

پژوهش‌های فیزیولوژی و مدیریت در ورزش

دوره ۱۶، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳

ص ص: ۱۳۴ - ۱۲۷

تأثیر سه نوع فعالیت مقاومتی بر سطوح نشانگرهای آسیب عضله قلبی تروپونین نوع I و کراتین فسفوکیناز در پسران والیبالیست

سعید کاشفی^۱ - الهام وسدی^{۲*} - علی یونسیان^۳

۱. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه صنعتی شاهرود، سمنان، ایران
۲. استادیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه صنعتی شاهرود، سمنان، ایران
۳. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه صنعتی شاهرود، سمنان، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳/۰۸/۱۴۰۳، تاریخ تصویب: ۱۱/۲۱/۱۴۰۳)

چکیده

تروپونین نوع آی و کراتین فسفوکیناز ام بی، از نشانگرهای شایع آسیب عضله قلبی هستند. به نظر می‌رسد، انواع تمرینات مقاومتی می‌تواند تأثیرات متفاوتی را بر این نشانگرها بگذارند. هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر سه سیستم فعالیت مقاومتی (دراپ ست، هرم نزولی و سنتی) بر سطوح نشانگرهای آسیب عضله قلبی بود. پژوهش حاضر نیمه تجربی از نوع طرح تک گروهی و به صورت متقاطع بود. جامعه مورد مطالعه پژوهش حاضر والیبالیست‌های ۱۴ تا ۱۶ ساله پسر شهر سبزوار بودند. از بین آن‌ها به صورت نمونه در دسترس تعداد ۱۵ نفر انتخاب و مورد آزمایش قرار گرفتند. مدل تحقیق از نوع سری‌های زمانی (شامل سه سری زمانی فعالیت، در سه سیستم مقاومتی با فاصله یک هفته) با اندازه‌گیری مکرر بود؛ به این شکل که از آزمودنی‌ها در روز آزمون پس از تست وزن، قد و همچنین اندازه‌گیری یک تکرار بیشینه، اولین مرحله خون‌گیری انجام گرفت. هر ۱۵ نفر در سه شرایط آزمایشی دراپ ست، هرم نزولی و سنتی در سه هفته مجزا با استراحت یک هفته‌ای قرار گرفتند و در نهایت پس از هر جلسه فعالیت مقاومتی خون‌گیری از آزمودنی‌ها به عمل آمد. نمونه‌های خونی بلافاصله فریز و به آزمایشگاه انتقال داده شد و در آنجا مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. داده‌ها با استفاده تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر با خطای ۰/۰۵ بررسی شدند. پژوهش حاضر نشان داد، که در بین سیستم‌های فعالیت مقاومتی مورد استفاده در این طرح، سیستم دراپ ست بر اساس شدت مورد نیاز بر سطوح نشانگرهای آسیب قلبی تروپونین نوع آی ($p=0/005$) و کراتین فسفوکیناز ام بی ($p=0/024$) در آزمودنی‌ها افزایش معنی‌داری دارند، اما دو سیستم دیگر یعنی هرم نزولی و سنتی بر نشانگرهای آسیب عضله قلبی تأثیر معنی‌داری نداشتند. بر اساس یافته‌های این پژوهش به نظر می‌رسد، سیستم تمرین مقاومتی دراپ ست با توجه به شدت بالاتر منجر به افزایش معنادار در مقادیر نشانگرهای آسیب عضله قلبی می‌شود.

واژه‌های کلیدی

تمرینات مقاومتی، تروپونین نوع آی، کراتین فسفوکیناز ام بی.

مقدمه

در حرکات به صورت پیوسته اجرا شده و استراحت تنها بین ست‌ها صورت می‌گیرد. سیستم دراپ ست شامل انجام مجموعه‌ای از تمرینات برای خستگی ارادی با یک بار معین، به دنبال آن بلافاصله کاهش بار (۲۰٪) و اجرای تکرارهای اضافی تا شکست متحدالمرکز (انقباض کانسنتریک) است (۲). سیستم هرمی معکوس، شامل الگوی بارگذاری با کاهش تدریجی بار تمرین از یک نوبت تا نوبت بعدی و استفاده از بارهای بیشینه و نزدیک به بیشینه در نوبت‌های ابتدایی تمرین می‌شود (۴).

سبک زندگی بی‌تحرك یک عامل خطرزا برای طول عمر کوتاه، عوارض جانبی قلبی عروقی و بسیاری از بیماری‌های دیگر مانند دیابت، فشار خون بالا، چاقی و سرطان است. فعالیت فیزیکی از جمله تمرینات استقامتی و مقاومتی ممکن است، نتایج بالینی را در بیماران مبتلا به بیماری قلبی عروقی، بهبود بخشد. با این حال، این موضوع که آیا تمرینات مقاومتی مزایای بالقوه‌ای را به اشتراک می‌گذارد یا خیر، هنوز مورد بحث محققین است. برخی مطالعات نشان داده‌اند که دوره‌های تمرینات مقاومتی منجر به بهبود تعدادی از عوامل خطرزای قلبی عروقی از جمله مقاومت به انسولین، متابولیسم گلوکز، لیپید و عملکرد اندوتلیال، با کاهش فعال سازی عصبی سمپاتیک خواهد شد (۵). هنوز تحقیقات محدودی وجود دارد که مستقیماً ارتباط تمرینات مقاومتی با خطر بیماری‌های قلبی عروقی و مرگ و میر را بررسی کند و مطالعات نتایج متناقضی را گزارش کرده‌اند (۶). برخی مطالعات اثرات مطلوب قدرت عضلانی را به عنوان شاخصی از تمرینات مقاومتی بر سلامت قلب و عروق و مرگ و میر گزارش کرده‌اند. با این حال، این نتایج نمی‌تواند به طور مستقیم توصیه‌هایی را در مورد تمرین عملی ارائه دهد. از سوی دیگر، برخی محققین نتایج متفاوتی را در خصوص تأثیر این تمرینات بر قلب و عروق نشان دادند. آن‌ها گزارش کردند، که نشانگرهای آسیب

فعالیت مقاومتی به طور گسترده برای بهبود قدرت و افزایش توده عضلانی استفاده می‌شود. علاوه بر این، پژوهشگران و مربیان از چندین استراتژی در یک برنامه تمرینی برای به حداکثر رساندن سازگاری بهره می‌برند (۱). توسعه قدرت عضلانی توسط ترکیبی از چندین عامل مورفولوژیکی و عصبی پشتیبانی می‌شود. با این حال، سازوکارهایی که قدرت عضلانی را بهبود می‌بخشند، چند عاملی در نظر گرفته خواهند شد و می‌توانند تحت تأثیر سایر عوامل مداخله‌گر مانند قدرت اولیه، وضعیت تمرین و ژنتیک فرد قرار بگیرند. شواهد نشان می‌دهد اثرات باقی مانده از مراحل تمرینی قبلی به مراحل تمرینی آینده منتقل می‌شود (۲).

فعالیت مقاومتی، به عنوان مؤثرترین روش برای افزایش قدرت و حجم عضلانی در نظر گرفته می‌شود (۳). برای به حداکثر رساندن یا جلوگیری از رکود افزایش قدرت و توده عضلانی، مربیان و ورزشکاران که به خوبی تمرین کرده‌اند، از سیستم‌های تمرینات مقاومتی پیشرفته استفاده می‌کنند. سیستم‌های تمرینات مقاومتی شامل انواع تکنیک‌های تمرینی با هدف به حداکثر رساندن سازگاری‌های ویژه ناشی از تمرین (قدرت عضلانی یا هیپرتروفی عضلانی) است که بر متغیرهای مختلف تمرینات قدرتی تأکید می‌کند (از جمله شدت، حجم، عملکرد عضلات، نوع، ترتیب تمرینات و سرعت تکرار). اگرچه سیستم‌های تمرینات مقاومتی برای افراد تمرین کرده توصیه می‌شود، با این حال، به طور قطعی مشخص نشده که آیا این سیستم‌ها در مقایسه با پروتکل تمرین مقاومتی سنتی واقعاً سازگاری‌های برتر عضلانی تولید خواهند کرد یا خیر؟ (۳) از جمله این سیستم‌های تمرین مقاومتی، می‌توان به تمرینات مقاومتی دراپ ست و هرم واژگون و سنتی اشاره کرد. در سیستم سنتی، تکرارها

حرکات تمرینی مورد نظر آشنا کرده و در مورد هر یک توضیح مختصری داده شد. در ادامه به تعیین ۱RM افراد در دو مرحله پرداخته شد، بدین صورت که پس از ۱۵ دقیقه اجرای حرکات کششی و گرم کردن ابتدا با ۵۰٪ توان بیشینه، حرکت مورد نظر برای مثال پرس سینه اجرا شد، بعد از یک دقیقه استراحت پرس سینه را با ۷۰٪ توان بیشینه اجرا و دوباره پس از دو دقیقه استراحت اجرای نهایی با ۱۰۰٪ قدرت و توان بیشینه انجام شد. از افراد، ۷۲ ساعت قبل از اجرای فعالیت مقاومتی، خون‌گیری جهت سنجش سطوح نشانگرهای آسیب قلبی به عمل آمد و ۱۵ شرکت کننده در طی سه جلسه در سه هفته متوالی به اجرای فعالیت به صورت تصادفی در گروه‌های سنتی، هرم نزولی و دراپ ست پرداختند و پس از هر جلسه از آزمودنی‌ها خون‌گیری به عمل آمد. حرکات مورد نظر جهت اجراء در سه گروه یکسان و شامل پرس سینه، اسکوات، سرشانه هالتر از جلو، جلو بازو هالتر ایستاده و هاگ پا، بود. تمرین برای ناتوانی انقباض کانسنتریک برای به حداکثر رساندن هیپرتروفی عضلانی ناشی از ورزش الزامی است. نارسایی عضلانی را می‌توان از نظر عملیاتی به‌عنوان "نقطه‌ای در طول یک مجموعه تمرین مقاومتی که عضلات دیگر نمی‌توانند نیروی کافی برای کنترل یک‌بار مشخص تولید کنند" تعریف کرد. به‌طور فرضی، شکست ست‌ها باید طیف کامل واحدهای حرکتی آستانه بالا را درگیر کند، که نشان داده شده‌است بیشترین پتانسیل هیپرتروفیک را دارند. با این حال، عضلات در نقطه نارسایی عضلانی متحدالمرکز کاملاً خسته نمی‌شوند زیرا هنوز قادر به تولید نیرو در بارهای کمتر هستند. بنابراین، برخی گمان می‌کنند که ست‌های دراپ (همچنین به‌عنوان ست‌های نزولی یا ست‌های شکست شناخته می‌شوند)، ممکن است یک استراتژی مؤثر

می‌کارد (از جمله تروپونین آی، تروپونین تی، کراتین فسفوکیناز ام بی) در نتیجه فعالیت ورزشی افزایش می‌یابد (۷). بنابراین، شواهد بیشتری برای آشکار کردن ارتباط تمرینات مقاومتی و سلامت قلب و عروق ضروری خواهد بود. با وجود عوامل خطرزای بیماری قلبی و گسترش بی‌حرکی از یک سوء و محدودیت مطالعات در خصوص بررسی سیستم‌های متفاوت تمرینات مقاومتی بر سلامت قلب از سوی دیگر، این سؤال مطرح می‌شود که آیا سیستم‌های تمرینات مقاومتی سنتی، دراپ ست و هرم نزولی بر سطوح نشانگرهای زیستی آسیب عضله قلبی از جمله تروپونین قلبی نوع I با حساسیت بالا و و کراتین فسفوکیناز ام بی، تأثیرگذار خواهند بود یا خیر؟

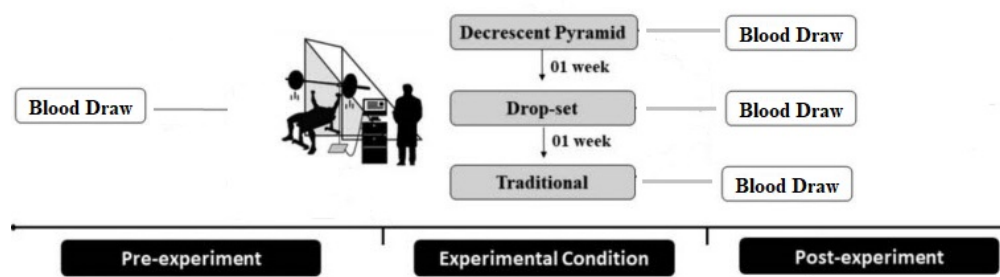
روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر نیمه تجربی از نوع طرح تک گروهی و به‌صورت متقاطع بود. مدل تحقیق از نوع سری‌های زمانی (شامل سه سری زمانی فعالیت، در سه سیستم مقاومتی با فاصله یک هفته) با اندازه‌گیری مکرر بود. جامعه مورد مطالعه پژوهش حاضر والیبالیست‌های ۱۴ تا ۱۶ ساله پسر شهر سبزوار بودند که حداقل دو سال سابقه تمرین والیبال داشتند. از بین آن‌ها به‌صورت نمونه در دسترس تعداد ۱۵ نفر انتخاب و مورد آزمایش قرار گرفتند.

مطالعه حاضر کد اخلاق به شماره IR.SHAHROODUT.REC.1402.001 از کمیته اخلاق دانشگاه صنعتی شاهرود دارد و در این مطالعه، همه اصول و موازین اخلاقی کار طبق قوانین مصوب کمیته اخلاق در پژوهش‌های پزشکی رعایت شده‌است. مراحل اجرای تحقیق شامل چهار هفته بود، که در هفته نخست به آزمودنی‌ها برگه رضایت نامه ارائه شد. همچنین آن‌ها را با

به بیشینه در نوبت‌های ابتدایی تمرین می‌شود (۹). سیستم هرم نزولی در این تحقیق، شامل سه ست ده تکراری با فاصله استراحت سه دقیقه بود. که در ست اول ۱۰RM، ست دوم ۱۲RM و ست سوم ۱۵RM انجام شد. تعداد تکرارها در هر ست یکسان بود، به این معنی که، آزمودن‌ها تعداد تکرارهای مساوی را در سه شرایط آزمایشی (یعنی ۳۰ تکرار در کل) انجام دادند. در نهایت، در فعالیت مقاومتی سنتی، شرکت کنندگان سه ست ده تکراری را در شدت ۱۲RM و با یک دقیقه استراحت بین ست‌ها انجام دادند (۱) (نمودار ۱). از آزمون شاپیروویک برای تعیین توزیع طبیعی داده‌ها، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر برای تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق استفاده شد. مقدار معناداری در سطح $P \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

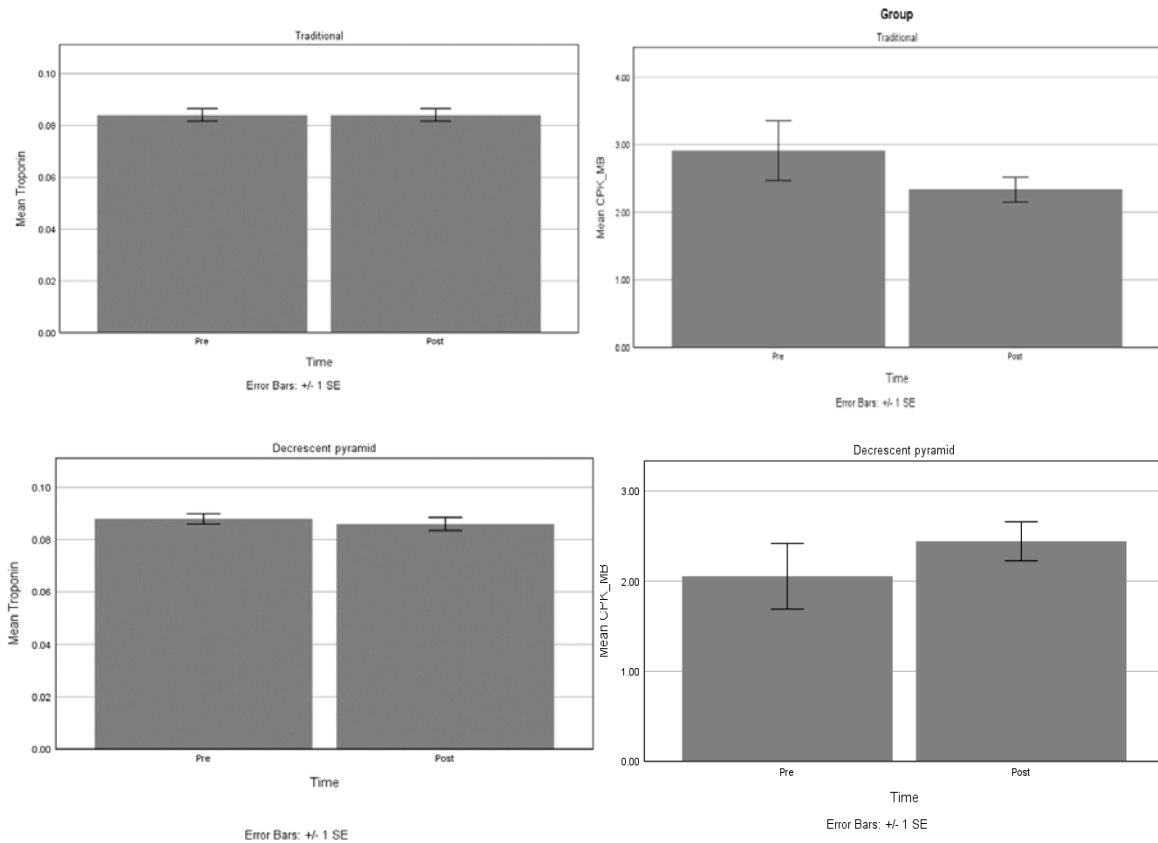
برای خستگی کامل تر عضلات و در نتیجه افزایش سازگاری عضلانی باشد. ست‌های دراپ با قرار دادن یک ست به نارسایی عضلانی در یک‌بار مشخص انجام می‌شود و سپس بلافاصله بار را کاهش می‌دهد و تا حد امکان تکرارهای اضافی را انجام می‌دهد (۸). به طور کلی، بارها به میزان ۲۰-٪ در سیستم دراپ ست کاهش می‌یابد. شیوه اجرای فعالیت دراپ ست در این مطالعه به این شکل بود، که داوطلبان ۲ ست ۱۰ تکراری با شدت ۱۲RM اجرا کرده، سپس بدون وقفه شدت به ۱۵RM کاهش یافته و شرکت کنندگان پنج تکرار دیگر را اجرا نمودند، همچنین استراحت بین ست‌ها دو دقیقه بود. سیستم هرمی نزولی (معکوس) شامل الگوی بارگذاری با کاهش تدریجی بار تمرین از یک نوبت تا نوبت بعدی و استفاده از بارهای بیشینه و نزدیک



نمودار ۱. پروتکل اجرای تحقیق (۱)

یافته‌ها در مطالعه حاضر، سیستم‌های مقاومتی سنتی و هرم نزولی، بر نشانگرهای آسیب عضله قلبی (تروپونین نوع آی $p=0.022$ و $p=0.066$) تأثیر معنی‌داری نداشتند. این در حالی بود که، سیستم دراپ ست بر اساس شدت مورد نیاز بر سطوح نشانگرهای آسیب قلبی از جمله تروپونین نوع آی $p=0.005$ و کراتین فسفوکیناز ام بی $p=0.024$ در آزمودنی‌ها افزایش معنی‌داری داشتند (نمودار ۲).

یافته‌ها در مطالعه حاضر، سیستم‌های مقاومتی سنتی و هرم نزولی، بر نشانگرهای آسیب عضله قلبی (تروپونین نوع آی $p=0.01$ و $p=0.374$) و کراتین فسفوکیناز ام بی



نمودار ۲. مقایسه میانگین تروپونین نوع آی و کراتین فسفوکیناز ام بی، بین دو زمان پیش و پس از آزمون در شرکت کنندگان مورد مطالعه

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر نشان داد که در بین سیستم‌های فعالیت مقاومتی مورد استفاده در این طرح، سیستم دراپ ست بر اساس شدت مورد نیاز بر سطوح نشانگرهای آسیب قلبی از جمله تروپونین نوع آی (۱۱ درصد) و کراتین فسفوکیناز ام بی (۹ درصد) در آزمودنی‌ها افزایش دارند، اما دو سیستم دیگر یعنی هرم نزولی و سنتی بر نشانگرهای آسیب قلبی تأثیر معنی‌داری نداشتند.

الگوی افزایش تروپونین نوع آی و کراتین فسفوکیناز ام بی در سه شیوه تمرینی سنتی، هرم نزولی و دراپ ست یکسان است. با این تفاوت که شیوه دراپ ست، شیب افزایش تندتری دارد و معنی‌دار است. گارسیا و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که بعد از ست‌های وامانده ساز در دامنه شدت (۸-۱۰ RM) میزان تروپونین قلبی نوع آی

تغییرات معناداری نسبت به سطوح پایه دارد (۱۰). در گزارش ساواکوسکی و همکاران (۲۰۱۵)، عنوان کردند بعد از فعالیت‌های بدنی تفریحی که در آن از تمرینات مقاومتی استفاده شده بود، سطوح تروپونین نوع آی به‌طور معنی‌داری افزایش یافته‌است. اما شدت فعالیت بدنی در این تحقیق به طور دقیق مشخص نشده است (۱۱). از طرفی استفانوس و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند پس از اجرای تمرین مقاومتی میزان تروپونین نوع آی تغییر نداشته‌است. هر چند در این تحقیق از شیوه‌های سنجش با حساسیت بالا استفاده نشده است. همچنین بیشتر حرکات مورد استفاده در برنامه فعالیت بدنی تک مفصله بوده و بیشتر از دستگاه به‌جای وزنه آزاد استفاده شده است (۱۲). در بررسی استوارت و همکاران (۲۰۱۶) مشخص شد که پس از ۶۰ دقیقه تمرین طولانی مدت با شدت بالا سطوح تروپونین نوع آی به میزان ۳/۵ برابر افزایش پیدا کرده است. به نظر می‌رسد، بعد از

دخت عبدیان و همکاران (۱۳۹۹)، در مقاله‌ای با عنوان تأثیر دو نوع فعالیت مقاومتی ست‌های وامانده ساز و ست‌های پیکربندی شده خوشه‌ای بر پاسخ نشانگرهای زیستی آسیب عضله قلبی در ورزشکاران، با متعادل کردن شاخص حجم و شدت در دو شیوه فعالیت مقاومتی ست‌های وامانده ساز و ست‌های خوشه‌ای، پاسخ‌های تروپونین قلبی نوع ۱ با حساسیت بالا، پپتید ناتریوتیک نوع بی، میزان درک فشار و ضربان قلب را بررسی کرده و نتیجه گرفتند در شرایطی که دو شیوه ست‌های وامانده ساز و خوشه‌ای دقیق متوازن شوند، تأثیرات ناشی از مداخله آنها بر روی نشانگرهای آسیب عضله قلب نزدیک به هم خواهد بود، جدا از اینکه از چه نوع شیوه‌ای در برنامه تمرینی استفاده شده، بیشترین تأثیر تحرک تمرینی از جانب حجم کلی تمرین خواهد بود (۱۶). مطالعه حاضر نشان داد که تمرینات مقاومتی شدید و به‌طور خاص تمرینات مقاومتی دراپ ست می‌تواند ساختار انقباضی بافت میوکاردا قلبی را تحت فشار بیشتری قرار دهد که با افزایش بیشتر میانگین سطوح نشانگرهای آسیب عضله قلب همراه است. به نظر می‌رسد، دلیل خاص این امر را می‌توان در خود ماهیت سیستم دراپ ست جستجو کرد، چرا که این سه سیستم تمرین مقاومتی از لحاظ شدت و حجم متعادل شده‌بودند. احتمالاً قلب با افزایش میزان انقباض پذیر بطنی جهت حفظ حجم تزریقی بطنی در شیوه دراپ ست فشار بیشتری را تحمل می‌کند که ممکن است با تشدید استرین بیشتر در قلب و آسیب بافت میوکاردا همراه باشد. از سوی دیگر پیشنهاد می‌شود، در تحقیقات آینده بررسی فشار پس بار بطنی در طول اجرای شیوه‌های فعالیت مقاومتی در مشخص شدن میزان استرین بطنی انجام گیرد. به نظر می‌رسد، جدا از اینکه از چه نوع شیوه تمرینی برای بهبود قدرت استفاده شده است، بیشترین تأثیر تحرک تمرینی از جانب شدت کلی تمرین است.

فعالیت‌های بدنی وامانده ساز کانسنتریکی به‌طور خاص در دامنه شدت (RM ۱۲-۱۵) مقدار تروپونین نوع آی، افزایش خواهد داشت (۱۳).

شریف زاده و همکاران (۲۰۱۹)، در مقاله‌ای تحت عنوان تأثیر تمرین مقاومتی حاد بر نشانگرهای آسیب میوکاردا (تروپونین آی، تروپونین تی، کراتین فسفوکیناز ام بی)، بر هجده زن جوان سالم تحقیق کرده و نتایج نشان داد سطوح کراتین فسفوکیناز ام بی، تفاوت معنی‌داری بلافاصله در پیش‌آزمون، همچنین یک ساعت و ۲۴ ساعت پس از تمرین وجود داشت، اما پس از ۴۸ ساعت به حالت اولیه بازگشتند. دلایل احتمالی تفاوت در نتایج را می‌توان به تفاوت در جنسیت، سن، سطح فعالیت نمونه‌ها، زمان نمونه‌گیری و نوع پروتکل تمرینی نسبت داد (۱۴).

احمدی و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی تأثیر تمرینات حاد مقاومتی با شدت‌های متفاوت بر سطوح تروپونین تی قلبی و فاکتور آلفا نکروز تومور در مردان تمرین کرده پرداختند. در این مطالعه نیمه تجربی، بیست بدنساز مرد به انجام تمرین مقاومتی با طرح پیش‌آزمون - پس از آزمون پرداختند. بدنسازان همچنین تمرینات مقاومتی را با شدت متوسط (۷۰-۷۵٪ از یک تکرار حداکثر) و بالا (۸۰-۸۵٪ از یک تکرار حداکثر) انجام دادند. محققان به این نتیجه رسیدند که سطح سرمی تروپونین تی قلبی و فاکتور آلفا نکروز تومور پس از تمرینات مقاومتی با شدت متوسط و زیاد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، اما ورزش شدید حاد تأثیر بیشتری بر افزایش سطوح این متغیرها داشت. تفاوت این پژوهش با مطالعه حاضر تفاوت در سیستم‌های مقاومتی به کار گرفته شده بود. در این پژوهش از سیستم سنتی مقاومتی با شدت‌های متفاوت استفاده شد و دامنه شدت (RM ۱۲-۱۵) به‌عنوان شاخص معتبر در بیان شدت، مطرح شد (۱۵).

قدردانی و تشکر

تعارض منافع

از همه آزمودنی‌های مطالعه که ما را در انجام این

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

پژوهش همراهی نموده‌اند تقدیر و تشکر می‌شود.

References

1. Costa BDV, Ferreira MEC, Gantois P, Kassiano W, Paes ST, de Lima-Júnior D, et al. Acute Effect of Drop-Set, Traditional, and Pyramidal Systems in Resistance Training on Neuromuscular Performance in Trained Adults. *J Strength Cond Res.* 2021;35(4):991-6. Doi: 10.1519/JSC.0000000000003150
2. Enes A, Alves RC, Schoenfeld BJ, Oneda G, Perin SC, Trindade TB, et al. Rest-pause and drop-set training elicit similar strength and hypertrophy adaptations compared with traditional sets in resistance-trained males. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism.* 2021;46(11):1417-24. Doi: [10.1139/apnm-2021-0278](https://doi.org/10.1139/apnm-2021-0278)
3. Angleri V, Ugrinowitsch C, Libardi C. Crescent pyramid and drop-set systems do not promote greater strength gains, muscle hypertrophy and changes on muscle architecture compared with traditional resistance training in well-trained men. *European Journal of Applied Physiology.* 2017; 117: 359-369. Doi: 10.1007 / s00421-016-3529-1
4. Partners AA. Comparison of Lower Extremity Joints Kinematics during Squat at Pyramid and Reverse Pyramid Loading: Injury Risk Perspective. *J Rehabil Med,* 2020, 9.2: 9-16. Doi: 10.22037/jrm.2019.111784.2099
5. Liu Y, Lee D-C, Li Y, Zhu W, Zhang R, Sui X, et al. Associations of Resistance Exercise with Cardiovascular Disease Morbidity and Mortality. *Med Sci Sports Exerc.* 2019;51 (3): 499-508. Doi: [10.1249/MSS.0000000000001822](https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001822)
6. Partners HS. Effects of Acute Resistance Training on Biochemical Markers of Myocardial Injury (cTnT, cTnI, CK-MB) in Non-Athlete Women. 2019; 23(2): e84103. Doi:10.5812/jkums.84103
7. Saeidifard F, Medina-Inojosa JR, West CP, Olson TP, Somers VK, Bonikowske AR, et al. The association of resistance training with mortality: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Preventive Cardiology.* 2019;26(15):1647-65. Doi: [10.1177/2047487319850718](https://doi.org/10.1177/2047487319850718)
8. Izquierdo JM, Marqués Jiménez D. Drop sets effects on maximum dynamic strength, jumping ability and acceleration in female basketball players. *Cultura_Ciencia_Deporte [CCD].* 2024;19(59). Doi: [10.12800/ccd.v19i59.2068](https://doi.org/10.12800/ccd.v19i59.2068)
9. Cattan GH. Pyramidal Systems in Resistance Training. *Encyclopedia.* 2021 May 28;1(2):423-32. Doi: [10.3390/encyclopedia1020035](https://doi.org/10.3390/encyclopedia1020035)

10. Carranza-García L, George K, Serrano-Ostáriz E, Casado-Arroyo R, Caballero-Navarro A, Legaz-Arrese A. Cardiac biomarker response to intermittent exercise bouts. *International journal of sports medicine*. 2011;32(05):327-31. Doi: 10.1055/s-0030-1263138
11. Savukoski T, Mehtälä L, Lindahl B, Venge P, Pettersson K. Elevation of cardiac troponins measured after recreational resistance training. *Clinical biochemistry*. 2015;48(12):803-6. Doi: 10.1016/j.clinbiochem.2015.06.015
12. Stephenson C, McCarthy J, Vikelis E, Shave R, Whyte G, Gaze D, et al. The effect of weightlifting upon left ventricular function and markers of cardiomyocyte damage. *Ergonomics*. 2005;48(11-14):1585-93. Doi: [10.1080/00140130500101114](https://doi.org/10.1080/00140130500101114)
13. Stewart GM, Yamada A, Haseler LJ, Kavanagh JJ, Chan J, Koerbin G, et al. Influence of exercise intensity and duration on functional and biochemical perturbations in the human heart. *The Journal of Physiology*. 2016; 594(11): 2773-3164. Doi: [10.1113/JP271889](https://doi.org/10.1113/JP271889)
14. Sharif Zadeh H. The effect of acute resistance training on the levels of cardiac damage markers CTNT, CTNI, CPK-MB in non-athletic women. *J Kermanshah Univ Med Sci*. 2019; 23(2): e84103. Doi: [10.5812/jkums.84103](https://doi.org/10.5812/jkums.84103)
15. Ahmadi A, Nikookheslat S, Sarisaraf V. The Effect of two Type Resistance Exercise on Biomarkers of Cardiac Injury in Trained Athletes. *The Journal of Faculty of Physical Education, University of Tehran*. 2020; 11(4): 413-431. Doi: [10.22059/jsb.2019.284088.1348](https://doi.org/10.22059/jsb.2019.284088.1348)
16. Dokht Abdiyan R, Ravasi AA, Akbarnejad A, Soori R. The Effect of Two Types of Resistance Training (Concentric Failure Set and Configuration Cluster Sets) on Biomarkers Response of Myocardium Injury in Athletes. *The Journal of Sports Physiology & Management Investigations*. 2020; 12(3): 59-74.