌راستا با نتایج پژوهش حاضر در مطالعات پیشین (ماچادو و همکاران، ۲۰۱۱، ص. ۱۳۴۵-۱۳۳۹؛ میراندا و همکاران، ۲۰۱۰، ص. ۱۵۷۷-۱۵۷۳؛ ماتیبوس زاک و همکاران، ۲۰۰۳، ص. ۶۳۷-۶۳۴؛ ویر و همکاران، ۱۹۹۴، ص. ۶۰-۵۸) برای نمونه مطالعه جورجائو^۱ و همکاران، (۲۰۱۲، ص. ۲۷۵-۲۶۸) نشان داد، زمانی که تمرین قدرتی با یک تکرار بیشینه (به‌عنوان بار تمرین) و فاصله استراحتی ۱ دقیقه انجام شود، زمان کافی برای تولید نیروی عضلانی به‌منظور حفظ تکرارها و اجرای قدرتی به مدت طولانی‌تر فراهم می‌شود که در این شرایط بدن رهاسازی انرژی را افزایش می‌دهد و بر گلیکولیز بی‌هوازی تکیه می‌کند تا انرژی موردنیاز برای انقباض عضلانی را فراهم کند و ادامه تمرین قدرتی برای مدت مناسبی ادامه یابد (ماتیبوس زاک و همکاران، ۲۰۰۳، ص. ۶۳۷-۶۳۴؛ ویر و همکاران، ۱۹۹۴، ص. ۶۰-۵۸)، زیرا تارهای عضلانی تند انقباض برای تولید انرژی به‌شدت به گلیکولیز وابسته‌اند، همچنین در این تارها سطح بالایی از یون هیدروژن در طول شدت‌های پایین و متوسط تمرینات اجراشده قدرتی تجمع می‌یابد و باعث کاهش عملکرد عضله می‌شود، تجمع یون‌های هیدروژن باعث کاهش PH درون سلولی و درنهایت باعث خستگی عضلانی می‌شود، همچنین برای بافرهای لاکتات و پاک‌سازی یون هیدروژن از عضلات حداقل به ۶۰ ثانیه یا بیشتر از آن زمان نیاز است تا ذخایر از دست‌رفته مجدداً بازسازی شود (باچل و بارنی، اراضی، مترجم، ۱۳۸۴؛ پرنو، ۱۳۸۹). فاصله استراحتی نامناسب باعث افزایش لاکتات خون، خستگی عضلانی و کاهش اجرای قدرتی می‌شود. مدت‌زمان لازم برای برگشت لاکتات درون سلولی و یون هیدروژن از عضله در حال انقباض بین ۴ تا ۱۰ دقیقه است؛ بنابراین توصیه‌شده است، در زمان اجرای تمرینات اجازه بازیافت کافی بین نوبت‌های تمرین مقاومتی داده شود تا تعداد تکرارها در نوبت‌های متوالی در دامنه مناسبی حفظ شود (پرنو، ۱۳۸۹). ضمناً پیشنهاد شده است که فاصله استراحتی بین نوبت‌های تمرین به‌اندازه کافی کوتاه باشد تا افزایش میتوکندری، چگالی مویرگی، ظرفیت بافری و همه‌سازگاری‌های مهم وابسته به استقامت قدرتی را تحریک کند، با این تفاسیر و با توجه به زمان‌های استراحتی به‌کاررفته در پژوهش، توصیه کاربردی تحقیق حاضر استفاده از فواصل استراحتی ۹۰ ثانیه به بالا برای افزایش استقامت قدرتی و افزایش آمادگی بدنی است و برای افزایش قدرت حداکثر از فاصله استراحتی ۹۰ ثانیه‌ای و کمتر استفاده شود (پرنو، ۱۳۸۹؛ رستمیان و همکاران، ۲۰۱۵، ص. ۲۷۳-۲۷۰).

همچنین یافته‌ها نشان داد، بین توانایی حفظ تکرارها در فاصله استراحتی ۲۷۰، ۲۱۰، ۹۰، ۳۰ ثانیه‌ای تفاوت معناداری وجود دارد. همچنین مشخص شد که کاهش تعداد تکرارها و مجموع کار انجام‌شده در دو حرکت پرس سینه و پرس پا بافاصله استراحتی ۳۰ ثانیه نسبت به ۲۷۰، ۲۱۰، ۹۰ ثانیه‌ای بیشتر است و اجرای این حرکات

1. Gurjão

تحت تأثیر فاصله‌های استراحتی بین نوبت‌ها قرار گرفته است. به عبارت دیگر فاصله استراحتی ۹۰ و ۳۰ ثانیه‌ای بر اجرای این دو حرکت تأثیر بیشتری داشته، به طوری که دامنه تعداد تکرارها کاهش یافته است. در واقع می‌توان اذعان کرد که یکی از فاکتورهای مؤثر بر کاهش تعداد تکرارها خستگی روحی- روانی است، که در همین راستا مدل خستگی روان‌شناختی (روانی)-انگیزی را می‌توان مطرح کرد، که به‌عنوان کمبود اشتیاق یا توجه در عملکرد ورزشی تعریف شده و اغلب بخشی از مدل خستگی عصبی - عضلانی است (پرنو، ۱۳۸۹)، در این خصوص می‌توان به اعمال فواصل استراحتی کوتاه‌مدت بین ست‌ها اشاره کرد که منجر به ایجاد این حالت در ورزشکار می‌شود و آزمودنی قادر نیست تا بار وزنه را حفظ کند، لذا وزنه را رها و تمرین را قطع می‌کند که در نهایت منجر به کاهش دامنه تکرارها می‌شود. به علاوه، مکانیزم دقیق اثرات پاسخ مغز به بازخورد آوران در خلال فعالیت هنوز معلوم نیست و عواملی مانند آسیب عضله، دمای پوست، لاکتات خون میزان گرما، میزان تنفس، فعالیت ورزشی، تهویه دقیقه‌ای، اکسیژن مصرفی، نوع تمرین ممکن است بر عملکرد ورزشی تأثیر روانی داشته باشد (باچل و بارنی، اراضی، مترجم، ۱۳۸۴؛ پرنو، ۱۳۸۹). نتایج این بخش با یافته‌های مطالعات گسترده پیشین در این حیطه (جمبازی و همکاران، ۲۰۱۲، ص ۲۲۸-۲۲۴؛ میراندا و همکاران، ۲۰۱۰، ص. ۱۵۷۷-۱۵۷۳؛ اولگ و همکاران، ۲۰۰۸، ص. ۱۸۸۱-۱۸۷۶؛ ویلاردسون و بورکت، ۲۰۰۵، ص. ۳۹۹-۳۹۶؛ ویلاردسون و بورکت، ۲۰۰۶، ص. ۳۲۵-۳۱۹) مطابقت دارد و کاهش دامنه تکرارها را نشان داده و از دلایل احتمالی این تطابق می‌توان به شدت و حجم تمرین، فواصل استراحتی اعمال شده، نحوه، تغذیه، روش‌شناسی و شرایط روحی- روانی آزمودنی‌ها قبل از آزمون اشاره کرد. موافق با این یافته‌ها مطالعاتی که توسط رستمیان و همکاران (۲۰۱۵، ص ۲۷۳-۲۷۰) جوس و همکاران (۲۰۱۳، ص. ۱۴۳-۱۳۸). انجام شد، نتایج نشان داد استفاده از فاصله استراحتی بلندمدت باعث افزایش توانایی حفظ تکرارها و مجموع کار انجام شده در حرکات اسکات و پرس سینه می‌شود، از جمله دلایل اصلی نتایج به دست آمده در این پژوهش‌ها می‌توان به حجم و شدت تمرین، وسایل مورد استفاده در اندازه‌گیری و استفاده از فواصل استراحتی مناسب اشاره کرد. ضمناً، بین فواصل استراحتی ۲۱۰، ۹۰، ۳۰ ثانیه‌ای از نظر توانایی حفظ تکرارها در این دو حرکت تفاوت معناداری مشاهده شد، نتایج نشان داد که فاصله استراحتی ۲۷۰ ثانیه‌ای نسبت به فواصل دیگر بر اجرای این حرکات تأثیر بیشتری دارد، ضمناً فاصله استراحتی ۲۱۰ ثانیه نسبت به ۹۰ ثانیه و ۹۰ ثانیه نسبت به ۳۰ ثانیه نتایج بهتری را در پی داشته است، با این تفاسیر می‌توان از دلایل احتمالی نتایج به دست آمده به فاکتورهای مختلفی از جمله عوامل محیطی و مرکزی ایجاد شده حین تمرین اشاره کرد که هر دو در توسعه خستگی مؤثرند که سهم عوامل محیطی در این بین در ایجاد خستگی در هر دو نوع انقباضات بیشینه ایزومتریک مداوم و فعالیت‌های پویای با شدت بالا ۸۰ درصد بیشتر است (میراندا و همکاران، ۲۰۱۰، ص. ۱۵۷۷-۱۵۷۳؛ اولگ و همکاران، ۲۰۰۸، ص. ۱۸۸۱-۱۸۷۶؛ ویلاردسون و بورکت، ۲۰۰۵، ص. ۳۹۹-۳۹۶؛ ویلاردسون و بورکت، ۲۰۰۶، ص. ۳۲۵-۳۱۹)، عوامل محیطی درگیر در فرایند خستگی شامل مکانیزم اصلی توسعه خستگی در طول فعالیت‌های با شدت بالا، ناتوانی در انقباض‌پذیری عضلانی و چرخه تحریک و کشش (E-C) است (بومپا، ۱۳۸۲؛ پرنو، ۱۳۸۹). اختلال در این چرخه باعث کاهش تولید نیرو و توان می‌شود که علت آن تجمع درون سلولی میوپلاسمی فسفات غیر آلی است که با تجزیه فسفوکراتین ارتباط دارد، همچنین غلظت افزایش یافته یون

۸۳ □ بررسی اثر تمرین قدرتی با فواصل استراحتی متفاوت بین ست‌ها، بر استقامت قدرتی □ همکاران

هیدروژن به دلیل گلیکولیز بی‌هوازی و محدودیت در عرضه آدنوزین تری فسفات است (باچل و بارنی، اراضی، مترجم، ۱۳۸۴؛ لورینگ، یوهان، قراخانلو و آزاد، مترجمین، ۱۳۸۱). در همین زمینه مطالعات موافق با پژوهش حاضر توسط میراندا و همکاران (۲۰۱۰، ص. ۱۵۷۷-۱۵۷۳ و ۲۰۰۷، ص. ۱۰۳۶-۱۰۳۲) در دو مطالعه مجزا و دی سالیس و همکاران، (۲۰۱۲، ص. ۷۷۷-۷۶۵) و سیمائو^۱ و همکاران، (۲۰۰۵، ص. ۱۵۶-۱۵۲) انجام گرفت، نتایج نشان داد که استفاده از فواصل استراحتی بلندمدت سبب افزایش دامنه تکرارها در حرکات بالاتنه و پایین‌تنه می‌شود و از دلایل احتمالی این مطابقت می‌توان به استفاده از یک تکرار بیشینه یا وزنه اجباری به‌عنوان بارکاری اشاره کرد که باعث کاهش مقدار کار انجام‌شده و دامنه تکرارها در این مطالعات شده است. همچنین شواهد نشان می‌دهد که علت شناسی خستگی هنوز به‌طور روشن مشخص نیست، یک مانع در این رابطه فقدان اطلاعات در مورد جفت شدن سازوکارهای تحریک و کشش (E-C) و چرخه پل‌های عرضی است که پیشرفت‌های مهمی در این رابطه صورت گرفته است، در همین خصوص عوامل چندگانه‌ای در خستگی مؤثر است، که اهمیت نسبی هر کدام از این عوامل به ترتیب به نوع تارها در عضله‌های در حال انقباض، شدت، نوع، مدت‌زمان فعالیت انقباضی و میزان آمادگی آزمودنی‌ها است (پرنو، ۱۳۸۹؛ جفری و ویلاردسون، ۲۰۰۹، ص. ۱۵۲-۱۴۶). غالب مدارک بیان‌گر این است که جایگاه‌های اولیه خستگی در داخل خود عضله قرار دارد، بنابراین بر روی عوامل مهم خستگی که نسبت به محل اتصال عصبی-عضلانی دور است مانند تغییرات در جفت شدن تحرک - انقباض، نقش تغییرات یونی، اختلال در سوخت‌وساز سلول، یا تغییرات فراساختاری سلولی تأکید می‌شود. اگرچه سازوکارهای متعددی به‌عنوان علت خستگی بیان شده است، ولی اغلب به تغییر در نوع تحریک و سوخت‌وساز سلولی مربوط می‌شود (باچل و بارنی، اراضی، مترجم، ۱۳۸۴؛ جفری و ویلاردسون، ۲۰۰۹، ص. ۱۵۲-۱۴۶). نتایج پژوهش حاضر هم‌خوان با یافته‌های تحقیقات ماتیوس زاک و همکاران، (۲۰۰۳، ص. ۶۳۷-۶۳۴)؛ ویلاردسون و بورکت، (۲۰۰۶، ص. ۴۰۳-۴۰۰). که در تحقیقات خود حداکثر تعداد تکرار حرکت اسکات و پرس سینه بافاصله استراحتی ۱، ۳، ۵ یا ۱۰ دقیقه را بررسی کردند، نمی‌باشد. از دلایل احتمالی ناهم‌سو بودن می‌توان به استفاده از حداکثر قدرت به‌عنوان وزنه تمرینی، شرایط روحی-روانی آزمودنی‌ها قبل از اجرای تمرین، نحوه تغذیه، زمان و وسایل اندازه‌گیری اشاره کرد، زیرا استفاده از حداکثر قدرت (یک تکرار بیشینه) به‌عنوان وزنه تمرینی برای بررسی تغییرات تعداد تکرارها مناسب نیست و باعث ایجاد فشار مضاعف و خستگی زودهنگام حین تمرین می‌شود، آزمودنی‌ها را از لحاظ شرایط روحی-روانی تحت تأثیر قرار می‌دهد و منجر به افت اجرا و عملکرد قدرتی می‌شود. ضمناً به علت اصل ویژگی تمرینات قدرتی فاصله استراحتی بین نوبت‌های تمرین باید مناسب باشد تا تعداد تکرارها در سطح بالایی حفظ شود، بنابراین با مدنظر قرار دادن این نکته، پیشنهاد می‌شود، کسانی که تمرینات قدرتی را باهدف افزایش استقامت قدرتی انجام می‌دهند، بهتر است از فواصل استراحتی بین ۹۰ ثانیه الی ۲۷۰ ثانیه استفاده کنند تا نتایج بهتری بگیرند. همچنین بر اساس نتایج مطالعات پیشین (بومپا، ۱۳۸۲؛ پرنو، ۱۳۸۹؛

1. Simao

جفری و ویلاردسون، ۲۰۰۸، ص ۴۴-۵۰) فواصل استراحتی کوتاه‌مدت باعث ایجاد تغییرات و فشار بدنی بیشتر و به طبع سازگاری‌های حاصل متفاوتی شده و نیز باعث افزایش غلظت هورمون‌های آنابولیک می‌شود که تأثیر بیشتری بر توسعه حداکثر قدرت و افزایش سطح مقطع عرضی عضلانی دارد. در مقابل فواصل استراحتی بلندمدت باعث ایجاد سازگاری‌های متفاوت دیگری مانند افزایش استقامت قدرتی و افزایش آمادگی جسمانی ورزشکاران می‌شود (ماتیوس زاک و همکاران، ۲۰۰۳، ص. ۶۳۷-۶۳۴؛ ویر و همکاران، ۱۹۹۴، ص. ۶۰-۵۸).

پژوهش حاضر بر نقش فواصل استراحت مناسب اعمال شده بین نوبت‌ها بر بازیافت و برگشت به حالت اولیه مناسب و مقدار کار انجام شده در ست‌های متوالی تأکید دارد. البته، زمان استراحت بین ست‌ها متغیر مهمی است که می‌تواند در میزان اثرپذیری فعالیت بدنی بر استقامت قدرتی نقش مهمی ایفا کند و به‌عنوان عامل اصلی نتایج متفاوت ارائه شده در تحقیقات قبلی و یافته‌های پژوهش حاضر باشد، از دلایل احتمالی نتایج به‌دست آمده حاضر می‌توان به فاصله استراحتی اعمال شده بین ست‌ها و شرایط روحی-روانی آزمودنی‌ها و نوع تغذیه آن‌ها اشاره کرد. لذا توصیه محققان در به‌کارگیری فاصله استراحتی مناسب بین ست‌ها جهت تولید انرژی و در دسترس قرار دادن انرژی موردنیاز برای کار عضلانی و دفع مواد زائد متابولیکی (اسید لاکتات و ...) و دفع سریع خستگی است.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان بیان کرد که برای افزایش تعداد تکرارها و مجموع کل کار انجام شده در جلسه تمرینات پرس سینه و پرس پای شیب‌دار در نوبت‌های تمرینی بهتر است از فاصله استراحتی ۲۷۰ تا ۲۱۰ ثانیه‌ای استفاده شود تا در نوبت‌های متوالی تکرارها در سطح بالاتری حفظ شود. همچنین برای افزایش مناسب آمادگی بدنی و استقامت قدرتی که از فاکتورهای تأثیرگذار برافزایش آمادگی بدنی ورزشکاران است، از فواصل استراحتی مذکور استفاده شود.

تشکر و قدردانی

از کلیه آزمودنی‌های تحقیق که در به‌ثمر رسیدن این مطالعه ما را یاری کردند تشکر می‌شود.

منابع

۱. باچل، توماس. بارنی، گروز. (۱۳۸۴). تمرین با وزنه: مراحل موفقیت. ترجمه حمید اراضی. چاپ اول. تهران: انتشارات سازمان تربیت‌بدنی.
۲. بومیا، تنودور. ا. (۱۳۸۲). زمان‌بندی و طراحی تمرین قدرتی در ورزش. مترجمان: حمید رجیبی و همکاران، چاپ اول. تهران: انتشارات پژوهشکده تربیت‌بدنی وزارت علوم تحقیقات و فناوری.
۳. لورینگ، ب. رول. یوهان، ت. شیفر. (۱۳۸۱). سازگاری عضلانی در تمرین و فعالیت‌های بدنی. ترجمه رضا قراخانو، احمد آزاد. چاپ اول، تهران: انتشارات امید دانش.
۴. پرنو، عبدالحسین. (۱۳۸۹). خستگی و فعالیت‌های بدنی. چاپ اول. تهران: انتشارات آوای ظهور.

۸۵ □ بررسی اثر تمرین قدرتی با فواصل استراحتی متفاوت بین ست‌ها، بر استقامت قدرتی

فرون و همکاران

5. Anderson T and Kearney JT. (1992). Effects of Three Resistance Training Programs on Muscular Strength and Absolute and Relative Endurance. *Research Exercise Sport*. 53(1): 1-7.
6. Brzucki M. (1993). Strength Testing-Predicting a Max from Reps-To-Fatigue. *Our of Physiology. Educe Res And Danc*. 68: 88-90.
7. De Salles BF, Simao R, Miranda F, Novaes JDA S, Lemos A, Willardson JM. (2009). Rest Interval between Sets in Strength Training. *Sports Med*. 39(9): 765-77.
8. Gurjão A.L, Gobbi L.T, Carneiro N.H, Gonçalves R, Ferreira de Moura R, Cyrino E.S, and et al. (2012). Effect of strength training on rate of force development in older women. *Res Quarterly for Exercise and Sport*. 83: 268- 275.
9. Jambassi Filho J.C, Gurjão A.L.D, Ceccato M. Gonçalves R, Gallo L.H. and Gobbi S. (2012). Effects of different rest intervals between sets on muscle performance in the leg press exercise in untrained elderly women. *Brazilian Journal of Sports Medicine*. 18: 224-228.
10. Jambassi Filho J.C, Gurjão A.L.D, Gonçalves R, Barboza B.H.V. and Gobbi S. (2010). The effect of different recovery intervals between sets of strength training on muscular force in trained older women. *Brazilian J of Sports Medicine*. 16: 113-116.
11. José C, Jambassi F, Lilian T.B, Gobbi André L.D. Gurjão Raquel G, Alexandre K.G.P and Sebastião G. (2013). Effect of Different Rest Intervals, between Sets, on Muscle Performance during Leg Press Exercise, in Trained Older Women. *J of Sports Scie and Med*. 12: 138-143.
12. Jeffrey M, Willard son JM, & Burkett LN. (2008). the Effect of Different Rest Intervals between Sets on Volume Components and Strength Gains. *J of Strength and Con Res*. 22(1): 146-152.
13. Jeffrey M, Willard son JMP. (2008). a Brief Review: How Much Rest between Sets. *Strength and Conditioning J*. 30(3): 44-50.
14. Jeffrey M, Willard son JMP and Lee NB. (2006). the Effect of Rest Interval Length on the Sustainability of Squat and Bench Press Repetitions. *Strength and Conditioning J*. 20(2) a: 400-403.
15. Jeffrey M, Willard son JMP and Lee NB. (2006). A Brief Review: Factors Effecting the Length of the Rest Interval between Resistance Exercise Sets. *Strength and Conditioning J*. 20(2) b: 978-984.
16. Kraemer WJBL, Noble MJ, Clark BW, Culver. (1987). Physiologic Reponses to Heavy-Resistance Exercise With Very Short Rest Periods. *J Sports Med*. 8(4): 247-252.
17. Larson GD, and Pottage JA. (1997). A Comparison of Three Different Rest Interval between Multiple Squat Bouts. *Strength and Conditioning J*. 11(2): 115-118.
18. Machado M, Koch A.J, Willard son J.M, Pereira L.S, Cardoso I.M, Motta M.K.S, Pereira R, Monteiro A.N. (2011) Effect of varying rest intervals between sets of assistance exercises on cratine kinase and lactate dehydrogenase responses. *J of Strength and Cond Res*. 25: 1339-45.
19. Miranda H, Simão R, Santos Vigário P, De Salles B.F, Pacheco M.T.T. and Willard son J.M. (2010). Exercise order interacts with rest interval during upper-body resistance exercise. *J of Strength and Cond Res*. 24: 1573-1577.
20. Miranda H, Fleck SJ, Simao R, Barraeto AC, Danras EH, Novaes J. (2007). Effect of Two Different Rest Period Length on The Number of Repetitions Performed During Resistance Training. *J of Strength and Con Res*. 21(4): 1032-6.

21. Matuszak M, Fry LW, Weiss TR, Ireland MM, Mc Knight. (2003). Effect of Rest Interval Length on Repeated one-Repetition Maximum Back Squats. *J of Strength and Con Res.* 17: 634-637.
22. Oleg A, Thou D, Jones R, Gareth and Lee E, Brown. (2008). Effects of Rest Interval on Strength Recovery in Youth and old Women. *J Strength Cond Res.* 22(6): 1876-81.
23. Richmond SR, and Godard NP. (2004). The Effects of Varied Rest Periods Between Sets To Failure Using The Bench Press In Recreationally Trained Men. *J of Strength and Con Res.* 18(4): 846-849.
24. Robbins D.W, Marshall P.W and Mc Ewen M. (2012) the effect of training volume on lower body strength. *J of Strength and Cond Res.* 26: 34-39.
25. Rostameyan AR, Alvani J, Tarverdi Zadeh B. (2015). Comparison of different rest intervals between resistance training sets on motor and physical variables and body composition in active men. *Int Res J Appl Basic Sci.* 9(3): 270-273.
26. Stone WJ, and SP, Coulter. (1994). Strength /Endurance Effects from Three Resistance–Training Protocols with Women. *J of Strength and Con Res.* 8(4): 231-234.
27. Simao R, Farinatti PTR, Polite MD, Mario AS, and Fleck SJ. (2005). in flounce of Exercise order on The Number of Repetitions Performed and Perceived Exercise during Resistance Exercises. *J Strength Cond Res.* 19:152-156.
28. Willard son JM, & Burkett LN. (2005). A Comparison of 3 Different Rest Intervals on the Exercise Volume Completed during a Workout. *J of Strength and Con Res.* 19(1): 396-399.
29. Willard son JM, & Burkett LN. (2006). the effects of Rest Interval Length on Bench Press Performance with Heavy vs. Light Loads. *J of Strength and Con Res.* 20(2): 396-99.
30. Willard son JM, & Burkett LN. (2006). the effects of Rest Interval Length on the Sustainability of Squat and Bench Press Repetition. *J of Strength and Con Res.* 20(2): 400-03.
31. Weir JP, Wagner L, House T. (1994). The effect of Rest Interval Length on Repetition Maximal Bench Presses. *J of Strength and Con Res.* 8(1): 58-60.