طب ورزشی ـ بهار و تابستان ۱۳۹۶
دورهٔ ۹، شمارهٔ ۱، ص : ۱۳۷- ۱۲۱
تاریخ دریافت : ۱۳۱ / ۰۸/ ۹۴
تاریخ پذیرش : ۲۲ / ۰۶ / ۹۶

اثر فوری و بلندمدت اسپری سردکننده بر متغیرهای میوالکتریکی عضلات منتخب اندام تحتانی پای برتر حین اجرای فرود-پرش تک پا

محمدحسین قاسمی [۱] - مهرداد عنبریان*[۲]

۱.دانشجوی دکتری، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران ۲. استاد دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

چکیده

سرمادهی یک مداخلهٔ فوری و مؤثر حین ایجاد آسیب‌های حاد ورزشی است. نتایج مطالعات پیشین در زمینهٔ شناسایی تأثیرات سرمادهی بر متغیرهای میوالکتریکی عضلات اندک و متناقض‌اند. هدف از مطالعهٔ حاضر، بررسی اثر فوری و بلندمدت (۲۰ دقیقه بعد) استفاده از اسپری سردکننده در بخش قدامی- داخلی مفصل زانوی پای برتر، بر متغیرهای میوالکتریکی عضلات منتخب اندام تحتانی بود. پانزده مرد سالم داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند. از آزمون آماری آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها استفاده شد. کاهش معناداری در میزان فعالیت عضلهٔ نیم‌وتری (بلافاصله و ۲۰ دقیقه پس از سرمادهی) و دوقلوی داخلی (بلافاصله پس از سرمادهی) در فاز پیش‌فعالیت، نیم‌وتری (بلافاصله پس از سرمادهی) در فاز اکسنتریک، و افزایش معناداری در میزان فعالیت عضلهٔ پهن‌داخلی در فاز کانسنتریک (بلافاصله پس از سرمادهی) مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). همچنین، کاهش معناداری در مقدار فرکانس میانهٔ عضلهٔ درشت‌نئی قدامی (بلافاصله پس از سرمادهی) مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). هیچ تفاوت معناداری در هر ۳ فاز حرکت بین میزان هم‌انقباضی عضلات مفصل زانو مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). به‌نظر می‌رسد که تأثیرات فوری سرمادهی بر میزان فعالیت عضلات زیاد نبوده و تأثیرات بلندمدت سرمادهی نیز بسیار اندک است. به‌علاوه، از آنجا که هم‌انقباضی به کنترل حرکتی سیستم عصبی وابسته است، احتمالاً تأثیرات سرمادهی استفاده‌شده در این تحقیق تنها محدود به عضلات بوده و برنامهٔ حرکتی سیستم عصبی مرکزی تغییر نکرده است. همچنین، این احتمال وجود دارد که در نتیجهٔ کاهش سرعت هدایت در بافت عضله در فاز کانسنتریک، واحدهای حرکتی بیشتری به‌صورت یک مکانیزم جبرانی فراخوانی شده باشند. مطالعات آتی برای شناسایی سایر تغییرات متعاقب سرمادهی ضروری است.

واژه‌های کلیدی

اسپری سردکننده، اندام تحتانی، فرود-پرش تک‌پا، متغیرهای میوالکتریکی، مفصل زانو.

* نویسندهٔ مسئول : تلفن : ۰۸۱-۳۸۲۹۲۷۵۰ **Email: anbarian@basu.ac.ir**

مقدمه

سرمادهی[1] اغلب به‌عنوان یک مداخلهٔ فوری، مؤثر، ارزان و ساده برای کاهش درد بسیاری از آسیب‌های حاد ورزشی استفاده می‌شود (۳۰). کاهش در اِدِم، التهاب، جریان خون، سوخت‌وساز، درجهٔ حرارت عضلانی، هایپرتونیسیتی[2] و سرعت هدایت عصبی[3]، از دیگر آثار شناخته‌شدهٔ سرما هستند (۱۰). در بسیاری از رشته‌های ورزشی، صدمات حاد بیشترین شیوع را داشته (۸۹/۶ درصد) و درصد باقی‌مانده به آسیب‌های با شروع تدریجی و ناشناس اختصاص دارد (۳۱). این در حالی است که حین بروز صدمات حاد در ورزش، ورزشکاران مصدوم اغلب پس از سرمادهی موضعی (با هدف کاهش درد)، به رقابت بازمی‌گردند (۳۰). در بسیاری از ورزش‌ها (مانند فوتبال، والیبال، بسکتبال، دو سرعت، پرش ارتفاع و پرش طول) ورزشکاران از حرکات قدرتمند پلایومتریکی (مانند پریدن و دویدن) استفاده می‌کنند. با این حال، تأثیرات اسپری سردکننده بر فعالیت الکترومیوگرافی عضلات حین اجرای وظایف شدید پلایومتریکی کمتر بررسی شده است.

الکترومیوگرافی سطحی روشی مفید برای شناسایی و مقایسهٔ نقش عضلات، میزان فعالیت، هماهنگی و الگوی حرکتی، در شرایط مختلف است (۸). شواهد بحث‌برانگیزی این پرسش را که سرما چگونه بر عملکرد حرکتی فرد اثر می‌گذارد، احاطه می‌کند. نویسندگان متعددی گزارش کرده‌اند که سرد کردن با تغییر و ایجاد اختلال در فعالیت عضلات، خطر آسیب مجدد را افزایش می‌دهد و ممکن است تأثیرات منفی بر عملکرد ورزشکار هنگام بازگشت به رقابت (پس از سرمادهی) داشته باشد (۳۳، ۲۷، ۲۳، ۱۹، ۱۳، ۱۲، ۵). این پیشنهاد براساس تحقیقاتی است که آثار منفی سرما را بر میزان فعالیت عضلات حین انجام یک حرکت پلی‌متریکی (۳۰)، سرعت هدایت در فیبر عضله (۵)، انجام وظایف عملکردی بیشینه با شدت بالا (۲۷،۱۲)، الکترومیوگرافی فعالیت عضلات پا در مرحلهٔ کانسنتریک حداکثر پرش جهشی (۲۳)، حس وضعیت مفاصل مچ‌پا و زانو (۳۳، ۱۹)، و افزایش تأخیر در پاسخ رفلکسی (۱۳) نشان داده‌اند. این دسته از مطالعات نشان داده‌اند که سرد کردن می‌تواند موجب کاهش فعالیت عضلات، کاهش عملکرد حرکتی، کاهش توانایی گیرنده‌های عمقی مفاصل، و تغییر در مکانیزم حرکتی سیستم عصبی مرکزی شود. در این زمینه، Avela و همکاران (۱۹۹۶) شواهدی را بیان کردند

1. Cooling
2. hypertonisity
3. Nerve Conduction Velocity (NCV)

که براساس آن، احتمالاً میزان فعالیت عضلات، برنامهٔ سیستم عصبی مرکزی و الگوی حرکت متعاقب استفاده از عوامل خنک‌کننده تغییر پیدا می‌کنند (۷). از طرفی، سرما سرعت هدایت پیام عصبی (چه حسی و چه حرکتی) و فعالیت سیناپس اعصاب محیطی را تغییر می‌دهد و در نهایت به ناتوانی عصب در هدایت پیام‌های عصبی منجر می‌شود (۵). این عوامل می‌توانند ورزشکاری را که پس از سرمادهی به رقابت بازمی‌گردد، در معرض آسیب مجدد قرار دهند.

در مقابل، مطالعات بسیاری نیز اثر کلینیکی شایان توجهی را مبنی بر مضر بودن استفاده از سرما نشان نداده و حتی بعضی مطالعات تأثیرات مثبت سرد کردن را نتیجه گرفته‌اند (۳۲، ۶). این نتایج براساس ارزیابی اثر سرما در تحقیقات مقابل است: پاسخ‌های رفلکسی کششی عضلات همسترینگ (۲۱)، تشخیص وزنه با استفاده از عضلهٔ چهارسر ران (۳۲)، کینماتیک مفصل مچ پا (۶)، فعالیت الکترومیوگرافی عضلات راست رانی و پهن خارجی در طول حداکثر انقباض ایزومتریکی ارادی اکستنشن زانو (۲۵). برای مثال، Hopkins و Stencil (۲۰۰۲) استفاده از خنک‌کنندهٔ مفصل را پیش از انجام فعالیت و در مراحل توانبخشی توصیه کردند (۱۸). Rubley و همکاران (۲۰۰۳) نیز نشان دادند که آثار منفی سرمادهی بر تغییرپذیری احساس و نیروی ایزومتریکی، اهمیت اندکی در کار کلینیکی دارد (۲۸). با این حال، در این زمینه شواهد کافی برای ارائهٔ نتیجهٔ قطعی وجود ندارد.

نتایج مطالعات پیشین در زمینهٔ شناسایی آثار سرمادهی بر متغیرهای میوالکتریکی عضلات متناقض با یکدیگر بوده‌اند. با مقایسهٔ نتایج مطالعات مختلف، به‌نظر می‌رسد که اثر سرمادرمانی بر فعالیت عضلات به نوع و شدت حرکت مورد بررسی بستگی زیادی دارد. تمام مطالعات مربوط به وظایف رفلکسی یا با شدت بالا (پلایومتریک)، کاهش در عملکرد حرکتی را نشان داده‌اند. با این حال، هیچ‌کدام از مطالعات نشان‌دهندهٔ تأثیرات مثبت سرمادرمانی، یک وظیفهٔ پلایومتریکی را بررسی نکرده‌اند. با این حال، قابلیت تعمیم‌پذیری نتایج برخی از این تحقیقات به محیط‌های واقعی ورزشی اندک است، زیرا برخی تحقیقات از عوامل سردکنندهٔ غیرکاربردی در شرایط ورزش و مسابقه (مانند غوطه‌وری در آب) با مدت زمان طولانی استفاده کرده‌اند (۱)؛ درحالی‌که به‌طور معمول سرمادهی در ورزش با استفاده از اسپری و به‌صورت کوتاه‌مدت اجرا می‌شود. همچنین، بسیاری از مطالعات انجام‌گرفته در زمینهٔ شناخت تأثیرات سرما، به بررسی میدانی این اثرات (مانند تغییر در میزان رکورد پرش افراد، تغییر در سرعت دویدن و ...) پرداخته‌اند (۱۲). با این حال، احتمالاً بررسی آزمایشگاهی بتواند به‌طور دقیق‌تری تغییرات متعاقب سرمادهی را نشان دهد.

هدف از مطالعهٔ حاضر، بررسی اثر استفاده از اسپری سردکننده در بخش قدامی- داخلی مفصل زانو، بر متغیرهای میوالکتریکی عضلات منتخب اندام تحتانی پای برتر در سه زمان قبل سرمادهی، بلافاصله پس از سرمادهی (برای شناسایی تأثیرات فوری) و ۲۰ دقیقه پس از آن (برای شناسایی تأثیرات بلندمدت) بود.

روش تحقیق

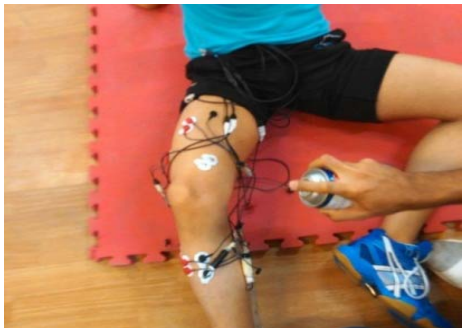
آزمودنی‌ها

آزمودنی‌های این پژوهش ۱۵ نفر از دانشجویان غیرورزشکار دانشگاه بوعلی‌سینای همدان (سن= ۱/۷±۲۴/۸ سال، جرم= ۷±۶۶/۹ کیلوگرم، قد= ۴/۶±۱۷۶/۳ سانتی‌متر) بودند. نداشتن حساسیت به سرما و بیماری‌های مربوط به اعصاب پیرامونی، مشکلات عصبی- عضلانی، نبض غیرطبیعی و آسیب یا ضربات جدی در اندام تحتانی، از شرایط عمومی آزمودنی‌ها بود (۳۰). همهٔ افراد عاری از هر گونه مشکلات عضلانی، عصبی- عضلانی و قلبی در یک سال گذشته و سابقهٔ عمل جراحی در اندام تحتانی خود بودند. آزمودنی‌ها همچنین ۲۴ ساعت پیش از اجرای آزمون‌ها از مصرف هر گونه موادی که عملکرد حرکتی را می‌توانند تحت تأثیر قرار دهند (مانند الکل یا مواد دارای کافئین)، منع شدند. به‌علاوه، آزمودنی‌ها نبض و احساس طبیعی در پشت پا و دامنهٔ حرکتی کامل و قدرت طبیعی در اندام تحتانی خود داشتند. همهٔ افراد قادر به انجام حرکت فرود و پرش تک‌پا از ارتفاع رهایی ۳۰ سانتی‌متر بودند (۳۰). این اطلاعات از طریق پرسشنامهٔ عمومی و نیز به‌صورت شفاهی از آزمودنی‌ها دریافت شد. پیش از شروع آزمون، فرم رضایت آگاهانه از تمامی آزمودنی‌ها دریافت شد.

اجرای پروتکل سرمادهی

پژوهش حاضر در آزمایشگاه تحقیقاتی بیومکانیک اندام تحتانی دانشگاه بوعلی‌سینا انجام گرفت. اسپری سردکننده به‌دلیل هزینهٔ کم و دسترسی بالا به‌طور گسترده در رقابت‌های ورزشی استفاده می‌شود. نحوهٔ اجرای پروتکل سرمادهی به این شکل بود که از افراد خواسته شد تا در وضعیت خوابیده به پشت دراز بکشند. سپس، از اسپری سردکننده (اسپری Pic Solution محصول کمپانی Artsana ایتالیا) برای اِعمال سرمادهی موضعی استفاده شد. با توجه به مشخصات آناتومیکی مفصل زانو، هیچ عصب مهم محیطی به‌طور مستقیم سرد نشد (۳۰). فاصلهٔ اسپری تا قسمت قدامی- داخلی مفصل زانو

(۳۰ سانتی‌متر)، زاویهٔ اِعمال سرما (۹۰ درجه) و مدت زمان سرمادهی (۵ ثانیه) برای تمامی آزمودنی‌ها برابر در نظر گرفته شد (۱) (شکل ۱).



شکل ۱. اسپری سردکنندهٔ استفاده‌شده در این پژوهش

آزمون فرود-پرش تک‌پا

این آزمون در سه زمان پیش از سرمادهی، بلافاصله پس از سرمادهی و ۲۰ دقیقه بعد آن اجرا شد. علت انتخاب این آزمون، کاربرد این الگوی حرکتی در بیشتر رشته‌های ورزشی و نیز نقش آن به‌عنوان یکی از مکانیزم‌های اصلی در بروز آسیب‌های ورزشی بود. ابتدا پای برتر افراد با استفاده از سه آزمون ضربه به توپ، پرش به بالا، و بازیابی تعادل (پایی که حداقل ۲ مورد از ۳ تست استفاده شد) مشخص شد (۳۰، ۱۷). سپس، هر آزمودنی شروع به پریدن از یک جعبهٔ چوبی با ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری کرد. لبهٔ جلویی جعبهٔ چوبی از محلی که برای فرود آزمودنی‌ها علامت‌گذاری شده بود، ۱۵ سانتی‌متر فاصله داشت (۴). آزمودنی‌ها صرفاً عمل فرود و نه عمل پرش به بالا یا جلو را انجام دادند؛ درحالی‌که در سرتاسر حرکت دستشان روی لگن بود (۴). پس از تماس پای برتر با زمین، آزمودنی بلافاصله "هر چقدر بالاتر که ممکن بود" جهش می‌کرد (۳۰). فرود قابل قبول شامل تماس پنجهٔ پا در ابتدا، حفظ تعادل، توانایی فرود آمدن بدون جهش و حفظ راستای تنه حین فرود بود (۴). حرکت فرود- پرش هفت بار انجام گرفت و سه حرکت آن برای تجزیه‌وتحلیل انتخاب شدند. تمامی اجرای آزمون‌ها با استفاده از کفش (Asics running shoe ساخت ویتنام) اجرا شد. در انتهای کار، آزمون حداکثر انقباض ارادی ایزومتریک[1] (برای هر عضله دو کوشش) برای نرمال‌سازی داده‌ها اجرا شد. از آنجا که این آزمون می‌تواند

1. Maximun Voluntary Isometric Contraction (MVIC)

بر فعالیت بعدی عضلات تأثیرگذار باشد (۲۲). بنابراین، در انتها و پس از استراحت آزمودنی‌ها (حدود ۳ ساعت پس از سرمادهی موضعی) اجرا شد.

ثبت داده‌ها

در این مطالعه، الکترودها روی عضلات پهن داخلی، راست رانی، پهن خارجی، دوسررانی، نیم‌وتری، درشت‌نئی قدامی و دوقلوی داخلی پای برتر افراد نصب شدند. علت انتخاب این عضلات، نقش مهم آنها در انجام حرکت فرود- پرش تک‌پا و همچنین دسترسی راحت در الکترومیوگرافی سطحی بود. از ثبت دوقطبی الکترومیوگرافی استفاده شد؛ به‌طوری‌که فاصلهٔ مرکز تا مرکز الکترودها ۲ سانتی‌متر بود. الکترودها همچنین به موازات جهت تارهای عضلات نصب شدند. الکترود زمین نیز روی استخوان درشت‌نی نصب شد. برای تعیین محل نصب الکترودها از پروتکل اروپایی SENIAM استفاده شد (۱۵). برای ثبت سیگنال فعالیت عضلات، از دستگاه بیومانیتور ME600-T16 (۱۶ کاناله ساخت فنلاند و تولید سال ۲۰۰۸) استفاده شد. نرخ نمونه‌برداری دستگاه روی ۲۰۰۰ هرتز قرار گرفت. همچنین، میزان رد کردن سیگنال‌های مشترک برای این دستگاه روی ۱۱۰ دسی‌بل تنظیم شد. از نرم‌افزار مربوط به دستگاه (مگاوین[1]) برای تجزیه‌وتحلیل داده‌های حاصل استفاده شد.

در تحلیل مراحل مختلف حرکت فرود- پرش تک‌پا، از ۱۰۰ میلی‌ثانیه قبل لحظهٔ تماس پا با زمین تا لحظه تماس به‌عنوان مرحلهٔ پیش‌فعالیت، از لحظهٔ تماس پا با زمین تا حداکثر زاویهٔ فلکشن زانو به‌عنوان مرحلهٔ اکسنتریک، و از لحظهٔ حداکثر زاویهٔ فلکشن زانو تا لحظهٔ حداکثر زاویهٔ اکستنشن زانو به‌عنوان مرحلهٔ کانسنتریک در نظر گرفته شد (۳۴). به همین منظور، برای تشخیص لحظهٔ دقیق برخورد پا با زمین و جداسازی فازهای پیش‌فعالیت و اکسنتریک، از یک عدد حسگر حساس به نیرو (فوت سوئیچ[2]) استفاده شد. از آنجا که فرود قابل قبول شامل تماس پنجهٔ پا در ابتدا بود، فوت سوئیچ زیر کفش در ناحیهٔ بند دیستال استخوان متاتارسال اول قرار گرفت (۱۴). برای اندازه‌گیری تغییرات زاویه‌ای مفصل زانو نیز از یک الکتروگونیامتر[3] بایومتریکس ساخت انگلستان با دقت ۰/۱ درجه استفاده شد. الکتروگونیامتر توسط چسب‌های دوطرفه در قسمت خارجی ران و ساق به موازات خطی نصب می‌شد که تروکانتر بزرگ مفصل ران در بالا، اپی‌کندیل خارجی ران در وسط، و قوزک خارجی را در پایین به هم وصل کند (۱۱، ۳). برای پردازش سیگنال‌ها در مراحل مختلف حرکت، ابتدا سیگنال‌های

1. Megawin softwere
2. Foot switch
3. Electrogoniameter

خام حاصل با یک فیلتر میان‌گذر ۱۰ تا ۴۵۰ هرتز فیلتر شدند. سپس، متغیرهای زیر از طریق نرم‌افزار محاسبه شدند.

فعالیت عضله

برای محاسبهٔ این متغیر، از تکنیک RMS که از روش‌های پردازش دامنه در حوزهٔ زمان است، استفاده شد. برای نرمال کردن داده‌ها، از روش تقسیم مقدار RMS عضله در هر فاز، بر مقدار ماکزیمم RMS همان عضله در تست MVIC استفاده شد. برای هر عضله حداکثر فعالیت الکتریکی در بازهٔ ۰/۰۵ ثانیه‌ای (در هر مرحله) ثبت شده و از آن به‌عنوان خط پایهٔ[1] مقایسات استفاده شد. فعالیت عضله در هر فاز حرکت، به‌عنوان درصدی از خط پایه بیان شد.

فرکانس میانه[2]: این ویژگی شاخصی از طیف فرکانسی سیگنال فعالیت عضله است و با سرعت هدایت در بافت عضلانی و نرخ کدگذاری (که از مکانیزم‌های افزایش نیرو در عضله است) مرتبط است (۸). برای محاسبهٔ این متغیر، از سیگنال‌های خام الکترومیوگرافی توسط برنامهٔ آنالیز طیف تبدیل سریع فوریر[3] در بازهٔ زمانی کل حرکت (از ابتدای فاز پیش‌فعالیت تا پایان فاز کانسنتریک) استفاده شد.

مقدار هم‌انقباضی جهت‌دار[4]: هم‌انقباضی عضلانی بیانگر دستیابی به مهارت حرکتی بدون ممانعت از فعالیت عضلانی اضافی وابسته به حرکت است (۲۰، ۲). هم‌انقباضی موجب ثبات مفصل شده و به‌عنوان فاکتوری مهم برای نشان دادن ناکارامدی حرکات انسان در نظر گرفته می‌شود (۲۰). با به‌دست آوردن درصد فعالیت عضلات آگونیست (عضلهٔ دارای فعالیت بیشتر) و آنتاگونیست (عضلهٔ دارای فعالیت کمتر)، می‌توان به تعیین میزان هم‌انقباضی در اطراف یک مفصل پرداخت. برای تعیین مقادیر هم انقباضی جهت‌دار (در کل حرکت) از رابطهٔ زیر استفاده شد (۱). در این رابطه، هرچه عدد حاصله به صفر نزدیک‌تر باشد، میزان هم‌انقباضی بیشتر و هرچه عدد حاصله به ۱ و ۱- نزدیک‌تر شود، هم‌انقباضی کاهش می‌یابد.

$$\text{هم‌انقباضی جهت‌دار} = 1 - \frac{\text{میانگین فعالیت عضلات آنتاگونیست}}{\text{میانگین فعالیت عضلات آگونیست}}$$

1. Base line
2. Median Frequency (MF)
3. Fast Fourier Transform (FFT)
4. Directed Co-contraction

روش‌های آماری

داده‌ها به‌وسیلهٔ نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۸ تجزیه‌وتحلیل شدند. از آزمون شاپیرو-ویلک[1] برای تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. برای تعیین تأثیرات فوری و بلندمدت اسپری سردکننده (و مقایسهٔ آن با حالت قبل سرمادهی) از آزمون آماری تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری[2] استفاده شد. در تمامی آزمون‌های آماری، سطح معناداری برابر با α=۰/۰۵ در نظر گرفته شد. همچنین، از آزمون تعقیبی حداقل تفاوت معنادار[3] برای شناسایی حالت‌هایی که با هم اختلاف دارند، استفاده شد.

یافته‌های تحقیق

یافته‌های مربوط به تأثیرات فوری و بلندمدت اسپری سردکننده بر میزان فعالیت عضلات منتخب در فاز پیش‌فعالیت

همان‌طورکه جدول ۱ نشان می‌دهد، میزان فعالیت عضلهٔ نیم‌وتری در هر دو حالت بلافاصله و ۲۰ دقیقه پس از سرمادهی کاهش معناداری در مقایسه با حالت قبل سرما داشت (به‌ترتیب P=۰/۰۳۸ و P=۰/۰۳۱). عضلهٔ دوقلو نیز کاهش فعالیت معناداری بلافاصله پس از سرمادهی نسبت به حالت قبل سرمادهی داشت (P=۰/۰۰۳). در بقیهٔ حالات تفاوت معناداری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). همچنین، افزایش غیرمعناداری در میزان فعالیت عضلات پهن داخلی، راست‌رانی و پهن خارجی بلافاصله پس از سرمادهی (در مقایسه با پیش از سرمادهی) وجود داشت.

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد (برحسب درصد فعالیت MVIC) میزان فعالیت نرمالیزه‌شدهٔ عضلات منتخب اندام تحتانی در فاز پیش‌فعالیت (پیش از سرمادهی، بلافاصله و ۲۰ دقیقه پس از سرمادهی)

عضله	پیش از سرمادهی	بلافاصله پس از اِعمال اسپری	۲۰ دقیقه پس از اِعمال اسپری
پهن داخلی	۳۴/۹ ±۱۶/۴	۳۹/۳± ۲۳/۵	۳۵/۶ ±۱۸/۹
راست‌رانی	۲۷/۷± ۱۲/۹	۲۸/۱± ۱۷/۶	۲۷/۷ ± ۲۰/۲
پهن خارجی	۳۷/۴ ±۱۴/۸	۴۰± ۱۹/۷	۳۶/۴ ±۱۸/۲
دوسررانی	۱۴/۹± ۷	۱۴/۹ ± ۵/۹	۱۴/۶ ± ۶
نیم‌وتری	۲۴/۲ ± ۲۲/۷*[3]	۱۵/۶ ± ۱۱/۹*	۲۰/۱ ± ۱۸/۶[3]
درشت‌نئی قدامی	۲۵/۹ ± ۱۱/۴	۲۳/۶ ± ۱۲/۵	۲۳/۷ ± ۱۳
دوقلوی داخلی	۴۸/۵ ±۲۳/۴*	۴۴/۳ ± ۲۰/۵*	۴۶/۳ ± ۲۵/۲

1. Shapiro-Wilk normality test
2. ANOVA with repeated measures
3. Least Significant Difference (LSD)

یافته‌های مربوط به تأثیرات فوری و بلندمدت اسپری سردکننده بر میزان فعالیت عضلات منتخب در فاز اکسنتریک

همان‌طورکه جدول ۲ نشان می‌دهد، کاهش معناداری در میزان فعالیت عضلهٔ نیم‌وتری بلافاصله پس از سرمادهی وجود داشت (P=۰/۰۴۵). در بقیهٔ حالات تفاوت معناداری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). همچنین، کاهش غیرمعناداری در میزان فعالیت عضلات پهن داخلی، راست‌رانی، پهن خارجی و درشت‌نئی قدامی بلافاصله و ۲۰ دقیقه پس از سرمادهی (در مقایسه با قبل سرمادهی) وجود داشت.

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد (برحسب درصد فعالیت MVIC) میزان فعالیت نرمالیزه‌شدهٔ عضلات منتخب اندام تحتانی در فاز اکسنتریک (پیش از سرمادهی، بلافاصله و ۲۰ دقیقه پس از سرمادهی)

عضله	پیش از سرمادهی	بلافاصله پس از اِعمال اسپری	۲۰ دقیقه پس از اِعمال اسپری
پهن داخلی	۷۳/۴ ± ۳۰/۱	۶۸/۴ ± ۳۱/۷	۷۰/۴ ± ۳۳/۴
راست‌رانی	۶۵/۲ ± ۴۳/۸	۶۰/۱±۳۹/۱	۶۱/۴ ±۳۷/۴
پهن خارجی	۸۳/۸ ± ۳۷/۵	۸۲/۱ ± ۴۱/۶	۸۲/۶ ± ۳۹/۹
دوسررانی	۳۶/۳ ± ۱۸/۳	۳۹/۶ ± ۲۰/۱	۳۷/۱ ± ۲۳/۱
نیم‌وتری	*۳۶/۶ ± ۱۹/۸	۲۸ /۷ ± ۱۱/۹*	۳۵/۲ ± ۲۵/۹
درشت‌نئی قدامی	۲۷/۴ ± ۱۶	۲۵/۱ ±۱۱/۱	۲۵ ± ۱۰/۴
دوقلوی داخلی	۶۴/۷ ± ۲۳/۹	۶۸/۱ ± ۲۴/۲	۶۴/۷ ± ۲۴/۸

یافته‌های مربوط به تأثیرات فوری و بلندمدت اسپری سردکننده بر میزان فعالیت عضلات منتخب در فاز کانسنتریک

همان‌طورکه جدول ۳ نشان می‌دهد، میزان فعالیت عضلهٔ پهن‌داخلی بلافاصله پس از سرمادهی افزایش معناداری نسبت به حالت قبل سرمادهی داشت (P=۰/۰۰۹). در بقیهٔ حالات تفاوت معناداری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).

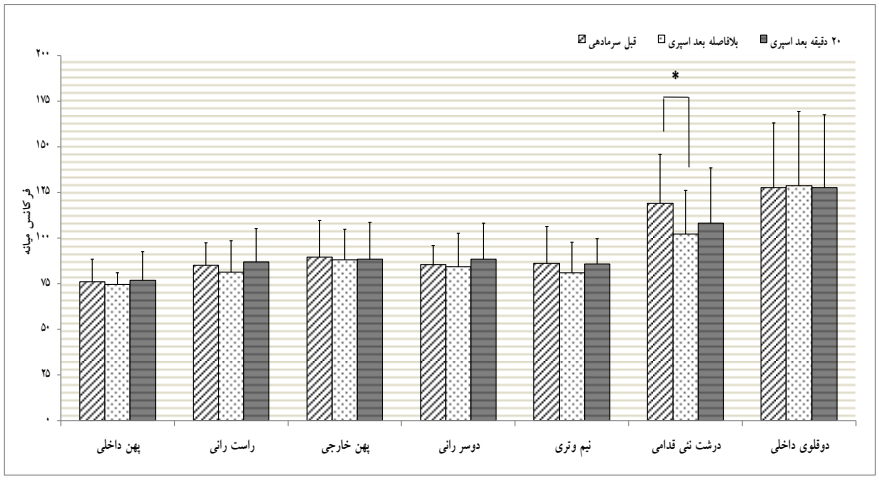
جدول ۳. میانگین و انحراف استاندارد (برحسب درصد فعالیت MVIC) میزان فعالیت نرمالیزه‌شدهٔ عضلات منتخب اندام تحتانی در فاز کانسنتریک (پیش از سرمادهی، بلافاصله و ۲۰ دقیقه پس از سرمادهی)

عضله	پیش از سرمادهی	بلافاصله پس از اِعمال اسپری	۲۰ دقیقه پس از اِعمال اسپری
پهن داخلی	۶۵/۱ ± ۲۱/۹*	۷۲/۳ ± ۲۵/۷*	۶۹/۶ ± ۳۰/۷
راست‌رانی	۶۰/۶ ± ۱۷	۵۹/۹ ± ۱۴/۲	۶۲/۱ ± ۱۲/۹
پهن خارجی	۸۱ ±۲۶/۸	۸۸/۸ ±۲۵/۸	۸۲/۱ ± ۲۳/۹
دوسررانی	۲۳/۱ ± ۷/۷	۲۴/۱± ۸/۹	۲۳/۲ ± ۷/۴
نیم‌وتری	۱۵/۱ ± ۱۰/۶	۱۷/۲ ± ۱۳/۷	۱۶/۸ ± ۱۳/۵
درشت‌نئی قدامی	۱۱/۲ ± ۲/۸	۱۰/۸ ± ۱/۹	۱۱/۱ ± ۲/۴
دوقلوی داخلی	۸۸/۱± ۲۵/۹	۸۳/۸ ± ۲۰/۸	۸۶/۱ ± ۱۹/۲

* $P_{(\text{پیش از سرمادهی / بلافاصله پس از اعمال اسپری})} < ۰/۰۵$

یافته‌های مربوط به تأثیرات فوری و بلندمدت اسپری سردکننده بر فرکانس میانهٔ عضلات منتخب

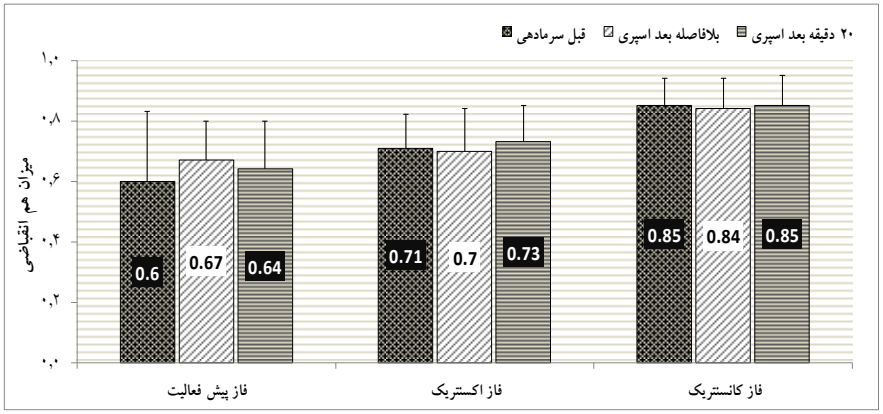
همان‌طورکه نمودار ۱ نشان می‌دهد، کاهش معناداری در مقدار فرکانس میانهٔ عضلهٔ درشت‌نئی قدامی بلافاصله پس از سرمادهی نسبت به پیش از سرمادهی مشاهده شد (P=۰/۰۰۸). در بقیهٔ حالات تفاوت معناداری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). همچنین، مقدار فرکانس میانهٔ تمامی عضلات (غیر از عضلهٔ دوقلوی داخلی) کاهش غیرمعناداری در حالت بلافاصله پس از سرمادهی نسبت به پیش از سرمادهی داشت.



نمودار ۱. مقایسهٔ میانگین و انحراف استاندارد مقدار فرکانس میانهٔ کل حرکت (پیش از سرمادهی، بلافاصله و ۲۰ دقیقه پس از سرمادهی) (P<۰/۰۵ *).

یافته‌های مربوط به تأثیرات فوری و بلندمدت اسپری سردکننده بر میزان هم‌انقباضی عضلات مفصل زانو

همان‌طورکه نمودار ۲ نشان می‌دهد، در هر سه فاز حرکت هیچ تفاوت معناداری بین میزان هم‌انقباضی عضلات مفصل زانو، در سه زمان قبل سرمادهی، بلافاصله و ۲۰ دقیقه پس از سرمادهی، مشاهده نشد (P>۰/۰۵).



نمودار ۲. مقایسهٔ میانگین و انحراف استاندارد مقدار هم‌انقباضی کل حرکت (پیش از سرمادهی، بلافاصله و ۲۰ دقیقه پس از سرمادهی)

بحث و نتیجه‌گیری

در فاز پیش‌فعالیت، میزان فعالیت عضلهٔ نیم‌وتری در هر دو حالت بلافاصله و ۲۰ دقیقه پس از سرمادهی کاهش معناداری در مقایسه با حالت قبل سرما داشت؛ در این فاز، عضلهٔ دوقلوی داخلی نیز کاهش فعالیت معناداری بلافاصله پس از سرمادهی نسبت به حالت پیش از سرمادهی داشت. فعالیت عضلات در فاز پیش‌فعالیت از قبل برنامه‌ریزی شده و از مراکز بالاتر مغز به‌کار گرفته می‌شود (۳۰). این مسئله یک مکانیزم فیدفورواردی با هدف کنترل پایداری مفاصل اندام تحتانی حین فرود است. Britto و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند که سطح پیش‌فعالیت عضلات ناحیهٔ زانو، عامل مهمی در جلوگیری از اعمال نیروی اضافی به رباط ACL حین فرود است (۳۵). مطابق با نتایج مطالعات پیشین، کاهش سطح فعالیت عضلات در فاز پیش‌فعالیت در نتیجهٔ سرمادهی با اسپری می‌تواند اثر منفی بر عملکرد حرکتی فرد داشته باشد و احتمال آسیب مجدد را افزایش دهد. از دلایل کاهش سطح فعالیت عضلات اندام تحتانی در این فاز احتمالاً مکانیزم حس عمقی باشد؛ به‌طوری‌که در نتیجهٔ سرمادهی با اسپری مکانیزم حس عمقی مفصل زانو دچار اختلال می‌شود (۳۶) و عضلات قادر به شناسایی و تولید سطح نیروی اولیهٔ خود نیستند (۳۷). در فاز اکسنتریک و کانسنتریک، به‌ترتیب تنها کاهش در فعالیت عضلهٔ نیم‌وتری و افزایش در فعالیت عضلهٔ پهن داخلی بلافاصله پس از سرمادهی مشاهده شد. بنابراین، به‌نظر می‌رسد که تأثیرات فوری سرمادهی بر میزان فعالیت عضلات زیاد نبوده و آثار بلندمدت سرمادهی نیز بسیار اندک است. احتمالاً انتخاب محل اعمال سرما و درگیر نشدن هیچ عصب مهم محیطی عامل ایجاد

تغییرات اندک بوده است؛ به‌طوری‌که تنها سطح فعالیت عضلات نزدیک به محل سرمادهی دچار تغییر شده است. یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های Schmid و همکاران (۲۰۱۰) که اساساً وجود تفاوت‌های فوری و بلندمدت معنادار پس از سرمادهی را گزارش دادند، مطابقت ندارد (۳۰). آنها مشاهده کردند که میزان فعالیت عضلات اندام تحتانی پس از به‌کارگیری یک پروتکل ۳۰ دقیقه‌ای سرما دچار کاهش شد و این کاهش ۲۰ دقیقه پس از حذف مداليته ادامه داشت؛ با این حال، آنها تأثیرات سرمادهی کوتاه‌مدت (با استفاده از اسپری) را که کاربرد زیادی در ورزش دارد، بررسی نکردند. به‌نظر می‌رسد که تفاوت در پروتکل‌های سرمادهی استفاده‌شده در دو تحقیق موجب ایجاد این تناقض شده است. در مقابل، Oksa و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که فعالیت EMG عضلات در دمای پایین افزایش می‌یابد و می‌تواند موجب خستگی زودرس شود (۲۴). نتایج مطالعهٔ حاضر به‌نوعی با نتایج مطالعهٔ Fischer و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد؛ آنها تأثیرات سرمادهی کوتاه‌مدت و بلندمدت (۳ و ۱۰ دقیقه سرما با کیسهٔ یخ) را بررسی کردند و نشان دادند که رکورد افراد در آزمون‌های عملکردی پس از سرمادهی کوتاه‌مدت تغییر نکرده و احتمالاً تغییری در میزان نیروی تولیدی عضلات ایجاد نشده است (۱۲).

از سوی دیگر، مقدار فرکانس میانهٔ عضلهٔ درشت‌نئی قدامی در کل حرکت بلافاصله پس از سرمادهی کمتر از حالت قبل سرمادهی بود؛ سایر عضلات نیز کاهش غیرمعناداری در فرکانس میانه متعاقب سرمادهی نشان دادند (به‌غیر از عضلهٔ دوقلوی داخلی). کاهش سطح فرکانس میانهٔ عضلات می‌تواند در نتیجهٔ بلوکه شدن دستورهای عصبی پس از سرمادهی ایجاد شده باشد و احتمالاً تأثیرات منفی بر عملکرد حرکتی (به‌خصوص حین انجام حرکات سریع) داشته باشد. این تغییرات با نتایج مطالعهٔ Algafly (۲۰۰۷) و Herrera و همکاران (۲۰۱۰) همخوانی دارد؛ آنها مشاهده کردند که سرما موجب کاهش سرعت هدایت در یک بافت عضلانی می‌شود (۱۶، ۵). با این حال، Sharma و Noohu (۲۰۱۴) مشاهده کردند که توانایی تشخیص وزن و دقت حس عمقی همسترینگ، پس از ۵ دقیقه ماساژ یخ روی تاندون همسترینگ تغییر معناداری پیدا نکرد (۲۹). Costello و Donnelly (۲۰۱۱) نیز نشان دادند که ۳۰ دقیقه غوطه‌وری در دمای ۱۴ درجهٔ سانتی‌گراد تغییر معناداری در حس وضعیت مفصل زانو ایجاد نکرد (۹). در این زمینه، استفاده از عوامل خنک‌کننده متفاوت با زمان‌های اعمال مختلف می‌تواند از دلایل ایجاد این تناقضات باشد، زیرا با کاهش دمای بافت، سرعت هدایت پیام‌های عصبی بسته به درجه و مدت زمان تغییر درجهٔ حرارت کاهش می‌یابد (۱). این مسئله در تارهای عصبی با قطر مختلف یکسان نیست، بلکه تحقیقات نشان می‌دهد که سرما بیشترین اثر را در تارهای میلین‌دار

و با قطر کوچک و حداقل اثر را بر تارهای بدون میلین و بزرگ دارد (۲۶). بنابراین، این احتمال وجود دارد که نزدیک بودن به محل سرمادهی و بیشتر بودن درصد تارهای کندانقباض در بعضی عضلات موجب ایجاد اثرپذیری بیشتر بر اثر سرمادهی شده است.

نتایج مطالعهٔ حاضر همچنین نشان داد که در هر سه فاز حرکت، تفاوت معناداری بین میزان هم‌انقباضی عضلات مفصل زانو پیش و پس از سرمادهی وجود ندارد. با توجه به اینکه محقق مطالعه‌ای در زمینهٔ بررسی تأثیرات سرمادهی بر میزان هم‌انقباضی یافت نکرد، امکان مقایسهٔ مستقیم نتایج نیز وجود نداشت. Avela و همکاران (۱۹۹۶) بیان کرده‌اند که تغییر در حس وضعیت ناشی از خنک کردن مفصل، می‌تواند به اصلاح برنامهٔ مرکزی منجر شود (۷). نتایج مطالعهٔ حاضر به‌نوعی با نتایج آنها در تضاد است. از آنجا که هم‌انقباضی به میزان کنترل حرکتی سیستم عصبی وابسته است (۳۸)، به‌نظر می‌رسد که تأثیرات سرمادهی استفاده‌شده در این تحقیق تنها محدود به عضلات بوده و بر برنامهٔ حرکتی سیستم عصبی مرکزی تأثیر معناداری نگذاشته است. این مسئله احتمالاً به پروتکل سرمادهی استفاده‌شده در تحقیق حاضر مربوط است، چراکه محل اعمال سرما به‌گونه‌ای انتخاب شد تا هیچ عصب مهم محیطی درگیر نشود. همچنین، Cè و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی همزمان تغییر دما و خستگی به نتایج مشابهی رسیدند، زیرا در تحقیق آنها در دمای پایین سرعت هدایت عضلات کاهش یافت، ولی میزان RMS و رکورد آزمون ایزومتریک بیشینهٔ عضلات تغییری نکرد (۸). متأسفانه، در مطالعهٔ حاضر متغیرهای عملکردی (مانند رکورد پرش) که بر میزان تولید نیروی عضلات دلالت دارند، بررسی نشدند.

به‌نظر می‌رسد که پس از سرمادهی، سرعت هدایت در بافت عضله دچار اختلال و کاهش می‌شود، اما مکانیزم‌های جبرانی دیگری سبب می‌شوند که سطح تولید نیرو در عضله کاهش نیابد. با توجه به نتایج مطالعهٔ حاضر، این احتمال وجود دارد که یکی از این مکانیزم‌های جبرانی، فراخوانی واحدهای حرکتی بیشتر (افزایش میزان فعالیت عضلهٔ پهن داخلی در فاز کانسنتریک) باشد. مطالعات آتی برای شناسایی سایر تغییرات متعاقب سرمادهی ضروری است.

منابع و مآخذ

۱. بیرانوند، رامین؛ صیدی، فواد؛ رجبی، رضا؛ مرادی، علی (۱۳۹۲). «تأثیر فوری استفاده کوتاه‌مدت از اسپری‌های سردکننده، بر حس وضعیت مفصل مچ پای افراد سالم»، پژوهش در علوم توانبخشی، ۹ (۵)، ص ۸۹۸-۸۸۹.

۲. عنبریان، مهرد؛د. اسماعیلی، حامد؛ حسینی‌نژاد، سید اسماعیل؛ ربیعی، محمد، بیناباجی، حجت (۱۳۹۱). «مقایسهٔ فعالیت عضلات اطراف زانو هنگام راه رفتن و دویدن در افراد با ناهنجاری واروس زانو و گروه شاهد»، پژوهش در علوم توانبخشی، ۸ (۲)، ص ۳۰۹-۲۹۸.

۳. کهریزی، صدیقه؛ علیزاده، محمدحسین؛ کورش‌فرد، نگار (۱۳۹۰). «اثر تیپینگ پتلا بر حس وضعیت مفصل زانو در فوتسالیست‌های زن سالم و مبتلا به سندروم درد پتلافمورال»، افق دانش، ۱۷ (۲)، ص ۳۹-۲۹.

۴. مهکی، محمدرضا؛ شجاع‌الدین، سیدصدرالدین؛ معمار، رغد؛ خالقی نازجی، مهدی (۱۳۹۱). «مقایسهٔ الکترومایوگرافی عضلات ساق پا و حداکثر نیروهای عمودی عکس‌العمل زمین در حرکت فرود تک‌پای مردان دارای زانوی پرانتزی و نرمال»، نشریهٔ طب ورزشی، ۴(۹)، ص ۱۰۶-۸۷.

5. Algafly A, George K (2007). "The effect of cryotherapy on nerve conduction velocity, pain threshold and pain tolerance". Brit J Sports Med, 41(6), pp: 365-9.

6. Atnip B, McCrory J. (2004). "The effect of cryotherapy on three dimensional ankle kinematics during a sidestep cutting maneuver. J Sports Sci Med, **3**, pp: 83-90.

7. Avela J, Komi P, Santos P. (1996). "Effects of differently induced stretch loads on neuromuscular control in drop jump exercise". Eur J Appl Physiol, 72(5), pp: 553-62.

8. Cè E, Rampichini S, Agnello L, Limonta E, Veicsteinas A, Esposito F. (2012) "Combined effects of fatigue and temperature manipulation on skeletal muscle electrical and mechanical characteristics during isometric contraction". Journal of Electromyography and Kinesiology, 22, pp: 348-45.

9. Costello J, .Donnelly A. (2011). "Effects of cold water immersion on knee joint position sense in healthy volunteers". J Sports Sci, 29(5), pp: 449-56.

10. Enwemeka C, Allen C, Avila P, Bina J, Konrade J, Munns S. (2002). "Soft tissue thermodynamics before, during, and after cold pack therapy". Medicine Science Sports Exercise, 34(1), pp: 45-50.

11. Felson D, et al. (2009). "The effects of impaired joint position sense on the development and progression of pain and structural damage in knee osteoarthritis". Arthritis Rheum, 61(8), pp: 1070-6.

12. Fischer J, Van Lunen BL, Branch JD, Pirone JL. (2009). "Functional performance following an ice bag application to the hamstrings". J Strength Cond Res, 23(1), pp: 44-50.

13. Grey MJ, Ladouceur M, Andersen JB, Nielsen JB, Sinkjaer T. (2001). "Group II muscle afferents probably contribute to the medium latency soleus stretch reflex during walking in humans". J Physiol, 534(3), pp: 925-33

14. Hargrave MD, Carcia CR, Gansneder BM, Shultz SJ. (2003). "Subtalar pronation does not influence impact forces or rate of loading during a single-leg landing". J Athl Train, 38(1), pp:18-23.

15. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. (2000). "Development of recommendations for sEMG sensor placement procedures". J Electromyogr Kinesiol, 10(5), pp: 361-74.
16. Herrera E[1], Sandoval MC, Camargo DM, Salvini TF. (2010). "Motor and sensory nerve conduction are affected differently by ice pack, ice massage, and cold water immersion". Phys Ther, 90(4), pp: 581-91.
17. Hoffman M, Schrader J, Applegate T, Koceja D. (1998). "Unilateral postural control of the functionally dominant and nondominant extremities of healthy subjects". J Athl Train, 33(4), pp: 319-22.
18. Hopkins J, Stencil R. (2002). "Ankle cryotherapy facilitates soleus function". J Orthop Sports Phys Ther, 32(12), pp: 622-7.
19. Hopper D, Whittington D, Davies J. (1997). "Does ice immersion influence ankle joint position sense?" Physiother Res Int, 2(4), pp: 223-36.
20. Kellis E, Arabatzi F, Papadopoulos C. (2003). "Muscle co-activation around the knee in drop jumping using the co-contraction index". J Electromyogr Kinesiol, 13, pp: 229-38.
21. Melnyk M, Faist M, Claes L, Friemert B. (2006). "Therapeutic cooling: no effect on hamstring reflexes and knee stability". Med Sci Sports Exerc, 38(7), pp: 1329-34.
22. Murley G, Bird A. (2006). "The effect of three levels of orthotic wedging on the surface electromyographic activity of selected lower limb muscles during gait". Clin Biomech, 21, pp: 1074-80.
23. Oksa J, Rintamäki H, Rissanen S (1997). "Muscle performance and electromyogram activity of the lower leg muscles with different levels of cold exposure". Eur J Appl Physiol, 75(6), pp: 484-90.
24. Oksa J, Ducharme MB, Rintamaki H. (2002). "Combined effect of repetitive work and cold on muscle function and fatigue". J Appl Physiol, 92, pp: 354-61.
25. Pietrosimone B, Hart J, Ingersoll C. (2009). "Effects of focal knee joint cooling on spectral properties of rectus femoris and vastus lateralis electromyography" . Athl Training Sports Health Care, 1(4), pp: 154-61.
26. Racinais S, Oksa I. (2010). "Temperature and neuromuscular function". Scand J Med Sci Sports, 20(3), pp: 1-18.
27. Richendollar ML, Darby LA, Brown TM. (2006). "Ice bag application, active warm-up , and 3 measures of maximal functional performance". J Athl Train, 41(4), pp: 364-70.
28. Rubley MD, Denegar CR, Buckley WE, Newell KM. (2003) "Cryotherapy, sensation, and isometric-force variability". J Athl Train, 38(2), pp: 113-9.
29. Sharma G, Noohu MM. (2014). "Effect of Ice Massage on Lower Extremity Functional Performance and Weight Discrimination Ability in Collegiate Footballers". Asian J Sports Med, 5(3), pp: 1-5.
30. Schmid S, Moffat M, Gutierrez GM. (2010). "Effect of knee joint cooling on the electromyographic activity of lower extremity muscles during a plyometric exercise". J Electromyogr Kinesiol, 20, pp: 1075-1081.

31. Schmikli SL, de Vries WR, Inklaar H, Backx FJ. (2011). "Injury prevention target groups in soccer: Injury characteristics and incidence rates in male junior and senior players". J Sci Med Sport, 14, pp: 199-203.
32. Tremblay F, Estephan L, Legendre M, Sulpher S. (2001). "Influence of local cooling on proprioceptive acuity in the quadriceps muscle". J Athl Train, 36(2), pp: 119-23.
33. Uchio Y, Ochi M, Fujihara A, Adachi N, Iwasa J, Sakai Y. (2003). "Cryotherapy influences joint laxity and position sense of the healthy knee joint". Arch Phys Med Rehabil, 84(1), pp: 131-5
34. Viitasalo JT, Salo A, Lahtinen J. (1998). "Neuromuscular functioning of athletes and nonathletes in the drop jump". Eur J Appl Physiol, 78(5), pp: 432-40.
35. Britto MA, Carpes FP, Koutras G, Pappas E. (2014). "Quadriceps and hamstrings prelanding myoelectric activity during landing from different heights among male and female athletes". Journal of Electromyography & Kinesiology, 24, pp: 508-512.
36. Ghasemi MH, Anbarian M, Sedighi A. (2016). "A comparison of the effect of two different local cooling methods on knee joint position sense". Iranian Journal of Rehabilitation Research in Nursing, 2(7), pp: 9-17 (Persian).
37. Gillis GB, Akella T, Gunaratne R. (2010). "Do toads have a jump on how far they hop? Pre-landing activity timing and intensity in forelimb muscles of hopping". Biology Letters, 6, pp: 486-9.
38. Wise AK, Gregory JE, Proske U. (1998). "Detection of movements of the human forearm during and after co-contractions of muscles acting at the elbow joint". J Physiol, 508(1), pp: 325-30.

Immediate and Long-Term Effect of Cold Spray on Myoelectric Variables of Selected Muscles of Lower Extremity of Dominant Leg during Single-Leg Drop-Jump

Mohammad Hossein Ghasemi[1], Mehrdad Anbarian[2*]
1.Ph.D. Student, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran 2.Professor, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
(Received: 2015/11/4;Accepted: 2017/9/13)

Abstract
Cryotherapy is used as an immediate effective treatment for acute sport injuries. The results of former studies about the effects of cryotherapy on myoelectric variables of muscles were slight and contradictory. The aim of the present study was to investigate immediate and long-term (20 min. later) effect of cold spray in anterior-medial area of the knee joint of dominant leg on myoelectric variables of selected muscles of lower extremity. 15 health men voluntarily participated in this study. ANOVA with repeated measures was used for data analysis. A significant decrease in semitendinosus activity (immediately and 20 min. after cryotherapy) and medialis gastrocnemius (immediately after cryotherapy) in pre-activation phase, semitendinosus (immediately after cryotherapy) in eccentric phase, as well as a significant increase in vastus medialis activity (immediately after cryotherapy) in concentric phase were observed ($P<0.05$). Also, a significant decrease in median frequency of tibialis anterior (immediately after cryotherapy) was observed ($P<0.05$). No significant differences were observed among all 3 phases of movement in co-contraction of knee joint muscles ($P>0.05$). It seems that the immediate effects of cold spray on the muscles activity were not severe and long-term effects were very low. In addition, since co-contraction depends on the motor control of nervous system, probably cryotherapy effects used in this study was limited to the muscles and motor program of the central nervous system has not altered. Also, it is likely that as a result of decreasing conduction velocity in muscle tissue in the concentric phase, more motor units are recruited as a compensatory mechanism. Future studies are needed to identify other changes following cryotherapy.

Keywords
cold spray, knee join, lower extremity, myoelectric variables, single-leg drop-jump.

[*] Corresponding Author: Email: anbarian@basu.ac.ir, Tel: 08138292750