Archive of SID

پژوهش‌های فیزیولوژی و مدیریت در ورزش
دورهٔ ۱۲، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۹
ص ص : ۷۴- ۵۹

تأثیر دو نوع فعالیت مقاومتی ست‌های وامانده‌ساز و ست‌های پیکربندی‌شده خوشه‌ای بر پاسخ نشانگرهای زیستی آسیب عضله قلبی در ورزشکاران

رسول‌دخت عبدیان [۱] – علی‌اصغر رواسی*[۲] – علی اکبرنژاد[۳] – رحمان سوری [۴]
۱.دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی دانشگاه تهران، تهران، ایران ۲. استاد فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی دانشگاه تهران، تهران، ایران ۳. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی دانشگاه تهران، تهران، ایران۴. استاد فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی دانشگاه تهران، تهران، ایران

(تاریخ دریافت : ۰۶/ ۰۴/ ۱۳۹۸ ، تاریخ تصویب : ۰۱/ ۱۱ / ۱۳۹۸)

چکیده

ست‌های وامانده‌ساز قدرت و استقامت عضلانی را به‌سرعت بهبود می‌بخشند. ست‌های خوشه‌ای در توسعهٔ بیشینهٔ قدرت و توان کارایی زیادی دارند. تحقیق حاضر با متعادل کردن شاخص حجم و شدت در دو شیوهٔ فعالیت مقاومتی ست‌های وامانده‌ساز و ست‌های خوشه‌ای، پاسخ‌های تروپونین قلبی نوع I با حساسیت بالا (hscTnI)، پپتید ناتریوتیک نوع B (Nt-proBNP)، میزان درک فشار (RPE) و ضربان قلب را بررسی می‌کند. ۱۲ ورزشکار مرد با میانگین سنی ۲/۴۸± ۲۲/۱۶ سال داوطلبانه دو نوع پروتکل تمرینی ست‌های وامانده‌ساز و خوشه‌ای را با طرح پیش‌آزمون و پایش ۳۰ دقیقه، ۴، ۱۲ و ۲۴ ساعت بعد را مجزا اجرا کردند. هر دو نوع پروتکل شامل ۹ حرکت در دامنهٔ شدت (۸RM-۱۰) و حجم‌های تمرینی برابر بود. برای ست‌های وامانده‌ساز در سه دور ۸ تا ۱۰ تکرار و ست‌های خوشه‌ای ۹ دور ۲ الی ۳ تکرار اجرا شد. در پایش حین تمرین میانگین ضربان قلب دور سوم نسبت به دوم در هر دو شیوهٔ فعالیت کاهش داشت (P<۰/۰۵). تنها در دور اول مقدار RPE در شیوهٔ ست‌های خوشه‌ای در مقایسه با وامانده‌ساز با اندازهٔ اثر (d=۱/۶۰) کمتر بود (P=۰/۰۰۱). در پایش ۲۴ ساعت بعد از مداخلهٔ میانگین hscTnI در هر دو شیوهٔ ست‌های وامانده‌ساز (d=۲/۰۷) و خوشه‌ای (d=۱/۶۱) افزایش داشت (P<۰/۰۵). در پایش ۲۴ ساعت بعد میانگین Nt-proBNP در ست‌های وامانده‌ساز نسبت به تمامی مراحل پایش افزایش داشت، در ست‌های خوشه‌ای این افزایش در مقایسه با سطوح پایه و ۳۰ دقیقه بعد از فعالیت مشاهده شد (P<۰/۰۵). در شرایطی که دو شیوهٔ ست‌های وامانده‌ساز و خوشه‌ای دقیق متوازن شوند، تأثیرات ناشی از مداخلهٔ آنها بر روی نشانگرهای آسیب عضلهٔ قلب نزدیک به هم خواهند بود، جدا از اینکه از چه نوع شیوه‌ای در برنامهٔ تمرینی استفاده شده، بیشترین تأثیر تحرک تمرینی از جانب حجم کلی تمرین است.

واژه‌های کلیدی

پاسخ‌های تروپونین قلبی نوع I با حساسیت بالا (hscTnI)، پپتید ناتریوتیک نوع B (Nt-proBNP)، ست‌های خوشه‌ای، ست‌های وامانده‌ساز، نشانگرهای آسیب میوکاردیوم.

* نویسندهٔ مسئول : تلفن : ۰۹۱۲۲۰۲۴۵۴۹
Email: aaravasi@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

اصول علمی ارزیابی‌های کلینیکی و سنجش عوامل زیستی حرکتی و فیزیولوژیکی برای توسعهٔ برنامه‌های تمرین مقاومتی ویژهٔ سلامت، دانش پایه‌ای را در این زمینه فراهم کرده است (۱). دانش برخاسته از مطالعات علمی در حوزهٔ تمرینات قدرتی و آمادگی بدنی، متخصصان این حوزه را در ارزیابی پتانسیل کارایی برنامه‌های تمرینی یاری کرده و طراحی برنامه‌ها را با توسعه اهداف ویژه آمادگی جسمانی هماهنگ می‌سازد (۲). به‌طور سنتی در حیطهٔ سلامتی اجرای تمرینات استقامتی با تأکید بر بهبود وضعیت قلبی و عروقی و عوامل مرتبط با آن است. در کنار این موضوع بررسی پاسخ‌های حاد و سازگاری‌های قلبی و عروقی مرتبط با فعالیت‌های مقاومتی نیازمند توجه مداوم و بررسی دقیق است (۳). در این میان سیستم ست‌های وامانده‌ساز کانسنتریکی، از الگوهای فعالیت مقاومتی است که در برنامهٔ تمرین با وزنهٔ بزرگسالان بیشترین کاربرد را دارد. در این سیستم تقریباً ست‌ها تا مرز ناتوانی کانسنتریکی اجرا می‌شوند (۴). نقطهٔ مقابل این سبک از تمرینات سیستم ست‌های پیکربندی‌شده[1] است. ست‌های پیکربندی‌شده به تعداد تکرارهایی اشاره دارد که نسبت به بیشینهٔ تکرارها (RM)[2] انجام می‌گیرند (۵). هرچند مطالعات زیادی در زمینهٔ تأثیر مثبت تمرینات مقاومتی بر سلامت قلبی عروقی انجام گرفته، با این حال شالوده‌های علمی برای بسیاری از سبک‌های تمرین مقاومتی به‌طور خاص فعالیت‌های تناوبی شدید همانند سیستم ست‌های وامانده‌ساز در مقابل ست‌های پیکربندی‌شده هم‌اکنون در مرحله نوپایی قرار دارد (۶). در میان انواع شیوه‌های اجرای تمرین مقاومتی، شیوهٔ اجرای ست‌های وامانده‌ساز یکی از مسیرهای مناسب در تسریع بهبود فاکتورهای جسمانی و تندرستی است، به‌خوبی نشان داده شده که این سبک از تمرینات در افزایش سریع قدرت، استقامتی و هیپرتروفی عضلانی کارایی زیادی دارد و طرفداران این شیوه از فعالیت اعتقاد دارند اجرای ست‌های وامانده‌ساز با فراخوانی تعداد بیشتری از واحدهای حرکتی، نیرو و تحریک تمرینی بیشتری را ایجاد می‌کند که با تولید سطوح سوخت‌وسازی بیشتر به‌نحو مؤثری قدرت و استقامت عضلانی را به‌سرعت توسعه می‌بخشد (۸، ۷). در کل تمرینات تناوبی شدید در کاهش عوامل خطرزای مرتبط با بیمارهای قلبی (CVD) به بهترین نحو عمل می‌کند. با این حال مستنداتی هم وجود دارد که نشان می‌دهد اجرای تمرینات شدید و طولانی‌مدت بر قلب فشار وارد کرده و میوکاردیوم را دچار آسیب‌دیدگی می‌کند (۹). تروپونین قلبی I با حساسیت بالا (hscTnI) به نوع نشانگر نکروز سلول عضلهٔ قلب و آسیب حاد بافت میوکاردیوم (MI)[3] پذیرفته شده است، سطوح hscTnI بعد از آسیب برگشت‌ناپذیر عضلهٔ قلب بالا می‌رود و تا روز بعد از آن به میزان اوج خود می‌رسد (۱۰). بخش ترمینال-N پیش‌ساز هورمون مغزی پپتید ناتریوتیک (Nt-proBNP)[4] نشانگر مقبول برای کشیدگی عضلهٔ قلبی است که اصولاً برای تشخیص نارسایی قلب و نقص بی‌علائم در عملکرد بطن چپ اندازه‌گیری می‌شود که مقدار و مدت زمان ترشح آن به مقدار کشیدگی و شدت فشار به عضلهٔ قلبی بستگی دارد (۱۰). بازنگری اخیر (۲۰۱۹) نشان می‌دهد بعد از فعالیت‌های بدنی شدید و طولانی‌مدت سطوح غلظت سرمی نشانگرهای hscTnI و Nt-proBNP افزایش می‌یابد (۱۱). استمرار روزانهٔ فعالیت‌های شدید و طولانی‌مدت حجم اضافه‌بار بطنی و احتمال بروز استرین میوسیت‌های قلبی را افزایش می‌دهد. طبق بررسی‌های کیم و همکاران (۲۰۱۹) در صورت بروز چنین رخدادی، انتظار افزایش فیزیولوژیکی

1. Set Configuration
2. Repetition Maximum
3. Acute Myocardial Injury (MI)
4. N-terminal Fragment of the Prohormone Brain Natriuretic Peptide (NT-proBNP)

www.SID.ir

Archive of SID

یا پاتولوژیکی همچون hscTnI و Nt-proBNP چندان هم غیرمنتظره نخواهد بود (۱۲). در بررسی‌های مختلف متعاقب تمرینات شدید و طولانی‌مدت، افزایش میزان Nt-proBNP به‌وفور نشان داده شده است که همراه با افزایش حجم خون در گردش و اضافه‌بار بطنی است (۱۳، ۱۲). هرچند در شیوهٔ اجرای تمرینات مقاومتی و به‌طور خاص ست‌های وامانده‌ساز در مقابل ست‌های پیکربندی‌شده تغییر سطوح Nt-proBNP بررسی نشده است. در سال‌های اخیر بررسی‌های انجام‌گرفته در خصوص ارتباط بین شدت و حجم فعالیت بدنی در یک طرف و آسیب عملکرد بافت میوکارد در طرف دیگر، به‌درستی نمایان می‌کند که بعد از اجرای فعالیت بدنی، بین شدت فعالیت و افزایش سطوح سرمی نشانگرهای آسیب بافت میوکارد به‌طور ویژه سطوح hscTnI و Nt-proBNP ارتباط معنادار و مثبتی وجود دارد (۱۵، ۱۴). شیو و همکاران (۲۰۱۲) عنوان کردند که شدت و حجم فعالیت بدنی می‌تواند اصلی‌ترین عامل تأثیرگذار بر افزایش سطوح نشانگرهای آسیب بافت میوکارد بعد از فعالیت‌های بدنی باشد (۱۶)؛ اگرچه در برخی یافته‌ها گزارش شده که آستانه‌ای از شدت مورد نیاز است تا سطوح این نشانگرهای افزایش یابد (۱۷). با این حال بیشتر تحقیقات عنوان می‌کنند که در اجرای فعالیت‌های بدنی شدید حجم تمرین تعیین‌کننده خواهد بود (۹). از طرفی بررسی‌های اخیر ایجس‌وگل و همکاران (۲۰۱۴)، گلن و همکاران (۲۰۱۶) نشان می‌دهد که شدت فعالیت بدنی اصلی‌ترین عامل در نشانگرهای آسیب بافت میوکارد است (۱۸). با بررسی این یافته‌ها شاهد تعارض بین نتایج گزارش‌شده هستیم، به این شکل که در یک سوی تمرینات شدید و وامانده‌ساز برای بهبود سریع وضعیت بدنی و پیشگیری از خطرهای قلبی در افراد سالم سودمندی‌های را در بردارد، درحالی‌که طبق گزارش اولاح و همکاران (۲۰۱۵) از دیدگاه سلامت قلبی باید از انجام فعالیت‌های بدنی شدید و وامانده‌ساز پرهیز کرد (۱۹). در هر صورت زمانی‌که فعالیت‌های بدنی شدید به‌صورت روزانه[1] تکرار شوند، تأثیر شدت و حجم فعالیت و در نهایت بار فعالیت بدنی[2] بیشتر نمایان‌تر خواهد شد. بررسی‌های ساواکوسکی و همکاران (۲۰۱۵) نشان می‌دهد در فعالیت‌های بدنی تفریحی که در آن از تمرینات مقاومتی استفاده شده بود، بعد از اجرای فعالیت بدنی طولانی‌مدت سطوح hscTnI افزایش یافت (۱۴). متأسفانه شدت فعالیت بدنی در این تحقیق به‌طور دقیق مشخص نشده است. تأثیر تمرینات مقاومتی بر روی پاسخ نشانگرهای زیستی میوکاردیوم مبحث جدیدی است که بررسی‌های اندکی در این حیطه صورت گرفته است، بیشتر آنها از روش‌های قدیمی در سنجش نشانگرها استفاده کرده‌اند که حساسیت کمتری دارد. همچنین به‌دلیل اینکه بیشتر این بررسی‌ها پزشکی بوده، میزان دقیق شدت، حجم و نهایت بار فعالیت بدنی مشخص نشده است. با درنظر داشتن موارد مذکور تحقیق حاضر با متوازن کردن دو نوع شیوهٔ فعالیت بدنی مقاومتی ست‌های وامانده‌ساز و ست‌های پیکربندی‌شده درصدد برآورد بار فعالیت بدنی و بررسی پاسخ‌های قلبی وابسته به مقدار دوز تزریقی تمرین است تا سازوکار تغییر این نشانگرها از فعالیت بدنی مقاومتی و دورهٔ بازیافت آن به‌طور دقیق‌تری بررسی شود و در طراحی روزانهٔ برنامه‌های زمان‌بندی‌شده فعالیت‌های مقاومتی راهکار کمک‌کننده و مؤثری را ارائه دهد.

روش تحقیق

مطالعهٔ حاضر نیمه‌تجربی است و از شیوه‌های میدانی و آزمایشگاهی استفاده شده است. برای بررسی پاسخ نشانگرهای زیستی عضلهٔ قلب به دو شیوهٔ فعالیت مقاومتی

1. Day to day

2. Exercise load

www.SID.ir

Archive of SID

ست‌های وامانده‌ساز کانسنتریکی و ست‌های خوشه‌ای از کارآزمایی تصادفی دوسوکور و با شیوهٔ متقاطع[1] و متعادل‌کننده[2] بهره گرفته شده است که با طرح پیش‌آزمون و پایش ۳۰ دقیقه، ۴، ۱۲ و ۲۴ ساعت بعد از آزمون است. جامعهٔ آماری تحقیق ورزشکاران نخبه و تمرین‌کردهٔ استان تهران بودند که با اصول تمرینات با وزنه آشنایی کاملی داشتند. نمونهٔ آماری موردنظر از این جامعه براساس شرایط لازم برای ورود به تحقیق شامل ۱۲ نفر با میانگین سنی ۲۲/۱۶ ±۲/۴۸ سال، قد ۳/۴۰ ± ۱۷۹/۱ سانتی‌متر، وزن ۶/۱۲ ± ۸۵/۰۸ کیلوگرم، درصد چربی ۱/۲۸ ± ۱۱/۹۴، شاخص تودهٔ بدنی ۱/۰۵ ± ۲۶/۵۲ کیلوگرم بر متر، سطح بدن ۰/۰۸ ± ۲/۰۴، سابقهٔ تمرینی ۳/۱۲ ±۸/۶۶ سال، میزان تمرین ساعت ۳/۱۰ ± ۱۳/۲۶ ساعت در هفته بودند که حداقل در ۱۸ ماه گذشته تمرینات منظمی را پشت سر گذاشته بودند. قبل از انتخاب آزمودنی‌ها برای اجرای پژوهش ابتدا اطلاعات و آگاهی‌های لازم دربارهٔ چگونگی انجام پژوهش و مراحل شرح داده شد. سپس به‌وسیلهٔ پرسشنامه‌ای اطلاعاتی در خصوص سابقهٔ بیماری، میزان فعالیت روزانه، نداشتن منع پزشکی به‌منظور انجام فعالیت‌های ورزشی و میزان سلامتی آزمودنی‌ها کسب شد. سابقهٔ اجرای فعالیت‌های مقاومتی در این ورزشکاران بررسی شد. در صورت احراز شرایط اولیه چون سابقهٔ تمرین با وزنه بیش از ۳ سال، فعالیت ورزشی منظم و مرتبطنداشتن هر نوع بیماری و علائم بالینی مرتبط با بیماری‌های قلبی و عروقی، نبود بیماری‌ها و ناهنجاری‌های مفصلی و عضلانی، مصرف نکردن مکمل‌های کمک ارگوژنیک حداقل به مدت ۸ هفته قبل از آزمون، در نهایت برگهٔ رضایت‌نامهٔ شرکت در آزمون به آزمودنی‌ها ارائه شد. تمامی موارد اخلاقی مربوط به کار با نمونه‌های انسانی این مطالعه مطابق با دستورالعمل کمیتهٔ اخلاق دانشگاه صورت گرفته است.

هر آزمودنی‌ها به مدت ۳ هفته در فرایند انجام پروتکل تمرینی مشارکت داشت. هفتهٔ اول شامل ارزیابی‌های اولیه برای تعیین مقدار وزنه در زون تمرین (RM ۸-۱۰) بود. به‌علت اینکه آزمودنی‌های تحقیق تجربهٔ کافی در اجرای این نوع حرکات داشتند، با توجه به رکوردهای قبلی این افراد وزنه‌ها به‌صورتی انتخاب می‌شد که دامنهٔ اجرای وامانده‌ساز آن بین ۸ تا ۱۰ تکرار باشد. در ابتدای آزمون تعیین میزان بار (RM ۸-۱۰)، مرحلهٔ گرم کردن قرار داشت که شامل ۵ دقیقه دویدن با ۵۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه و ۵ دقیقه اجرای حرکات کششی و نرمشی با وزن بدن بود. اجرای آزمون با استفاده از وزنه‌های آزاد صورت گرفت. آزمودنی‌ها این حرکات را از وزنه‌های سبک‌تر شروع می‌کردند تا به وزنهٔ موردنظری برسند که نتوانند آن را در خارج از دامنهٔ ۸ تا ۱۰ تکرار اجرا کنند. برای مشخص کردن دقیق مقاومت برای حرکات پروتکل تمرینی (جدول ۱) ابتدا آزمودنی‌ها وزنه‌های سبک تا متوسط را ۱۰ تا ۱۲ تکرار اجرا می‌کردند. بعد از استراحت ۲ دقیقه در دامنهٔ ۸ تا ۱۰ تکرار با میزان بار متوسط تا سنگین مرحلهٔ گرم کردن انجام می‌گرفت، بعد از استراحت ۵ دقیقه‌ای میزان وزنهٔ تعیین‌شده در دامنهٔ ۸ تا ۱۰ تکرار تا مرز واماندگی کانسنتریکی اجرا می‌شد. زمانی‌که آزمودنی در دامنهٔ مذکور به واماندگی می‌رسید، میزان مقاومت اجراشده به‌عنوان رکورد فرد درنظر گرفته می‌شد. زمانی‌که واماندگی کانسنتریکی در خارج از دامنهٔ تکرار ۸ تا ۱۰ قرار می‌گرفت، بعد از استراحت ۵ دقیقه‌ای با افزایش یا کاهش بار دوباره رکوردگیری در دامنهٔ مذکور انجام می‌گرفت. بیشتر آزمودنی‌ها در اجرای اول یا در نهایت در اجرای دوم با وزنهٔ به‌کاربرده‌شده به واماندگی کانسنتریکی می‌رسیدند. تمامی

1. Crossover Design

2. Counter-Balanced

www.SID.ir

Archive of SID

رکوردگیری‌ها در دو جلسه با فاصلهٔ یک روز از هم انجام گرفت و میزان مقاومت مورد استفاده در انواع حرکات با وزنه، در زون تمرینی (RM ۸-۱۰) برای تمامی آزمودنی‌ها به‌صورت جداگانه مشخص شد. پس از گذشت ۷۲ ساعت بازآزمایی اولیه از پروتکل تمرینی به‌عمل آمد.

آزمودنی‌ها دو نوع پروتکل تمرین مقاومتی را (جدول ۱) به‌صورت دایره‌ای اجرا کردند که از الگوی عمودی یا دایره‌ای در اجرای ست‌ها تمرینی بهره‌گیری شده است. در اصل شدت تمرین (میزان وزنه در زون تمرینی RM -۱۰ ۸) و حجم تمرین (تعداد ست‌ها و تکرارها) برای هر دو پروتکل تمرینی متوازن شده بود. برای تعیین شاخص حجم[1] و شاخص شدت[2] فعالیت مقاومتی برای هر بخش از مرحلهٔ تمرین و در نهایت کل تمرین (شکل ۱) از معادلهٔ زیر استفاده شد:

حجم بار تمرینی = تعداد ست‌ها × تکرار × وزنه (کیلوگرم). شاخص حجم تمرینی = وزن بدن (کیلوگرم)$^{۰/۶۷}$ / (حجم بار تمرینی). شاخص شدت = (تعداد کل تکرارها) / (شاخص حجم فعالیت بدنی) (۲۰).

جدول ۱. برنامهٔ تمرین مقاومتی برای گروه‌های ست‌های وامانده‌ساز و غیروامانده‌ساز

شماره	نوع حرکات	مقاومت	وامانده‌ساز			غیر وامانده‌ساز		
			چرخه	استراحت بین ست	تعداد تکرار	چرخه	استراحت بین ست	تعداد تکرار
۱	اسکات از جلو (فول)	RM ۸-۱۰	۳	دو دقیقه	۸-۱۰	۹	۴۰ ثانیه	۲-۳
۲	پرس سینه							
۳	لیفت مرده							
۴	سرشانه از جلو (پرس نظامی)							
۵	لانج از جلو							
۶	بارفیکس با وزنه							
۷	لیفت پشت پا							
۸	دیپ پارالل							
۹	زیر بغل هالتر خم							

هر دو پروتکل تمرینی از اولین حرکت اسکات از جلو شروع می‌شد و تا حرکت نهم با رعایت فاصلهٔ استراحت (طبق جدول ۱) به‌صورت عمودی پیش می‌رفت. کل اجرای ست‌ها از حرکت اول تا نهم یک دور درنظر گرفته می‌شد. برای شیوهٔ ست‌های وامانده‌ساز اجرای حرکات با شدت (RM ۸-۱۰) در ۳ دور با تعداد ۸ تا ۱۰ تکرار برای هر حرکت و برای ست‌های پیکربندی‌شده اجرای حرکات با شدت مشابه در ۹ دور با تعداد ۲ تا ۳ تکرار انجام گرفت. کل پروتکل تمرینی بر مبنای تعداد پایش‌ها به سه مرحلهٔ تمرینی تقسیم شد. به‌منظور رعایت حجم فعالیت برابر در پایش دو شیوهٔ تمرینی، برای پروتکل ست‌های وامانده‌ساز (بعد از هر دور یک مرحلهٔ پایش) و برای ست‌های پیکربندی‌شده (بعد از هر سه دور یک مرحلهٔ پایش) وجود داشت. میزان استراحت بین هر دور برای پروتکل ست‌های وامانده‌ساز ۲۴۰ ثانیه و ست‌های پیکربندی‌شده ۶۰ ثانیه بود. در پروتکل ست‌های وامانده‌ساز بعد از هر دور تمرین، آزمون‌های پایشی (ضربان قلب و مقیاس درک فشار بورگ) به‌عمل می‌آمد، درحالی‌که در پروتکل ست‌های پیکربندی‌شده بعد از هر سه دور آزمون‌های مذکور گرفته می‌شد. این عمل به‌منظور توازن در سنجش‌های هر دو

1. Volume Index

2. Intensity Index

www.SID.ir

Archive of SID

پروتکل بود، به این سبب که سعی شده الگوی توازن حجم و شدت تمرین در سنجش‌ها رعایت شود. بعد از اتمام هریک از پروتکل‌های تمرینی و مرحلهٔ سرد کردن، تقریباً به فاصلهٔ ۳۰ دقیقه بعد از اتمام فعالیت، فشار کلی تمرین با استفاده از مقیاس درک فشار (RPE)[1] بصری بورگ اندازه‌گیری شد که توسط فوستر و همکاران (۲۰۱۹) تأیید شده است (۲۲، ۲۱).

جمع‌آوری داده‌ها

نمونه‌گیری خون از سیاهرگ بازویی قدامی دست چپ آزمودنی‌ها به مقدار ۵ سی‌سی برای هر سنجش گرفته شد. نمونه‌های خونی گرفته‌شده به‌وسیلهٔ دستگاه سانتریفیوژ به دو بخش سرم و هماتوکریت تفکیک شدند که فاکتورهای موردنظر از بخش سرم اندازه‌گیری شده است. برای ارزیابی سطوح hscTnI از روش (CLIA)[2] و با استفاده سیستم PATHFAST cTnI-II کیت REAGENT KITS FOR CRITICAL CARE DIAGNOSTICS ساخت LSI Medience Corporation 13-4, Uchikanda 1-chome, Chiyoda-ku Tokyo 101-8517 JAPAN) با حساسیت بالا و در محدودهٔ تشخیص کمتر از ۰/۰۰۳ (میکروگرم در لیتر µg/L) با ضریب تغییر ≥ ۵ درصد ۰/۰۱۴ µg/L و با محدودهٔ تشخیص ۰/۰۲۹ µg/L بالای صدک ۹۹ درصد که در منابع قبلی اعتبار آن تأیید شده است (۲۳).

برای ارزیابی سطوح NTproBNP نیز از روش (CLIA)[3] و با استفاده از سیستم PATHFAST NTproBNP کیت REAGENT KITS FOR CRITICAL CARE DIAGNOSTICS ساخت (LSI Medience Corporation 13-4, Uchikanda 1-chome, Chiyoda-ku Tokyo 101-8517 JAPAN) با دامنهٔ تحلیلی ۱۵ تا ۳۵۰۰ نانوگرم در لیتر (ng/l^{-1}) و در محدودهٔ تشخیص بالاتر از ۱۲۵ نانوگرم در لیتر (ng/l^{-1}) با ضریب تغییرات ۴/۰ تا ۶/۴ درصد (خطای درون‌گروهی) ۰ تا ۳/۴ درصد (خطای بین‌گروهی) و ضریب خطای کلی ۷/۶ تا ۸/۹ درصد اجرا شد که در منابع قبلی اعتبار آن تأیید شده است (۱۲). طول قد و وزن بدن آزمودنی‌ها با قدسنج متصل به ترازوی سکا (مدل سکا ۷۰۰، ساخت آلمان) صبح اندازه‌گیری شد.

برای برآورد درصد چربی آزمودنی‌ها از کالیپر مکانیکی مدل هارپندن BATY INTERNATIONAL RH15 9LB.ENGLAND ساخت انگلستان به روش چین‌پوستی ۴ نقطه‌ای جکسون پولاک شامل نقاط شکم، فوق‌خاصره، سه‌سر بازو و ران، استفاده شد (۲۴). برای سنجش ضربان قلب از ضربان‌سنج شرکت Beurer مدل V800 ساخت آلمان استفاده شد.

برای ارزیابی شدت دورهای تمرینی و شدت کلی جلسه از مقیاس ۱۵ نقطه‌ای بورگ، مقیاس تعدیل‌شدهٔ ۶ تا ۲۰ نقطه‌ای استفاده شد (۲۵). انتخاب این مقیاس به‌دلیل کاربردی بودن و اینکه آزمودنی‌های تحقیق آشنایی کاملی با آن داشتند بود، زیرا شدت برخی از تمرینات قبلی آزمودنی‌ها از روی این مقیاس مشخص می‌شد. دستورالعمل استاندارد به‌منظور تعیین نقطه در مقیاس برای آزمودنی‌ها شرح داده شد. از آزمودنی‌ها خواسته می‌شد در هر مرحله از تمرین نقطهٔ مدنظر خود را متناسب با فشار تمرین انتخاب کنند. نقطهٔ ۶ در مقیاس به معنی بدون هیچ فشاری و نقطهٔ ۲۰ بیشینهٔ فشار مشخص‌شده بود. برای گروه اجرای ست‌ها تا مرز ناتوانی بعد از هر دور تمرین مقیاس مشخص می‌شد و برای گروه غیروامانده بعد از هر دو دور تمرین مقیاس گرفته می‌شد. همچنین برای هر دو گروه ۳۰ دقیقه

1. Rate of Perceived Exertion
2. Chemiluminescence Immunoassay
3. Chemiluminescence Immunoassay

www.SID.ir

Archive of SID

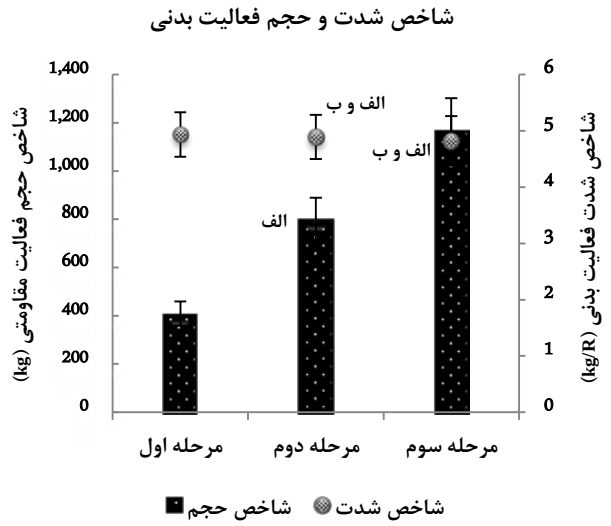
بعد از اتمام تمرین فشار کلی تمرین برحسب مقیاس بورگ گرفته شد (۲۶، ۲۲).

روش‌های آماری

برای تعیین توزیع طبیعی بودن داده‌ها از آزمون شاپیرویلیک استفاده شد. همچنین آزمون ماخلی (Mauchly 's) برای احراز همگنی واریانس درون‌گروهی در تمامی آزمون‌های مدنظر قرار گرفت. اطلاعات براساس میانگین و انحراف استاندارد گزارش‌شده است. تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) مخلوط (گروه× زمان) با اندازه‌های تکراری انجام گرفت. برای گزارش اختلاف میانگین‌ها (۲۷) و اندازهٔ اثر[1] اختلاف میانگین‌ها از مقیاس کوهن d[2] و برای دامنهٔ اختلاف میانگین‌ها از فاصلهٔ اطمینان (CI) ۹۵ درصد[3] استفاده شد. مقدار خطا در سطح معناداری ($P<۰/۰۵$) محاسبه شد.

نتایج و یافته‌های پژوهش

شاخص شدت در هر دو شیوهٔ تمرینی بین مراحل اول و دوم ثابت بود ($P=۰/۳۳۲$)، درحالی‌که بین مراحل دوم و سوم ($d=۰/۱۶۵$، $MD=۰/۰۶۹$، $CI\ ٪۹۵=\{۰/۰۰۷$ و $۰/۱۳۱\}$، $P=۰/۰۲۶$) به‌طور معناداری کاهش یافت. همچنین در شاخص شدت مرحلهٔ سوم نسبت به اول ($d=۰/۲۷$، $MD=۰/۱۱۳$، $CI\ ٪۹۵=\{۰/۰۱۵$ و $۰/۲۱۱\}$، $P=۰/۰۲۰$) کاهش وجود داشت. شاخص حجم هر دو شیوهٔ تمرینی بین مراحل اول و دوم ($d=۵/۱۴$، $MD=۳۸۷/۰۵$، $CI\ ٪۹۵=\{۳۴۸/۵۳$ و $۴۲۵/۵۷\}$، $P=۰/۰۰۱$) و بین مراحل دوم و سوم ($d=۳/۱۱$، $MD=۳۶۸/۴۰$، $CI\ ٪۹۵=\{۳۳۰/۲۷$ و $۴۰۶/۵۳\}$، $P=۰/۰۰۱$) به شکل پایداری افزایش یافت (شکل ۱).



شکل ۱. نمودار شاخص شدت و حجم فعالیت بدنی

الف) تفاوت معنادار نسبت به مرحلهٔ اول، ب) تفاوت معنادار نسبت به مرحلهٔ دوم ($P<۰/۰۵$)

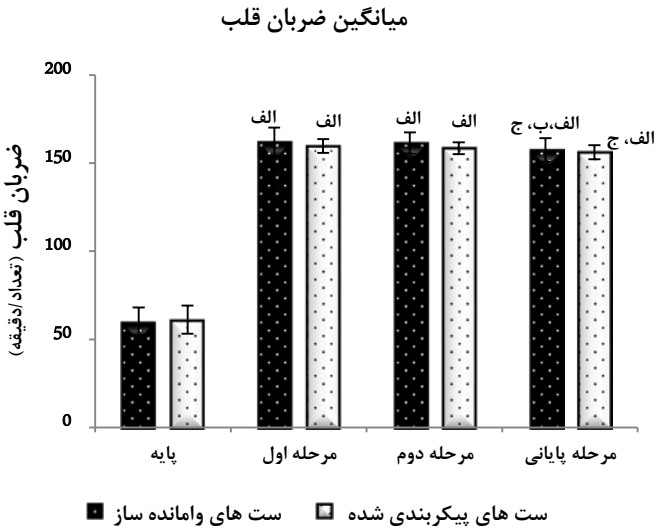
در تمامی سه مرحلهٔ پایش برای دو نوع شیوهٔ تمرینی، میانگین ضربان قلب نسبت به حالت پایه بالاتر بود ($P<۰/۰۵$). آزمون تعقیبی نشان داد بین مراحل پایانی و دوم پایش در هر دو شیوهٔ تمرینی ست‌های وامانده‌ساز ($d=۰/۷۲$، $MD=-۴/۰۷$، $CI\ ٪۹۵=\{-۵/۹۲$ و $-۲/۲۲\}$، $P=۰/۰۰۱$) و ست‌های پیکربندی‌شده ($d=۰/۶۵$، $=-۲/۳۵$

1. Effect size
2. Cohen's d
3. 95% Confidence Interval for Difference

www.SID.ir

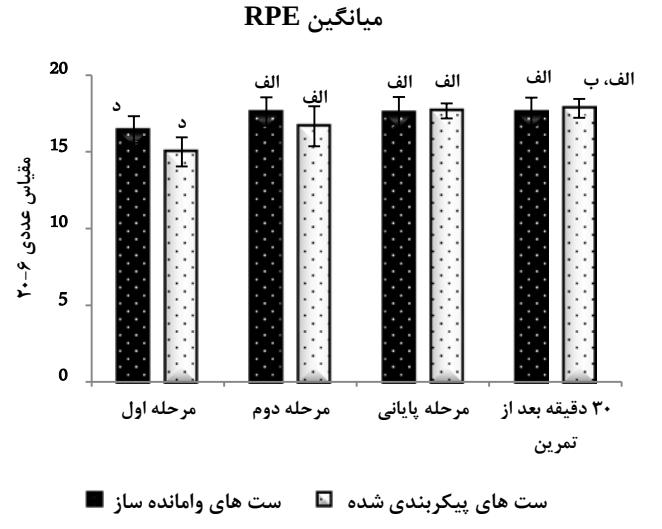
Archive of SID

MD، {۰/۴۹- و ۴/۲۰-}= ۹۵٪ CI و P=۰/۰۱۱) در میانگین ضربان قلب کاهش وجود داشت. در هیچ‌یک از مراحل پایش اختلاف معناداری بین دو گروه مشاهده نشد (P>۰/۰۵).



شکل ۲. نمودار میانگین ضربان قلب آزمودنی‌ها طی دو شیوهٔ تمرینی

الف) تفاوت معنادار نسبت به مرحلهٔ پایه، ب) تفاوت معنادار نسبت به مرحلهٔ اول، ج) تفاوت معنادار نسبت به مرحلهٔ دوم، د) تفاوت معنادار بین دو شیوهٔ تمرین (P<۰/۰۵)



شکل ۳. نمودار میانگین مقیاس درک فشار بورگ آزمودنی‌ها طی دو نوع شیوهٔ تمرینی

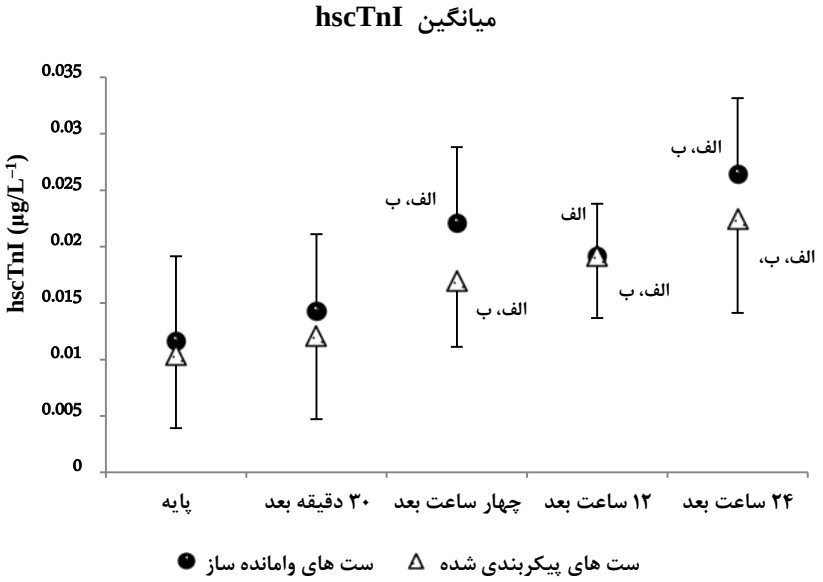
الف) تفاوت معنادار نسبت به مرحلهٔ اول، ب) تفاوت معنادار نسبت به مرحلهٔ دوم، ج) تفاوت معنادار نسبت به مرحلهٔ پایانی، د- تفاوت معنادار بین دو شیوهٔ تمرین (P<۰/۰۵)

در سه مرحلهٔ انتهایی پایش در مقایسه با مرحلهٔ اول پایش مقدار RPE بالاتر بود (P<۰/۰۵). بیشترین مقدار افزایش RPE در هر دو شیوهٔ تمرینی ست‌های واماندهساز (d=۱/۲۹، MD =۱/۱۶، {۲/۰۵ و ۰/۲۷}= ۹۵٪ CI و P=۰/۰۰۶) و ست‌های پیکربندی‌شده (d=۱/۴۶، MD = ۱/۶۶، {۲/۵۵ و ۰/۷۷}= ۹۵٪ CI P=۰/۰۰۱) بین مراحل اول تا دوم مشاهده شد، با این تفاوت که در مرحلهٔ اول پایش RPE در شیوهٔ ست‌های واماندهساز نسبت به

www.SID.ir

Archive of SID

ست‌های پیکربندی بیشتر بود (d=۱/۶۰، MD =۱/۴۵، ۹۵٪ CI ={۰/۶۸ و ۲/۲۲}، P=۰/۰۰۱).



شکل ۴. نمودار میانگین cTnI آزمودنی‌ها طی دو نوع شیوهٔ تمرینی

الف) تفاوت معنادار نسبت به پایه، ب) تفاوت معنادار نسبت به ۳۰ دقیقه بعد، ج) تفاوت معنادار نسبت به چهار ساعت بعد، د) تفاوت معنادار نسبت به ۱۲ ساعت بعد، ه) تفاوت معنادار بین دو شیوهٔ تمرین (P<۰/۰۵)

در هر دو شیوهٔ تمرین مراحل پایش ۴، ۱۲، ۲۴ ساعت بعد نسبت به مرحلهٔ پایهٔ میانگین hscTnI قلبی افزایش داشت (P<۰/۰۱). در آزمون تعقیبی ست‌های وامانده‌ساز، میانگین hscTnI بین میزان پایه و ۲۴ ساعت بعد (d=۲/۰۷، MD = ۰/۰۱۵، ۹۵٪ CI ={۰/۰۲۳ و ۰/۰۰۶} و P=۰/۰۰۱)، ۳۰ دقیقه و ۲۴ ساعت بعد (d= ۱/۷۸، MD = ۰/۰۱۲، ۹۵٪ CI ={۰/۰۲۱ و ۰/۰۰۴} و P=۰/۰۰۲)، ۳۰ دقیقه و چهار ساعت بعد (d= ۱/۱۴، MD = ۰/۰۰۸، ۹۵٪ CI ={۰/۰۱۲ و ۰/۰۰۳} و P=۰/۰۰۱) افزایش داشت.

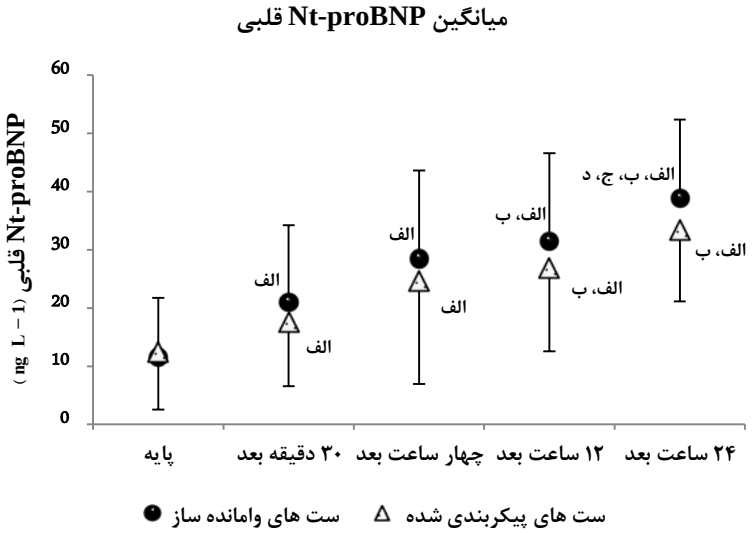
در آزمون تعقیبی ست‌های پیکربندی‌شده، میانگین hscTnI بین میزان پایه و ۲۴ ساعت بعد از فعالیت (d=۱/۶۱، MD =۰/۰۱۲، ۹۵٪ CI ={۰/۰۲۱ و ۰/۰۰۳} و P=۰/۰۰۳)، بین ۳۰ دقیقه و ۲۴ ساعت بعد (d= ۱/۳۲، MD =۰/۰۱۰، ۹۵٪ CI ={۰/۰۱۹ و ۰/۰۰۲} و P=۰/۰۱)، ۳۰ دقیقه و چهار ساعت بعد (d= ۰/۷۴، MD = ۰/۰۰۵، ۹۵٪ CI ={۰/۰۰۹ و ۰/۰۰۱} و P=۰/۰۲۳) افزایش نشان داد.

در هر دو شیوهٔ تمرین مراحل پایش ۳۰ دقیقه، ۴، ۱۲ و ۲۴ ساعت بعد نسبت به مرحلهٔ پایهٔ میانگین Nt-proBNP قلبی افزایش داشت (P<۰/۰۱). در آزمون تعقیبی ست‌های وامانده‌ساز بین میزان پایه و ۳۰ دقیقه بعد (d= ۰/۵۴، MD = ۶/۷۵، ۹۵٪ CI ={۳/۰۲ و ۱۰/۴۷} و P=۰/۰۰۱)، ۳۰ دقیقه و ۱۲ ساعت بعد (d= ۰/۷۴، MD = ۱۰/۵۰، ۹۵٪ CI ={۲/۴۰ و ۱۸/۵۹} و P=۰/۰۰۵)، ۳۰ و ۲۴ ساعت بعد (d= ۱/۹۳، MD = ۲۴/۵، ۹۵٪ CI ={۱۴/۵۲ و ۳۴/۴۷} و P=۰/۰۰۱)، چهار ساعت و ۲۴ ساعت بعد (d= ۰/۷۲، MD = ۱۰/۳۳، ۹۵٪ CI ={۱/۱۲ و ۱۹/۵۴} و P=۰/۰۲)، ۱۲ ساعت و ۲۴ ساعت بعد (d= ۰/۵۰،

www.SID.ir

Archive of SID

MD = ۷/۲۵، {۱۴/۲۲ و ۰/۲۷} = ۹۵٪ CI و P=۰/۰۳۷)
افزایش داشت.



شکل ۵. نمودار میانگین Nt-proBNP آزمودنی‌ها طی دو پروتکل تمرینی
الف) تفاوت معنادار نسبت به پایه، ب) تفاوت معنادار نسبت به ۳۰ دقیقه بعد، ج) تفاوت معنادار نسبت به چهار ساعت بعد، د) تفاوت معنادار نسبت به ۱۲ ساعت بعد (P<۰/۰۵)

در آزمون تعقیبی ست‌های پیکربندی‌شده بین میزان پایه و ۳۰ دقیقه بعد (d= ۰/۴۹، MD = ۵/۵۸، {۹/۳۱ و ۱/۸۵} = ۹۵٪ CI و P=۰/۰۰۱)، ۳۰ دقیقه و ۱۲ ساعت بعد (d= ۰/۷۲، MD = ۹/۲۵، {۱۷/۳۲ و ۱/۱۵} = ۹۵٪ CI و P=۰/۰۱۷)، ۳۰ دقیقه و ۲۴ ساعت بعد (d= ۱/۸۰، ۳/۱۹ = MD، {۳۱/۳۰ و ۱۱/۳۶} = ۹۵٪ CI و P=۰/۰۰۱) افزایش مشاهده شد.

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق سعی شد تا با ایجاد هم‌حجمی و هم‌شدتی در دو نوع شیوهٔ فعالیت مقاومتی ست‌های وامانده‌ساز در مقابل ست‌های پیکربندی‌شده پاسخ نشانگرهای زیستی آسیب بافت میوکاردیوم مطالعه شود. در بررسی شاخص شدت فعالیت مقاومتی مشخص شد شدت در پایش سوم نسبت به مراحل اول و دوم کاهش یافته است که میزان این کاهش در دور سوم نسبت به دور اول با اندازهٔ اثر (d = ۰/۲۷) هرچند پایین مشاهده شد. به‌نظر می‌رسد تداوم فعالیت در دامنهٔ شدت (RM ۸-۱۰) با افزایش خستگی همراه است. با توجه به فرمول شاخص شدت و حجم این مسئله می‌تواند بر کاهش حجم بار کلی تمرین تأثیرگذار باشد و همین موضوع در چرخهٔ معکوس می‌تواند بر شدت کلی تمرین تأثیر بگذارد و از مقدار آن بکاهد (۲۰). شاخص حجم، پیوسته در طول دورهای پایش افزایش یافت، اندازهٔ اثر (d = ۵/۱۴) افزایش شاخص حجم فعالیت بین دور اول و دوم بیشترین مقدار را نشان می‌دهد. در اجرای فعالیت‌های بدنی به روش ست‌های وامانده‌ساز یا پیکربندی‌شده، از تعامل بین شاخص شدت و حجم می‌توان نتیجه گرفت که اگر در طول اجرای جلسات تمرینی تأکید بیشتر بر حفظ شدت در دامنهٔ خاصی باشد، ادامهٔ تمرین ناگزیر با کاهش در حجم کلی تمرین خواهد بود که این خود هر دو شاخص‌های حجم و شدت را تحت تأثیر قرار می‌دهد و میزان آن را کمتر خواهد کرد (۲۰). میانگین

www.SID.ir

Archive of SID

ضربان در هر دو نوع شیوهٔ فعالیت مقاومتی در بخش پایانی پایش کاهش یافت. در گزارش کرامر و همکاران (۲۰۱۴) عنوان شده با پیشرفت ست‌های وامانده‌ساز میزان ضربان قلب افزایش می‌یابد که بیشترین میزان ضربان قلب در تکرارهای آخر ست‌های وامانده‌ساز اتفاق می‌افتد (۸). یافته‌های ما نشان می‌دهد همیشه این‌طور نیست که در تکرارهای آخر هر ست ضربان قلب افزایش یابد، به‌نظر می‌رسد بسته به سیستم تمرینی ضربان قلب می‌تواند پاسخ‌های متفاوتی داشته باشد. چنانکه دسوزا و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند بعد از اجرای شیوهٔ تمرین ست‌های وامانده‌ساز و غیروامانده‌ساز ضربان قلب در دورهای پایانی تمرین کاهش داشته است (۲۸). زمانی‌که تعداد زیادی از حرکات تمرینی به‌صورت دایره‌ای و با استفاده از وزنه‌های آزاد اجرا شوند، پس از گذشت حجم مشخصی از فعالیت به احتمال زیاد ضربان قلب کاهش خواهد یافت. به‌نظر می‌رسد قلب ناگزیر برای غالب شدن به پس‌بار بطنی و تأمین خون با افزایش انقباض‌پذیری بطنی به‌نحوی افت ضربان را جبران می‌کند (۲۹). افزایش میزان پس‌بار قلب به‌طور خاص در دورهای پایانی بر سازوکار فعالیت قلبی تأثیر داشته است که بخشی از این‌سازوکار را می‌توان با خستگی قلبی ناشی از فعالیت مقاومتی مرتبط دانست. میانگین RPE در تبیین شدت فعالیت‌های مقاومتی همتا با فعالیت‌های استقامتی می‌تواند کمک‌کننده باشد و در شرایطی که در طول تمرین و ۳۰ دقیقه بعد از فعالیت پایش شوند، برایند از کل فشار فعالیت بدنی را گزارش خواهند کرد (۳۰، ۲۲). برای هر دو نوع شیوهٔ تمرین، RPE به‌طور خاص در مراحل اول و دوم پایش افزایش داشت، ولی در بقیهٔ مراحل تغییرات خاصی مشاهده نشد. تنها تفاوت بین دو شیوهٔ تمرین در مرحلهٔ اول پایش بود که در ست‌های وامانده‌ساز با اندازهٔ اثر (۱/۶۰ = d) نسبت به ست‌های پیکربندی‌شده در وضعیت بالاتری قرار داشت، از مرحلهٔ دوم پایش ست‌های پیکربندی‌شدهٔ خود را به ست‌های وامانده‌ساز رساند و تقریباً حالت یکنواختی در طول تمرین و ۳۰ دقیقه بعد مشاهده شد. مایو و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند زمانی‌که دو نوع شیوهٔ تمرین ست‌های وامانده‌ساز و ست‌های خوشه‌ای[1] (ست‌های پیکربندی‌شده) به لحاظ مکانیکی و حجم کلی و میزان استراحت بین ست متعادل شوند، میزان درک فشار بورگ در شیوهٔ ست‌های وامانده‌ساز بالاتر از ست‌های خوشه‌ای است (۳۱). تجربهٔ تمرینی و ساعت تمرین در هفتهٔ آزمودنی‌های تحقیق مذکور کمتر بود و به‌نظر می‌رسد شرایط ورزشکاران تمرین‌کرده متفاوت باشد و اینکه اجرای ست‌های خوشه‌ای خطی بود، درصورتی‌که شیوهٔ اجرای ست‌ها در تحقیق ما دایره‌ای بود. در شیوهٔ اجرای دایره‌ای حرکات تحلیل مقدار ATP-PCr کمتر است و شرایط ریکاوری پس از حرکت بهتر صورت می‌گیرد (۳۲). ثبت گزارش RPE بعد از هر ست احتمالاً با شرایط گزارش درک فشار در هر دور متفاوت باشد. دوسانتوس و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که در انتهای تمرین، RPE در شیوهٔ ست‌های وامانده‌ساز نسبت به ست‌های پیکربندی‌شده بیشتر است (۳). در این مطالعه شدت تمرین و فاصلهٔ استراحت بین ست همسان نشده بود و آزمودنی‌ها در شیوهٔ وامانده‌ساز با شدت زیادی تمرین می‌کردند. درحالی‌که برخی منابع مانند وتمور و همکاران (۲۰۱۹) و سیلوا و همکاران (۲۰۱۴) عنوان کردند در اجرای ست‌های وامانده‌ساز به‌کارگیری مقیاس RPE برای پایش تمرین روش مناسبی نیست (۳۳، ۵). در شرایطی که هر دو نوع شیوهٔ تمرینی ست‌های وامانده‌ساز در مقابل ست‌های پیکربندی‌شده از نظر شاخص حجم، شدت و فاصله استراحت بین ست‌ها به‌طور دقیق متعادل شوند، مقیاس RPE، هر دو شیوه را در یک بار کلی مساوی نشان خواهد

1. Cluster Set

www.SID.ir

Archive of SID

داد. در شرایطی که شدت و حجم کلی فعالیت بدنی[1] مقاومتی همسان‌سازی شوند، جدا از اینکه از چه نوع سیستم تمرینی بهره گرفته شده است، مقیاس RPE قادر به تفکیک میزان فشار نیست. نتیجه اینکه به‌نظر می‌رسد همسو با یافته‌های وتمور و همکاران (۲۰۱۹) حجم کلی فعالیت بدنی مقاومتی برای تعیین بار کلی جلسهٔ تمرین اهمیت ویژه‌ای دارد (۵). الگوی افزایش hscTnI در هر دو شیوهٔ تمرینی بین پایش پایه تا ۳۰ دقیقه بعد از فعالیت یکسان است، در پایش ۴ ساعت بعد در شیوهٔ ست‌های وامانده‌ساز شیب افزایش با اندازهٔ اثر (d = ۱/۱۴) در مقایسه با ست‌های پیکربندی‌شده بیشتر است. همچنین از مرحلهٔ پایه تا ۲۴ ساعت بعد شیب افزایش hscTnI با اندازهٔ اثر (d = ۲/۰۷) بزرگ‌تری در شیوهٔ وامانده‌ساز مشاهده شد. یافته‌های قبلی نشان می‌دهد اجرای ست‌های وامانده‌ساز در دامنهٔ شدت (RM ۸-۱۰) همراه با افزایش میزان hscTnI بین پایش پنج دقیقه و یک ساعت بعد از فعالیت است (۳۴). همچنین در بررسی روی ورزشکاران ردهٔ ملی آلمان در رشتهٔ ورزشی قایقرانی دراگون بوت[2] بعد از اجرای فعالیت تناوبی شدید پاروزنی سطوح hscTnI به‌طور معناداری افزایش یافت (۱۳). ساواکوسکی و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند بعد از فعالیت‌های بدنی مقاومتی سطوح hscTnI به‌طوری معناداری افزایش می‌یابد (۱۴). در بررسی دیگری مشخص شد که پس از فعالیت شدید و طولانی‌مدت سطوح hscTnI ۳/۵ برابر افزایش یافته است (۱۸). از طرفی بررسی استفانوس و همکاران (۲۰۰۵) نشان می‌دهد بعد از اجرای تمرین مقاومتی مقدار hscTnI تغییر نداشته است (۳۵). در مطالعهٔ آنها بیشتر از دستگاه‌های بدنسازی به‌جای وزنه‌های آزاد استفاده شده بود. همچنین روش‌های سنجش در این تحقیق نسبت به روش‌های نوین سنجش از حساسیت بالا برخوردار نبوده‌اند. به‌نظر می‌رسد در شدت و حجم مساوی از فعالیت، بعد از فعالیت‌های بدنی مقاومتی شدید وامانده‌ساز مقدار hscTnI افزایش خواهد داشت که بعد از بازیافت ۲۴ ساعته امکان دارد به سطوح پایه برنگشته باشد. به‌نظر می‌رسد در حجم‌های بالای تمرینی چه به روش ست‌های وامانده‌ساز و چه ست‌های پیکربندی‌شده، بهتر است فاصلهٔ بین تمرینات با وزنه بیشتر از ۲۴ ساعت باشد، زیرا فرایند ریکاوری قلب نسبت به سایر عضلات بعد از تمرینات شدید احتمالاً دیرتر انجام می‌پذیرد. تحقیقات آینده با تمرکز بر روی پایش‌های ۲۴ ساعت بعد می‌تواند در تبیین زمان مورد نیاز برای بازیافت کمک‌کننده باشد. پس از دورهٔ بازیافت ۳۰ دقیقه‌ای در هر دو شیوهٔ فعالیت مقاومتی مقدار Nt-proBNP افزایش داشت که طی ۲۴ ساعت بعد مقدار آن نسبت به سطوح پایه به بیشترین حد رسید. در شیوهٔ ست‌های وامانده‌ساز مقدار Nt-proBNP در پایش ۲۴ ساعت بعد نسبت به تمامی مراحل پایش تغییرات معناداری نشان داد که بیشترین میزان افزایش در بازهٔ زمانی بین ۳۰ دقیقه تا ۱۲ ساعت با اندازهٔ اثر (d = ۰/۷۴) مشاهده شد. در مطالعه‌ای قاسمی و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که بعد از اجرای فعالیت وامانده‌ساز میزان Nt-proBNP سرم افزایش پیدا می‌کند (۳۶). برخی منابع بلافاصله تا ۱۵ دقیقه بعد از رقابت‌های شدید طولانی‌مدت بیشترین میزان سطوح Nt-proBNP را گزارش کرده‌اند (۳۷، ۱۳). درحالی‌که برخی یافته‌ها نشان می‌دهند اجرای شیوهٔ ست‌های وامانده‌ساز با دامنهٔ شدت (RM ۸-۱۰) بیشترین میزان سطوح Nt-proBNP را می‌توان در دورهٔ بازیافت ۲۴ ساعت بعد مشاهده کرد (۳۴)؛ اگرچه در مشاهدات قبلی افزایش سطوح Nt-proBNP بعد از فعالیت‌های شدید و طولانی‌مدت گزارش شده بود (۳۷، ۱۵، ۱۳). پاسکال و همکاران (۲۰۱۶) و تری واکس و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کرده‌اند بعد از فعالیت‌های بدنی

1. Total Exercise Volume

2. Dragon Boat

www.SID.ir

Archive of SID

شدید نقص در عملکرد قلبی با افزایش hscTnI و Nt-proBNP همراه است. در این مطالعه مشخص شد که بعد از فعالیت‌های بدنی شدید و طولانی‌مدت مقدار hscTnI و Nt-proBNP به‌شدت افزایش می‌یابد و هر اندازه حجم فعالیت بدنی افزایش یابد، سطوح hscTnI و Nt-proBNP نیز افزایش می‌یابد (۳۸، ۳۷، ۱۸). اجرای فعالیت‌های مقاومتی شدید با افزایش بیشتر سطوح Nt-proBNP همراه است که ممکن است ۲۴ ساعت بعد از فعالیت هم ادامه داشته باشد. در شرایط همسان‌سازی مکانیکی و عملکردی دو نوع شیوهٔ فعالیت بدنی ست‌های وامانده‌ساز با ست‌های پیکربندی‌شده، هر دو روش می‌توانند در افزایش Nt-proBNP تأثیرات مشابهی داشته باشند. به‌نظر می‌رسد قلب با افزایش میزان انقباض‌پذیری بطنی به‌منظور حفظ حجم تزریق بطنی فشار بیشتری را تحمل می‌کند که ممکن است با تشدید استرین بیشتر در قلب و آسیب بافت میوکارد همراه باشد. در هر صورت دوره‌های پایش طولانی‌تر از ۲۴ ساعت در تعیین زمان مناسب بازیافت بافت میوکاردی کمک‌کننده خواهد بود. در کل یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد در به‌کارگیری انواع شیوه‌های متفاوتی از فعالیت مقاومتی درصورتی‌که شدت، حجم تمرین و فاصلهٔ استراحت بین ست‌ها ثابت درنظر گرفته شود، اجرای فعالیت‌های مقاومتی تأثیرات نزدیک به‌هم خواهند داشت، جدا از اینکه از چه نوع شیوهٔ تمرینی برای بهبود قدرت و شاخص‌های تندرستی استفاده شده است، بیشترین تأثیر تحرک تمرینی از جانب حجم کلی تمرین است. به این دلیل که کاهش یا افزایش چه در شدت و چه در حجم فعالیت بر همدیگر تأثیرات تحریکی و بازدارنده دارند، در نتیجه تنظیم بار یا حجم کلی تمرین در تعامل بین حجم و شدت نقش کلیدی دارد.

منابع و مآخذ

1. Schoenfeld BJ, Grgic J, Krieger J. How many times per week should a muscle be trained to maximize muscle hypertrophy? A systematic review and meta-analysis of studies examining the effects of resistance training frequency. Journal of sports sciences.2019;37(11) 1286-95 .
2. Schoenfeld BJ, Contreras B, Krieger J, Grgic J, Delcastillo K, Belliard R, et al. Resistance training volume enhances muscle hypertrophy but not strength in trained men. Medicine and science in sports and exercise. 2019;51(1):94.
3. NUNES VRA, RAMIREZ-CAMPILLO R, STEELE J, FISHER JP, GENTIL P. Resistance Training Performed to Failure or Not to Failure Results in Similar Total Volume, but With Different Fatigue and Discomfort Levels. training. 2019;31(33):34.
4. Carroll KM, Bernards JR, Bazyler CD, Taber CB, Stuart CA, DeWeese BH, et al. Divergent Performance Outcomes Following Resistance Training Using Repetition Maximums or Relative Intensity. International journal of sports physiology and performance. 2019;14(1):46-54.
5. Wetmore A, Wagle JP, Sams ML, Taber C, DeWeese BH, Sato K, et al. Cluster Set Loading in the Back Squat: Kinetic and Kinematic Implications. 2019.
6. 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. 2019:2047487319850718.

www.SID.ir

Archive of SID

7. Jukic I, Tufano JJ. Shorter but More Frequent Rest Periods: No Effect on Velocity and Power Compared to Traditional Sets not Performed to Failure. Journal of human kinetics. 2019;66:257.
8. Fleck SJ, Kraemer W. Designing Resistance Training Programs-4th Edition: Human Kinetics; 2014.
9. Shave R, Baggish A, George K, Wood M, Scharhag J, Whyte G, et al. Exercise-induced cardiac troponin elevation: evidence, mechanisms, and implications. Journal of the American College of Cardiology. 2010;56(3):169-76.
10. Wang Y, Dai L, Wang N, Zhu Y, Chen M, Wang H. Rapid rule out of acute myocardial infarction in the observe zone using a combination of presentation N-terminal pro-B-type natriuretic peptide and high-sensitivity cardiac troponin I. Clinical biochemistry. 2019.
11. Cirer-Sastre R, Legaz-Arrese A, Corbi F, George K, Nie J, Carranza-García LE, et al. Cardiac Biomarker Release After Exercise in Healthy Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. Pediatric exercise science. 2019;31(1):28-36.
12. Kim YS, Karisa N, Jeon WY, Lee H, Kim Y-c, Ahn J. High-level production of N-terminal pro-brain natriuretic peptide ,as a calibrant of heart failure diagnosis, in Escherichia coli. Applied microbiology and biotechnology. 2019:1-10.
13. Bauer P, Zeißler S, Walscheid R, Mooren FC, Hillebrecht A. Changes of Cardiac Biomarkers after High-intensity Exercise in Male and Female Elite Athletes of Dragon Boating. Journal of Sports Science. 2016;4:1-8.
14. Savukoski T, Mehtälä L, Lindahl B, Venge P, Pettersson K. Elevation of cardiac troponins measured after recreational resistance training. Clinical biochemistry. 2015;48(12):8.٦-٠٣
15. Sedaghat-Hamedani F, Kayvanpour E, Frankenstein L, Mereles D, Amr A, Buss S, et al. Biomarker changes after strenuous exercise can mimic pulmonary embolism and cardiac injury—a metaanalysis of 45 studies. Clinical chemistry. 2015;61(10):1246-55.
16. Shave R, Oxborough D. Exercise-induced cardiac injury: evidence from novel imaging techniques and highly sensitive cardiac troponin assays. Progress in cardiovascular diseases. 2012;54(5):407-15.
17. Stewart GM, Yamada A, Haseler LJ, Kavanagh JJ, Koerbin G, Chan J, et al. Altered ventricular mechanics after 60 min of high-intensity endurance exercise: insights from exercise speckle-tracking echocardiography. American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology. 2015;308(8):H875-H83.
18. 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.
19. Oláh A, Németh BT, Mátyás C, Horváth EM, Hidi L, Birtalan E, et al. Cardiac effects of acute exhaustive exercise in a rat model. International journal of cardiology. 2015;182:258-66.
20. Haff GG. Quantifying workloads in resistance training: a brief review. Strength and Cond. 2010;10:31-40.

www.SID.ir

Archive of SID

21. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, et al. A new approach to monitoring exercise training. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2001;15(1):109-15.
22. Fusco A, Knutson C, King C, Mikat RP, Porcari JP, Cortis C, et al. Session RPE During Prolonged Exercise Training. International journal of sports physiology and performance. 2019:1-12.
23. Hof D, von Eckardstein A. High-Sensitivity Troponin Assays in Clinical Diagnostics of Acute Coronary Syndrome. Calcium-Binding Proteins of the EF-Hand Superfamily: Springer; 2019. p. 645-62.
24. Durnin J, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. British Journal of Nutrition. 1974;32(01):77-97.
25. Ho IM, Luk JT, Ngo JK, Wong DP. Effects of Different Intraset Rest Durations on Lifting Performance and Self-perceived Exertion During Bench Press Exercise. Journal of strength and conditioning research. 2019.
26. Baumgartner T, Mahar M, Jackson A, Rowe D. Measurement for Evaluation in Physical Education and Exercise Science: McGraw-Hill Companies,Incorporated; 2006.
27. Fathil M, Arshad MM, Gopinath SC, Hashim U, Adzhri R, Ayub R, et al. Diagnostics on acute myocardial infarction: Cardiac troponin biomarkers. Biosensors and Bioelectronics. 2015;70:209-20.
28. De Souza JC, Tibana RA, Cavaglieri CR, Vieira DCL, De Sousa NMF, Dos Santos MFA, et al. Resistance exercise leading to failure versus not to failure: effects on cardiovascular control. BMC cardiovascular disorders. 2013;13(1):105.
29. Zoladz JA. Muscle and Exercise Physiology: Elsevier Science; 2018.
30. Day ML, McGuigan M, Brice G, Foster C. Monitoring work intensities during resistance training using a session RPE scale: Kinesiology Publications, University of Oregon; 2003.
31. Mayo X, Iglesias-Soler E, Kingsley JD. Perceived exertion is affected by the submaximal set configuration used in resistance Exercise. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2019;33(2):426-32.
32. Bompa T, Buzzichelli C. Periodization Training for Sports, 3E: Human Kinetics; 2015.
33. Silva VL, Azevedo AP, Cordeiro JP, Duncan MJ, Cholewa JM, Siqueira-Filho MA, et al. Effects of exercise intensity on perceived exertionduring multiple sets of bench press to volitional failure. Journal of Trainology. 2014;3(2):41-6.
34. 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.
35. 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. 2005.۹۳-۱۵۸۵:(۱٤-۱۱)٤۸;

www.SID.ir

Archive of SID

36. Ghassami M, Naraghi S. The effect of an exhaustive aerobic exercise on NT-proBNP levels in healthy males. Journal of Physical Activity and Hormones. 2018;2(2):55-64.
37. La Gerche A, Inder WJ, Roberts TJ, Brosnan MJ, Heidbuchel H, Prior DL. Relationship between inflammatory cytokines and indices of cardiac dysfunction following intense endurance exercise. PloS one. 2015;10(6):e0130031.
38. Voets PJ, Maas RP. Serum cardiac troponin I analysis to determine the excessiveness of exercise intensity: A novel equation. Journal of theoretical biology. 2016;392:48-52.

www.SID.ir

Archive of SID

The Effect of Two Types of Resistance Training (Concentric Failure Set and Configuration Cluster Sets) on Biomarkers Response of Myocardium Injury in Athletes

Rasoul Dokht Abdiyan[1] - Ali Asghar Ravasi[*2]- Ali Akbarnejad[3] - Rahman Soori[4]

1.Ph.D. Student of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education, University of Tehran, Tehran, Iran 2. Professor of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education, University of Tehran, Tehran, Iran 3. Associate Professor of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education, University of Tehran, Tehran Iran 4. Professor of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education, University of Tehran, Tehran Iran

(Received: 2019/06/27;Accepted: 2020/01/21)

Abstract

Failure sets rapidly promote muscle strength and endurance. Cluster sets are highly efficient in developing maximum power and strength. This study equated the volume and intensity indexes in two types of resistance training (failure sets versus cluster sets) to investigated high sensitivity Cardiac Troponin I (hscTnI), N-terminal proBNP (NT-proBNP), rate of perceived exertion (RPE) and heart rate (HR) responses. 12 male athletes (mean age 22.16 ± 2.48 y) voluntarily preformed two types of training protocols (failure sets and cluster sets) separately with pretest and 30 minutes, 4, 12 and 24 hours of posttest. Both protocols consisted of 9 movements in equal training volumes and intensity range (8-10 RM); three cycles of 8 to 10 rep were performed for failure sets and nine cycles of 2 to 3 rep were performed for cluster sets. During the training, the mean HR of the third cycle was lower than the second cycle in both training types ($P<0.05$). Only in the first cycle, RPE in cluster sets was lower than the failure sets with the effect size ($d=1.60$) ($P=0.001$). 24 hours after the intervention, mean hscTnI increased in both failure ($d=2.07$) and cluster ($d=1.61$) sets ($P<0.05$). The mean Nt-proBNP in the failure sets was higher 24 hours after the intervention than the other posttests while this increase in the cluster sets was observed only in comparison with the baseline and 30 minutes after the training ($P<0.05$). When failure and cluster sets are exactly equated, their intervention effects on myocardium injury markers are close together. No matter what type of training is used in the protocol, the greatest effect of training stimulus belongs to the total training volume.

Keywords

Biomarkers of myocardium injury, cluster sets, failure sets, high sensitivity Cardiac Troponin I (hscTnI), N-terminal proBNP (NT-proBNP).

[*] Corresponding Author: Email: aaravasi@ut.ac.ir ; Tel: +989122024549

www.SID.ir