فیزیولوژی ورزشی شماره ۲۹، بهار ۱۳۹۵. صص ۴۴-۳۱

پاسخ آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز نسبت به فاصلهٔ استراحتی بین نوبت‌ها طی فعالیت مقاومتی در مردان تمرین‌نکرده

کمال عزیزبیگی[1]

۱. استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۲۶

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، بررسی پاسخ آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز نسبت به فواصل استراحتی بین نوبت‌ها طی فعالیت مقاومتی بود. به‌همین‌منظور، تعداد ۲۰ دانشجوی مرد تمرین‌نکرده (با میانگین سنی۱/۶±۲۲/۵ سال، قد ۳/۴±۱۷۴ سانتی‌متر و وزن ۳/۵±۷۳/۲ کیلوگرم) به‌طور داوطلبانه در پژوهش شرکت کردند و به‌طور تصادفی در یکی از دو گروه فعالیت مقاومتی با فاصلهٔ استراحتی ۹۰ ثانیه و ۱۸۰ ثانیه قرار گرفتند. فعالیت مقاومتی با شدت حداکثر شش تکرار بیشینه در چهار نوبت انجام شد. همچنین، نمونه‌گیری پیش از شروع پروتکل فعالیت، بلافاصله پس از اتمام آن و در شش، ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از آن نیز دنبال شد. نتایج نشان می‌دهد آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز ۲۴ ساعت پس از فعالیت در هر دو گروه افزایش معناداری یافته و این افزایش تا ۴۸ ساعت پس از فعالیت نسبت به استراحت تداوم داشته است ($P\leq 0.0001$). بااین‌وجود، در نوع فعالیت مقاومتی × زمان در کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز تفاوت معناداری بین دو فعالیت مقاومتی دیده نمی‌شود ($P>0.05$)؛ بنابراین، فاصلهٔ استراحتی بر تغییرات دو آنزیم مذکور تأثیری نداشته است. نتیجه‌گیری می‌شود که فاصلهٔ استراحتی بین نوبت‌ها در فعالیت مقاومتی نمی‌تواند متغیر تأثیرگذار مهمی بر میزان آسیب سلولی باشد.

واژگان کلیدی: فعالیت مقاومتی، آسیب سلولی، فاصلهٔ استراحتی

* نویسنده مسئول Email: kazizbeigi@gmail.com

مقدمه

به‌دنبال فعالیت بدنی و تمرین‌های ورزشی، آنزیم‌های درون‌سلولی و پلاسمایی دچار تغییرات مختلفی می‌شوند. بررسی رفتار و تغییرات این آنزیم‌ها در شناخت سازوکارهای فیزیولوژیکی مؤثر می‌باشد. پروتکل‌های مختلف ورزشی در کنار نقش مثبتی که بر سیستم‌های فیزیولوژیکی دارند می‌توانند با آسیب سلول‌های عضلانی همراه باشند. چنان که ممکن است عضله در اثر فعالیت‌های شدید دچار آسیب شود و برخی آنزیم‌ها مانند کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز به درون خون انتشار یابد (۳ـ۱). به‌همین‌دلیل، تغییرات این آنزیم‌ها نوعی پاسخ عضلانی بوده (۴) و هنگام آسیب عضلانی به‌دلیل تغییرات غشای سلول عضلانی، مقادیر پلاسمایی این آنزیم افزایش می‌یابد (۵)؛ بنابراین، افزایش غلظت پلاسمایی این آنزیم‌ها به‌دنبال فعالیت‌های ورزشی ناشی از نفوذپذیری و ازهم‌گسیختگی غشای سلول‌های عضلانی بوده که ممکن است حین فعالیت و یا پس از آن اتفاق بیفتد (۴). به‌هرحال، برخی از پژوهش‌ها تغییرات و پاسخ فعالیت این آنزیم‌ها را پس از فعالیت‌های ورزشی از جمله فعالیت مقاومتی بررسی کرده‌اند (۸ـ۶) و برخی دیگر به جنبه‌های اثر مکمل‌های ورزشی بر پاسخ این آنزیم‌ها پرداخته‌اند (۱۱ـ۹)؛ اما باید گفت مطالعات کمی درخصوص پاسخ‌های فیزیولوژیکی این آنزیم‌ها نسبت به متغیرهای فعالیت مقاومتی مانند فاصلهٔ استراحتی بین نوبت‌ها وجود دارد. واضح است فاصلهٔ استراحتی بین نوبت‌ها طی فعالیت مقاومتی، از متغیرهای بسیار مهم هنگام طراحی و یا اجرای فعالیت‌های مقاومتی بوده و به‌طور مستقیم بر پاسخ‌های متابولیکی و عملکردی اثر می‌گذارد و می‌تواند در سازگاری‌های عصبی ـ عضلانی و هورمونی تأثیر به‌سزایی داشته باشد (۱۲،۱۳)؛ به‌عنوان‌مثال، فاصلهٔ استراحتی بین نوبت‌ها منجر به تغییراتی در سطوح کاتکولامین‌ها، کورتیزول و هورمون رشد خواهد شد (۱۴،۱۵). این هورمون‌ها نقش چشمگیری در پاسخ‌های پروستاگلاندین E2، فاکتور نکروزدهندهٔ تومور (TNF alpha) و اینترلوکین شش (IL-6) در پی فعالیت مقاومتی شدید خواهند داشت (۱۶)؛ لذا، فاصلهٔ استراحتی کوتاه‌تر بین نوبت‌ها در مقایسه با فاصلهٔ استراحتی طولانی‌تر ممکن است باعث افزایش بیشتر این پاسخ‌ها شود (۱۷). درهرحال، ممکن است تارهای عضلانی در اثر فشار متابولیکی، وامانده شده و غشای آن‌ها نسبت به تراوش‌پذیری کلسیم افزایش یابد که این مسأله باعث فعال‌شدن آنزیم‌های پروتئولتیکی می‌گردد و موجب ترشح بیشتر آنزیم سیتوزولی کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز به درون پلاسما خواهد شد. به‌طورکلی، تاکنون مسألهٔ فاصلهٔ استراحتی بین نوبت‌ها بر تغییرات آنزیم‌های سیتوزولی در چند پژوهش مورد مطالعه قرار گرفته است.

مایهیو[1] و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کرده‌اند که فعالیت آنزیم کراتین کیناز به‌عنوان شاخص آسیب سلولی پس از فعالیت مقاومتی با شدت ۶۵ درصد یک تکرار بیشینه طی ۱۰ نوبت با ۱۰ تکرار و فاصلهٔ استراحتی یک دقیقه نسبت به انجام همان فعالیت؛ اما با فاصلهٔ استراحتی سه دقیقه بیشتر بود (۱۷). ازسوی‌دیگر، روبیر[2] و همکاران (۲۰۰۸) در فعالیت آنزیم کراتین کیناز پس از فعالیت مقاومتی با سه نوبت و ۱۰ تکرار با فاصلهٔ استراحتی یک و سه دقیقه تفاوت معناداری مشاهده نکردند (۱۸). علاوه‌براین، گزارش شده است که طی فعالیت مقاومتی، فاصلهٔ استراحتی عامل اثرگذار مهمی بر پاسخ و آسیب سلولی نیست و آنچه در ارتباط با تغییرات این آنزیم‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار است مقدار حجم فعالیت (بار× دوره× تکرار) انجام‌شده می‌باشد نه تغییر در فاصلهٔ استراحتی (۱۹). همچنین، در بررسی الگوی تغییرات آنزیم کراتین کیناز به‌عنوان شاخص آسیب عضلانی گزارش شده است که عواملی مانند سن، جنس، تودهٔ عضلانی، میزان فعالیت بدنی و شرایط اقلیمی ممکن است بر رفتار آنزیم کراتین کیناز به‌عنوان شاخص بیوشیمیایی آسیب عضلانی دخیل باشند (۲۰). علاوه‌براین، در اندک مطالعات انجام‌شده در این زمینه، حجم فعالیت مقاومتی به‌عنوان یک متغیر مهم اثرگذار بر پاسخ آنزیم کراتین کیناز بین گروه‌های مختلف، برابر و همسان‌سازی نشده است. به‌طورکلی، به‌دلیل عوامل متعدد اثرگذار بر الگوی تغییرات آنزیم کراتین کیناز، وجود نتایج متناقض در ادبیات پژوهش، نقش فاصلهٔ استراحتی بین نوبت‌ها بر بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی و نیز کمبود اطلاعات، انجام پژوهش حاضر ضروری می‌باشد؛ بنابراین، هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثرات دو فاصلهٔ استراحتی متفاوت بین نوبت‌ها در حجم و شدت مساوی فعالیت مقاومتی بر تغییرات آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز به‌عنوان شاخص آسیب عضلانی در مردان جوان، سالم و تمرین‌نکرده بود و این سؤال مطرح و پاسخ داده شد که آیا پاسخ این آنزیم‌ها نسبت به فاصله‌های استراحتی ۹۰ و ۱۸۰ ثانیه بین نوبت‌های فعالیت مقاومتی متفاوت است یا خیر؟

روش پژوهش

روش انجام پژوهش حاضر نیمه‌تجربی بود و به‌صورت آزمایشگاهی انجام شد. آزمودنی‌های آن ۲۰ نفر از دانشجویان مرد تمرین‌نکرده بودند که به‌صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند و هیچ‌گونه سابقهٔ انجام تمرینات مقاومتی را نداشتند. در شروع کار اطلاعات و آگاهی‌های لازم دربارهٔ چگونگی انجام پژوهش و مراحل آن در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت. سپس به‌وسیله پرسش‌نامه، سوابق بیماری آزمودنی‌ها اعم از قلبی ـ عروقی، ریوی، آلرژی، فشارخون، دیابت و غیره بررسی شد و آزمودنی‌هایی

1. Mayhew
2. Robeiro

که سابقهٔ بیماری خاصی داشتند از پژوهش حذف شدند. همچنین، هیچ‌کدام از آزمودنی‌ها عادت به مصرف دخانیات و مشروبات الکلی نداشتند و از مکمل‌های ویتامینی استفاده نمی‌کردند. به آزمودنی‌ها توصیه شد در طول دورهٔ پژوهش از مصرف داروی مسکن مانند ایبوپروفن، آسپرین و غیره پرهیز کنند. سوابق فعالیت بدنی آزمودنی‌ها نیز مورد بررسی قرار گرفت و از آن‌ها خواسته شد در طول مراحل آزمون از هرگونه فعالیت بدنی شدید خودداری کنند. سپس، آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی در یکی از دو گروه زیر قرار گرفتند: گروه فعالیت مقاومتی با فاصلهٔ استراحتی ۹۰ ثانیه و گروه فعالیت مقاومتی با فاصلهٔ استراحتی ۱۸۰ ثانیه. ویژگی‌های فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها در جدول۱ مشاهده می‌شود.

پیش از شروع پروتکل اصلی فعالیت مقاومتی، مقدار پنج میلی‌لیتر خون به‌عنوان نمونهٔ خونی پیش‌آزمون از ورید آنته کوبیتال (پیش‌آرنجی) دست چپ در وضعیت نشسته پس از ۲۰ دقیقه استراحت گرفته شد. سپس، قد و وزن آزمودنی‌ها (سکا[1] مدل ۲۲۰، آلمان) و نیز درصد چربی بدن به روش تخمینی از طریق چین پوستی در سه محل سینه، شکم و ران با استفاده از کالیپر (لافایت مدل۰۱۱۲۷، آمریکا)[2] و با استفاده از معادلهٔ تخمین چربی بدن جکسون و پولاک[3] برآورد شد (۲۱). پس از ارزیابی قد، وزن و درصد چربی بدن، آزمودنی‌ها با پروتکل فعالیت مقاومتی در اندام فوقانی و تحتانی آشنا شدند و نحوهٔ صحیح انجام حرکات، کنترل وزنه در دامنهٔ حرکتی و نیز طرز صحیح دم و بازدم را فرا گرفتند. پیش از شروع آزمون و تعیین شش تکرار بیشینه، برنامهٔ گرم‌کردن با بار زیربیشینه برای هر حرکت انجام شد. پس از استراحت دو تا چهار دقیقه‌ای، آزمودنی‌ها اولین تلاش را انجام دادند و میزان بار به‌طور مداوم تا تعیین شش تکرار بیشینه تغییر یافت. جهت تعیین شش تکرار بیشینه، میزان تلاش‌ها طی دوره‌های انجام‌گرفته از تعداد سه نوبت بیشتر نشد (۲۲). پس از تعیین شش تکرار بیشینه برای حرکت مذکور، مقدار وزنه برای هر آزمودنی ثبت گردید تا براساس آن پروتکل اصلی فعالیت مقاومتی انجام شود. سپس، پس از ۷۲ـ۴۸ ساعت، حداکثر شش تکرار بیشینه (1RM ۸۵ درصد)[4] جهت به حداکثر رساندن اعتبار آزمون ـ آزمون مجدد انجام شد.

پروتکل اصلی فعالیت مقاومتی با فاصلهٔ استراحتی متفاوت جهت بررسی پاسخ‌های حاد آن بر تغییرات شاخص آسیب عضلانی پس از هشت روز از نمونه‌گیری پیش‌آزمون (سه روز فاصله برای تکرارپذیری آزمون شش تکرار بیشینه و پنج روز برای کاهش اثرات حاد آزمون شش تکرار بیشینه) انجام شد. پس از انجام حرکات کششی و گرم‌کردن سبک استاندارد، هر دو گروه فعالیت مقاومتی را انجام دادند.

1. Seca
2. Lafayette 01127 USA
3. Jackson and Pollock
4. One Repetition Maximum

به‌طوری که هر دو گروه با فاصلهٔ استراحتی متفاوت ۹۰ و ۱۸۰ ثانیه، حرکات را در چهار نوبت با شش تکرار بیشینه دقیقاً مشابه با هم انجام دادند. حرکات شامل: پرس سینه، کشش قرقره و بازکردن (جلو پا) و تاکردن مفصل زانو (پشت پا) با استفاده از قرقره و حرکت اسکوات بود. در هر دو گروه بین انجام حرکات به‌طور ثابت سه دقیقه فاصلهٔ استراحتی گنجانده شد. با احتساب زمان انجام هر حرکت، فاصلهٔ زمانی انجام حرکات، فاصلهٔ استراحتی بین نوبت‌ها و نیز برنامهٔ گرم‌کردن و سردکردن کل زمان جلسهٔ پروتکل فعالیت مقاومتی در گروه فاصلهٔ استراحتی ۹۰ ثانیه، تقریباً ۵۰ ـ۴۷ دقیقه (۴۰ـ۳۷ دقیقه برنامهٔ اصلی و ۱۰ دقیقه برنامهٔ گرم‌کردن و سردکردن) و در گروه فاصلهٔ استراحتی ۱۸۰ ثانیه، ۷۰ دقیقه (۶۲ ـ۶۰ دقیقه برنامهٔ اصلی و ۱۰ دقیقه برنامهٔ گرم‌کردن و سردکردن) بود. از تشویق کلامی در گروه فاصلهٔ استراحتی ۹۰ ثانیه، به‌ویژه در نوبت‌های سوم و چهارم و در فاز عمل کانسنتریک که معمولاً آزمودنی‌ها دچار افت نیروی عضلانی می‌شوند استفاده گردید. همچنین، از آزمودنی‌های هر دو گروه خواسته شد که تاحدامکان حرکات را کامل انجام دهند. فاصلهٔ استراحتی بین نوبت‌ها با استفاده از کرونومتر و توسط پژوهشگران به‌طور دقیق کنترل می‌شد. همچنین، میزان وزنهٔ جابه‌جاشده برای هر حرکت به کیلوگرم پس از اتمام نوبت‌ها یادداشت می‌شد تا درنهایت، برای محاسبهٔ حجم فعالیت صورت‌گرفته مورد استفاده قرار گیرد.

جهت تهیهٔ پلاسمای خون‌های اخذشده (نمونهٔ خون پیش‌آزمون: هشت روز قبل) در لوله‌های حاوی مادهٔ ضدانعقادی هپارین به‌مدت ۱۵ دقیقه در ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردید. پس از جداسازی پلاسما از سلول‌های خونی، پلاسمای به‌دست‌آمده به میکروتیوب‌های استریلیزه منتقل گردید و تا زمان انجام آزمایش‌های بیوشیمایی در دمای ۷۰- درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شد. این روش به همین منوال برای نمونهٔ خونی بلافاصله پس از اتمام فعالیت مقاومتی و شش، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از آن مجدداً تکرار گردید. علاوه‌براین، به‌منظور اندازه‌گیری آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز از کیت ایرانی شرکت پارس‌آزمون استفاده شد. حساسیت کیت کراتین کیناز دو واحد بر لیتر و ضریب تغییرات درون آزمودنی‌های آن ۱/۶۰ درصد گزارش شد. کیت لاکتات دهیدروژناز نیز دارای حساسیت شش واحد در لیتر و ضریب تغییرات درون آزمودنی‌ها ۱/۶۸ درصد بود. سه دقیقه پس از تهیهٔ نمونهٔ آزمایش با پلاسما، شدت تغییرات جذب نوری در طول موج ۳۴۰ نانومتر در درجه حرارات ۳۷ درجهٔ سانتی‌گراد به‌دست آمد. فعالیت آنزیم‌های مذکور به‌صورت واحد در لیتر (U/L) بیان شد.

ابتدا، از آزمون آماری کلموگروف- اسمیرنف جهت بررسی طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. پس از اطمینان از طبیعی‌بودن آن، آزمون آماری پارامتریک تی مستقل برای بررسی همگن‌بودن داده‌ها پیش از شروع پروتکل فعالیت مقاومتی مورد استفاده قرار گرفت. همچنین، آزمون آماری آنوای دوراهه

با اندازه‌گیری‌های مکرر[1] طرح ۴×۲ به‌کار رفت. به‌منظور بررسی اثر زمان در هر گروه نیز از آزمون آماری تعقیبی بونفرونی استفاده شد. تمامی تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری اس .پی. اس. اس نسخهٔ ۱۷[2] انجام گردید و سطح معناداری $P\leq0.05$ جهت بررسی اختلاف میانگین‌ها در نظر گرفته شد.

نتایج

نتایج نشان می‌دهد پیش از شروع دورهٔ تمرینات، دو گروه مقاومتی با فاصلهٔ استراحتی ۹۰ و ۱۸۰ ثانیه از لحاظ شاخص تودهٔ بدن[3] اختلاف معناداری با هم ندارند. ویژگی‌های فیزیولوژیکی دو گروه مقاومتی در جدول۱ ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی های توصیفی آزمودنی ها

	فاصله استراحتی ۹۰ ثانیه	فاصله استراحتی ۱۸۰ ثانیه
سن(سال)	۲۲/۲±۴/۲	۲۲/۱±۷/۵
قد (سانتی متر)	۱۷۳/۱±۳	۱۷۵/۳±۵
وزن (کیلوگرم)	۷۴/۵±۴	۷۲/۳±۳
درصد چربی بدن	۲۱/۶±۲/۳	۲۲/۱±۲/۲
شاخص توده بدن(kg/m^2)	۲۴/۷۴±۱/۲	۲۲/۷۸±۲/۵
$ P	۰/۱۲	

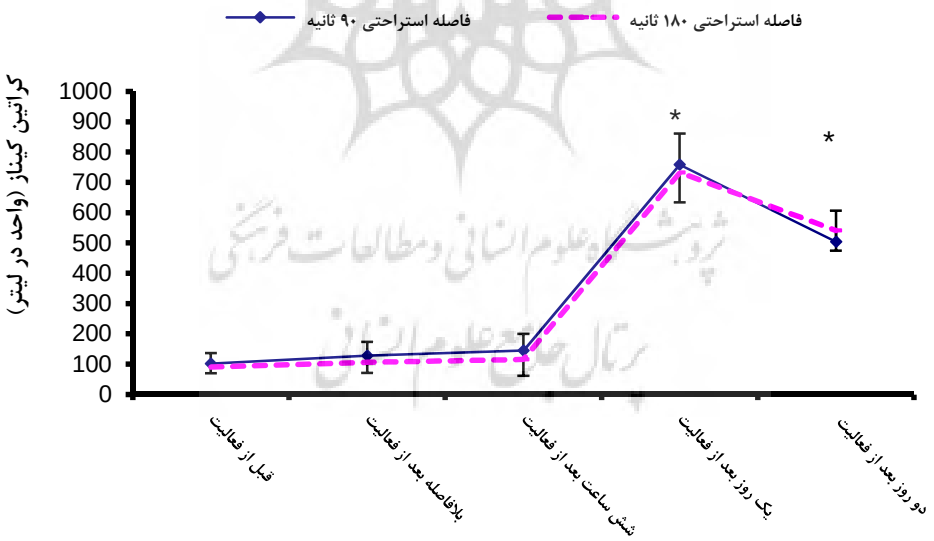
$ سطح معناداری برای شاخص تودهٔ بدنی بین دو گروه مقاومتی با فاصلهٔ استراحتی ۹۰ و ۱۸۰ ثانیه (آزمون تی مستقل)

تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون آماری تی مستقل نشان می‌دهد که بین دو گروه در آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز، پیش از شروع فعالیت مقاومتی تفاوت معناداری وجود ندارد (P=0.891). این مسأله بیانگر این است که دو گروه از لحاظ متغیرهای بیوشیمایی موردمطالعه نیز همگن می‌باشند. همچنین، مشاهده می‌شود که حجم فعالیت (دوره × تکرار × بار) بین دو گروه با فاصلهٔ استراحتی ۹۰ ثانیه (۷۸±۴۲۵۰ کیلوگرم) و با فاصلهٔ استراحتی ۱۸۰ ثانیه (۱۲۰±۴۶۸۰ کیلوگرم) تفاوت معناداری وجود ندارد (P=0.338).

علاوه‌براین، کراتین کیناز (P=0.0001) و لاکتات دهیدروژناز (P=0.0001) برای هر دو گروه مقاومتی با فاصلهٔ استراحتی ۹۰ و ۱۸۰ ثانیه ۲۴ ساعت پس از فعالیت مقاومتی در هر دو گروه افزایش معناداری

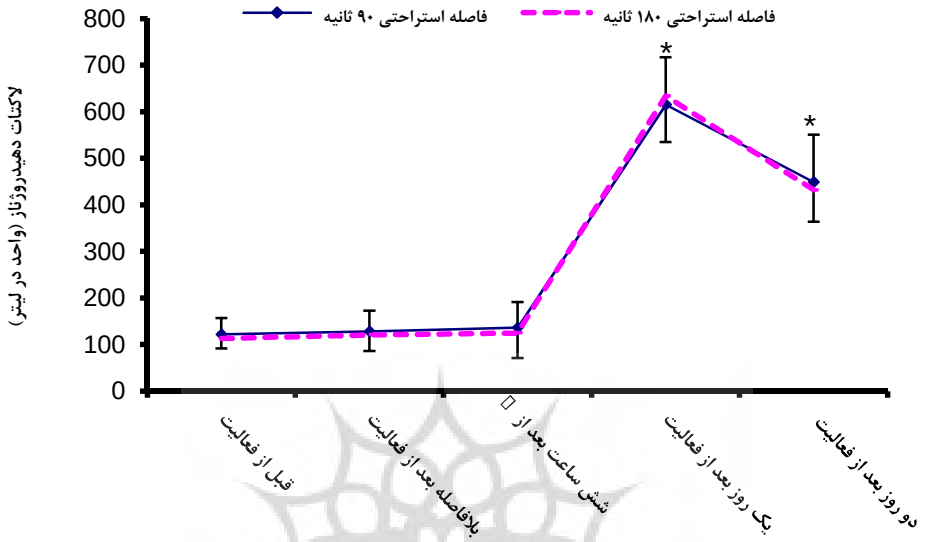
1. Two-way analysis of variance (ANOVA) with repeated measures
2. SPSS 17
3. Body Mass Index

را نشان می‌دهد و این افزایش تا ۴۸ ساعت پس از فعالیت، همچنان نسبت به سطح استراحت به‌صورت معناداری در سطح بالایی باقی مانده است (P=0.0001). تغییرات درون‌گروهی کیناز در هر دو گروه نیز نشان می‌دهد (در بازهٔ زمانی پیش از فعالیت تا ۴۸ ساعت پس از آن) که در سطح پایهٔ استراحتی آنزیم کراتین نسبت به مقادیر ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از فعالیت مقاومتی اختلاف معناداری وجود دارد (P=0.0001). همچنین، نتایج هر دو گروه نشان می‌دهد که سطح مقادیر استراحتی آنزیم لاکتات دهیدروژناز نسبت به ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از آن افزایش معناداری یافته است (P=0.0001). این مسأله حاکی از این است که هر دو پروتکل فعالیت مقاومتی توانسته‌اند باعث تغییرات درون‌گروهی شوند و تغییرات این دو آنزیم در بازهٔ زمانی پیش از فعالیت تا ۴۸ ساعت پس از فعالیت مقاومتی معنادار می‌باشد. بااین‌وجود، مشاهده می‌شود که در هیچ‌کدام از بازه‌های زمانی، تفاوت معناداری بین اثر زمان × گروه برای آنزیم لاکتات دهیدروژناز (F=0.318, P=0.865) و کراتین کیناز (F=1.5, P=0.250) وجود ندارد. این مسأله نشان می‌دهد که اختلاف معناداری در بازهٔ زمانی مذکور و در تعامل زمان و نوع پروتکل فعالیت مقاومتی وجود ندارد؛ بدین معنی که متغیر فاصلهٔ استراحتی بر روند تغییرات آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز بی‌تأثیر است (شکل ۱ و ۲).



شکل۱ـ تغییرات فعالیت آنزیم کراتین کیناز در گروه‌های مقاومتی با فاصلهٔ استراحتی ۹۰ و ۱۸۰ ثانیه پس از یک جلسه فعالیت

*تفاوت معنادار نسبت به تمامی مراحل قبل در هر دو گروه فعالیت مقاومتی



شکل۲ـ تغییرات فعالیت آنزیم لاکتات دهیدروزناز در گروه‌های مقاومتی با فاصلهٔ استراحتی ۹۰ و ۱۸۰ ثانیه پس از یک جلسه فعالیت

*تفاوت معنادار نسبت به تمامی مراحل قبل در هر دو گروه فعالیت مقاومتی

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر، بررسی پاسخ کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز نسبت به فاصلهٔ استراحتی متفاوت بین نوبت‌های فعالیت مقاومتی در مردان تمرین‌نکرده بود. به‌منظور این که پاسخ آنزیم‌های مذکور را نسبت به فاصلهٔ استراحتی مورد بررسی قرار دهیم لازم بود که پروتکل فعالیت مقاومتی اعمالی، موجب حداقل تغییرات در سطح پایهٔ پلاسمایی آن‌ها گردد.

مشاهده شد که فعالیت آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز پس از فعالیت مقاومتی در هر دو گروه افزایش یافت. این مسأله نشان می‌دهد که شدت و طول مدت فعالیت برای ایجاد تغییرات مناسب و کافی بوده است. نتایج پژوهش حاضر با پژوهش‌های قبلی که در آن‌ها گزارش شده است کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز به‌طور معناداری ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از فعالیت به اوج خود می‌رسند هم‌سو است (۲۵-۲۳). در پژوهش حاضر، مقدار آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز ۲۴ ساعت نسبت به پیش‌آزمون در هر دو گروه با فاصلهٔ استراحتی ۹۰ و ۱۸۰ ثانیه به اوج افزایش خود رسید و پس از ۴۸ ساعت نسبت به سطح استراحت همچنان بالا باقی ماند. افزایش فعالیت این آنزیم‌ها می‌تواند

ناشی از هر دو فشار مکانیکی و متابولیکی باشد. درحقیقت، مقاومت غشای تارهای عضلانی وامانده، کاهش یافته و به‌دنبال آن، غلظت کلسیم درون تارها افزایش می‌یابد که خود این مسأله باعث بازشدن کانال‌های پتاسیمی خواهد شد (۲۶،۲۷). ازسوی‌دیگر، آسیب موضعی بافت عضلانی و قطعه‌قطعه‌شدن صفحات Z و تخریب سارکومرها به سبب کشش سارکومری طی فعالیت عضلانی شدید می‌تواند باعث افزایش غلظت این آنزیم‌ها در خون شود (۲۸). چنین آسیب‌هایی سبب جذب نوتروفیل‌ها به محل آسیب می‌گردد و منجر به انفجار تنفسی از طریق آزادکردن رادیکال‌های آزاد می‌شود. این مکانیزم می‌تواند برای چندین روز ادامه یابد و باعث آسیب بیشتر در ساعت‌های آتی گردد (۲۹).

درهرحال، هم‌سو با نتایج پژوهش حاضر، هیونس[1] و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که اوج افزایش کراتین کیناز در ۲۴ ساعت پس از فعالیت دیده می‌شود (۳۰). همچنین، ماچادو و همکاران[2] (۲۰۱۱) نشان دادند که شیب افزایش تغییرات آنزیم کراتین کیناز ممکن است تا ۷۲ ساعت ادامه داشته باشد (۱۹). گزارش شده است که زمان رسیدن اوج افزایش کراتین کیناز و نحوهٔ تغییرات و به فلات رسیدن فعالیت آن ممکن است دو تا هفت روز طول بکشد که این امر با میزان شدت آسیب عضلانی مرتبط است (۳۱) و خود آسیب عضلانی در پروتکل‌های متفاوت پژوهشی می‌تواند متأثر از حجم و شدت فعالیت اعمال‌شده باشد (۳۰) و باعث پراکندگی نتایج به‌دست‌آمده در این‌گونه پژوهش‌ها شود.

پیش از شروع فعالیت مقاومتی، گروه‌ها از نظر میزان تودهٔ بدنی و درصد چربی بدنی همگن شدند. برهمین‌اساس، به‌نظر می‌رسد که پاسخ و تغییرات این آنزیم‌ها تحت‌تأثیر میزان درصد چربی و تودهٔ بدون چربی بدن قرار نگرفته باشد؛ چراکه با افزایش درصد چربی بدن، فشار اکسیداتیو ایجادشده نسبت به فعالیت ورزشی تشدید می‌شود (۳۲) و به‌علت این که فشار اکسیداتیو، آسیب سلولی و التهاب با هم مرتبط می‌باشند؛ لذا این متغیر (درصد چربی بدن) نقشی بر رفتار این آنزیم‌ها در پژوهش حاضر نداشته است.

علاوه‌براین، نتایج نشان داد که نوع فعالیت مقاومتی با فواصل استراحتی متفاوت، بر تغییرات آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز تأثیر معناداری نداشته است. هنگامی که پروتکل‌های فعالیت مقاومتی طراحی می‌شود، فاصلهٔ استراحتی بین دوره‌ها عامل بسیار مهمی است که باید مورد توجه قرار گیرد؛ چراکه تغییرات بسیار مهم هورمونی، بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی را در پی خواهد داشت (۳۳). مشاهده شد که کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز افزایش معناداری را در پلاسما نشان دادند. به‌نظر می‌رسد قرارگرفتن مداوم آزمودنی‌ها در برابر فشارهای مکانیکی و متابولیکی طی انجام انقباضات اکسنتریک و کانسنتریک طی پنج نوع حرکت فعالیت مقاومتی، منجر به آسیب‌دیدگی غشای تارهای

1. Heavens
2. Machado

عضلانی و افزایش مقادیر این آنزیم‌ها در هر دو گروه شده باشد. باوجوداین، پژوهش‌های قبلی که آسیب‌های عضلانی را نسبت به تغییرات فاصلهٔ استراحتی بین دوره‌ها مورد بررسی قرار داده‌اند، از یک نوع حرکت با تعداد تکرارهای بیشتر و نیز ست‌های بیشتری بهره برده‌اند. بدیهی است این مسأله به‌ندرت طی ورزش اتفاق می‌افتد. در پژوهش حاضر، پنج حرکت با تعداد چهار نوبت در شش تکرار در دو فاصلهٔ استراحتی متفاوت ۹۰ و ۱۸۰ ثانیه استفاده گردید. این پروتکل به‌لحاظ کاربردی و تعداد نوبت و تکرار و نیز تعداد حرکات، با مقادیر پیشنهادی هم‌خوانی بیشتری دارد (۳۴)؛ به‌همین دلیل، یافته‌های آن برای ورزشکاران و مربیان کلینیک‌های سلامتی قابلیت استفادهٔ بیشتری دارد.

مشاهده شد که آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز نسبت به تغییرات فاصلهٔ استراحتی حساسیت نشان ندادند و پاسخ این آنزیم‌ها بین دو گروه مشابه بود. هم‌سو با این پژوهش، ماچادو و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که پاسخ آنزیم کراتین کیناز نسبت به فاصلهٔ استراحتی ۶۰ تا ۱۸۰ ثانیه، عامل اثرگذار مهمی نیست و آنچه از اهمیت خاصی برخوردار است، میزان کار انجام‌شده می‌باشد (۱۹). همچنین، ایوانجلسیتا[1] و همکاران (۲۰۱۱) اثر فاصلهٔ استراحتی یک و سه دقیقه بین نوبت‌ها بر حجم کل کار انجام‌شده و کوفتگی عضلانی و نیز تغییرات آنزیم کراتین کیناز را مورد بررسی قرار دادند. نتایج بیانگر آن بود که به‌دنبال تمرینات ایزومتریکی با شدت ۴۰٪ حداکثر انقباض ارادی، فواصل استراحتی تأثیر معناداری بر تغییرات آنزیم کراتین کیناز و کوفتگی عضلانی ندارد. پژوهشگران گزارش کردند که با افزایش فاصلهٔ استراحتی بین نوبت‌ها، مقادیر کار انجام‌شده (بار× تکرار ×دوره) افزایش می‌یابد (۳۵). هم‌سو با این نتایج، رودریگز[2] و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که آسیب عضلانی تحت‌تأثیر فاصلهٔ استراحت قرار نمی‌گیرد و زمانی که آسیب عضلانی به نسبت مقدار کل کار انجام شده بیان شود، میزان این آسیب در پروتکل فعالیت مقاومتی با فاصلهٔ استراحتی یک دقیقه بیشتر می‌باشد (۳۶). ازسوی‌دیگر، مایهیو و همکاران (۲۰۰۵) گزارش دادند که کراتین کیناز نسبت به فاصلهٔ استراحتی یک دقیقه، به‌طور معناداری در مقایسه با پروتکل فعالیت مقاومتی با فاصلهٔ استراحتی سه دقیقه بالاتر می‌باشد (۱۷). در این پژوهش برای آن که میزان کار انجام‌شده بین دو گروه برابر شود لازم بود حداقل فاصلهٔ استراحتی بین نوبت‌ها را ۹۰ ثانیه و دیگری ۱۸۰ ثانیه گنجانده شود. به‌نظر می‌رسد تفاوت مشاهده‌شده در نتایج این پژوهش‌ها، بیشتر ناشی از سابقهٔ تمرینی فعالیت مقاومتی آزمودنی‌ها باشد (۳۵). همچنین، در بررسی الگوی تغییرات آنزیم کراتین کیناز به‌عنوان شاخص آسیب عضلانی گزارش شده است که عواملی مانند سن، جنس (اثر استروژن)، تودهٔ عضلانی، میزان فعالیت بدنی و شرایط اقلیمی ممکن است در رفتار آنزیم کراتین کیناز به‌عنوان شاخص بیوشیمیایی آسیب

1. Evangelista
2. Rodrigues

عضلانی دخیل باشند (۲۰). گزارش شده است که فاصلهٔ استراحتی بین نوبت‌ها بر تعداد تکرارها و خستگی زودرس ورزشکاران اثر می‌گذارد (۱۲). با توجه به این که در پژوهش حاضر تفاوت معناداری بین دو فاصلهٔ استراحتی مشاهده نشد می‌توان گفت که آنچه موجب کاهش تعداد تکرارها و تغییرات مشاهده‌شده در عملکرد ورزشکاران در فواصل استراحتی متفاوت می‌شود ناشی از ریزآسیب‌های تارهای عضلانی نیست و احتمالاً دیگر عوامل بیوشیمیایی، هورمونی، فیزیولوژیکی و روان‌شناختی در این پدیده دخیل می‌باشند. به‌طورکلی، به‌منظور بررسی تأثیر فاصلهٔ استراحتی بر پاسخ‌های آسیب سلولی، نیاز به پژوهش‌های بیشتر با پروتکل‌های دقیق‌تر می‌باشد. به‌طوری که تمامی فواصل استراحتی رایج در پروتکل‌های تمرینات مقاومتی (۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۸۰ و ۳۰۰ ثانیه) در ترکیب با اثر متغیرهای شدت و حجم و نیز گروه‌های عضلانی درگیر، هم‌زمان مورد بررسی قرار گیرند و تحلیل شوند و برای ارزیابی آسیب سلولی از روش‌های دقیق‌تر و ارزیابی مستقیم بیوپسی عضلانی استفاده گردد؛ چراکه استفاده از آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز، علی‌الرغم کم‌هزینه‌بودن، به‌سبب تغییرپذیری بسیار زیاد بین آزمودنی‌ها و درون آزمودنی‌ها، روش دقیق و معتبری برای بررسی آسیب عضلانی نمی‌باشد.

درمجموع، می‌توان گفت هر دو فعالیت مقاومتی با شدت شش تکرار بیشینه در چهار نوبت و فاصلهٔ استراحتی ۹۰ و ۱۸۰ ثانیه بین نوبت‌ها، سطح پایه‌ای آنزیم کراتن کیناز و لاکتات دهیدروژناز را به‌طور معناداری در ۲۴ تا ۴۸ ساعت در پی فعالیت افزایش داد. این افزایش ممکن است ناشی از شدت فعالیت مقاومتی، حجم کار صورت‌گرفته و یا فاصلهٔ استراحتی بین نوبت‌ها و یا دیگر متغیرهای فعالیت مقاومتی باشد. باوجوداین، مشاهده شد که رصد رفتار آنزیم‌ها ۴۸ ساعت پس از فعالیت مقاومتی، حساسیت معناداری را نسبت به فاصلهٔ استراحتی نشان نداد. در این پژوهش تلاش شد تمامی شرایط انجام دو فعالیت مقاومتی دقیقاً یکسان‌سازی شود. از جمله مقدار حجم فعالیت مقاومتی که ممکن است به‌عنوان عامل مداخله‌گر بر نتایج اثر گذارد؛ لذا، از این نظر محدودیت‌های پژوهش‌های قبلی برطرف ساخته شد. به‌طوری که پژوهشگر بتواند به‌شکل قاطعانه، تفاوت‌های احتمالی را به تغییر در فاصلهٔ استراحتی نسبت دهد. به‌منظور بررسی فاصلهٔ استراحتی بر روند تغییرات آسیب سلولی نیاز به پژوهش‌های بیشتری می‌باشد. به‌طورکلی، می‌توان گفت که فاصلهٔ استراحتی ۹۰ و ۱۸۰ ثانیه بین ست‌ها طی فعالیت مقاومتی که با شدت شش تکرار بیشینه در چهار نوبت بر آزمودنی‌های مرد تمرین‌نکرده با دامنهٔ سنی ۲۴ـ۲۰ سال انجام می‌شود نمی‌تواند متغیری مهم و کلیدی بر آسیب سلول عضلانی باشد.

پیام مقاله: به مربیان توصیه می شود بدون توجه و نگرانی در مورد اثرات فاصله استراحتی بین نوبت ها بر آسیب سلولی، برنامه های تمرینات مقاومتی را طراحی و اجرا نمایند.

تشکر و قدردانی

درپایان، از زحمات تمامی شرکت‌کنندگانی که به‌عنوان آزمونی در پژوهش حاضر شرکت کردند و نیز از معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج که حمایت مالی از پژوهش حاضر را به عمل آوردند صمیمانه تشکر می‌کنیم.

منابع

1) Donnelly A E, Clarkson P, Maughan R J. Exercise induced muscle damage: Effects of light exercise on damaged muscle. Eur J Appl Physiol. 1992; 64: 350–3.

2) Armstrong R B. Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: A brief review. Med Sci Sports Exerc. 1984; 16: 529-38.

3) Teague B N, Schwane J A. Effect of intermittent eccentric contractions on symptoms of muscle microinjury. Med Sci Sports Exerc. 1995; 27: 1378-84.

4) Karamizrak S G, Regen E, Tore I, Akgun N. Changes in serum creatine kinase, lactate dehydrogenase and aldolase activity following supramaximal exercise in athletes. J Sports Med Phys Fitness. 1994; 34(2): 141-6.

5) Nathwani R A, Pais S, Reynolds T B, Kaplowitz N. Serum alanine aminotransferase in skeletal muscle diseases. Hepatology. 2005; 41: 380.

6) Dixon C B, Robertson R J, Goss F L, Timmer J M, Nagle E, Evans R W. Effect of resistance training status on free radical production and muscle damage following acute exercise. Med Sci Sports Exerc. 2003; 35(5): 148-57.

7) Hayward R, Hutcheson k, Schneider C M. Influence of acute resistance exercise on cardiac biomarkers in untrained women. J Emerg Med. 2003; 25(4): 351-6.

8) Kuo Y C, Lin J C. Effect of different intensity resistance exercise on creatine kinase and malondialdehyde. Med Sci Sports Exerc. 2003; 35(5-1): 368.

۹) الهی افسانه، علیجانی عیدی، حجت شهلا. تأثیر آلیسین سیر بر کوفتگی عضلانی تأخیری و برخی آنزیم‌های پلاسمایی در ورزشکاران. نشریهٔ فیزیولوژی ورزشی. ۱۳۹۰، ۱۲: ۲۰ـ۱۰۵.

۱۰) نقیبی سعید. تأثیر مصرف کوتاه‌مدت مکمل کراتین بر نشانگرهای آسیب قلبی ـ عروقی پس از یک نوبت فعالیت ورزشی درمانده‌ساز در ورزشکاران نخبهٔ کاراته. نشریهٔ فیزیولوژی ورزشی. ۱۳۹۳؛ ۶ (۲۲): ۲۸ـ۱۶.

۱۱) معمارباشی عباس، عباسیان مجتبی. تأثیر ۱۰ روز مصرف دارچین بر شاخص‌های بیوشیمیایی و عملکردی کوفتگی عضلانی تأخیری. نشریهٔ فیزیولوژی ورزشی. ۱۳۹۲؛ (۲۰): ۸۰ـ۲۳.

12) Hill-Haas S, Bishop D, Dawson B, Goodman C, Edge J. Effects of rest interval during high-repetition resistance training on strength, aerobic fitness, and repeated-sprint ability. J Sport Sci. 2007; 25: 619-28.

13) Bottaro M, Martins B, Gentil P, Wagner D. Effects of rest duration between sets of resistance training on acute hormonal responses in trained women. Med Sci Sports Exerc. 2009; 12: 73-8.

14) Buresh R, Berg K, French J. The effect of resistive exercise rest interval on hormonal response, strength, and hypertrophy with training. J Strength Cond Res. 2009; 23: 62–71.
15) Mavrommataki E, Bogdanis G C, Kaloupsis S, Maridaki M. Recovery of power output and heart rate kinetics during repeated bouts of rowing exercise with different rest intervals. J Sport Sci Med. 2006; 5: 115–22.
16) Tidball J G. Inflammatory processes in muscle injury and repair. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 2005; 288: 345–53.
17) Mayhew D L, Thyfault J P, Koch A J. Rest-interval length affects leukocyte levels during heavy resistance exercise. J Strength Cond Res. 2005; 19: 16–22.
18) Ribeiro V, Pereira R, Machado M. Resistance exercise-induced micro injuries do not depend on 1 or 3 minutes' rest time interval between series. Int J Sports Med. 2008; 13: 44–53.
19) Machado M, Koch A J, Willardson J M, Pereira L S, Cardoso M I, Motta M K, et al. Effect of varying rest intervals between sets of assistance exercises on creatine kinase and lactate dehydrogenase responses. J Strength Cond Res. 2011; 25(5): 1339-45.
20) Strømme J H, Rustad P, Steensland H, Theodorsen L, Urdal P. Reference intervals for eight enzymes in blood of adult females and males measured in accordance with the International Federation of Clinical Chemistry reference system at 37 degrees C: part of the Nordic Reference Interval Project. Scand J Clin Lab Invest. 2004; 64(4): 371-84.
21) Jackson A S, Pollock ML. Practical assessment of body composition. J Sports Med Phys Fitness. 1985; 13: 76-90.
22) Simão R, Farinati P T V, Polito M D, Maior A S, Fleck S J. Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistive exercises. J Strength Cond Res. 2005; 19: 152-6.
23) Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli F M. Creatine kinase monitoring in sport medicine. Br Med Bull. 2007; 81–82: 209–30.
24) Mougios V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. Br J Sports Med. 2007; 41: 674–8.
25) Bessa A, Nissenbaum M, Monteiro A, Gandra P G, Nunes L S, Bassini-Cameron A, et al. High intensity ultraendurance promotes early release of muscle injury markers. Br J Sports Med. 2008; 42: 589–93.
26) Fink R, Luttgau H C. An evaluation of the membrane constants and the potassium conductance in metabolically exhausted muscle fibers. J Physiol. 1976; 263, 215–38.
27) Fink R, Hase S, Luttgau H C, Wettwer E. The effect of cellular energy reserves and internal calcium ions on the potassium conductance in skeletal muscle of the frog. J Physiol. 1983; 336: 211–28.
28) Lopes-Ferreira M, Núñez J, Rucavado A, Farsky SH, Lomonte B, Angulo Y, et al. Skeletal muscle necrosis and regeneration after injection of thalassophryne nattereri (niquim) fish venom in mice. Int J Pathol. 2001; 82: 55–64.
29) Lieber R L, Woodburn T M, Fridén J. Muscle damage induced by eccentric contractions of 25% strain. J Appl Physiol. 1991; 70(6): 2498-507.
30) Heavens K R, Szivak T K, Hooper D R, Dunn-Lewis C, Comstock B A, Flanagan S D, et al. The effects of high intensity short rest resistance exercise on muscle damage markers in men and women. J Strength Cond Res. 2014; 28(4): 1041-9.

31) Serrão F V, Foerster B, Spada S, Morales M M, Monteiro-Pedro V, Tannús A, et al. Functional changes of human quadriceps muscle injured by eccentric exercise. Braz J Med Biol Res. 2003; 36: 781–6.

32) Vincent H K, Morgan J W, Vincent K R. Obesity exacerbates oxidative stress levels after acute exercise. Med Sci Sports Exerc. 2004; 36(5): 772-9.

33) Willardson J M. A brief review: Factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. J Strength Cond Res. 2006; 20: 978–84.

34) American College of Sports Medicine. Position stand on progression models in resistance training for healthy adults. Med Sci Sports Exerc. 2002; 34: 364–80.

35) Evangelista R, Pereira R, Hackney A C, Machado M. Rest interval between resistance exercise sets: Length affects volume but not creatine kinase activity or muscle soreness. Int J Sports Physiol Perform. 2011; 6(1): 118-27.

36) Rodrigues B M, Dantas E, De Salles B F, Miranda H, Koch A J, Willardson J M, et al. Creatine kinase and lactate dehydrogenase responses after upper-body resistance exercise with different rest intervals. J Strength Cond Res. 2010; 24(6): 1657-62.

استناد به مقاله

عزیزبیگی کمال. پاسخ آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز نسبت به فاصلهٔ استراحتی بین نوبت‌ها طی فعالیت مقاومتی در مردان تمرین‌نکرده. فیزیولوژی ورزشی. بهار ۱۳۹۵؛ ۸(۲۹): ۴۴-۳۱.

Azizbeigi K. Response of Creatine Kinase and Lactate Dehydrogenase enzymes to rest-interval length between sets of resistance exercise in untrained men. Sport Physiology. Spring 2016; 8 (29): 31-44.

Response of Creatine Kinase and Lactate Dehydrogenase enzymes to rest-interval length between sets of resistance exercise in untrained men

K. Azizbeigi[1]

1. Assistant Professor at Islamic Azad university, Sanandaj Branch*

Received date: 2014/10/20 **Accepted date: 2015/06/16**

Abstract

The purpose of this study was to determine the effects of two resistance exercise protocol at different rest intervals on creatine kinase (CK) and lactate dehydrogenase (LDH). For this purpose, twenty untrained men (age 22.5±1.6 yr; high 174±3.4 cm; weight 73.2±3.5 kg) voluntarily participated in the research and randomly assigned in one of two resistance exercise group at rest intervals of 90 s (n=10) and 180 s (n=10). Resistance exercise was done with six repetitions maximum (85%1RM) in four sets. Blood samples were collected from the antecubital vein at pre exercise, immediately post exercise, 6, 24 and 48 hours post exercise. The results indicated that CK and LDH enzymes significantly increased at 24h post-exercise in both groups and continued for 48 hours' post-exercise (P≤0.0001). But, there were no significant difference of interaction of time × resistance exercise in the CK (P=0.767) and LDH (P=0.250) between groups. It means rest interval between sets did not effect on changes mentioned enzymes. Generally, it can be concluded that rest time intervals between Sets in resistance exercises don't affect cellular damage.

Keywords: Resistance exercise, Cell Damage, Recovery

* Corresponding author E-mail: kazizbeigi@gmail.com