علوم زیستی ورزشی - زمستان ۱۳۹۸
دورهٔ ۱۱، شمارهٔ ۴، ص: ۴۳۱ – ۴۱۳
تاریخ دریافت : ۰۷ / ۰۴ /۹۸
تاریخ پذیرش : ۱۲ /۰۶/ ۹۸

تأثیر دو شیوهٔ فعالیت مقاومتی بر نشانگرهای آسیب زیستی عضلهٔ قلب ورزشکاران تمرین‌کرده

عزیزه احمدی [۱] – سعید دباغ نیکوخصلت [*۲] – وحید ساری صراف [۳]

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی دانشکدهٔ تربیت بدنی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران۲و۳.دانشیار فیزیولوژی ورزشی دانشکدهٔ تربیت بدنی دانشگاه تبریز،تبریز، ایران

چکیده

فعالیت‌های مقاومتی وامانده‌ساز، با پیشرفت سریع آمادگی جسمانی و عضلانی همراه است و در افزایش بیشینهٔ قدرت و توان ست‌های خوشه‌ای کاراست. هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر فعالیت ست‌های وامانده‌ساز و خوشه‌ای بر نشانگرهای آسیب عضلهٔ قلبی است. مواد و روش‌ها: ۱۲ مرد فعال با میانگین سنی ۲۳/۲۰±۲/۲۵ سال داوطلبانه انتخاب شدند. دو نوع پروتکل تمرینی ست‌های وامانده ساز و خو شه‌ای با طرح پیش‌آزمون و پایش ۳۰ دقیقه، چهار، ۱۲ و ۲۴ ساعت بعد، مجزا اجرا شدند. هر دو نوع پروتکل وامانده‌ساز و خوشه‌ای شامل ۹ حرکت با وزنه در دامنهٔ شدت (RM -۱۵ ۱۲) برابر و با حجم‌های تمرینی مساوی بودند. یافته‌ها: میانگین ضربان قلب دور پایانی تمرین در هر دو شیوهٔ تمرینی کاهش نشان داد که در ست‌های خوشه‌ای با اندازهٔ اثر (d=۰/۶۷) این کاهش بارزتر بود (P<۰/۰۵). میزان درک فشار تنها در مرحلهٔ اول پایش تفاوت داشت که در شیوهٔ ست‌های وامانده‌ساز با اندازهٔ اثر (d=۳/۵۹) بالاتر بود (P<۰/۰۵). میانگین تروپونین قلبی نوع I با حساسیت بالا (hscTnI) در پایش ۲۴ ساعت بعد از مداخله در شیوهٔ ست‌های وامانده‌ساز با اندازهٔ اثر (d=۰/۹۰) بزرگ‌تری مشاهده شد (P<۰/۰۵). در تمامی مراحل پایش دو شیوهٔ تمرینی (به‌استثنای پایش ۲۴ ساعت بعد) مقدار پپتید ناتریوتیک نوع B (Nt-proBNP) قلبی بالاتر از سطوح پایه بود که اوج افزایش آن ۴ ساعت بعد با اندازهٔ اثر (d=۱/۳۵) در شیوهٔ ست‌های وامانده‌ساز مشاهده شد. نتیجه‌گیری: اجرای فعالیت‌های مقاومتی وامانده‌ساز سطوح نشانگرهای زیستی آسیب عضلهٔ قلب را افزایش می‌دهد و امکان دارد دورهٔ بازیافت ۲۴ ساعته کافی نباشد، درصورتی‌که شدت و حجم فعالیت مقاومتی به‌طور دقیق متعادل شوند، تفاوت بین سیستم‌های تمرینی در تغییر این نشانگرهای کمترین حد خواهد رسید.

واژه‌های کلیدی

پپتید ناتریوتیک نوع B (Nt-proBNP)، تروپونین قلبی نوع I با حساسیت بالا (hscTnI)، شاخص حجم، فعالیت مقاومتی با ست‌های خوشه‌ای، فعالیت مقاومتی وامانده‌ساز.

---

* **نویسندهٔ مسئول : تلفن:**۰۹۸(۰)۴۱-۳۳۳۹۳۲۵۴+ Email: nikookheslat@tabrizu.ac.ir

مقدمه

هدف از فعالیت‌های بدنی مقاومتی توسعهٔ تندرستی و بهبود عملکرد بهینهٔ عضلانی است (۲، ۱). در فعالیت‌های مقاومتی انواع مختلفی از سیستم‌های تمرینی وجود دارد. یکی از آنها که اخیراً محبوبیت بیشتری به‌دست آورده، اجرای ست‌های وامانده‌ساز است (۳). در این سیستم تکرارها در هر ست تا مرز واماندگی در انقباض کانسنتریکی ادامه می‌یابد. ست‌ها وامانده‌ساز به سیستم خستگی داوطلبانه یا سیستم ست‌های وامانده‌ساز کانسنتریکی نیز معروف است (۴). زمانی‌که در برنامهٔ تمرینی اصطلاح تکرار بیشینه (RM)[1] یا زون تمرینی تکرار بیشینه (RM ۱۲-۱۵) به‌کار برده شود، منظور این است که ست‌ها تا مرز واماندگی اجرا می‌شوند (۵). نوع دیگری از فعالیت‌های مقاومتی ست‌های پیکربندی‌شدهٔ خوشه‌ای[2] هستند که نسبت به بیشینهٔ تکرار تنظیم می‌شوند. در این شیوه از فعالیت فاصله‌های استراحتی با دامنهٔ ۱۰ تا ۴۰ ثانیه بین تکرارها قرار دارند که با تعدیل در خستگی، امکان عملکرد بهینه را فراهم می‌کنند. تئوری حاکم بر این سبک از فعالیت مقاومتی بیان می‌کند در طول انجام حرکات فاصلهٔ استراحت کوتاه بین تکرارها مانع از افت عملکرد می‌شود؛ در نهایت می‌توان تکرار حرکات را با توان بیشتر انجام داد (۶). اجرای فعالیت‌های مقاومتی تا مرز واماندگی می‌تواند به‌سرعت آمادگی جسمانی و عضلانی را توسعه بخشد که این همراه با بهبود وضعیت متابولیکی و ترکیب بدنی است؛ درحالی‌که اجرای ست‌های خوشه‌ای در افزایش توان و قدرت به بهترین نحو عمل می‌کنند، زیرا در این شیوه از فعالیت زمان کافی برای شارژ انرژی سلول وجود دارد؛ در نتیجه سیستم انرژی فسفاژن کمتر تخلیه می‌شود و فرصت بازسازی دوباره فراهم است. همچنین در اجرای ست‌های خوشه‌ای می‌توان با استراحت کافی تکرارهای بعدی را با قدرت و انرژی بیشتری انجام داد (۷، ۶، ۴). در یک مطالعهٔ مقایسه‌ای جوکیک و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند انجام حرکات با ست‌های وامانده‌ساز با بهبود استقامت عضلانی در عضلات بالاتنه همراه است. درحالی‌که تمرین با ست‌های خوشه‌ای با بهبود شاخص توان در عضلات پایین‌تنه همراه است (۶). اجرای ست‌های وامانده‌ساز با فراخوانی واحدهای حرکتی بیشتر و بزرگ‌تر تحریکات تمرینی قوی‌تری دارد که از اصل اندازهٔ هنمن[3] تبعیت می‌کند. به‌کارگیری این سبک از تمرینات به افزایش بیشتر در ترشح هورمون‌های رشددهندهٔ عضلات منجر می‌شود که ا با افزایش بیشتر در قدرت و استقامت عضلانی همراه خواهد بود. درصورتی‌که

1. Repetition maximum (RM)
2. Configuration cluster sets
3. Henneman’s size principle

بررسی‌های وتمور و همکاران (۲۱۰۹) و جوکیک و همکاران (۲۱۰۹) نشان می‌دهد اجرای ست‌های خوشه‌ای می‌تواند در افزایش اوج توان و قدرت به بهترین نحو عمل کند و در پیشگیری از تمرین‌زدگی و آسیب‌دیدگی کمک‌کننده باشد (۷،۶، ۴، ۳). در بهره‌مندی از مزایای فعالیت‌های بدنی نقطهٔ عطفی از فشار فعالیت بدنی وجود دارد که با عبور از آن نقطه، معایب حاصل از فعالیت بدنی نسبت به سودمندی‌های آن بیشتر می‌شود (۵). بازنگری ساستر و همکاران (۲۰۱۹) نشان می‌دهد در حقیقت پس از فعالیت‌های بدنی شدید و طولانی‌مدت اصطلاحاً قلب دچار خستگی می‌شود و عملکرد آن کاهش می‌یابد که با افزایش سطوح غلظت سرمی نشانگرهای زیستی تروپونین قلبی I با حساسیت بالا (hscTnI)[1] و بخش ترمینال-N پیش ساز هورمون مغزی پپتید ناتریوتیک (Nt-proBNP)[2] همراه است (۸). hscTnI به نوع نشانگر نکروز سلول عضلهٔ قلب و آسیب حاد بافت میوکاردیم (MI)[3] و انفارکتوس حاد میوکاردیم (AMI)[4] پذیرفته شده است، سطوح hscTnI بعد از آسیب غیرقابل برگشت عضلهٔ قلب بالا می‌رود و تا روز بعد از آن به میزان اوج خود می‌رسد (۹). Nt-proBNP نشانگر مقبول برای کشیدگی عضلهٔ قلب است که اصولاً برای تشخیص نارسایی قلب و نقص بدون علائم، در عملکرد بطن چپ اندازه‌گیری می‌شود که مقدار و مدت زمان ترشح آن به مقدار کشیدگی و شدت فشار به عضلهٔ قلبی بستگی دارد (۹). در چندین مطالعه گزارش شده است افزایش حجم فعالیت‌های استقامتی با افزایش hscTnI و Nt-proBNP همراه است (۱۰-۱۲). در بیشتر یافته‌های قبلی توجه و تأکید بیشتر به‌سوی حجم تمرین بوده است، درحالی‌که اخیراً گزارش شده است شدت فعالیت بدنی می‌تواند بیشترین تأثیر را بر hscTnI و Nt-proBNP داشته باشد (۱۳، ۱۲). در سال‌های اخیر بررسی‌های انجام‌گرفته 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، از لحاظ آماری ارتباط معنادار و مثبتی بین شدت فعالیت و افزایش سطوح hscTnI و Nt-proBNP وجود دارد. شیو و همکاران (۲۰۱۲) عنوان کرده‌اند که شدت و حجم تمرین از اصلی‌ترین عوامل تأثیرگذار بر افزایش سطوح hscTnI و Nt-proBNP بعد از فعالیت‌های بدنی است (۱۴). اگرچه برخی یافته‌ها گزارش می‌کنند آستانه‌ای از شدت مورد نیاز است تا سطوح hscTnI و Nt-proBNP افزایش یابد (۱۵). بررسی‌های اخیر ایجس‌وگل و همکاران (۲۰۱۴) و گلن و همکاران (۲۰۱۶) نشان می‌دهد که شدت فعالیت بدنی اصلی‌ترین عامل در

1. Cardiac troponin I (cTnI)
2. N-terminal fragment of the prohormone brain natriuretic peptide (NT-proBNP)
3. Acute myocardial injury (MI)
4. Acute myocardial infarction (AMI)

افزایش سطوح hscTnI است (۱۶، ۱۲). 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، در نقطهٔ مقابل از دیدگاه سلامت قلبی باید از انجام فعالیت‌های بدنی شدید و وامانده‌ساز پرهیز کرد (۱۷). به هر حال برای اینکه سازگاری‌های فیزیولوژیکی حاصل از اجرای تمرینات مقاومتی تداوم داشته باشد، نیازمند بررسی و تنظیم جلسات تمرینی روزانه و زمان‌بندی‌شده هستیم. برای نیل به این هدف کمی‌سازی متغیرهای تمرینی در برنامه‌های زمان‌بندی‌شده می‌تواند کمک‌کننده باشد. یکی از روش‌های آسان، غیرتهاجمی و کاربردی با روایی بالا در برآورد شدت و بار کلی فعالیت بدنی مقاومتی، بهره‌گیری از مقیاس درک فشار بورگ است (۳). مشخص کردن بار کلی فعالیت بدنی با مدنظر قرار دادن ارتباط بین شدت و حجم تمرین در یک طرف و نقص عملکرد بافت میوکارد در طرف دیگر، می‌تواند با تعیین میزان حجم کلی تمرین، پاسخ ناشی از فشار واردشده به قلب را به‌درستی نمایان کند. در این تحقیق سعی شده با همسان‌سازی شدت و حجم فعالیت بدنی در دو شیوهٔ تمرینی ست‌های وامانده‌ساز در مقابل ست‌های خوشه‌ای، پاسخ عملکردی و زیستی قلب بررسی شود.

روش تحقیق

پژوهش حاضر در قالب تحقیق نیمه‌تجربی به شیوهٔ میدانی و آزمایشگاهی است که از کارآزمایی بلوک‌های تصادفی دوسوکور با شیوهٔ متقاطع و متعادل‌کننده[1] با طرح پیش‌آزمون و پایش ۳۰ دقیقه، چهار، ۱۲ و ۲۴ ساعت بعد از آزمون بهره گرفته شده 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 جهت ورود به تحقیق شامل ۱۲ نفر با میانگین سنی ۲۳/۲۰±۲/۲۵ سال، قد ۱۷۷/۴۱±۳/۷۰ سانتی‌متر، وزن ۸۳/۰۰±۷/۵۹ کیلوگرم، درصد چربی ۱/۴۹ ± ۱۱/۸۱، شاخص تودهٔ بدنی ۲۶/۶۰±۱/۴۶ کیلوگرم بر متر، مساحت سطح بدن ۰/۰۹ ± ۲/۰۱ متر مربع، سابقهٔ تمرینی ۹/۳۳±۲/۹۹ سال، زمان کلی تمرین هفتگی ۱۴/۰۸±۲/۷۷ ساعت در هفته بودند که حداقل در ۱۸ ماه گذشته تمرینات منظمی را پشت سر گذاشتند. پیش از انتخاب آزمودنی‌ها برای اجرای پژوهش ابتدا

1. Crossover design and counter-balanced

آگاهی‌های لازم دربارهٔ چگونگی انجام پژوهش شرح داده شد. پرسشنامه‌ای اطلاعاتی در خصوص سابقهٔ بیماری، تجربهٔ تمرینی، میزان فعالیت روزانه و هفتگی، عدم منع پزشکی جهت انجام فعالیت‌های ورزشی و میزان سلامتی آزمودنی‌ها کسب شد. در نهایت فرم 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.

کل فرایند تحقیق ۱۲ هفته طول کشید. ارزیابی‌ها شامل پیکرسنجی، آشنایی با مقیاس درک فشار بورگ، تعیین مقدار وزنه در زون تمرین (RM ۱۲-۱۵) و اجرای آزمون برای هر آزمودنی به‌صورت جداگانه انجام می‌گرفت. تقریباً هر آزمودنی ۱۵ تا ۱۸ روز در فرایند تحقیق مشارکت داشت. به‌علت اینکه آزمودنی‌های تحقیق تجربهٔ کافی در اجرای این نوع حرکات داشتند، با توجه به رکوردهای قبلی این افراد، وزنه‌ها به‌صورتی انتخاب شد که دامنهٔ اجرای واماندەساز آنها بین ۱۲ تا ۱۵ تکرار باشد. مرحلهٔ گرم کردن در ابتدا شروع آزمون تعیین میزان بار (RM ۱۲-۱۵) 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 این وزنه را در خارج از دامنهٔ ۱۲ تا ۱۵ تکرار اجرا کنند. برای مشخص کردن دقیق مقدار بار برای حرکات هر دو پروتکل تمرینی (جدول ۱) ابتدا آزمودنی‌ها وزنه‌های سبک تا متوسط را به تعداد ۱۰ تا ۱۲ تکرار اجرا می‌کردند. پس از دو دقیقه استراحت، در دامنهٔ ۱۲ تا ۱۵ تکرار با میزان بار متوسط تا سنگین مرحلهٔ گرم کردن انجام می‌گرفت، بعد از استراحت پنج‌دقیقه‌ای میزان وزنهٔ تعیین‌شده در دامنهٔ ۱۲ تا ۱۵ تکرار تا مرز واماندگی کانسنتریکی اجرا می‌شد؛ زمانی‌که آزمودنی در دامنهٔ مذکور به واماندگی می‌رسید، میزان مقاومت اجراشده به‌عنوان رکورد فرد در نظر گرفته می‌شد، درصورتی‌که واماندگی کانسنتریکی در خارج از دامنهٔ تکرار ۱۲ تا ۱۵ قرار می‌گرفت، بعد از استراحت پنج‌دقیقه‌ای با افزایش یا کاهش مقدار وزنه دوباره رکوردگیری انجام می‌گرفت، بیشتر آزمودنی‌ها در اجرای اول یا در نهایت در اجرای دوم با وزنهٔ به‌کاربرده‌شده به واماندگی کانسنتریکی می‌رسید. رکوردگیری‌ها برای هر آزمودنی در زون تمرینی (RM ۱۲-۱۵) به‌صورت جداگانه در روزهای مشخص انجام می‌گرفت. بعد از گذشت ۷۲ ساعت در صورت موفقیت در انجام بازآزمایی اولیه آزمودنی می‌توانست وارد فرایند اصلی آزمون شود. بین بازآزمایی اولیه و آزمون اصلی دورهٔ استراحت ۷۲ ساعته وجود داشت. همچنین بین اجرای دو پروتکل تمرینی حداقل ۷۲ ساعت فاصلهٔ زمانی وجود داشت. آزمودنی‌ها دو نوع پروتکل تمرینی

را (جدول ۱) به‌صورت دایره‌ای اجرا کردند که از الگوی عمودی یا دایره‌ای در اجرای هر دو شیوهٔ ست‌های وامانده‌ساز و خوشه‌ای بهره‌گیری شده است. در اصل شدت تمرین (میزان وزنه در زون تمرینی RM -۱۵ ۱۲) و حجم تمرین (تعداد ست‌ها و تکرارها) برای هر دو پروتکل وامانده‌ساز و خوشه‌ای متوازن شده بود. برای تعیین شاخص حجم و شاخص شدت[1]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) (۱۸).

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

شماره	نوع حرکات	مقاومت	ست‌های وامانده ساز			ست‌های خوشه‌ای		
			ست	استراحت	تکرار	ست	استراحت	تکرار
۱	اسکات از جلو (فول)	۱۵-۱۲ RM	۳	۱۲۰ ثانیه	۱۵-۱۲	۹	۴۰ ثانیه	۵-۴
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 وامانده‌ساز و خوشه‌ای 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 در نظر گرفته می‌شد. برای شیوهٔ ست‌های وامانده‌ساز اجرای حرکات با شدت (RM -۱۵ ۱۲) در سه دور با تعداد ۱۲ تا ۱۵ تکرار برای هر حرکت و برای ست‌های خوشه‌ای اجرای حرکات با شدت مشابه در نه دور با تعداد ۴ تا ۵ 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

1. Volume and intensity index

یک مرحلهٔ پایش) وجود داشت. میزان استراحت بین هر دور برای پروتکل ست‌های وامانده‌ساز ۲۴۰ ثانیه و ست‌های خوشه‌ای ۸۰ 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 خوشه‌ای‌شده بعد از هر سه دور آزمون‌های مذکور گرفته می‌شد. این عمل به‌منظور توازن در سنجش‌های هر دو پروتکل بود، زیرا سعی شده الگوی توازن حجم و شدت تمرین در سنجش‌ها رعایت شود. پس از اتمام هر یک 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 (۲۰، ۱۹).

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. فاکتورهای موردنظر از بخش سرم اندازه‌گیری شده است. برای ارزیابی سطوح cTnI از روش (CLIA)[2] و با استفاده از 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 (۲۱).

برای ارزیابی سطوح NTproBNP از روش (CLIA)[3] و 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 ۰/۴ تا ۶/۴ درصد (خطای درون‌گروهی) ۰ تا ۳/۴ درصد (خطای بین‌گروهی) و ضریب خطای کلی ۷/۶ تا ۸/۹ درصد استفاده شده که در منابع قبلی اعتبار آن تأیید شده است (۲۲). طول قد و وزن بدن آزمودنی‌ها با استفاده از قدسنج متصل به ترازوی سکا (مدل سکا ۷۰۰، ساخت آلمان)، مجهز به قدسنج، صبح

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

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 بود استفاده شد (۲۳). برای سنجش ضربان قلب از ضربان‌سنج شرکت Beurer مدل PM80 ساخت آلمان استفاده شد.

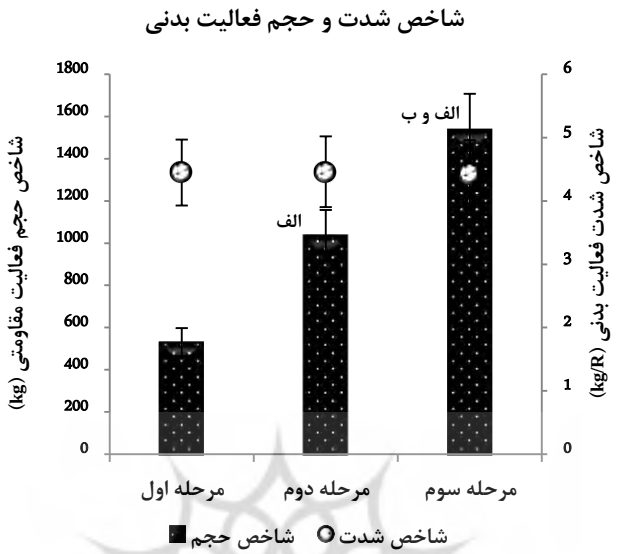
برای ارزیابی شدت دورهای تمرینی و شدت کلی جلسه از مقیاس ۲۰ نمره‌ای بورگ مقیاس تعدیل‌شدهٔ۶ تا ۲۰ نقطه‌ای استفاده شد (۲۴). این مقیاس به‌دلیل کاربردی بودن و اینکه آزمودنی‌های تحقیق آشنایی کاملی با آن داشتند، انتخاب شد، زیرا شدت برخی تمرینات قبلی آزمودنی‌ها از روی این مقیاس مشخص می‌شد. دستورالعمل استاندارد برای 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 معنای بدون هیچ فشاری و نقطهٔ ۲۰ بیشینه فشار مشخص‌شده بود. برای گروه اجرای ست‌ها تا مرز ناتوانی بعد از هر دور تمرین مقیاس مشخص می‌شد و برای گروه ست‌های خوشه‌ای بعد از هر سه دور تمرین مقیاس گرفته می‌شد. همچنین برای هر دو گروه ۳۰ دقیقه پس از اتمام تمرین فشار کلی تمرین برحسب مقیاس بورگ گرفته شد (۲۵).

روش‌های آماری

اطلاعات به‌دست‌آمده در این مطالعه براساس میانگین و انحراف استاندارد گزارش شده است. کلیهٔ عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۲۲ صورت گرفت. برای تعیین طبیعی بودن داده‌ها از آزمون شاپیرویلیک استفاده شد. به‌علاوه آزمون موچلی (Mauchly ′s) برای احراز همگنی واریانس درون‌گروهی در کلیهٔ آزمون‌ها مدنظر قرار گرفت. تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) مخلوط (مداخله × زمان) با اندازه‌های تکراری انجام گرفت. برای گزارش اختلاف میانگین‌ها (۲۶) و اندازهٔ اثر[1] اختلاف میانگین‌های از مقیاس کوهن d[2] و برای اختلاف میانگین‌ها (۲۶) و دامنهٔ آن از فاصلهٔ اطمینان (CI) ۹۵ درصد[3] استفاده شده است. مقدار خطا در سطح معناداری (P<۰/۰۵) محاسبه شد.

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

نتایج و یافته‌های پژوهش

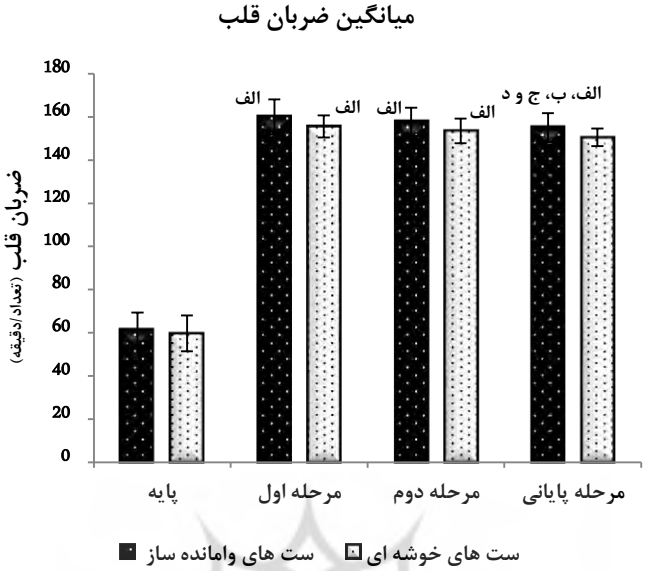


شکل ۱. نمودار شاخص شدت و حجم فعالیت بدنی

الف) تفاوت معنادار نسبت به مرحلهٔ اول (P<۰/۰۰۱). ب) تفاوت معنادار نسبت به مرحلهٔ دوم (P<۰/۰۰۱).

شاخص شدت هر دو شیوهٔ فعالیت ست‌های وامانده‌ساز و خوشه‌ای بین مراحل شدت بین مراحل مختلف پایش به شکل پایداری ثابت ماند (P=۱/۰۰۰). درحالی‌که شاخص حجم در هر دو شیوهٔ تمرینی بین مرحلهٔ اول و دوم (d=۵/۲۰، MD =۵۰۵/۴۸، {۴۶۶/۹۶ و ۵۴۴/۰۰}= ٪۹۵ CI و P=۰/۰۰۱) و بین مرحلهٔ دوم و سوم (d=۳/۳۷، MD =۵۰۲/۱۸، {۴۶۴/۰۵ و ۵۴۰/۳۱-}= ٪۹۵ CI و P=۰/۰۰۱) به شکل پایداری افزایش یافت (شکل ۱).

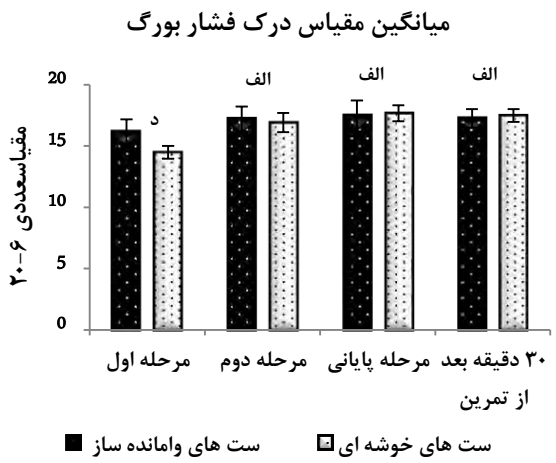
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



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

الف) تفاوت معنادار نسبت به مرحلهٔ پایه (P<۰/۰۰۱). ب) تفاوت معنادار نسبت به مرحلهٔ اول (P<۰/۰۵). ج) تفاوت معنادار نسبت به مرحلهٔ دوم (P<۰/۰۵). د) تفاوت معنادار بین دو شیوهٔ تمرین (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). آزمونی تعقیبی نشان داد؛ بین مراحل اول و دوم تفاوت معناداری در تغییرات وجود ندارد (P>۰/۰۵). بین مرحلهٔ پایانی و دوم پایش در هر دو شیوهٔ تمرینی ست‌های وامانده‌ساز (d=۰/۳۹، ۲/۶۳= MD، {۰/۱۵ و ۵/۱۰ }= ٪۹۵ .CI و P=۰/۰۳۳) و ست‌های خوشه‌ای (d=۰/۶۱، ۳/۰۰= MD، {۰/۵۳ و ۵/۴۸}= ٪۹۵ .CI و P=۰/۰۱۱) در میانگین ضربان قلب کاهش وجود داشت. به‌طوری‌که در مرحلهٔ پایانی، اختلاف میانگین بین دو شیوهٔ تمرینی (d=۰/۶۷، ۴/۵۶= MD، {۰/۳۵ و ۸/۷۷}= ٪۹۵ .CI و P=۰/۰۳۵) بیانگر کاهش بیشتر ضربان قلب در شیوهٔ ست‌های خوشه‌ای نسبت به ست‌های وامانده‌ساز است.



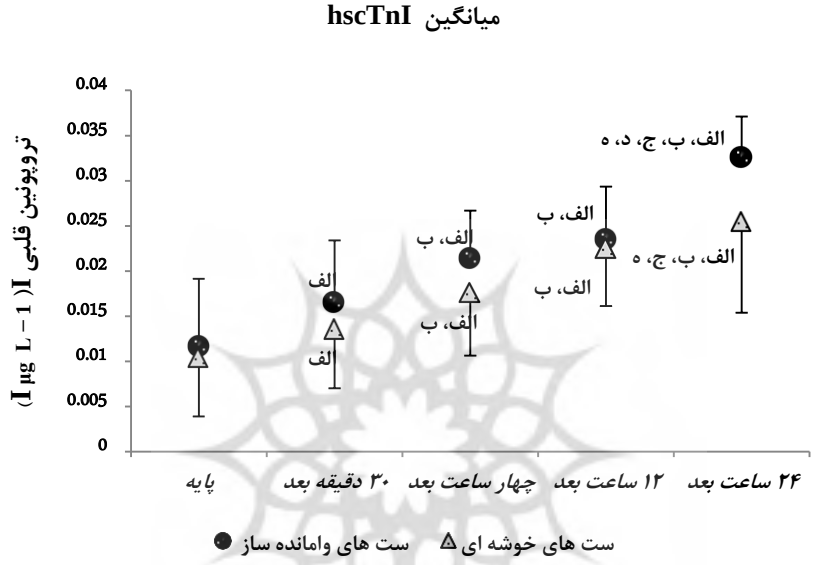
شکل ۳. نمودار میانگین مقیاس درک فشار بورگ آزمودنی‌ها طی دو نوع شیوهٔ تمرینی

الف) تفاوت معنی‌دار نسبت به مرحلهٔ اول (P<۰/۰۰۱). ب) تفاوت معنادار نسبت به مرحله دوم (P<۰/۰۵). ج) تفاوت معنادار نسبت به مرحلهٔ پایانی (P<۰/۰۵). د) تفاوت معنادار بین دو شیوهٔ تمرین (P<۰/۰۰۱).

در سه مرحلهٔ انتهایی پایش در مقایسه با مرحلهٔ اول پایش میزان درک فشار بورگ بالاتر بود (P<۰/۰۵). بیشترین میزان افزایش درک فشار در هر دو شیوهٔ تمرینی ست‌های وامانده‌ساز (d=۱/۰۳، MD = -۱/۰۴، {۰/۱۱- و ۱/۹۷-}= ٪۹۵ CI و P=۰/۰۲۲) و ست‌های خوشه‌ای (d=۳/۵۹، MD = -۲/۴۲، {۱/۴۹- و ۳/۳۵ -}= ٪۹۵ CI و P=۰/۰۰۱) بین مرحلهٔ اول تا دوم مشاهده شد، با این تفاوت که در مرحلهٔ اول پایش میزان درک فشار در شیوهٔ ست‌های وامانده‌ساز نسبت به خوشه‌ای بیشتر بود (d=۳/۵۹، MD= ۱/۶۶، {۰/۹۸ و ۲/۳۴}= ٪۹۵ CI و P=۰/۰۰۱).

در هر چهار مرحلهٔ پایش نسبت به مرحلهٔ پایه، میانگین hscTnI هر دو نوع شیوهٔ تمرینی افزایش داشت (P<۰/۰۵). در آزمون تعقیبی ست‌های وامانده‌ساز، میانگین hscTnI بین میزان پایه و ۳۰ دقیقه بعد از فعالیت (d= ۰/۶۷، MD = -۰/۰۰۵، {۰/۰۰۲- و ۰/۰۰۸-}= ٪۹۵ CI و P=۰/۰۰۱)، بین ۳۰ دقیقه و چهار ساعت بعد (d= ۰/۸۰، MD = -۰/۰۰۵، {۰/۰۰۱- و ۰/۰۰۶-}= ٪۹۵ CI و P=۰/۰۰۱) و بین ۱۲ و ۲۴ ساعت بعد (d= ۱/۷۳، MD = -۰/۰۰۹، {۰/۰۰۱- و ۰/۰۱۷-}= ٪۹۵ CI و P=۰/۰۱۴) افزایش داشت.

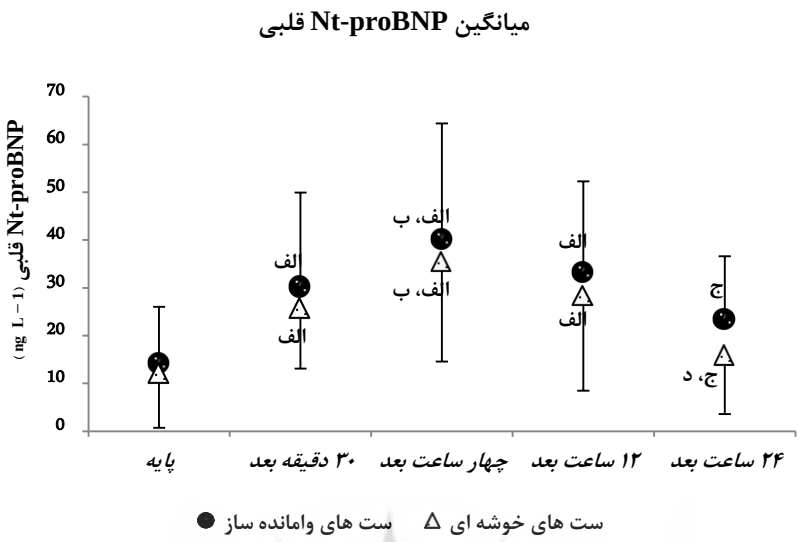
همچنین در آزمون تعقیبی ست‌های خوشه‌ای، میانگین hscTnI بین میزان پایه و ۳۰ دقیقه بعد از فعالیت (d= ۰/۴۸، MD = -۰/۰۰۳، {-۰/۰۰۳ و -۰/۰۰۶}= ٪۹۵ CI و P=۰/۰۴۳)، بین ۳۰ دقیقه و چهار ساعت بعد (d= ۰/۵۹، MD = -۰/۰۰۴، {-۰/۰۰۱ و -۰/۰۰۷}= ٪۹۵ CI و P=۰/۰۰۵) افزایش نشان داد. بین دو شیوهٔ تمرینی در پایش ۲۴ ساعت بعد (d=۰/۹۰، MD =۰/۰۰۷، {۰/۰۰ و ۰/۰۱۴}= ٪۹۵ CI و P=۰/۰۳۸) تفاوت وجود داشت که بیشترین مقدار افزایش در گروه ست‌های وامانده‌ساز بود.



شکل۴. نمودار میانگین hscTnI آزمودنی‌ها طی دو نوع شیوهٔ تمرینی

الف) تفاوت معنادار نسبت به پایه (P<۰/۰۰۱). ب) تفاوت معنادار نسبت به ۳۰ دقیقه بعد (P<۰/۰۰۱). ج) تفاوت معنادار نسبت به چهار ساعت بعد (P<۰/۰۰۱). د) تفاوت معنادار نسبت به ۱۲ ساعت بعد (P<۰/۰۰۱). ه)تفاوت معنادار بین دو شیوهٔ تمرین (P<۰/۰۰۱).

در هر دو شیوهٔ تمرین مراحل پایش ۳۰ دقیقه، چهار ساعت و ۱۲ ساعت بعد نسبت به مرحلهٔ پایه میانگین Nt-proBNP قلبی افزایش معناداری داشت (P<۰/۰۱). در آزمون تعقیبی ست‌های وامانده‌ساز بین میزان پایه و ۳۰ دقیقه بعد از فعالیت (d= ۰/۹۸، MD = -۱۵/۹۱، {-۷/۳۲ و -۲۴/۵۰}= ٪۹۵ CI و P=۰/۰۰۱) بین ۳۰ دقیقه و چهار ساعت بعد (d= ۰/۴۴، MD = -۹/۸۳، {-۰/۵۴ و -۱۹/۱۲}= ٪۹۵ CI و P=۰/۰۳۳) افزایش معنادار مشاهده شد. درحالی‌که بین چهار و ۲۴ ساعت بعد (d= ۰/۸۴، MD = ۱۶/۵۸، {۱/۲۲ و ۳۱/۹۴}= ٪۹۵ CI و P=۰/۰۲۸) مقدار میانگین Nt-proBNP قلبی کاهش نشان داد.



شکل ۵. نمودار میانگین Nt-proBNP آزمودنی‌ها طی دو پروتکل تمرینی

الف) تفاوت معنادار نسبت به پایه (P<۰/۰۰۱). ب) تفاوت معنادار نسبت به ۳۰ دقیقه بعد (P<۰/۰۱). ج) تفاوت معنادار نسبت به چهار ساعت بعد (P<۰/۰۵). د) تفاوت معنادار نسبت به ۱۲ ساعت بعد (P<۰/۰۵).

در آزمون تعقیبی ست‌های خوشه‌ای بین میزان پایه و ۳۰ دقیقه بعد از فعالیت (d= ۱/۱۳، MD= -۱۳/۶۶، ۹۵٪ CI= {-۲۲/۲۵ و -۵/۰۷} و P=۰/۰۰۱) و بین ۳۰ دقیقه و چهار ساعت بعد (d= ۰/۵۶، MD= -۹/۷۵، ۹۵٪ CI= {-۱۹/۰۳ و -۰/۴۶} و P=۰/۰۳۵) در Nt-proBNP افزایش مشاهده شد. درصورتی‌که بین ۱۲ و ۲۴ ساعت (d= ۰/۷۵، MD= ۱۲/۴۱، ۹۵٪ CI= {۲/۷۵ و ۲۲/۰۷} و P=۰/۰۰۶) و در کل بین چهار الی ۲۴ ساعت بعد (d= ۱/۱۳، MD= ۱۹/۵۸، ۹۵٪ CI= {۴/۲۲ و ۳۴/۹۴} و P=۰/۰۰۶) کاهش سریع‌تری وجود داشت. در تمامی مراحل پایش بین دو شیوهٔ تمرینی در میانگین Nt-proBNP قلبی تفاوت معناداری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعهٔ حاضر با متعادل کردن شاخص حجم و شدت، بین دو نوع شیوهٔ فعالیت مقاومتی ست‌های وامانده‌ساز و خوشه‌ای سعی بر این داشت تا پاسخ‌های زیستی قلب را طی پایش ۲۴ ساعته مطالعه کند. شاخص شدت در طول دورهای تمرینی در هر دو شیوهٔ تمرینی پیوسته در سطح پایداری قرار دارد. درحالی‌که شاخص حجم به‌طور پیوسته‌ای بین مراحل تمرین افزایش یافته است. هرچند انتظار می‌رفت

که تغییرات شاخص حجم تمرین بین مراحل تمرین یکسان باشد، با این حال شاهد بیشترین مقدار تغییر شاخص حجم تمرین بین مرحلهٔ اول و دوم با اندازهٔ اثر (d=۵/۲۰) بودیم. به‌نظر می‌رسد با پیشرفت تمرین به مرحلهٔ پایانی، آزمودنی‌ها به‌علت خستگی حرکات را در دامنهٔ پایین تکرار (در ست‌های وامانده‌ساز ۱۲ تکرار و در خوشه‌ای ۴ تکرار) اجرا کردند که همین عامل به کاهش شاخص حجم بین مراحل دوم و سوم با اندازهٔ اثر (d=۳/۳۷) در مقایسه با مرحلهٔ قبل منجر شده است. در اجرای تمرینات مقاومتی دامنهٔ شدت (۱۲-۱۵ RM) می‌تواند به‌عنوان شاخصی معتبر برای بیان شدت کاربرد داشته باشد. در هر دو شیوهٔ فعالیت مقاومتی از وضعیت پایه تا مرحلهٔ اول پایش میانگین ضربان قلب آزمودنی‌ها به نسبت بیشتری افزایش داشت، بین مرحلهٔ اول تا دوم پایش، روند پایداری مشاهده شد. درحالی‌که در بخش پایانی پایش میانگین ضربان در اجرای هر دو نوع شیوهٔ تمرین کاهش داشت که این کاهش در ست‌های خوشه‌ای با اندازهٔ اثر (d=۰/۶۱) بزرگ‌تری مشاهده شد (شکل ۲). بخشی از یافته‌های ما با گزارش‌های کرامر و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد که عنوان کردند با پیشرفت ست‌های وامانده‌ساز میزان ضربان قلب افزایش می‌یابد. بخش دیگر از یافته‌ها با این گزارش که بیشترین میزان ضربان در تکرارهای آخر ست‌های وامانده‌ساز اتفاق می‌افتد (۴)، چندان همسویی ندارد. در مطالعه‌ای دسوزا و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند بعد از اجرای شیوهٔ تمرین ست‌های وامانده‌ساز و پیکربندی‌شده ضربان قلب در دورهای پایانی تمرین کاهش می‌یابد (۲۷). این یافته‌ها همسو با نتایج ماست. در شرایطی که تمرین به‌صورت دایره‌ای با تعداد حرکات بیشتر (نه حرکت) و با استفاده از وزنه‌های آزاد صورت پذیرد، بدون در نظر گرفتن اینکه شیوهٔ تمرین ست‌های وامانده‌ساز یا خوشه‌ای است در دورهای آخر تمرین با وجود پایداری در شاخص شدت، ضربان قلب کاهش خواهد یافت. احتمال می‌رود که ست‌های خوشه‌ای به کاهش بیشتر ضربان در دورهای پایانی تمرین گرایش داشته باشند. به‌نظر می‌رسد افزایش در میزان پس بار قلب به‌طور خاص در دور پایانی ست‌های خوشه‌ای بر سازوکار فعالیت قلبی تأثیر بگذارد و قلب به‌صورت خودکار با افزایش انقباض‌پذیری خود میزان کاهش در ضربان را جبران کند (۲۸). همچنین از دید آزمودنی‌ها افزایش در تعداد ست (دورهای تمرین) ملال‌آور است که این امر می‌تواند انگیختگی لازم برای اعمال فشار بیشتر در ست‌های پایانی را کاهش دهد. مقیاس درک فشار بازتابی از شدت تمرین است که در شرایط ۳۰ دقیقه بعد از فعالیت برایندی از کل فشار فعالیت بدنی را گزارش می‌دهد (۲۹، ۲۰). برای هر دو نوع شیوهٔ تمرین، مقیاس درک فشار بورگ به‌طور خاص در مراحل پایش دوم، پایانی و ۳۰ دقیقه بعد تقریباً یکسان بود. تنها تفاوت بین دو شیوهٔ تمرین در مرحلهٔ اول پایش مشاهده شد. میزان فشار در ست‌های وامانده‌ساز با اندازهٔ اثر (۳/۵۹)

نسبت به خوشه‌ای در وضعیت بالاتری قرار داشت که این رفته‌رفته با عبور از دیگر دورهای تمرین متعادل‌تر شد. دسوزا و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که در انتهای تمرین میزان درک فشار در شیوهٔ ست‌های وامانده‌ساز نسبت به پیکربندی‌شده بیشتر است (۲۷). درحالی‌که سیلوا و همکاران (۲۰۱۴) عنوان کردند در اجرای ست‌های وامانده‌ساز به‌کارگیری مقیاس درک فشار برای پایش تمرین روش مناسبی نیست (۳۰). در شرایطی که هر دو نوع شیوه به‌طور دقیق متعادل شوند، مقیاس درک فشار ست‌های خوشه‌ای در دورهای بعد خود را به ست‌های وامانده‌ساز نزدیک می‌کنند و تفاوت بین دو شیوهٔ تمرین از بین خواهد رفت. زمانی‌که دو نوع شیوهٔ تمرینی ست‌های وامانده‌ساز در مقابل خوشه‌ای از نظر شاخص حجم، شدت و فاصلهٔ استراحت بین ست‌ها به‌طور دقیق متعادل شوند، مقیاس درک فشار، هر دو شیوه را در یک بار کلی مساوی نشان خواهد داد. در چنین مواردی جدا از اینکه از چه نوع سیستم تمرینی بهره گرفته شده است، مقیاس درک فشار قادر به تفکیک میزان فشار نیست.

الگوی افزایش hscTnI در هر دو شیوهٔ تمرینی یکسان است، با این تفاوت که در شیوهٔ ست‌های وامانده‌ساز شیب افزایش تندتر است. به‌طور خاص بین مراحل پایش ۱۲ تا ۲۴ ساعت بعد این شیب تندتر می‌شود که به تفاوت معنادار بین دو نوع شیوهٔ تمرین با اندازهٔ اثر (۰/۹) منجر شده است. گارسیا و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که بعد از ست‌های وامانده‌ساز در دامنهٔ شدت (۸-۱۰ RM) میزان hscTnI بین پایش پنج دقیقه و یک ساعت بعد از فعالیت تغییرات معناداری نسبت به سطوح پایه‌ای دارد (۳۱). همچنین در بررسی پاسکال بور و همکاران (۲۰۱۶) بر روی ورزشکاران ردهٔ ملی آلمان در رشتهٔ ورزشی قایقرانی دراگون بوت[1] بعد از اجرای فعالیت تناوبی شدید پاروزنی سطوح hscTnI به‌طور معناداری افزایش یافت (۱۳). در گزارشی ساواکوسکی و همکاران (۲۰۱۵) عنوان کردند بعد از فعالیت‌های بدنی تفریحی که در آن از تمرینات مقاومتی استفاده شده، سطوح hscTnI به‌طور معناداری افزایش یافته است (۳۲). متأسفانه شدت فعالیت بدنی در این تحقیق به‌طور دقیق مشخص نشده است. از طرفی بررسی استفانوس و همکاران (۲۰۱۵) نشان می‌دهد پس از اجرای تمرین مقاومتی میزان hscTnI تغییر نداشته است (۳۳). هرچند در این تحقیق از شیوه‌های سنجش با حساسیت بالا استفاده نشده است. همچنین بیشتر حرکات مورد استفاده در برنامهٔ فعالیت بدنی تک‌مفصله بوده و بیشتر از دستگاه به‌جای وزنه‌های آزاد استفاده شده است. در بررسی استوارت و همکاران (۲۰۱۶) مشخص شد که پس از ۶۰ دقیقه تمرین طولانی‌مدت با

1. Dragon boat

شدت بالا سطوح hscTnI به میزان ۳/۵ برابر افزایش پیدا کرده است (۱۲). به‌نظر می‌رسد بعد از فعالیت‌های بدنی مقاومتی وامانده‌ساز کانسنتریکی به‌طور خاص در دامنهٔ شدت (RM ۱۲-۱۵) مقدار hscTnI افزایش خواهد داشت که بعد از بازیافت ۲۴ ساعته امکان دارد هنوز به سطوح پایه برنگشته باشد. نکتهٔ مهم اینکه در شیوه‌های تمرینی مقاومتی که از ست‌های وامانده‌ساز با حجم تمرینی بالا استفاده می‌شود، احتمالاً بهتر است دورهٔ بازیافت بین جلسات تمرین با وزنه بیشتر از ۲۴ ساعت باشد. در هر صورت توجه نکردن به این امر و ادامهٔ تمرین روزانه بدون مدنظر قرار دادن بازیافت قلبی می‌تواند بافت میوکارد را دچار آسیب‌دیدگی کند. یافتهٔ حاضر نشان می‌دهد در طول دورهٔ بازیافت ۳۰ دقیقه‌ای در هر دو شیوهٔ فعالیت مقاومتی میزان Nt-proBNP افزایش داشته که بعد از بازیافت ۲۴ ساعت مقدار آن به سطوح پایه رسیده است. شیب این بازگشت در شیوهٔ ست‌های غیروامانده‌ساز نسبت به ست‌های خوشه‌ای تندتر است. همچنین در طول پایش ۲۴ ساعت تنها در تعداد دو نفر از ورزشکاران دامنهٔ سطوح از محدودهٔ تشخیص بالاتر از ۱۲۵ نانوگرم در لیتر (ng/l^{-1}) فراتر رفته بود. در پایش تغییرات Nt-proBNP شیب افزایش از بازهٔ زمانی ۳۰ دقیقه تا ۴ ساعت در بیشترین میزان خود قرار دارد، به‌طوری‌که اوج سطوح Nt-proBNP در پایش ۴ ساعت بعد با اندازهٔ اثر (d=۱/۳۵) در شیوهٔ ست‌های وامانده‌ساز مشاهده شد. برخی منابع بلافاصله تا ۱۵ دقیقه بعد از رقابت‌های استقامت طولانی‌مدت یا تمرینات تداومی استقامتی بیشترین میزان سطوح Nt-proBNP را گزارش کرده‌اند (۱۳، ۱۰). درحالی‌که گارسیا و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند بعد از ست‌های وامانده‌ساز در دامنهٔ شدت (RM ۸-۱۰) بیشترین میزان سطوح Nt-proBNP را می‌توان در دورهٔ بازیافت ۲۴ ساعت بعد مشاهده کرد (۳۱). به‌نظر می‌رسد نوع حرکات به‌کاربرده‌شده و حجم کلی تمرین از عوامل مؤثر در تعیین میزان افزایش سطوح Nt-proBNP در دورهٔ بازیافت است. اگرچه در مشاهدات قبلی افزایش سطوح Nt-proBNP بعد از فعالیت‌های استقامتی شدید و طولانی‌مدت گزارش شده بود (۳۴، ۱۳، ۱۰). با این حال مطالعهٔ حاضر نشان می‌دهد تمرینات مقاومتی شدید و به‌طور خاص ست‌های وامانده‌ساز می‌تواند ساختار انقباضی بافت میوکارد قلبی را تحت فشار قرار دهد که با افزایش بیشتر میانگین سطوح Nt-proBNP همراه است. به‌نظر می‌رسد دلیل خاص این امر را می‌توان در خود ماهیت سیستم ست‌های وامانده‌ساز جست‌وجو کرد، چراکه دو شیوهٔ تمرینی به‌طور دقیق از لحاظ شدت و حجم متعادل شده بودند. احتمالاً قلب با افزایش میزان انقباض‌پذیری بطنی جهت حفظ حجم تزریقی بطنی در شیوهٔ ست‌های وامانده‌ساز فشار بیشتری را تحمل می‌کند که ممکن است با تشدید استرین بیشتر در قلب و آسیب بافت میوکارد همراه باشد. اگر در تحقیقات آینده، پایش دوره‌های بازیافت ۲۴ ساعته در توالی

زمانی کوتاه‌تری بررسی شود، بهتر می‌توان بازهٔ زمانی بازیافت مناسب بعد از اجرای ست‌های وامانده‌ساز را مشخص کرد. همچنین بررسی فشار پس بار بطنی در طول اجرای شیوه‌های فعالیت مقاومتی در مشخص شدن میزان استرین بطنی کمک‌کننده خواهد بود. در کل تحقیق حاضر نشان می‌دهد زمانی‌که شدت فعالیت برای شیوه‌های متفاوتی از فعالیت‌های مقاومتی ثابت در نظر گرفته شود، 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.

نتیجه اینکه یافته‌های موجود از تأکید بیشتر بر روی حجم کلی تمرین به‌عنوان شاخص مهم و تعیین‌کننده در تحریکات تمرینی حمایت می‌کند، به‌علاوه در مواقعی که شدت فعالیت بین انواع شیوه‌های تمرینات مقاومتی ثابت باشد، شاخص حجم کلی تمرین می‌تواند اصلی‌ترین نقش در میزان بازدهی تمرین را داشته باشد.

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. Fleck SJ, Kraemer W . Designing Resistance Training Programs-4th Edition: Human Kinetics; 2014
5. Bompa T, Buzzichelli C. Periodization Training for Sports, 3E: Human Kinetics; 2015
6. 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
7. 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
8. 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

9. 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
10. 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
11. 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
12. 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
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. 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
15. 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
16. Eijsvogels T, Hoogerwerf MD, Oudegeest-Sander MH, Hopman M, Thijssen D. The impact of exercise intensity on cardiac troponin I release. Int J Cardiol. 2014;171(1):e3-4
17. 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
18. Haff GG. Quantifying workloads in resistance training: a brief review. Strength and Cond. 2010;10:31-40
19. 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
20. 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
21. 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
22. 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

23. 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
24. 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
25. Baumgartner T, Mahar M, Jackson A, Rowe D. Measurement for Evaluation in Physical Education and Exercise Science: McGraw-Hill Companies,Incorporated; 2006
26. 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
27. De Souza JC, Tibana RA, Cavaglieri CR, Vieira DCL, De Sousa NMF, Dos Santos MFA, et al. Res.istance exercise leading to failure versus not to failure: effects on cardiovascular control. BMC cardiovascular disorders. 2013;13(1):105
28. Zoladz JA. Muscle and Exercise Physiology: Elsevier Science; 2018
29. 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
30. 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
31. 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
32. 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
33. 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
34. 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

پرتال جامع علوم انسانی

The Effects of Two Types of Resistance Training on Biomarkers of Cardiac Injury in Trained Athletes

Azizeh Ahmadi [1] - Saeid Dabagh Nikookheslat [2] - Vahid Sari Saraf [3]

1.Ph.D. Student of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education, University of Tabriz ,Tabriz, Iran, [2],3. Associate Professor of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education, University of Tabriz, Tabriz, Iran

(Received:2019/07/08;Accepted:2019/09/03)

Abstract

Exhaustive resistance training is associated with rapid development of muscle and physical fitness. It is also efficient at increasing maximum power and strength of cluster sets. The aim of the present study was to investigate the effects of the activity of exhaustive and cluster sets on markers of cardiac injury. 12 active men with a mean age of 23.20±2.25 years were voluntarily selected. 2 types of training protocols (exhaustive and cluster sets) were separately conducted 4, 12 and 24 hours later with a pretest design and 30 minutes of monitoring. Both exhaustive and cluster sets included 9 exercises with weight in equal intensity zone (12-15 RM) and training volumes. The mean heart rate in the final session of training decreased in both protocols and this decrease was more obvious in cluster sets with effect size (d=0.67) (P<0.05). Rating of perceived exertion was different only in the first period of monitoring, and was higher in exhaustive sets with effect size (d=3.59) (P<0.05). Mean hscTnI showed a larger effect size (d=0.90) in exhaustive sets 24 hours after the intervention monitoring (P<0.05). During all phases of monitoring the two protocols (except for after 24-hour monitoring), cardiac Nt-proBNP was above the baseline levels. Its peak was observed 4 hours later with effective size (d=1.35) in exhaustive sets. Exhaustive resistance training increases the biomarkers of cardiac injury and 24 hours of recovery may not be sufficient. When the intensity and volume of resistance training are exactly balanced, the difference between the training systems in changing these biomarkers will be the lowest.

Keywords

Exhaustive resistance training, high sensitivity cardiac troponin I (hscTnI), N-terminal proBNP (NT-proBNP), resistance training with cluster sets, volume index.

Corresponding Author: Email: nikookheslat@tabrizu.ac.ir ; Tel: +98(0)41-33393254