

مقایسه اثر زمان استراحت ۱ و ۳ دقیقه بین نوبت‌ها و حرکات تمرین با وزنه بر شاخص‌های آسیب عضلانی و حفظ تکرارهای متوالی حرکات در مردان جوان تمرین‌نکرده

مرتضی نسترن^{۱*}، بهمن میرزایی^۲، فرهاد رحمانی‌نیا^۳

کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، ^۱دانشیار دانشگاه گیلان، ^۲استاد دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: ۹۱/۹/۲۵

تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۱

چکیده

هدف: مطالعات گوناگون نشان داده‌اند که زمان‌های استراحتی مختلف اثر معنی‌داری بر پاسخ‌های هورمونی، متابولیسمی و قلبی‌عروقی می‌گذارد. این عامل می‌تواند به پاسخ‌های متفاوت آسیب عضلانی منجر شود و اهداف تمرین را دستکاری کند. هدف این پژوهش مقایسه اثر زمان‌های استراحت بین‌نوبتی و حرکتی ۱ و ۳ دقیقه بر شاخص‌های آسیب عضلانی و حفظ تکرارهای حرکات متوالی بود.

روش پژوهش: ۱۲ نفر آزمودنی تمرین‌نکرده (سن $23/17 \pm 2/06$ سال، قد $175/17 \pm 3/55$ سانتی‌متر، وزن $67/33 \pm 8/26$ کیلوگرم و چربی $16/67 \pm 1/82$ درصد) در دو جلسه فعالیت مقاومتی با دو هفته استراحت بین هر جلسه در این پژوهش شرکت کردند. ترتیب حرکات در هر جلسه شامل جلوپا، جلوپازو با هالتر، پشت پا، پشت بازو خوابیده با هالتر، پرس پا و پرس سینه با شدت ۸۰ درصد 1RM تا سرحد خستگی بود. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی برای زمان‌های بین‌نوبتی و حرکتی ۱ و ۳ دقیقه در هر جلسه فعالیت مقاومتی انتخاب شدند. آنزیم‌های کراتین کیناز (CK) و آسپاراتات آمینوترانسفراز (AST) پیش از آزمون، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از فعالیت مقاومتی اندازه‌گیری شد. همچنین کوفتگی عضلانی توسط مقیاس شیلجا (PAS) قبل از شروع فعالیت، بلافاصله، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از فعالیت مقاومتی مورد ارزیابی قرار گرفت. از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر، t همبسته و آزمون تعقیبی بونفرونی برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها: غلظت آنزیم‌های CK، AST در زمان‌های ۲۴ و ۴۸ ساعت و کوفتگی عضلانی نیز در زمان‌های بلافاصله، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از فعالیت مقاومتی در هر دو گروه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت ($P \leq 0/05$)، اما تفاوت معنی‌داری در کوفتگی عضلانی و غلظت آنزیم‌ها بین دو گروه در زمان‌های مختلف مشاهده نشد. همچنین نتایج نشان داد که زمان استراحت ۳ دقیقه منجر به افزایش تکرارها می‌شود ($P \leq 0/05$).

نتیجه‌گیری: تفاوت حجم کار و حفظ تکرارها در بین زمان‌های استراحتی مختلف، مستقل از پاسخ‌های آسیب عضلانی و کوفتگی عضلانی است. همچنین زمان استراحت ۳ دقیقه‌ای منجر به حفظ تکرارها و بازیافت مناسب می‌شود.

واژگان کلیدی: شاخص‌های بیوشیمیایی، زمان بازیافت، حجم تمرین

* E-mail: mortezanastaran@yahoo.com

مقدمه

تمرین مقاومتی در سال‌های اخیر یکی از رایج‌ترین تمرین‌ها برای افزایش سطح آمادگی جسمانی شناخته شده است. از تمرین مقاومتی می‌توان برای افزایش قدرت، توان، هایپرتروفی و استقامت عضلانی سود برد. در این نوع تمرینات، با دستکاری تعداد تکرارها، نوبت‌ها، زمان بازگشت به حالت اولیه بین نوبت‌ها و مجموع کل تکرارها در هنگام انجام یک جلسه تمرینی، نتایج متفاوتی حاصل می‌شود (۱۴). در میان این متغیرها، زمان استراحت بین نوبتی یکی از متغیرهای مهم به شمار می‌رود که دستکاری آن در برنامه تمرین مقاومتی منجر به تغییر اهداف تمرین و به‌طور عمده، باعث تغییر در مقدار حجم تمرین می‌شود (۸ و ۱۸). زمان استراحت بین نوبت‌ها اثر معنی‌داری بر پاسخ‌های هورمونی، متابولیسمی و قلبی-عروقی می‌گذارد (۲۱). پژوهش‌ها نشان دادند که زمان استراحت بین نوبت‌ها اثر معنی‌داری بر کل حجم تمرین، کاهش در حداکثر انقباض ارادی و ادراک خستگی دارد (۴ و ۱۶). فعالیت مقاومتی با زمان استراحت بین نوبتی ۱ دقیقه منجر به افزایش بیشتر کاتکولامین‌ها، کورتیزول و هورمون رشد نسبت به زمان استراحت بین نوبتی ۳ دقیقه می‌شود. این عوامل می‌توانند بر توزیع لکوسیت‌ها و نوتروفیل‌ها در گردش خون بعد از تمرین مقاومتی اثر بگذارند و تغییراتی را در پاسخ‌های ایمنی در نتیجه تمرین سنگین مقاومتی ایجاد کنند که باعث مکانیسم‌های متفاوتی در بدن می‌گردد (۱۳). همچنین، فعالیت آنزیم کراتین‌کیناز (CK)^۱ پلاسما نیز که یکی از شاخص‌های معرف آسیب عضلانی است، با تعداد نوتروفیل‌های در گردش خون در ارتباط است و این عوامل به ترتیب نشان‌دهنده التهاب و تخریب عضلات اسکلتی هستند (۱ و ۱۵). میهو و همکارانش نشان دادند که غلظت CK در زمان استراحتی ۱ دقیقه به‌طور معنی‌داری بیشتر از ۳ دقیقه بود (۱۳). هرچند رودیگر و ماجادو، تفاوتی در غلظت کراتین‌کیناز بعد از جلسه فعالیت مقاومتی با زمان استراحتی متفاوت مشاهده نکردند (۱۲ و ۲۱). همچنین آسپارات‌آمینوترانسفراز (AST)^۲ از دیگر شاخص‌های آسیب عضلانی می‌باشد (۲۳ و ۲۴). این آنزیم که در اکثر بافت‌های بدن وجود دارد زمانی که یک اندام یا بافت آسیب ببیند، به درون خون جریان می‌یابد و مقدار آن به‌طور مستقیم بیانگر بافت آسیب‌دیده می‌باشد (۲۴). پژوهش‌های قبلی نشان دادند که زمان استراحت کمتر از ۳ دقیقه بین نوبت‌ها باعث کاهش معنی‌دار تکرار حرکات در نوبت‌های جداگانه می‌شود (۲۱). ایدسمند و همکارانش نشان دادند که استراحت کمتر از ۳ دقیقه بین نوبت‌ها باعث تجمع لاکتات، بازسازی ناقص کراتین و متکی شدن بیشتر به گلیکولیز بی‌هوازی می‌شود، بنابراین مدت زمان استراحت بین نوبت‌ها و حرکات سهم عمده‌ای در تعیین سیستم انرژی و مکانیسم خستگی دارد (۲). اوانگلیستا و همکاران، اثر دو زمان ۱ و ۳ دقیقه استراحت بین نوبتی را بر کوفتگی عضلانی بعد از انجام حرکت جلو بازو با شدت ۴۰ درصد حداکثر قدرت ایزومتریک مورد بررسی قرار دادند اما تفاوتی میان زمان‌های استراحت ۱ و ۳ دقیقه مشاهده نکردند. درد و کوفتگی اغلب بعد از برنامه فعالیت مقاومتی به همراه آسیب عضلانی رخ می‌دهد. در واقع، کوفتگی تاخیری عضلانی به طور گسترده‌ای با مقدار آسیب عضلانی و فرایند التهاب موضعی در ارتباط است (۶). سطوح آنزیم‌های عضله بیانگر حالت بافت عضله و تفاوت بین شرایط فیزیولوژیکی و آسیب‌دیدگی می‌باشد. افزایش غلظت این آنزیم‌ها می‌تواند

1. Creatine kinase

2. Aspartate aminotransferase

شاخص خوبی از نکرور سلول‌ها و آسیب عضله بعد از فعالیت شدید باشد (۲ و ۱۱). افزایش مقدار آنزیم‌های بافت عضله در جریان خون متعاقب فعالیت بدنی می‌تواند نتیجه فشار متابولیکی و مکانیکی باشد. فشار متابولیکی به وسیله اختلال در متابولیسم سلول ایجاد می‌شود که احتمالاً بعد از تمرینات شدید و طولانی مدت یا بسیار خسته‌کننده رخ می‌دهد. علت‌های مورد نظر آسیب عضلانی می‌تواند میزان ناکافی تولید ATP، کم‌خونی، هیپوکسی و تغییر در غلظت یونی، تجمع فراورده‌های زائد باشد که بیشتر مقدار ناکافی تولید ATP توسط میتوکندری علت اصلی آسیب عضلانی می‌دانند (۱۲). این یافته‌ها نشان می‌دهند که صدماتی که بعد از تمرین برون‌گرا به وجود می‌آید بیشتر به دلیل خستگی متابولیکی هستند تا فشار مکانیکی، به طوری که تمرینات با حداکثر شدت و مدت کم، نسبت با تمرینات با شدت کم و مدت طولانی، سبب افزایش بیشتر فعالیت‌های آنزیم‌های سرم می‌شوند و همراه با افزایش ضایعات عضلانی، مقدار آنها نیز به حداکثر خواهد رسید (۲ و ۱۲). کوفتگی عضلانی تأخیری بین ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از یک فعالیت ورزشی شدید توسعه می‌یابد و ممکن است تا ۷ روز پس از فعالیت ورزشی ادامه داشته باشد. کوفتگی عضلانی تأخیری، متعاقب تمرین یا مسابقه می‌تواند یک مهارکننده قوی عملکرد بیشینه در ورزشکاران در دوره بعدی فعالیت ورزشی باشد. ایجاد هماهنگی بین تمرین و بازیافت یکی از مؤلفه‌های ضروری در برنامه-ریزی تمرین ورزشکاران است. تنها زمانی سازگاری با بارهای تمرینی بیشتر به ثمر می‌رسد که بارگذاری و بازیافت به درستی در کنار هم جای گیرند که عدم توجه به این عامل، می‌تواند منجر به بروز سندرم بیش‌تمرینی شود (۱۱ و ۱۶). با توجه به اینکه زمان استراحت ۱ و ۳ دقیقه می‌تواند پاسخ‌های متابولیکی، مکانیکی و هورمونی متفاوتی داشته باشد و این عوامل در آسیب عضلانی نقش بسزایی دارند (۶، ۱۲، ۱۳ و ۲۱)، این سؤال پیش می‌آید که کدام زمان استراحت منجر به آسیب عضلانی بیشتر می‌شود؟ اکثر تحقیق‌های انجام شده یک حرکت را مورد بررسی قرار دادند که کمتر شبیه یک جلسه فعالیت تمرین با وزنه بود و همچنین نتایج این تحقیق می‌تواند برای تعیین مدت فواصل استراحتی بین جلسات تمرین مقاومتی مفید باشد. از این رو، با توجه به کمبود اطلاعات در این زمینه و نتایج متناقض به دست آمده در پژوهش‌های گذشته، هدف از پژوهش حاضر مقایسه اثر زمان‌های استراحت بین نوبتی و حرکتی ۱ و ۳ دقیقه بر آسیب عضلانی، کوفتگی عضلانی و حفظ تعداد تکرار حرکات می‌باشد.

روش پژوهش

آزمودنی‌ها

۱۲ مرد تمرین‌نکرده (میانگین سن $23/17 \pm 2/06$ سال، قد $175/17 \pm 3/55$ سانتی‌متر، وزن $67/33 \pm 8/26$ کیلوگرم و چربی $16/67 \pm 1/82$ درصد) برای این پژوهش از طریق پرسشنامه سوابق ورزشی پزشکی با معیارهای: الف) حداقل ۶ ماه در هر گونه فعالیت مقاومتی قبل از پژوهش شرکت نکرده باشند، ب) تحت درمان دارویی و یا مکمل نباشند و ج) سابقه هیچ‌گونه بیماری قلبی-عروقی نداشته باشند، انتخاب شدند.

روش کار

برای مقایسه اثر فعالیت مقاومتی با زمان‌های استراحتی مختلف بر شاخص‌های آسیب عضلانی و حفظ تکرارهای حرکات، دو جلسه آزمایشی قبل از جلسات آزمون برگزار شد. یک جلسه شامل تعیین حداکثر تکرار بیشینه (1-RM) به منظور اندازه‌گیری حداکثر قدرت عضلانی آزمودنی‌ها، مقدار مقاومت و تعداد تکرارهایی (مشروط بر اینکه کمتر از ۱۲ تکرار باشد) که هر آزمودنی در ایستگاه‌های مربوطه تا سرحد خستگی می‌توانست انجام دهد، اندازه‌گیری و ثبت شد. سپس با استفاده از فرمول برزیکی به ترتیب برای حرکات جلو پا با دستگاه، جلو بازو با هالتر ایستاده، پشت پا با دستگاه، پشت بازو با هالتر خوابیده، پرس پا با دستگاه و پرس سینه با هالتر محاسبه گردید (۱۲) و جلسه دیگر برای اندازه‌گیری ترکیب بدنی توسط دستگاه تحلیل‌گر ترکیب بدن (InBody مدل 3.0 ساخت کشور کره جنوبی) در آزمایشگاه دانشکده تربیت بدنی دانشگاه گیلان برگزار شد. دو جلسه فعالیت مقاومتی اصلی هفت روز بعد از دو جلسه آزمایشی برگزار شد و دو هفته استراحت بین این دو جلسه در نظر گرفته شد. فعالیت مقاومتی به ترتیب شامل سه نوبت پشت سر هم حرکات، بازکردن زانو با دستگاه، جلو بازو با هالتر ایستاده، خم کردن زانو با دستگاه، پشت بازو با هالتر خوابیده، پرس پا و پرس سینه با شدت ۸۰٪ درصد حداکثر قدرت بیشینه تا سرحد خستگی بود که آزمودنی‌ها یک بار با زمان استراحت بین‌نوبتی و حرکتی ۱ دقیقه و بار دیگر با ۳ دقیقه انجام می‌دادند. برای جلوگیری از وقفه بین فازهای استرنیک و کانسترنیک و همچنین برای انجام حداکثر تکرار در هر نوبت، آزمودنی‌ها مورد تشویق قرار گرفتند و تعداد تکرارها بعد از انجام هر نوبت ثبت می‌شد. برای ارزیابی کوفتگی عضلانی از مقیاس شیلاجا (PAS) قبل، بلافاصله بعد، ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از فعالیت استفاده شد (۹).

اندازه‌گیری نمونه‌های خونی

نمونه‌های خونی از آزمودنی‌ها در حالت ناشتا به مدت ۱۰ ساعت و به مقدار ۲ میلی‌لیتر از ورید آنته-کوبیتال در وضعیت نشسته در ساعت ۸ صبح، ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از فعالیت مقاومتی گرفته شد. مقادیر CK و AST با واحد U/L با کیت پارس آزمون ساخت ایران و اتوانالایزر Technicon RA-1000 ساخت آمریکا به روش آنزیماتیک براساس پروتکل فدراسیون بین‌المللی شیمی بالینی (IFCC) و استاندارد انجمن بیوشیمی آلمان (DGKC) اندازه‌گیری شد (۳ و ۲۰). برای کالیبره کردن و کنترل اندازه‌گیری‌ها از کالیبراتور Trucal و کنترل‌های Trulab N و Trulab P استفاده شد (۳).

کوفتگی عضلانی

کوفتگی و درد عضلانی با استفاده از مقیاس شیلاجا (PAS) اندازه‌گیری شد. این مقیاس شامل ۱۰ امتیاز با شکل بود که امتیاز صفر در آن بیانگر هیچ‌گونه درد، و امتیاز ۱۰، درد خیلی شدید را نشان می‌داد. اعتبار و پایایی پرسشنامه (PAS)^۱ طبق گزارش شیلاجا و همکاران، از طریق تعیین ضریب همبستگی با پرسشنامه استاندارد (VAS)^۲ ۰/۸۲ (در سطح معنی‌داری ۰/۰۱) گزارش شد (۹). با لمس کردن عضلات بدن توسط محقق و کشش عضله مورد نظر و خم کردن فعالانه مفاصل توسط آزمودنی‌ها، عددی را که بهترین

1. Pain assessment scale
2. Visual analogue scale

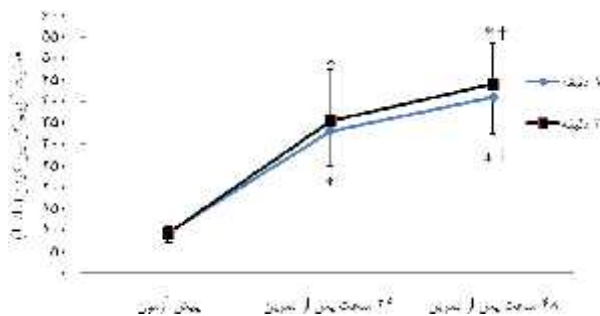
توصیف از احساس درد و کوفتگی آنها را نشان می‌داد، گزارش کردند. این ارزیابی قبل، بلافاصله، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از انجام پروتکل تمرین مقاومتی برون‌گرا انجام شد.

روش‌های آماری

با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف مشخص شد که نحوه توزیع تمام داده‌های مورد اندازه‌گیری طبیعی است. از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی در مورد مقایسه تعداد تکرارها در نوبت‌ها، کوفتگی عضلانی، سطوح CK و AST سرم در هر دو گروه ۱ و ۳ دقیقه استفاده شد. حفظ تکرارها در هر زمان استراحتی از اختلاف میانگین تکرارهای نوبت اول و سوم تعیین گردید و برای بررسی تفاوت بین دو گروه در زمان‌های مختلف و میانگین حفظ تکرارها در نوبت‌ها از آزمون t همبسته استفاده شد. اندازه‌گیری‌های آماری توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ و در سطح معنی‌داری $P \leq 0.05$ انجام شد.

یافته‌ها

تفاوت معنی‌داری بین زمان‌های مختلف در هر دو گروه ۱ دقیقه و ۳ دقیقه در غلظت CK مشاهده شد ($P \leq 0.05$)، از طرفی، در هر دو گروه بیشترین افزایش غلظت CK در زمان ۴۸ ساعت بعد از فعالیت بود. اما در مقایسه بین دو گروه ۱ و ۳ دقیقه تفاوت معنی‌داری در زمان‌های مختلف دیده نشد (نمودار ۱).

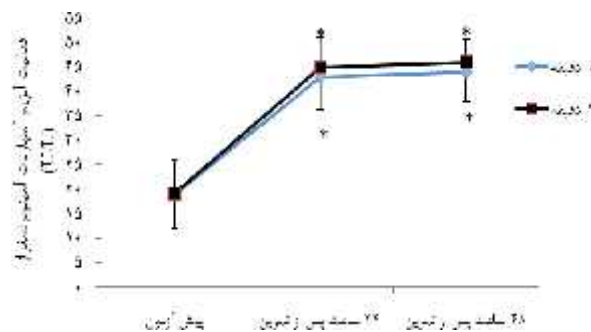


نمودار ۱. غلظت آنزیم کراتین کیناز گروه ۱ و ۳ دقیقه در زمان‌های پیش‌آزمون، ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از آزمون

* تفاوت معنی‌دار پیش‌آزمون با زمان‌های دیگر ($P \leq 0.05$)

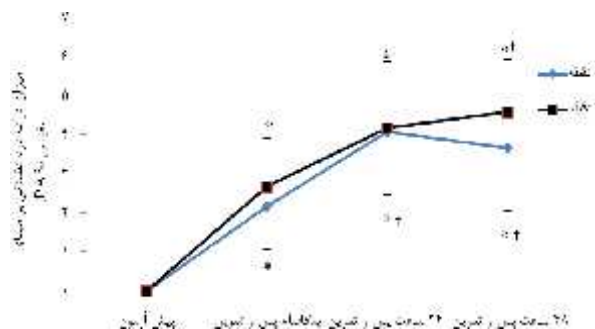
† تفاوت معنی‌دار ۲۴ با ۴۸ ساعت در هر دو گروه ($P \leq 0.05$)

در هر دو گروه، بین پیش‌آزمون و زمان‌های دیگر در غلظت AST تفاوت معنی‌دار مشاهده شد ($P \leq 0.05$)؛ در حالی که بین زمان‌های ۲۴ با ۴۸ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (نمودار ۲).



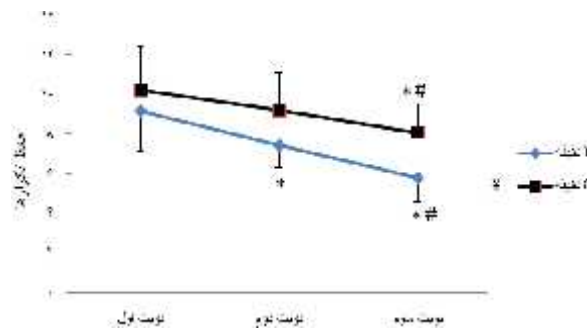
نمودار ۲. غلظت آنزیم AST گروه ۱ و ۳ دقیقه در زمان‌های پیش‌آزمون، ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از آزمون * تفاوت معنی‌دار پیش‌آزمون با زمان‌های دیگر ($P \leq 0/05$)

تفاوت معنی‌داری بین زمان‌های مختلف در هر دو گروه ۱ و ۳ دقیقه در کوفتگی عضلانی مشاهده شد ($P \leq 0/05$)، در حالی که بین زمان‌های ۲۴ و ۴۸ ساعت تفاوت معنی‌دار نبود. در گروه ۱ دقیقه، اوج درد و کوفتگی عضلانی در ۲۴ ساعت پس از فعالیت، و در گروه ۳ دقیقه در ۴۸ ساعت پس از فعالیت بود. با وجود اختلاف در زمان‌های اوج کوفتگی در هر دو گروه، تفاوت معنی‌داری در زمان‌ها بین دو گروه ۱ و ۳ دقیقه مشاهده نشد (نمودار ۳).



نمودار ۳. میزان درد عضلانی گروه ۱ و ۳ دقیقه در زمان‌های پیش‌آزمون، بلافاصله پس از آزمون، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از فعالیت * تفاوت معنی‌دار پیش‌آزمون با زمان‌های دیگر ($P \leq 0/05$) † تفاوت معنی‌دار بلافاصله پس از آزمون با زمان‌های دیگر ($P \leq 0/05$)

در گروه ۱ دقیقه، کاهش معنی‌داری در تعداد تکرارها، بین نوبت‌ها مشاهده شد. در تمام نوبت‌ها، گروه ۳ دقیقه تعداد تکرار بیشتری را نسبت به گروه ۱ دقیقه انجام دادند و حجم کار در گروه ۳ دقیقه به‌طور معنی‌داری بیشتر بود ($P \leq 0/05$). در گروه ۳ دقیقه فقط در نوبت‌های اول و دوم کاهش تعداد تکرارها معنی‌دار نبود. (نمودار ۴).



نمودار ۴، تعداد تکرارها در نوبت‌های متوالی در دو گروه ۱ و ۳ دقیقه

* تفاوت معنی‌داری نوبت اول با نوبت‌های دیگر

تفاوت معنی‌داری نوبت دوم با سوم

† تفاوت معنی‌دار گروه ۳ دقیقه با گروه ۱ دقیقه در سه نوبت

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های این پژوهش غلظت CK بین زمان‌های ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از فعالیت در هر دو گروه ۱ و ۳ دقیقه معنی‌دار بود، در حالی که AST، دیگر شاخص آسیب عضلانی، بین زمان‌های ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از فعالیت در هر دو گروه ۱ و ۳ دقیقه معنی‌دار نبود. CK به علت وزن مولکولی بالا قادر به عبور از اندوتلیوم مویرگ‌ها نبوده و از طریق دستگاه لنفاوی وارد جریان خون می‌شود لذا زمان ظهور آن در خون طولانی‌تر (معمولاً ۸ تا ۱۲ ساعت) است (۸). بسته به نوع، شدت، مدت فعالیت‌های ورزشی، جنسیت، نژاد، سن، میزان آمادگی جسمانی، تفاوت‌های فردی و عوامل محیطی بین ۱۲ ساعت تا ۴ روز، افزایش در فعالیت CK به دنبال فعالیت ورزشی مشاهده می‌شود (۵). نتایج متناقضی در غلظت CK بین زمان‌های ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از فعالیت در هر دو گروه وجود دارد. در پژوهش حاضر و مطالعه رودریگز (۲۰۱۰)، غلظت CK تفاوت معنی‌داری داشت (۲۱) ولی در مطالعه اوانگلیستا و همکاران و ماچادو و همکاران تفاوت معنی‌داری گزارش نشد (۶ و ۱۲). فعالیت مقاومتی در پژوهش اوانگلیستا شامل یک حرکت جلو بازو بود و با شدت ۴۰ درصد حداکثر انقباض ایزومتریک اجرا شد، در حالی که در پژوهش حاضر فعالیت مقاومتی شامل چند حرکت با شدت ۸۰ درصد حداکثر تکرار بیشینه (IRM) تا سرحد خستگی بود که می‌تواند علت معنی‌دار شدن اختلاف بین غلظت‌های CK در این پژوهش باشد (۶). بنابراین در شدت‌های مختلف زمان استراحت بین نوبت‌ها می‌تواند اثر معنی‌داری بر هدف تمرین و بازیافت پس از فعالیت بگذارد. مطالعه حاضر و پژوهش ماچادو، بر خلاف مطالعه اوانگلیستا از آزمودنی‌های یکسان در گروه ۱ و ۳ دقیقه استفاده شد، با وجود این غلظت CK در زمان‌های ۲۴ و ۴۸ در مطالعه ماچادو تفاوت معنی‌داری نداشت (۶ و ۱۲)، توجیه این پدیده می‌تواند استفاده از افراد تمرین‌کرده مقاومتی باشد. زیرا در این افراد پاسخ‌های آسیب عضلانی به دلیل سازگاری با تمرین مقاومتی کمتر از افراد تمرین‌نکرده است و باید با توجه به شدت تمرین، زمان استراحت متفاوتی نسبت به افراد تمرین‌نکرده در نظر گرفته شود. علت تفاوت بین غلظت‌های CK و AST در زمان

۴۸ در هر دو گروه می‌تواند رعایت نکردن برنامه غذایی از طرف آزمودنی‌ها در این پژوهش باشد، از آنجا که آسپارات آمینوترانسفراز یک آنزیم کبدی و مرتبط با متابولیسم بدن می‌باشد (۱۰). میهو و همکاران، اختلاف معنی‌داری در غلظت CK بعد از فعالیت بین ۱ و ۳ دقیقه مشاهده کردند. غلظت CK گروه ۱ دقیقه افزایش بیشتری را نسبت به گروه ۳ دقیقه در زمان ۲۴ نشان داد. وجود تفاوت معنی‌دار در پژوهش میهو و همکاران احتمالاً به علت حجم و تعداد تکرارهای یکسان فعالیت مقاومتی می‌باشد (۱۳)، در حالی که پژوهش‌های پیشین نشان دادند که فواصل استراحتی می‌تواند اثر معنی‌داری بر حجم تمرین بگذارد (۱۸). بررسی درد و کوفتگی عضلانی در این پژوهش تفاوت معنی‌داری بین زمان‌های ۲۴ و ۴۸ با پس‌آزمون در هر دو گروه ۱ و ۳ دقیقه نشان داد که با تغییرات غلظت CK و AST مشابه بود. در تناوب استراحتی ۳ دقیقه، به دلیل حجم و حفظ تعداد تکرارهای بالا در نوبت‌ها ممکن است درد عضلانی برای مدت بیشتری تحمل شود که این امر می‌تواند بر کوفتگی عضلانی اثر داشته باشد.

پژوهش حاضر افزایش بیشتر حفظ تکرارها را در زمان استراحتی ۳ دقیقه نسبت به ۱ دقیقه نشان داد. در زمان‌های استراحتی ۱ دقیقه‌ای کاهش معنی‌داری در تمام نوبت‌ها مشاهده شد، در حالی که در زمان‌های استراحتی ۳ دقیقه‌ای تفاوت معنی‌داری در نوبت اول با سوم و دوم با سوم دیده شد. نتایج پژوهش حاضر با پژوهش‌های میرزایی و همکاران، رتامس و همکاران، ویلاردسون و بورکت، رحیمی همسو بود، هرچند در این پژوهش‌ها از یک فعالیت مقاومتی استفاده شد (۱۴، ۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۲۵). متفاوت بودن ترتیب حرکات و تعداد فعالیت مقاومتی در پژوهش حاضر می‌تواند عاملی بر معنی‌دار نشدن کاهش تعداد تکرارهای نوبت اول با دوم تناوب‌های استراحت ۳ دقیقه‌ای باشد. ترتیب حرکات می‌تواند زمان استراحت بیشتری علاوه بر زمان استراحت تعیین شده در اختیار آزمودنی‌ها بگذارد و می‌تواند عاملی اثرگذار در طراحی برنامه‌های تمرینی باشد. زمان‌های استراحتی کوتاه باعث افزایش یون هیدروژن (H^+) و تجمع اسیدلاکتیک هنگام فعالیت مقاومتی سنگین می‌شود (۷). با توجه به نتایج تحقیق حاضر زمان استراحتی ۳ دقیقه توانست زمان مناسبی برای پاکسازی یون هیدروژن (H^+) و به تأخیر انداختن خستگی فراهم آورد، به همین علت آزمودنی‌ها حفظ تکرارهای بیشتری نسبت به ۱ دقیقه انجام دادند. همچنین زمان‌های استراحتی ۱ و ۳ دقیقه موجب آسیب عضلانی مشابهی با مکانیسم‌های احتمالی متفاوت شد. به نظر می‌رسد زمان استراحتی ۳ دقیقه به دلیل افزایش تکرارها و حجم تمرین احتمالاً از طریق پارگی میوفیبریل‌ها موجب افزایش سطوح CK و AST گردد. از طرف دیگر، به نظر می‌رسد آسیب عضلانی متعاقب تناوب استراحتی ۱ دقیقه از طریق تجمع پروتون‌ها و تولید گونه‌های واکنشی اکسیژن (ROS) ایجاد شده باشد. تولید لاکتات با آسیب رادیکال‌های آزاد هنگام فعالیت مرتبط است (۲۱)، فعالیت مقاومتی با زمان‌های استراحتی کوتاه نیز منجر به افزایش بیشتر سطوح لاکتات نسبت به زمان‌های استراحتی طولانی می‌شود. ریتجنس و همکاران، آسیب اکسیداتیو ناشی از یک فعالیت مقاومتی با زمان استراحتی ۲ دقیقه در افراد تمرین‌نکرده را گزارش کردند، در حالی که در افراد تمرین‌کرده مقاومتی این آسیب ناچیز بود (۲۱).

نتایج این تحقیق ممکن است برای تعیین مدت فواصل استراحتی بین جلسات تمرین مقاومتی مفید باشد. با توجه به اینکه بین زمان‌های استراحتی مختلف با شدت متوسط در پاسخ‌های آسیب عضلانی تفاوتی

1. Reactive oxygen species

وجود ندارد، می‌توان زمان مشابهی برای بهبود و بازیافت عضله با اهداف تمرینی متفاوت بین دو جلسه تمرین در نظر گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که زمان استراحت ۳ دقیقه زمان مناسبی برای بازیافت کامل عضلات به شمار می‌رود. بنابراین پیشنهاد می‌شود هنگامی که هدف تمرین باوزنه حفظ توانایی تکرارهای متوالی و بار حجمی تمرین است، از زمان استراحتی ۳ دقیقه (به جای ۱ دقیقه) استفاده شود.

منابع

۱. مکینون لارل تی، (۱۳۸۱)، ایمونولوژی و ورزش، ترجمه طاهره موسوی و مجتبی عبدالهی، چاپ اول، دانشگاه امام حسین (ع). ۱۱۲-۱۰۹.
2. Abdessemed D, Duché P, Poumarat C and Bedes M. (1999). Effect of recovery duration on muscle power and blood lactate during the bench press exercise. *Int J sports med*, 20:368-373.
3. Biosafety in microbiological and biomedical laboratories. U.S. (1993). Department of health and human services, Washington (HHS Publication No. [CDC] 93-8395).
4. Boska MD. (1990). The metabolic basis of recovery after fatiguing exercise of human muscle, *Neurology*, 40:240-244.
5. Cheung K, Hume A, and Maxwell L. (2003). Delayed onset muscle soreness treatment strategies and performance factors, Review Article. *J Sports Med*, 33:145-164.
6. Evangelista R, Pereira R, Anthony C, Hackney and Machado M. (2011). Rest interval between resistance exercise sets: length affects volume but not creatine kinase activity or muscle soreness. *Int J Sports Physiology and Performance*, 118-127.
7. Faraji H, Sheikholeslami vatani D, and Arazi H. (2011). The effect of two rest intervals on the workout volume completed during lower body resistance exercise. *Kinesiology*, 43:31-37
8. Gulick DT, and Kimura IF. (1996). Delayed onset muscle soreness what is it and how do we treat it?. *J Sport Rehab*, 5:234-43.
9. Jaywant SS, and Pai AV. (2003). A Comparative Study of Pain Measurement Scales in Acute Burn Patients. *The Indian Journal of Occupational Therapy*, 45:11-3.
10. Johnston DE. (1999). Special consideration in interpreting liver function tests. *AM Fam Physician* 59:2223-30.
11. Kraemer WJ, and Ratamess NA. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc*, 674-688.
12. Machado M, Koch AJ, Jeffrey M, Willardson, Pereira LS. (2010). Effect of varying rest intervals between sets of assistance exercises on creatine kinase and lactate dehydrogenase responses. *J Strength Cond Res*, 0:1-7.
13. Mayhew DL, Thyfault JP, and Koch AJ. (2005). Rest-interval length affects leukocyte levels during heavy resistance exercise. *J Strength Cond Res*, 19: 16-22.
14. Mirzaei B, Arazi H, and Saberi Y. (2008). The effect of different rest intervals on sustainability of bench press repetitions with heavy vs light loads. *International Journal of Fitness*, 4: 9-16.

15. Mougios V. (2007). Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *Br J Sports Med*, 41:674-678.
16. Pereira R, and Machado M. (2007). Resistance exercise- induced microinjuries do not depend on 1 or 3 minutes rest time interval between series. *Int J sports science Issn*, 1885-3137.
17. Rahimi R, Boroujerdi S, Ghaeni S, and Noori S. (2007). The effect of different rest intervals between sets on the training volume of male athletes. *Physical Education and Sport*, 5:37– 46.
18. Rahimi R. (2005). Effect of different rest intervals on the exercise volume completed during squat bouts. *Journal of Sports Science and Medicine*, 4:361-366.
19. Ratamess RA, Falvo MJ, Mangine GT, Hoffman JR, Faigenbaum AD. (2007). The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. *Eur J Appl Physiol*, 100:1-17.
20. Recommendations of the German society for clinical Chemistry. (1997). Standardization of methods for the estimation of enzyme activities in biological fluids: standard method for determination of creatine kinase and aspartate aminotransferase. *J Clin Chem Clin Biochem*, 15:225-60.
21. Rodrigues BM, Dantas E, Salles BF, Miranda H, Koch AJ, Willardson JM. (2010). Creatine kinase and lactate dehydrogenase responses after upper body resistance exercise with different rest intervals. *J Strength Cond Res*, 24:1657-1662.
22. Salles BF, Simão R, Miranda F, Novaes JS, Lemos A, and Willardson JM. (2009). Rest interval between sets in strength training. *Sports Med*, 39-42.
23. Thomas L. (1998). *Clinical laboratory diagnostics*. 1st ed. Frankfurt, Alaninamino transferase (ALT) and aspartate amino transferase (AST), 55-56.
24. Vimercatti N, Zovico P, Carvalho A, Barreto J, and Machedo M. (2008). Two doses of caffeine do not increase the risk of exercise- induced muscle damage or leukocytosis. *Physical education and sport*, 52:96-9.
25. Willardson JM, and Burkett LN. (2006). The effect of rest interval length on the sustainability of squat and bench press repetitions. *J Strength Cond Res*, 20:396-9.

Comparing effect of 1 and 3 minutes rest intervals between sets and exercises of weight training on muscular damage and sustainability of repetition in consecutive sets in untrained young men

Nastaran M^{1*}, Mirzaei B², Rahmani-Nia F³
²MSc in Exercise Physiology, University of Guilan
¹Associate Professor, University of Guilan,
¹Professor, University of Guilan

Received: 15 December 2012

Accepted: 21 April 2013

Abstract

Aim: Various studies have demonstrated that different rest intervals has a significant effect on hormonal, metabolic, and cardiovascular responses. This factor can lead to different muscle damage responses and manipulate training goals. The purpose of this study was to compare the effect of 1 and 3 minute rest intervals between sets and exercises on muscle damage and sustainability of repetition in consecutive exercises.

Method: 12 untrained subjects (aged 23.17 ± 2.06 years, height 175 ± 3.55 cm, weight 67.33 ± 8.26 kg, fat 16.67 ± 1.82 percent) volunteered to participate in this study in two resistance exercise sessions with a 2-week recovery between sessions. Exercises order in each session consisted of front leg extension, biceps curl, leg curl, triceps extension, leg press and bench press with 80% of one repetition maximum (1RM) until fatigue. Subjects randomized for 1 and 3 min rest intervals in each session. The levels of CK and AST were analyzed before, 24 and 48 hours after resistance exercises. Also muscle soreness was evaluated by the Shailaja scale (PAS) at before, immediately, 24 and 48 hours after resistance exercises. Variance analysis with repeated measurement, pair sample t-test and Bonferroni post-hoc were used for statistical analysis of data.

Results: CK and AST concentration increased significantly after 24 and 48 hours and muscle soreness also elevated immediately, 24 and 48 hours after resistance exercises ($P \leq 0.05$), but no significant difference in muscle soreness and enzymes concentration was found between groups at different time points. The results demonstrated that 3 min rest intervals lead to increased repetitions ($P \leq 0.05$).

Conclusion: Differences of load volume and sustainability of repetitions at different time points of rest intervals are independent of muscle damage responses and muscle soreness. Also, 3 min rest intervals led to repetition sustainability and appropriate recovery.

Key words: Biochemical markers, Recovery time, Exercise volume

*E-mail: mortezanastaran@yahoo.com