DOI: 10.22122/jrrs.v13i1.2813 Published by Vesnu Publications

بررسی تأثیر غوطه‌وری در آب سرد بر شاخص‌های عصبی- عضلانی خستگی ناشی از فعالیت سرعتی تکراری؛ بخش اول

عباس حسینی[۱]، محمدرضا کردی[۲]، پریسا پورنعمتی[۳]، علی اشرف جمشیدی[۴]، ده شتی الجمور[۱]، سامان حاجی زاده[۱]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: با توجه به انجام انواع فعالیت‌های ورزشی طی مسابقات ورزشی، میزان خستگی و چگونگی کاهش آن متفاوت است. بر همین اساس، هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی میزان تغییرات مجذور میانگین ریشه (Root mean square یا RMS) و فرکانس متوسط (Median frequency یا MDF) عضلات چهارسر رانی و همسترینگ، به عنوان عوامل خستگی عصبی- عضلانی پس از غوطه‌وری در آب سرد به دنبال Repeated-sprint ability (RSA) بود.

مواد و روش‌ها: به این منظور، ۲۰ ورزشکار تمرین کرده، برای شرکت در این پژوهش انتخاب شدند. پس از انجام فعالیت سرعتی تکراری، ۱۰ نفر از آزمودنی‌ها داخل آب سرد با دمای ۱۴ درجه سانتی‌گراد و ۱۰ نفر دیگر در دمای اتاق به شکل غیر فعال قرار گرفتند. اندازه‌گیری الکترومایوگرافی (Electromyography یا EMG) حین حداکثر انقباض ارادی قبل و پس از انجام هر ست RSA و همچنین، پس از Cold water immersion (CWI) یا استراحت غیر فعال و پس از ۲۴ ساعت انجام شد.

یافته‌ها: پس از RSA در روز اول، کاهش معنی‌داری در RMS عضلات پهن جانبی [$P_{CWI} = ۰/۰۳۷$، $P_{CON} = ۰/۰۱۰$ ($P_{Control}$)] و راست رانی ($P_{CON, CWI} = ۰/۰۰۱$) رخ داد و همچنین، MDF عضله پهن جانبی تغییرات معنی‌داری ($P_{CWI} = ۰/۱۰۰$ و $P_{CON} = ۰/۸۵۰$) طی فعالیت سرعتی تکراری نداشت، در حالی که مقادیر MDF عضله راست رانی، به طور مستقیم پس از آب سرد ($P < ۰/۰۰۱$) و در آخرین ست روز دوم ($P = ۰/۰۳۰$) کاهش معنی‌داری را نشان داد.

نتیجه‌گیری: این پژوهش نشان داد که غوطه‌وری در آب سرد، در مقایسه با ریکاوری غیر فعال، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد عصبی- عضلانی ندارد.

کلید واژه‌ها: فعالیت سرعتی تکراری، غوطه‌وری در آب سرد، خستگی عصبی- عضلانی

ارجاع: حسینی عباس، کردی محمدرضا، پورنعمتی پریسا، جمشیدی علی اشرف، الجمور ده شتی، حاجی زاده سامان. **بررسی تأثیر غوطه‌وری در آب سرد بر شاخص‌های عصبی- عضلانی خستگی ناشی از فعالیت سرعتی تکراری؛ بخش اول.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۶؛ ۱۳ (۱): ۳۵-۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۱۵

مقدمه

خستگی عضلانی در انسان که با عنوان از دست دادن حداکثر ظرفیت تولید نیرو تعریف شده است، به دلایل مختلفی می‌تواند گسترش یابد. دلایل خستگی عضلانی پیچیده است، اما به طور اساسی، خستگی، مرکزی و محیطی می‌باشد. فعالیت ورزشی سرعتی تکراری (Repeated sprint ability یا RSA) وهله‌های سرعتی کمتر از ۱۰ ثانیه و استراحت‌های کمتر از ۶۰ ثانیه بین هر وهله می‌باشد (۱). نشان داده شده است که طی RSA شدید بر روی دوچرخه کارسنج (Ergometer)، چنانچه تعداد کارهای سرعتی تناوبی افزایش یابد، بیشینه ظرفیت تولید توان کاهش می‌یابد. این کاهش در ظرفیت، به دلیل ترکیبی از عوامل سوخت و سازی و مکانیکی است که به خستگی عصبی- عضلانی منجر می‌شود (۱).

در پژوهش Pearcey و همکاران، کاهش معنی‌داری در بیشینه انقباض ارادی (Maximal voluntary contraction یا MVC) پس از RSA رخ داد (۲). پژوهش Faiss و همکاران، نشان داد که نیروی عضلات باز کننده زانو با اجرای یک MVC بعد از فعالیت سرعتی کاهش می‌یابد. این کاهش نیرو، هیچ تغییری در فعال‌سازی ارادی ایجاد نکرد و نشان می‌دهد که کاهش در نیروی ارادی، به طور عمده به دلیل خستگی محیطی می‌باشد (۲). بر اساس اطلاعات به دست آمده از الکترومایوگرافی (Electromyography یا EMG)، شاخص‌های عصبی خستگی طی انقباض‌های ایستای طولانی مدت تغییر می‌کنند. بر همین اساس، بیان کردند که افزایش RMS و تمایل طیفی EMG به سمت فرکانس‌های پایین‌تر، نشانگر خستگی عضلانی می‌باشد. البته، هیچ اختلافی بین RMS و MDF بین

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲- دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۳- استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۴- دانشیار، مرکز تحقیقات اختلالات اسکلتی و عضلانی و گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توان‌بخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
نویسنده مسؤول: محمدرضا کردی Email: mr.kordi@ut.ac.ir

انقباض‌های زیر بیشینه ایستا (۱۰-۹ درصد MVC) یافت نشد (۲).

محققان به طور معمول، از شیب MDF و دامنه آن برای بیان تغییر در حجم فرکانس‌های به دست آمده از EMG استفاده می‌کنند تا بتوانند حضور خستگی عضلانی را دقیق‌تر به نمایش بگذارند. در این فرایند، بسیار مهم است که مشخص شود، چه طور MDF پایانی و دامنه EMG با MDF اولیه و دامنه اولیه EMG رابطه دارند. به طور کلی، هر قدر میزان MDF کمتر باشد، میزان خستگی بیشتر خواهد بود (۳).

RSA یکی از اجزای جدا نشدنی بیشتر فعالیت‌های ورزشی و یکی از مهم‌ترین مباحث سال‌های گذشته در تحقیقات میزان بروز خستگی و سرعت ریکاوری پس از اجرای این نوع فعالیت‌ها می‌باشد (۱). به همین دلیل، بحث استفاده ورزشکاران از روش‌های مختلف ریکاوری فراگیر شده است. یکی از این روش‌ها، غوطه‌وری در آب سرد (Cold water immersion یا CWI) می‌باشد.

امروزه، از سرمادرمانی در زمینه پزشکی- ورزشی برای سرعت بخشیدن به ریکاوری و بهبود عملکرد ورزشی پس از فعالیت ورزشی شدید استفاده می‌شود. در همین ارتباط، محبوب‌ترین روش‌های سرمادرمانی در ورزش‌های مختلف کمپرس یخ، CWI و سرمادرمانی تمام بدن می‌باشند (۴). در مقایسه با روش‌های دیگر، در ورزش، به دلیل تأثیرات مثبت و هزینه کم، استفاده از CWI بسیار معمول و محبوب می‌باشد و به نظر می‌رسد استفاده از این روش، روند ریکاوری را بهبود می‌بخشد (۵). قرار گرفتن در سرما، موجب از دست دادن مایعات و ۵-۲ درصد از وزن بدن، پر ادراری و مصرف داوطلبانه مایعات می‌شود که نشان می‌دهد در زمانی که فرد در شرایط بی‌تحرکی در سرما قرار گیرد، افزایش انقباض عروقی حاصل خواهد شد. با CWI، افزایش جریان خون مرکزی به افزایش حجم ضربه‌ای و برون‌ده قلبی نیز منجر می‌شود (۵-۴).

همچنین، CWI، موجب فواید درون سلولی و برون سلولی، انتقال مایعات، کاهش ورم بافتی، افزایش برون‌ده قلبی، افزایش جریان خون و نیز افزایش حجم پلاسما به دلیل تمایل خروج مایعات بین سلولی به جریان خون می‌شود که همگی موجب انتقال سریع‌تر مواد زاید (مانند لاکتات) به خارج از عضلات می‌شود (۵-۴). فرو بردن تمام بدن در آب سرد پس از فعالیت، فعالیت واگ قلبی را افزایش می‌دهد و از این طریق، تأثیرات مثبتی بر سیستم کنترلی خودکار قلب می‌گذارد (۴)، اما با وجود این، تأثیرات آن بر بازگشت عملکرد، نامشخص می‌باشد. بر اساس مطالعات قبلی، دمای آب استفاده شده در این روش ریکاوری ممکن است از صفر تا ۱۴ درجه سانتی‌گراد و زمان قرارگیری در آب سرد از چندین ثانیه تا چندین دقیقه متغیر باشد (۶). گزارش شده است که دمای کمتر یا مساوی ۱۵ درجه سانتی‌گراد، به احتمال زیاد، مناسب‌ترین دما برای استفاده در حوضچه‌های آب سرد خواهد بود (۵)، اما با این وجود، هیچ شیوه‌نامه و روش استفاده ویژه و مشخصی تا کنون برای آن ذکر نشده است (۵). به طور کلی، آب سرد به دمایی اطلاق می‌شود که درد ناشی از سرما در عضلات و پوست احساس شود و این دما، حدود ۱۵ درجه سانتی‌گراد است(۷). در نتیجه، هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی تأثیر ریکاوری آب سرد بر شاخص‌های عصبی- عضلانی به دست آمده از دستگاه EMG به دنبال رکاب زدن سریع و تکراری در مردان فوتبالیست بوده است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه، پژوهشی نیمه تجربی با دو گروه مورد و شاهد بود که در آن، تأثیر متغیر مستقل (غوطه‌وری در آب سرد) پس از RSA بر متغیرهای وابسته (RMS و MDF عضلات منتخب) مورد بررسی قرار گرفت. مراحل مختلف این مطالعه، به تأیید کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی با شماره مجوز IR.SSRC.REC.1396.147 رسید.

آزمودنی‌ها: جامعه آماری این پژوهش را ورزشکاران تمرین کرده تشکیل دادند و تعداد نمونه نیز ۲۰ مورد بود که برای شرکت در این پژوهش به شکل داوطلبانه و در دسترس انتخاب شدند؛ بدین صورت که تعداد ۲۰ نفر فوتبالیست دانشگاهی حاضر در تیم‌های مختلف دانشگاه تهران به این مطالعه دعوت شدند. سپس، مراحل پژوهش برای آن‌ها توضیح داده شد و از آن‌ها رضایت‌نامه شرکت در پژوهش دریافت گردید. پس از آن، آزمودنی‌ها به شکل تصادفی، به دو گروه ۱۰ نفره مورد (غوطه‌وری در آب سرد یا CWI) و شاهد (Control یا CON) تقسیم شدند.

روش انجام پژوهش: آزمودنی‌ها در هر روز از ساعت ۱۱-۸ در آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه شهید بهشتی حضور داشتند. در ابتدای حضور هر یک از آزمودنی‌ها، با قرار گرفتن روی دستگاه سیستم آیزوکینتیک مدل 4 PRO محصول شرکت Biodex کشور آمریکا، MVC آنان در زاویه ۷۵ درجه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری MVC، ابتدا هر آزمودنی روی دستگاه ایزوکینتیک قرار گرفت و اشتقاق‌های دستگاه EMG بر روی محل‌های تعیین شده عضلات باز کننده مفصل زانو (راست رانی و پهن جانبی) و عضله تا کننده مفصل زانو (دو سر رانی) قرار داده شد. سپس، در زاویه ۷۵ درجه، آزمودنی تمام نیروی خود انقباض ایزومتریک را اعمال می‌کرد که به طور تقریبی پس از ۵ ثانیه، فرد توانایی اعمال نیروی بیشینه خود را داشت. به فاصله ۶۰ ثانیه، برای دومین بار، این آزمون تکرار شد و بیشترین نیرو به عنوان MVC فرد در نظر گرفته شد (۸). سپس، فرایند انجام آزمون RSA شروع شد. در ابتدا، فرد بر روی دوچرخه کارسنج مدل 894E محصول شرکت Monark کشور سوئد قرار گرفت و به مدت ۵ دقیقه با بار کار یک وات به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن، رکاب زد. پس از آن، مرحله اصلی RSA آغاز شد که شامل ۴ ست با ۸ تکرار ۷ ثانیه‌ای رکاب‌زنی با تمام توان و ۲۳ ثانیه استراحت غیر فعال بود. با پایان یافتن هر ست، طی ۵ دقیقه استراحت، MVC آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد (۹). پس از آن، گروه شاهد به حالت نشسته روی صندلی قرار گرفتند، اما گروه مورد به مدت ۱۲ دقیقه و تا عمقی تا محدوده زایده خاجی در آب ۱۴ درجه سانتی‌گراد در مخزن آب سرد قرار گرفتند (۱۰). ۱۵ دقیقه پس از CWI، MVC اندازه‌گیری (۴) و با اطلاعات قبلی مقایسه شد. سپس، ۲۴ ساعت بعد از آخرین MVC، بار دیگر کل مراحل شیوه‌نامه تا قبل از ریکاوری انجام شد و اطلاعات مربوط، ثبت و با شیوه‌نامه روز اول مقایسه شد.

دستگاه الکترومایوگرافی: همزمان با ثبت بیشینه نیرو طی آزمون MVC اطلاعات EMG عضله نیز با استفاده از نرم‌افزار مگاوین ME6000 مدل MT-M6T16 ثبت می‌شد. سپس، برای تجزیه و تحلیل آن از همین نرم‌افزار و نرم‌افزار MATLAB ۲۰۱۵b استفاده شد. به منظور ثبت اطلاعات، ابتدا محل الکترودگذاری با حذف موهای زاید و آغشتگی با الکل تمیز گردید. الکترودها به طور موازی با جهت تارهای عضلانی و به فاصله ۲ سانتی‌متر (مرکز تا مرکز) از هم بر روی برآمدگی مرکز عضله قرار داده شدند و الکترودهای خنثی نیز روی زواید استخوانی متصل شدند. داده‌های EMG این پژوهش با پهنای باند ۵۰۰-۲۰ هرتز فیلتر شدند و نسبت حذف حالت عادی ۸۷ دسی‌بل و نرخ

http://jrrs.mui.ac.ir

نمونه‌برداری و جمع‌آوری ۱۰۰۰ هرتز بوده است. بیشترین فعالیت RMS ۵۰۰ میلی‌ثانیه قبل و بعد از نقطه اوج محاسبه شد (۱۱). همچنین، MDF طی ۱۱ بازه ۵۱۲ میلی‌ثانیه‌ای و برای ۳ ثانیه محاسبه شد. بدین صورت که یک ثانیه ابتدایی و انتهایی، حذف و ۵۱۲ میلی‌ثانیه ابتدایی به عنوان بازه اول در نظر گرفته شد و بازه بعدی از وسط این بازه (از نقطه زمانی ۲۵۶ میلی‌ثانیه) شروع و در مجموع، میانگین MDF این ۱۱ بازه در نظر گرفته می‌شد (۱۲). برای ثبت سیگنال‌های الکترومایوگرافی، از الکترودهای سطحی یک بار مصرف مدل SKINTACT ساخت کشور استرالیا استفاده شد. این الکترودها، از طریق یک واسط هادی ژل مانند که دارای ترکیب نقره/کلرید نقره می‌باشد، امواج را از روی پوست دریافت می‌کنند.

روش آماری: از آزمون‌های Shapiro–Wilk و Levene برای نشان دادن طبیعی بودن توزیع داده‌های فعالیت RMS و MDF در هر ۱۱ مرحله و تجانس واریانس استفاده شده است و همچنین، آزمون Independent t برای نشان دادن اختلاف معنی‌دار بین میانگین گروه‌ها قبل از فعالیت اصلی مورد استفاده قرار گرفت. بر همین اساس، به منظور تجزیه و تحلیل تغییرات درون هر گروه، از آزمون آماری Repeated measures ANOVA و به منظور بررسی تغییرات بین دو گروه، از آزمون آماری One-way ANOVA استفاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۱ (version 21, IBM Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. توان آزمون با استفاده از نرم‌افزار G*power 3.0 محاسبه گردید. سطح معنی‌داری $P < ۰/۰۵۰$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

۲۰ ورزشکار تمرین کرده، که مشخصات آنتروپومتریک آن‌ها در جدول ۱ ارایه شده است، برای شرکت در این پژوهش انتخاب شدند. توان مطالعه حاضر، در مقایسه‌های مختلف حداقل ۰/۹۰ بود.

اطلاعات مربوط به تغییرات RMS و MDF عضلات دوسر رانی، راست رانی و پهن جانبی در ۱۱ مرحله اندازه‌گیری در جدول ۲ آمده است.

نتایج آزمون Repeated measures ANOVA نشان داد که RSA بر میزان RMS عضله پهن جانبی (Vastus laterialis یا VL) در گروه مورد ($P = ۰/۰۳۷$) و گروه شاهد ($P = ۰/۰۱۰$) و عضله راست رانی (Rectus femoris یا RF) در گروه مورد ($P < ۰/۰۰۱$) و گروه شاهد ($P < ۰/۰۰۱$) تأثیر معنی‌داری داشت، اما بر میزان RMS عضله دو سر رانی (Biceps femoris یا BF) در گروه مورد ($P = ۰/۹۹۹$) و گروه شاهد ($P > ۰/۹۹۹$) تأثیر معنی‌داری نداشت. (شکل ۱).

نتایج آزمون تعقیبی Bonferroni correction برای نشان دادن جایگاه تفاوت‌ها در مراحل اندازه‌گیری حاکی از این بود که در گروه مورد و شاهد در مراحل ۴، ۵، ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱ در مقایسه با مرحله پیش‌آزمون (مرحله ۱) برای عضله VL و در گروه مورد در مراحل ۳، ۴، ۵، ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱ و در گروه شاهد در مراحل ۳، ۴، ۵، ۹، ۱۰ و ۱۱ در مقایسه با مرحله پیش‌آزمون (مرحله ۱) برای عضله RF کاهش معنی‌داری داشت، اما بلافاصله بعد از CWI، میزان RMS عضلات VL و RF تغییر معنی‌داری نداشت (مرحله ۶). نتایج آزمون One-way ANOVA برای مقایسه بین گروه‌ها در تمامی ۱۱ مرحله، حاکی از عدم وجود تفاوت معنی‌دار در میزان RMS عضله VL ($P = ۰/۳۴۰$)، عضله BF ($P = ۰/۰۹۹$) و عضله RF ($P = ۰/۹۰۰$) بود؛ یعنی بین گروه‌های مورد و شاهد در میزان تغییرات احتمالی RMS عضله VL تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

نتایج آزمون Repeated measures ANOVA نشان داد که RSA بر میزان MDF عضله VL در گروه مورد ($P = ۰/۱۰۰$) و گروه شاهد ($P = ۰/۸۵۰$) و عضله BF در گروه مورد ($P = ۰/۱۹۰$) و گروه شاهد ($P = ۰/۴۵۰$) و در گروه شاهد ($P = ۰/۷۴۵$) برای عضله RF تأثیر معنی‌داری نداشت، اما بر میزان MDF عضله RF در گروه مورد ($P = ۰/۰۰۹$) تأثیر معنی‌داری داشت. نتایج آزمون One-way ANOVA برای مقایسه بین گروه‌ها در تمامی ۱۱ مرحله، حاکی از عدم وجود تفاوت معنی‌دار در میزان MDF عضله VL ($P = ۰/۸۴۰$) و عضله BF بود ($P = ۰/۵۵۰$)؛ یعنی بین گروه‌های مورد و شاهد در میزان تغییرات احتمالی MDF عضلات VL و RF تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

نتایج آزمون تعقیبی Bonferroni correction برای نشان دادن جایگاه تفاوت‌ها در مراحل اندازه‌گیری، حاکی از این بود که در عضله RF گروه مورد در مرحله ۶ (بلافاصله بعد از CWI) در مقایسه با مرحله پیش‌آزمون (مرحله ۱) کاهش معنی‌داری داشت. نتایج آزمون One-way ANOVA برای مقایسه بین گروه‌ها حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار در میزان MDF عضله RF در مرحله ۶ ($P = ۰/۰۰۱$) و مرحله ۱۱ ($P = ۰/۰۳۰$) بود؛ بدان معنا که بین گروه‌های مورد و شاهد در میزان تغییرات احتمالی MDF عضله RF بلافاصله بعد از CWI و آخرین مرحله MVC روز دوم، تفاوت معنی‌داری وجود داشت.

بحث

مهم‌ترین یافته پژوهش حاضر این بود که پس از آزمون RSA در روز اول، کاهش معنی‌داری در RMS عضلات منتخب رخ داد، اما غوطه‌وری در آب سرد نیز تأثیری بر بازگشت به حالت اولیه آن نداشت و همچنین، MDF عضله VL تغییرات معنی‌داری طی فعالیت RSA نداشت، در حالی که MDF-RF به طور مستقیم پس از CWI و در آخرین ست روز دوم کاهش معنی‌داری را نشان داد. همچنین، تغییرات معنی‌داری در RMS-BF و MDF-BF دیده نشد.

در رابطه با پاسخ عصبی– عضلانی به فعالیت RSA، به دلیل این که انجام یک فعالیت ورزشی سرعتی وابسته به راه‌اندازی عصبی در سطح بالایی می‌باشد، ناتوانی در فعال‌سازی کامل انقباضی عضله، که با EMG سطحی ارزیابی می‌شود، تولید نیرو و توانایی اجرای RSA را کاهش می‌دهد. مطالعات قبلی نشان دادند که در خستگی خفیف، سطح ثابتی از فعال‌سازی عصبی در خلال RSA وجود دارد، اما وقتی خستگی بیشتر است، یک کاهش هم‌زمان در اجرای مکانیکی و دامنه سیگنال‌های EMG همواره گزارش شده است (۱).

جدول ۱. مشخصات آنتروپومتریک و آمادگی آزمودنی‌ها

گروه	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع)	VO2max (میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه)
مورد	۲۲/۱۶ ± ۲/۳۶	۱۷۴/۱۶ ± ۵/۶۳	۶۷/۲۰ ± ۶/۶۶	۲۲/۲۰ ± ۱/۷۵	۵۳/۲۴ ± ۳/۹۱
شاهد	۲۱/۳۳ ± ۲/۰۶	۱۷۴/۳۳ ± ۵/۱۶	۶۸/۹۳ ± ۳/۲۶	۲۲/۵۴ ± ۱/۶۸	۵۲/۶۸ ± ۱/۷۶

http://jrrs.mui.ac.ir

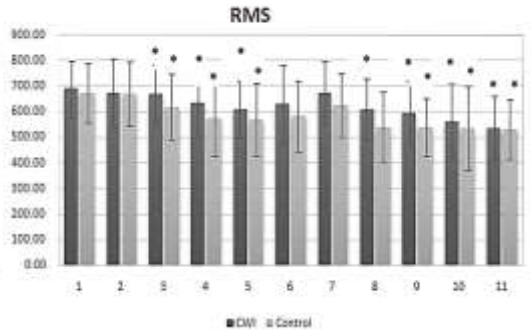
جدول ۲. میزان Root mean square (RMS) و Median frequency (MDF) عضلات پهن جانبی، راست رانی و دوسر رانی بر اساس گروه‌بندی آزمودنی‌ها و مراحل مختلف آزمون

متغیر	گروه	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)	(۷)	(۸)	(۹)	(۱۰)	(۱۱)
RMS VL (uV)	مورد	۶۰۹ ± ۲۲۴	۵۶۷ ± ۱۸۸	۵۶۰ ± ۲۱۴	۵۳۵ ± ۱۹۳	۵۳۱ ± ۲۱۱	۵۴۲ ± ۲۵۳	۵۶۳ ± ۱۸۴	۵۳۴ ± ۱۹۸	۵۰۵ ± ۱۲۴	۴۸۰ ± ۱۴۵	۴۶۸ ± ۱۲۵
	شاهد	۶۷۷ ± ۱۱۵	۶۶۵ ± ۲۲۴	۵۹۸ ± ۱۵۹	۵۷۳ ± ۱۷۴	۵۳۶ ± ۱۴۲	۵۷۱ ± ۱۳۷	۵۸۳ ± ۱۷۵	۴۷۶ ± ۱۸۶	۴۷۷ ± ۲۱۳	۴۶۰ ± ۱۹۷	۴۴۷ ± ۱۶۹
RMS RF(uV)	مورد	۶۹۲ ± ۹۷	۶۷۴ ± ۱۶۷	۶۷۰ ± ۱۲۱	۶۴۰ ± ۱۰۰	۶۱۶ ± ۱۷۹	۶۴۰ ± ۱۰۱	۶۷۴ ± ۱۶۹	۶۱۷ ± ۱۶۰	۵۹۶ ± ۱۶۹	۵۷۷ ± ۱۵۲	۵۳۸ ± ۱۳۵
	شاهد	۶۷۰ ± ۱۲۵	۶۵۸ ± ۱۴۷	۶۱۱ ± ۱۱۸	۵۷۵ ± ۱۳۷	۵۶۶ ± ۱۵۴	۵۸۳ ± ۱۵۳	۶۰۵ ± ۱۶۲	۵۴۰ ± ۱۲۵	۵۳۶ ± ۱۱۵	۵۲۹ ± ۱۶۵	۵۲۷ ± ۱۴۸
RMS BF(uV)	مورد	۶۵ ± ۳۵	۶۸ ± ۳۵	۷۲ ± ۳۰	۷۲ ± ۲۹	۷۲ ± ۳۹	۷۴ ± ۳۲	۶۸ ± ۳۲	۶۷ ± ۴۳	۷۱ ± ۴۰	۷۱ ± ۳۳	۷۰ ± ۴۱
	شاهد	۶۶ ± ۳۴	۷۰ ± ۲۳	۷۲ ± ۲۰	۷۱ ± ۳۱	۷۱ ± ۳۳	۷۳ ± ۲۸	۶۹ ± ۲۶	۶۹ ± ۳۱	۷۲ ± ۲۹	۷۲ ± ۲۶	۷۱ ± ۳۰
MDF VL(Hz)	مورد	۷۰ ± ۵	۷۰ ± ۵	۶۷ ± ۵	۶۴ ± ۷	۶۴ ± ۷	۶۷ ± ۴	۶۸ ± ۵	۶۶ ± ۶	۶۵ ± ۷	۶۴ ± ۴	۶۳ ± ۷
	شاهد	۷۱ ± ۱۴	۷۰ ± ۱۳	۶۸ ± ۱۲	۶۵ ± ۱۱	۶۵ ± ۱۱	۶۷ ± ۱۱	۷۰ ± ۱۵	۶۷ ± ۱۰	۶۶ ± ۱۱	۶۶ ± ۱۰	۶۶ ± ۱۱
MDF RF(Hz)	مورد	۷۴ ± ۴	۶۸ ± ۶	۶۹ ± ۷	۷۲ ± ۷	۷۱ ± ۹	۶۷ ± ۳	۷۲ ± ۶	۷۱ ± ۶	۷۱ ± ۴	۷۰ ± ۴	۷۱ ± ۴
	شاهد	۷۳ ± ۳	۷۰ ± ۳	۷۲ ± ۵	۷۴ ± ۶	۷۵ ± ۸	۷۴ ± ۲	۷۵ ± ۴	۷۲ ± ۵	۷۳ ± ۵	۷۳ ± ۵	۷۷ ± ۵
MDF BF(Hz)	مورد	۸۵ ± ۱۷	۷۹ ± ۲۲	۷۷ ± ۱۷	۷۸ ± ۱۴	۷۷ ± ۱۳	۸۲ ± ۲۱	۸۶ ± ۱۸	۸۲ ± ۱۴	۷۸ ± ۱۶	۷۷ ± ۱۶	۷۵ ± ۱۳
	شاهد	۸۳ ± ۱۳	۷۶ ± ۱۷	۷۸ ± ۱۱	۷۸ ± ۱۲	۸۳ ± ۱۶	۸۶ ± ۲۰	۷۹ ± ۲۱	۸۲ ±۲۳	۸۳ ±۲۲	۸۱ ±۱۹	۸۱ ± ۱۸

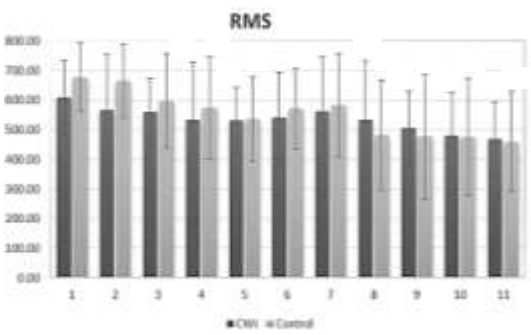
(۱) قبل از شروع Repeated-sprint activity (RSA)؛ (۲) پس از ست اول RSA؛ (۳) پس از ست دوم RSA؛ (۴) پس از ست سوم RSA؛ (۵) پس از ست چهارم RSA؛ (۶) پس از آب سرد یا استراحت غیر فعال؛ (۷) ۲۴ ساعت پس از فعالیت سرعتی؛ (۸) پس از ست اول RSA دوم؛ (۹) پس از ست دوم RSA دوم؛ (۱۰) پس از ست سوم RSA دوم؛ (۱۱) پس از ست چهارم RSA دوم

RSA: Repeated-sprint ability; VL: Vastus laterialis; RF: Rectus femoris; BF: Biceps femoris; MDF: Median frequency

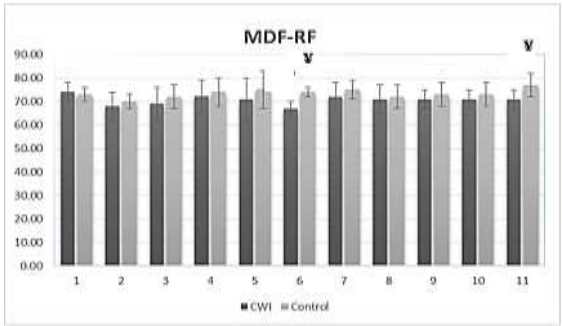
عضله راست رانی- RMS



عضله پهن جانبی- RMS



عضله راست رانی ـ MDF



شکل ۱. نمودارهای تغییرات عوامل عصبی- عضلانی خستگی شامل (۱) قبل از شروع RSA؛ (۲) پس از ست اول RSA؛ (۳) پس از ست دوم RSA؛ (۴) پس از ست سوم RSA؛ (۵) پس از ست چهارم RSA؛ (۶) پس از آب سرد یا استراحت غیر فعال؛ (۷) ۲۴ ساعت پس از فعالیت سرعتی؛ (۸) پس از ست اول RSA دوم؛ (۹) پس از ست دوم RSA دوم؛ (۱۰) پس از ست سوم RSA دوم؛ (۱۱) پس از ست چهارم RSA دوم.

* تغییر معنی‌دار در مقایسه با قبل از فعالیت سرعتی تکراری. ¥ تغییر معنی‌دار در مقایسه با گروه شاهد ($P < ۰/۰۵۰$). RMS: Root mean square; RSA: Repeated-sprint ability

http://jrrs.mui.ac.ir

در پژوهش حاضر نیز همین اتفاق روی داد؛ به طوری که RMS پس از ست‌های دوم، سوم و چهارم به میزان معنی‌داری نسبت به قبل از شروع فعالیت کاهش داشت و طی روز دوم نیز پس از ست اول فعالیت، کاهش معنی‌داری دیده شد که این کاهش‌ها در هر دو روز در دو گروه مورد و شاهد یکسان بود (۱۳). این امر، پیشنهاد می‌کند که در شرایط خستگی، ناتوانی در فعال‌سازی کامل عضلات انقباضی، می‌تواند عامل مهمی در رابطه با خستگی در خلال RSA باشد (۱۴، ۱). تغییر در مقادیر MDF (در خلال MVC) به سمت فرکانس‌های پایین‌تر نیز پس از RSA ممکن است ناشی از دخالت تارهای نوع اول در تولید نیرو به دلیل خستگی پذیری بیشتر تارهای نوع دو در جریان RSA باشد (۱۶-۱۵). بر همین اساس، نشان داده شده است که در خلال RSA، خستگی بیشتر به کاهش فراخوانی واحدهای حرکتی تند انقباض مربوط است (۱).

از طرف دیگر، طی فعالیت‌های سرعتی تکراری کوتاه، MDF کمتر از RMS تحت تأثیر قرار می‌گیرد و با سرعت بیشتری به حالت اولیه خود باز می‌گردد (۱۱). پس در مطالعه حاضر، طبیعی است که RMS بیشتر از MDF تحت تأثیر فعالیت RSA قرار گیرد و همچنین، با توجه به عدم تغییرات MDF و تغییرات MVC، می‌توان گفت که احتمال می‌رود نوع خستگی از نوع محیطی بوده است. با این وجود، در مطالعات دیگر عنوان شده است که MDF نشانگر خستگی مرکزی و انتقال به کارگیری نوع فیبر عضلانی نمی‌باشد؛ بر عکس، این MVC است که می‌تواند شاخصی از به کارگیری مرکزی باشد (۱۷).

از سوی دیگر، یکی از دلایل عدم تغییرات معنی‌دار MDF، یافته‌های مطالعه Petrofsky و Lind می‌باشد مبنی بر این که افزایش دمای درون سلولی، می‌تواند باعث افزایش طیفی سیگنال EMG سطحی، تغییر طیف به سمت تواترهای بالاتر یا افزایش تواتر میانگین شود (۱۸، ۳). به دنبال آن، طی فعالیت ورزشی خستگی‌آور، دو اثر متضاد بر اجزای طیف سیگنال EMG شامل تأثیرات منتج از خستگی عضله که باعث کاهش در فرکانس میانگین می‌شود و نیز اثرات افزایش دمای درون سلولی به دلیل فعالیت ورزشی که باعث افزایش فرکانس میانگین می‌شود، می‌باشد. ممکن است طی بعضی از فعالیت‌های ورزشی، این دو اثر همدیگر را خنثی کنند و کاهش‌های دیده شده در MF غیر معنی‌دار باشد (۳). بنابراین، می‌توان گفت که هر عاملی مانند CWI با کاهش دمای عضله، می‌تواند سرعت هدایت عصب، فعالیت دوک عضلانی، پاسخ بازتاب کششی، اسپاسم و در نتیجه، مهار چرخه درد- اسپاسم را کاهش دهد (۱۹). به طور کلی، آثار واقعی CWI هنوز کامل مشخص نشده است، اما گمان می‌رود که این روش، قادر به کاهش نفوذپذیری مویرگی و لنفاوی است که منجر به کاهش انتشار مایعات می‌شود و به کاهش فرایند التهاب ایجاد شده در اثر تمرین کمک می‌کند (۱۹). این روش، همچنین می‌تواند سرعت انتقال عصبی و اسپاسم عضلانی را کم کند (۸). CWI می‌تواند بر تبادل بین Ca^{2+} و Na^{+} در سلول‌های عصبی اثر بگذارد که ممکن است به تأخیر در تولید پتانسیل عمل، کاهش سرعت انقباض، کاهش نیروی انقباضی پویا به میزان ۶-۴ درصد به ازای هر ۱ درجه سانتی‌گراد کاهش دما بینجامد. در صورتی که تمرین بلافاصله پس از CWI اجرا شود، این تغییرات ممکن است منجر به کاهش عملکرد ورزشی گردد (۱۹). گزارش شده است که CWI در مقایسه با بازیافت غیر فعال، بر عملکرد عصبی- عضلانی اثرات منفی می‌گذارد و در نتیجه آن، کاهش ۱۳ درصدی در نیروی بیشینه ارادی ایزومتریک تا ۹۰ دقیقه پس از یک دوچرخه سواری تایم‌تریل مشاهده شد. به تازگی، گزارش شده است که CWI به دنبال فعالیت ورزشی در گرما، سطح عملکرد ورزشی بعدی را حفظ می‌کند (۲۰، ۸).

با وجود پژوهش‌هایی که عنوان داشته‌اند CWI اثرات سودمندی بر بازگشت به حالت اولیه خواهد داشت، اما Parouty و همکاران و دیگر محققان بیان کردند که CWI تأثیر معنی‌داری بر بهبود عملکرد و حفظ قدرت ندارد (۲۱). پژوهش ما نیز نشان داد که CWI تأثیر مثبتی بر عملکرد عصبی- عضلانی ندارد. محققان، تغییر پذیری پاسخ را به تفاوت در نحوه به کارگیری CWI، مانند دمای آب، زمان غوطه‌وری و نوع غوطه‌وری که قابلیت تغییر در جریان خون، فعالیت متابولیک و سرعت انتقال عصبی را دارند، مربوط دانسته‌اند (۱۹). بر همین اساس، با وجود اثبات تأثیرات سودمند CWI بر ریکاوری در برخی مطالعات، پژوهش‌های دیگری نشان داده‌اند که شاید CWI موجب کاهش MVC شود (۲۳-۲۲). کاهش دمای عضله، می‌تواند حتی بیشینه تنش کزازی را کاهش دهد. سرما دادن به عضله، موجب کاهش آزادسازی کلسیم از شبکه سارکوپلاسمیک و به دنبال آن، موجب کاهش Adenosine triphosphate (ATP) در دسترس می‌شود. همچنین، تأخیر الکترومکانیکی عضله در دماهای کمتر یا حتی بیشتر از ۳۶ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد و زمان اوج تنش انقباضی، میزان گسترش نیرو پس از سرمادرمانی تغییر می‌کند (۲۴، ۲۲). مشخص شده است که سرعت هدایت عصبی در فیبرهای عضلانی تحت شرایط CWI کاهش معنی‌داری می‌یابد که نشان دهنده کاهش دامنه پتانسیل عمل می‌باشد (۲۵).

علاوه بر کاهش آزادسازی کلسیم از شبکه سارکوپلاسمیک، کاهش ATP در دسترس و سرعت جفت شدن اکتین- میوزین، می‌تواند موجب تأخیر و کاهش پاسخ الکتریکی عضله شود (۲۶، ۲۳). از طرف دیگر، خستگی، پتانسیل عمل واحد حرکتی را کاهش می‌دهد (۲۶). با کاهش دمای عضله، کاهش سرعت پخش پتانسیل عمل واحد حرکتی به علت زمان طولانی‌تر باز ماندن کانال‌های سدیم و آهسته شدن و تأخیر در بازگشتن پتاسیم در سطح غشای سلولی اتفاق می‌افتد (۲۱). کاهش سرعت هدایت عصبی ناشی از سرما، در مقالات مختلفی اثبات شده است (۲۶).

همچنین، مشخص شده است که خستگی، سرعت هدایت عصبی را کاهش می‌دهد، اما کاهش دمای عضله آن را افزایش می‌دهد (۲۶). البته، احتمال می‌رود سرما و خستگی، هر دو بر مکانیسم‌های الکتروشیمیایی دیگری مانند جفت شدن دی‌هیدروپیرین و گیرنده‌های ریانودین، تعامل کلسیم، تروپونین، اکتین و تشکیل پل عرضی تأثیر منفی دارند. همچنین، پیشنهاد شده است که احتمال می‌رود کاهش یا عدم تغییرات MVC پس از CWI، ناشی از کاهش فعالیت عصبی عضلات اسکلتی و سرکوب توانایی انقباضی عضلات محیطی باشد (۲۷). با این حال، اگر چه سرما موجب کاهش آزادسازی کلسیم می‌شود، اما حساسیت فیلامنت‌های نازک به کلسیم افزایش می‌یابد (۲۷) که این عامل، حتی می‌تواند یک مکانیسم جبرانی برای حفظ عملکرد باشد.

محدودیت‌ها

مهم‌ترین محدودیت مطالعه حاضر، عدم بررسی تغییرات موج M به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های عصبی- عضلانی خستگی بود. بررسی این شاخص نیاز به متخصص و همچنین، تجهیزات پیشرفته‌ای می‌باشد که از دسترس گروه پژوهشی حاضر خارج بود. از طرفی عدم کنترل وضعیت غذایی، خواب و

استراحت و همچنین، شرایط روحی آزمودنی ممکن است در نتایج این مطالعه دخیل بوده باشد.

پیشنهادها

انجام مطالعات مشابه با دوره‌های طولانی‌تر به منظور بررسی اثر سازگاری ناشی از غوطه‌وری در آب سرد و فعالیت‌های سرعتی تکراری، با تفکیک دو جنس و در رشته‌های گوناگون توپی و راکتی می‌تواند اطلاعات دقیق‌تری از نحوه تأثیر شیوه‌نامه تمرینی و نوع ریکاوری در اختیار محققان قرار دهد. بررسی جنبه‌های دیگر خستگی همراه با جنبه‌های عصبی- عضلانی و استفاده از تجهیزات پیچیده‌تر برای بررسی شاخص موج M به عنوان یکی از مهم‌ترین ویژگی تنظیمات عصبی خستگی و بررسی نسبت آن به RMS در درک بهتر خستگی مرکزی می‌تواند درک بهتری از خستگی ناشی از RSA و تأثیر نوع ریکاوری بر آن ارایه دهد و این اطلاعات برای ورزشکاران و مربیان مفید به نظر می‌رسد. همچنین، پیشنهاد می‌شود که مطالعات مشابهی بر روی دیگر روش‌های ریکاوری آب سرد و مدت زمان و نوع غوطه‌وری و انواع دیگر شیوه‌نامه‌های RSA برای مقایسه با مطالعه حاضر صورت گیرد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، اگر چه میزان شدت فعالیت ورزشی سرعتی تکراری در مطالعه حاضر به مقدار کافی بالا بود تا موجب پاسخ عوامل عصبی- عضلانی شود و در نتیجه، در ارتباط با پاسخ عوامل عصبی- عضلانی و عملکردی به CWI این پژوهش نشان داد که غوطه‌وری در آب سرد در مقایسه با ریکاوری غیر فعال در دمای اتاق تأثیری سودمندتری بر عملکرد عصبی عضلانی ندارد. همچنین، توان آزمون نشان داد که تعداد نمونه‌های این مطالعه، به اندازه کافی بوده و نتایج این مطالعه قابل تعمیم به تمام جامعه هدف است.

تشکر و قدردانی

از مسؤولین محترم آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه شهید بهشتی و حراست آن که نهایت همکاری را با ما داشته اند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

نقش نویسندگان

عباس حسینی، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، جذب منابع مالی برای انجام مطالعه، فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و تفسیر نتایج، خدمات تخصصی آمار و تنظیم دستنوشته، تأیید دستنوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله، مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرآیند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخ‌گویی به نظرات داوران، محمد رضا کردی، طراحی و ایده پردازی مطالعه، جذب منابع مالی برای انجام مطالعه، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه، تحلیل و تفسیر نتایج، خدمات تخصصی آمار، ارزیابی تخصصی دستنوشته از نظر مفاهیم علمی و تأیید دستنوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله، پریسا پورنعمتی، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه، تنظیم دستنوشته و ارزیابی تخصصی دستنوشته از نظر مفاهیم علمی، علی اشرف جمشیدی، خدمات تخصصی آمار، ارزیابی تخصصی دستنوشته از نظر مفاهیم علمی، ده شتی الجمور، جذب منابع مالی برای انجام مطالعه، فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، سامان حاجی زاده، فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه و جمع‌آوری داده‌ها را به عهده داشتند.

منابع مالی

مطالعه حاضر برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد عباس حسینی، گرایش فیزیولوژی ورزشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران با کد ۱۴۳۰ می‌باشد که با راهنمایی دکتر کردی، دکتر پریسا پور نعمتی و دکتر علی اشرف جمشیدی می باشد. بنابراین طرح فاقد تعارض نویسندگان و منابع مالی پشتیبان می‌باشد.

تعارض منافع

انتشار یافته‌های طرح حاضر تعارضی با منافع مالی و حامیان مالی نداشت.

References

1. Girard O, Bishop DJ, Racinais S. Neuromuscular adjustments of the quadriceps muscle after repeated cycling sprints. PLoS One 2013; 8(5): e61793.
2. Pearcey GE, Murphy JR, Behm DG, Hay DC, Power KE, Button DC. Neuromuscular fatigue of the knee extensors during repeated maximal intensity intermittent-sprints on a cycle ergometer. Muscle Nerve 2015; 51(4): 569-79.
3. Gonzalez-Izal M, Malanda A, Gorostiaga E, Izquierdo M. Electromyographic models to assess muscle fatigue. J Electromyogr Kinesiol 2012; 22(4): 501-12.
4. Bleakley CM, Bieuzen F, Davison GW, Costello JT. Whole-body cryotherapy: empirical evidence and theoretical perspectives. Open Access J Sports Med 2014; 5: 25-36.
5. Glasgow PD, Ferris R, Bleakley CM. Cold water immersion in the management of delayed-onset muscle soreness: is dose important? A randomised controlled trial. Phys Ther Sport 2014; 15(4): 228-33.
6. Mila-Kierzenkowska C, Wozniak A, Szpinda M, Boraczynski T, Wozniak B, Rajewski P, et al. Effects of thermal stress on the activity of selected lysosomal enzymes in blood of experienced and novice winter swimmers. Scand J Clin Lab Invest 2012; 72(8): 635-41.
7. Roberts LA, Nosaka K, Coombes JS, Peake JM. Cold water immersion enhances recovery of submaximal muscle function after resistance exercise. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol 2014; 307(8): R998-R1008.
8. Wakabayashi H, Wijayanto T, Tochihara Y. Neuromuscular function during knee extension exercise after cold water immersion. J Physiol Anthropol 2017; 36(1): 28.
9. Faiss R, Leger B, Vesin JM, Fournier PE, Eggel Y, Deriaz O, et al. Significant molecular and systemic adaptations after

repeated sprint training in hypoxia. PLoS One 2013; 8(2): e56522.
10. Yeargin SW, Casa DJ, McClung JM, Knight JC, Healey JC, Goss PJ, et al. Body cooling between two bouts of exercise in the heat enhances subsequent performance. J Strength Cond Res 2006; 20(2): 383-9.
11. Froyd C, Beltrami FG, Millet GY, Noakes TD. Central regulation and neuromuscular fatigue during exercise of different durations. Med Sci Sports Exerc 2016; 48(6): 1024-32.
12. Pincivero DM, Green RC, Mark JD, Campy RM. Gender and muscle differences in EMG amplitude and median frequency, and variability during maximal voluntary contractions of the quadriceps femoris. J Electromyogr Kinesiol 2000; 10(3): 189-96.
13. Monks MR, Compton CT, Yetman JD, Power KE, Button DC. Repeated sprint ability but not neuromuscular fatigue is dependent on short versus long duration recovery time between sprints in healthy males. J Sci Med Sport 2017; 20(6): 600-5.
14. Rampinini E, Connolly DR, Ferioli D, La TA, Alberti G, Bosio A. Peripheral neuromuscular fatigue induced by repeated-sprint exercise: cycling vs. running. J Sports Med Phys Fitness 2016; 56(1-2): 49-59.
15. Girard O, Mendez-Villanueva A, Bishop D. Repeated-sprint ability - part I: Factors contributing to fatigue. Sports Med 2011; 41(8): 673-94.
16. Bishop D, Girard O, Mendez-Villanueva A. Repeated-sprint ability - part II: Recommendations for training. Sports Med 2011; 41(9): 741-56.
17. Elias GP, Varley MC, Wyckelsma VL, McKenna MJ, Minahan CL, Aughey RJ. Effects of water immersion on posttraining recovery in Australian footballers. Int J Sports Physiol Perform 2012; 7(4): 357-66.
18. Petrofsky JS, Lind AR. The influence of temperature on the amplitude and frequency components of the EMG during brief and sustained isometric contractions. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1980; 44(2): 189-200.
19. Machado AF, Almeida AC, Micheletti JK, Vanderlei FM, Tribst MF, Netto JJ, et al. Dosages of cold-water immersion post exercise on functional and clinical responses: a randomized controlled trial. Scand J Med Sci Sports 2016. [Epub ahead of print].
20. Leeder J, Gissane C, van SK, Gregson W, Howatson G. Cold water immersion and recovery from strenuous exercise: a meta-analysis. Br J Sports Med 2012; 46(4): 233-40.
21. Parouty J, Al Haddad H, Quod M, Lepretre PM, Ahmaidi S, Buchheit M. Effect of cold water immersion on 100-m sprint performance in well-trained swimmers. Eur J Appl Physiol 2010; 109(3): 483-90.
22. Kubo K, Kanehisa H, Fukunaga T. Effects of cold and hot water immersion on the mechanical properties of human muscle and tendon in vivo. Clin Biomech (Bristol , Avon) 2005; 20(3): 291-300.
23. Argus CK, Broatch JR, Petersen AC, Polman R, Bishop DJ, Halson S. Cold water immersion and contrast water therapy do not improve short-term recovery following resistance training. Int J Sports Physiol Perform 2016; 1-21. [Epub ahead of print].
24. Higgins TR, Greene DA, Baker MK. Effects of cold water immersion and contrast water therapy for recovery from team sport: A systematic review and meta-analysis. J Strength Cond Res 2017; 31(5): 1443-60.
25. Chan YY, Yim YM, Bercades D, Cheng TT, Ngo KL, Lo KK. Comparison of different cryotherapy recovery methods in elite junior cyclists. Asia-Pacific Journal of Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation and Technology 2016; 5: 17-23.
26. Ce E, Rampichini S, Agnello L, Limonta E, Veicsteinas A, Esposito F. Combined effects of fatigue and temperature manipulation on skeletal muscle electrical and mechanical characteristics during isometric contraction. J Electromyogr Kinesiol 2012; 22(3): 348-55.
27. Pointon M, Duffield R. Cold water immersion recovery after simulated collision sport exercise. Med Sci Sports Exerc 2012; 44(2): 206-16.

DOI: 10.22122/jrrs.v13i1.2813 Published by Vesnu Publications

Neuro-muscular Fatigue Induced by Repeated Sprint Exercise: The Effect of Cold Water Immersion-Part I

Abbas Hoseini[1], Mohammad Reza Kordi[2], Parisa Pournemati[3], Ali Ashraf Jamshidi[4], Dashti AL-Jamour[1], Saman Hadjizadeh[1]

Original Article

Abstract

Introduction: The purpose of this study was to measure the changes in root mean square (RMS) and median frequency (MDF) of biceps femoris, rectous femoris, and vastus laterialis muscles after one bout of repeated-sprint ability (RSA) and cold water immersion (CWI).

Materials and Methods: Twenty trained athletes were selected to take part in this study. After performing repeated-sprint activity, 10 participants immersed in cold water (14 °C) and 10 participants sat on a chair at room temperature. Electromyography-Maximal voluntary contraction (EMG-MVC) was performed at four intervals: before and after RSA, after CWI or passive rest and after 24 h.

Results: The results showed that there was a significant decrease in RMS of the vastus laterialis [P_{CWI} = 0.037, $P_{Control}$ (P_{CON}) = 0.010] and rectus femoris (P_{CON}, P_{CWI} = 0.0001) muscles after RSA activity in the 1st day and the MDF of the vastus laterialis (P_{CWI} = 0.100, P_{CON} = 0.850) muscle also had no significant changes during RSA. Meanwhile, the MDF of rectus femoris decreased significantly (P = 0.001) right after CWI and the last set of the activity (P = 0.030). There were also no significant changes in RMS (P_{CON} = 1.00, P_{CWI} = 0.999) and MDF (P_{CWI} = 0.190, P_{CON} = 0.450) of biceps femoris.

Conclusion: Our study showed that CWI had no effects on neuro muscular function.

Keywords: Repeated sprint ability, Cold water immersion, Neuromuscular fatigue

Citation: Hoseini A, Kordi MR, Pournemati P, Jamshidi AA, AL-Jamour D, Hadjizadeh S. **Neuro-muscular Fatigue Induced by Repeated Sprint Exercise: The Effect of Cold Water Immersion-Part I.** J Res Rehabil Sci 2017; 13(1): 28-35.

Received: 06.01.2017 Accepted: 05.03.2017

1- MSc Student, Departmant of Exercise Physiology, School of Physical Education and Sports Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
2- Associate Professor, Departmant of Exercise Physiology, School of Physical Education and Sports Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
3- Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, School of Physical Education and Sports Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran
4- Associate Professor, Musculoskeletal Disorders Research Center AND Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation Sciences, University of Iran, Tehran, Iran
Corresponding Author: Mohammad Reza Kordi, Email: mr.kordi@ut.ac.ir