

تأثیر حرکات کششی ایستا و دستگاه ماساژ LPG بر شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری پس از یک جلسه تمرین مقاومتی در زنان غیر ورزشکار

دکتر افشار جعفری^۱، وحیده کیان‌مرز^۲، رضا رشدی^۳

۱. استادیار دانشگاه تبریز

۲. مربی دانشگاه پیام نور

۳. مربی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب

تاریخ پذیرش مقاله: ۸۸/۱۱/۱۹

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۸/۲۶

چکیده

هدف پژوهش حاضر تعیین تأثیر حرکات کششی ایستا و دستگاه ماساژ LPG بر شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری پس از یک جلسه تمرین مقاومتی بود. این مطالعه بر روی ۳۰ نفر زن غیرورزشکار داوطلب با میانگین سنی 21.8 ± 1.14 سال و درصد چربی 23.69 ± 1.43 درصد، در سه گروه جداگانه و همگن (حرکات کششی ۱۲ ساعت پس از تمرین، ماساژ ۱۵ دقیقه‌ای LPG یک ساعت پس از تمرین و گروه کنترل) انجام شد. برنامه مقاومتی کشش پشت ران شامل 3×15 با $70\%IRM$ بود. متغیرهای کراتین کیناز، درد، دور ران (تورم)، انعطاف پذیری، قدرت بیشینه هم‌طول و توان عضلات پشت ران در دو نوبت قبل و ۲۴ ساعت پس از تمرین اندازه‌گیری شدند. ابتدا داده‌ها در قالب طرح 3×2 بررسی شد و سپس دامنه‌ی اختلافات با استفاده از تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA) و آزمون تعقیبی توکی در سطح 0.05 تحلیل شد. نتایج نشان داد که دامنه تغییرات کراتین کیناز، درد و دور ران گروه‌های کششی ایستا و ماساژ LPG به طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل بود. همچنین دامنه تغییرات انعطاف‌پذیری، قدرت بیشینه هم‌طول و توان عضلانی گروه کنترل به طور معنی‌داری کمتر از گروه‌های کششی ایستا و ماساژ LPG بود. درحالی‌که بین دو گروه کششی ایستا و ماساژ LPG در هیچ کدام از متغیرها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. به‌هرحال، با توجه به عدم تفاوت معنی‌داری بین دو روش و بالا بودن هزینه درمانی و نیاز تخصصی بالای ماساژ LPG، می‌توان از روش کم‌هزینه و آسان حرکات کششی ایستای پیش و پس از تمرین استفاده کرد. اما با در نظر گرفتن برتری ماساژ LPG در برخی از شاخص‌های پاتولوژیک و فیزیولوژیک، انجام تحقیقات بیشتر ضروری به نظر می‌رسد.

کلیدواژه‌های فارسی: کوفتگی عضلانی تأخیری، کشش ایستا، دستگاه ماساژ LPG، شاخص‌های پاتولوژیک و فیزیولوژیک.



مقدمه

«کوفتگی عضلانی تأخیری»^{۱۱۰} حالتی ناخوشایند همراه با درد عضلانی است که یک یا دو روز پس از فعالیت بدنی شدید احساس می‌شود و معمولاً به‌دنبال فعالیت جسمانی پر فشار و غیر معمول به‌ویژه حین انقباض‌های عضلانی برون‌گرا به‌وجود می‌آید. بروز این حالت افت کارایی و اختلال در عملکرد جسمانی ورزشکاران و افراد شرکت‌کننده در رویدادها و رقابت‌های ورزشی را باعث می‌شود. به‌طوری‌که ورزشکاران مبتدی و کسانی‌که به‌تازگی به ورزش روی می‌آورند، تنها به‌دلیل همین درد و ناراحتی از انجام فعالیت بدنی دوری می‌کنند (۳-۱). با وجود تحقیقات و نظریه‌های متعدد در زمینه ماهیت کوفتگی عضلانی تأخیری، هنوز ابهامات زیادی در رابطه با سازوکار آن به‌چشم می‌خورد. به‌علاوه، تحقیقات معدودی به مقایسه اثر بخشی برنامه‌های تمرینی و استراتژی‌های مختلف درمانی پرداخته‌اند که نتایج آن‌ها نیز ضد و نقیض می‌باشد (۶-۲). با این حال، برخی از محققان و متخصصان علوم ورزشی اثرات حرکات کششی پیش و پس از ورزش را بر کوفتگی عضلانی تأخیری بررسی کرده و نتایج متفاوتی به‌دست آورده‌اند. البته برنامه‌های کشش برای بررسی اثر آن بر روی کوفتگی عضلانی تأخیری و انعطاف‌پذیری و افزایش دامنه حرکتی بیشتر شامل کشش ایستا بوده است (۷-۵). گولیک^{۱۱۱} و همکارانش (۱۹۹۶) افزایش معنی‌داری در دامنه حرکتی پس از انجام حرکات کششی ایستا (بدون اثر بر کوفتگی عضلانی یا عملکرد عضله) مشاهده کردند (۸). از طرفی، جانسون^{۱۱۲} (۱۹۹۹)، بیان کرد که انجام حرکات کششی ایستا پیش از تمرین برون‌گرا تأثیری بر کوفتگی، سفتی و کاهش نیروی عضله ندارد (۹). کاشف و نامنی نیز (۱۳۸۱) اعلام داشتند که حرکات کششی

¹¹⁰. Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)

¹¹¹. Gulick

¹¹². Johansson

ایستا تأثیر معنی داری در کاهش شاخص‌های آنزیم‌های سرمی، احساس درد، ضعف و اسپاسم ندارد (۷).

ماساژ با دستگاه LPG نیز یکی دیگر از شیوه‌های درمانی نوین است که در بسیاری از کشورهای اروپایی و آسیایی نه تنها به عنوان وسیله درمانی بلکه تقویت کننده قدرت و توان عضلانی استفاده می‌کنند (۱۰-۱۲). فرت^{۱۱۳} (۱۹۹۹)، با مطالعه‌ای روی ۱۲ نفر از بازیکنان تیم ملی فوتبال فرانسه بیان کرد که می‌توان با کمک دستگاه LPG قدرت را به میزان ۵/۴۴٪ و توان را ۳/۹٪ افزایش داد (۱۰). با توجه به این که به دلیل نو بودن موضوع استفاده از این نوع ماساژ برای درمان کوفتگی عضلانی تأخیری و با در نظر گرفتن کمبود مطالعات انجام شده مربوط به اثربخشی آن، تحقیق حاضر به منظور مقایسه اثرات ماساژ LPG و حرکات کششی ایستا بر شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری از جمله احساس درد، تورم، میزان آنزیم کراتین کیناز سرمی، کاهش قدرت و توان عضلانی و افت دامنه حرکتی پس از یک جلسه تمرین مقاومتی انجام شد.

روش پژوهش

با در نظر گرفتن اهداف، محدودیت‌ها و متغیرهای مورد مطالعه، تحقیق حاضر به صورت نیمه تجربی در قالب طرح‌های سه گروهی پیش آزمون- پس آزمون روی ۳۰ دختر دانشجوی داوطلب (با میانگین سنی $21/8 \pm 1/15$ سال، درصد چربی $23/69 \pm 1/43$ و شاخص توده بدنی $21/79 \pm 1/52$ کیلوگرم بر متر مربع) غیرورزشکار (بدون فعالیت بدنی یا درگیری در فعالیتهای بدنی رقابتی، تفریحی و کاری) سالم (بدون هرگونه سابقه بیماری‌های قلبی- تنفسی، گوارشی، و عصبی- عضلانی به ویژه در اندام تحتانی) و مجرد با یک دوره ماهیانه معمولی (بدون درد و تأخیر) پس از انجام تمرینات مقاومتی انجام شد. هیچ یک از آزمودنی‌ها از

113. Ferret

دخانیات، الکل، کافئین و داروی ضد التهاب غیراستروئیدی، استفاده نمی‌کردند. آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی در سه گروه ۱۰ نفری همگن کششی ایستا، ماساژ LPG و کنترل جایگزین شدند (جدول ۱).

جدول ۱. مشخصات فردی آزمودنی‌ها

شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	درصد چربی	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتی‌متر)	سن (سال)	متغیرها گروه
۲۲/۱۷±۱/۲۸	۲۳/۳۱±۱/۳۴	۵۴/۷±۲/۸۳	۱۵۷/۱۲±۴/۱۱	۲۱/۶۰±۱/۴۲	کششی ایستا
۲۱/۷۴±۱/۳۱	۲۴/۰۴±۱/۲۲	۵۵±۳/۰۹	۱۵۹/۱±۳/۹۴	۲۲±۱/۲۴	ماساژ LPG
۲۱/۴۷±۱/۹۵	۲۳/۷۲±۱/۷۳	۵۳/۲۵±۳/۴۹	۱۵۷/۶۵±۴/۳	۲۱/۸±۰/۷۸	کنترل
۲۱/۷۹±۱/۵۱	۲۳/۶۹±۱/۴۳	۵۴/۳۱±۳/۱۳	۱۵۷/۹۶±۴/۱۱	۲۱/۸±۱/۱۴	میانگین کل

داوطلبان دو روز پیش از آزمون برای اطلاع از مراحل مختلف تحقیق، نوع آزمون‌ها، و پرکردن رضایت‌نامه کتبی و پرسشنامه مشخصات فردی به محل آزمون مراجعه کردند و به‌منظور همگن‌سازی گروه‌ها، قد، وزن، سن، درصد چربی بدن، انعطاف، توان عضلانی و قدرت هم‌طول عضلات پشت ران آنها در همان روز اندازه‌گیری شد. در روز آزمون ابتدا از ورید آرنجی آزمودنی‌ها برای تعیین میزان فعالیت آنزیم کراتین کیناز تام سرمی (CK¹¹⁴) خون‌گیری به‌عمل آمد؛ سپس به‌ترتیب میزان درد، دور ران (تورم)، توان، انعطاف‌پذیری و قدرت بیشینه هم‌طول (ایزومتریک) سنجیده شد. تمام اندازه‌گیری‌های پس از تمرین در همه گروه‌ها، ۲۴ ساعت پس از تمرین مقاومتی انجام گرفت.

به‌منظور ایجاد کوفتگی عضلانی تأخیری در عضلات پشت ران، از دستگاه کشش همسترینگ با برنامه‌ای مشابه طرح داین لاروچ¹¹⁵ (۲۰۰۵) (۱۳) استفاده شد که در آن آزمودنی‌ها در ابتدا به‌مدت ۱۵ دقیقه گرم کردند و سپس در سه دوره ۱۵

¹¹⁴. Creatine Kinase

¹¹⁵. Dain LaRoche

تایی با ۷۰٪ یک تکرار بیشینه، تمرین کردند. در نهایت، یک دوره ۲۵ تایی با ۲۰٪ یک تکرار بیشینه را برای سرد کردن بدن انجام دادند. زاویه خم شدن مطلوب زانو از ۱۶۰-۱۴۰ درجه مدنظر بود. فاصله استراحتی بین دوره‌ها یک الی یک و نیم دقیقه بود (۳).

آزمودنی‌های گروه یک، تمرینات کششی ایستا را برای عضلات پشت ران به مدت ۲۰ دقیقه در دو نوبت قبل و ۱۲ ساعت پس از تمرین با دستگاه کشش همسترینگ، انجام دادند. هر حرکت کششی به مدت ۳۰ ثانیه به صورت همسان و تحت نظارت گروه تحقیقاتی اجرا می‌شد. آزمودنی‌های گروه دو، بلافاصله پس از تمرین کشش همسترینگ به محل دستگاه ماساژ LPG منتقل شدند. مشابه برنامه تمرینی مایستی^{۱۱۶} (۲۰۰۳)، به عضلات پشت ران هر کدام از آزمودنی‌ها توسط دستگاه ماساژ LPG مدل S6، به مدت ۱۵ دقیقه ماساژ داده شد (۱۲). برای این که دستگاه تماس مستقیم با پوست نداشته باشد، به هر کدام از آزمودنی‌ها جوراب شلواری مخصوص ماساژ LPG، داده می‌شد. آزمودنی‌های گروه سه، هیچ‌گونه روش درمانی دیگری را در طول تحقیق تجربه نکردند.

درصد توده چربی بدن با استفاده از ضخامت‌سنج چین پوستی (کالیپر) Lange و روش پیشنهادی YMCA در چهار ناحیه سه سر بازو، ران، شکم و فوق خاصره‌ای سمت راست بدن، مطابق معادله زیر محاسبه شد (۱۴).

$$۱/۰۴۰۷۲ + (سن) ۰/۰۲۹۶ + (مجموع چهار نقطه) ۰/۰۰۰۴۳ - (مجموع چهار نقطه) ۰/۲۹۶۶۹ = درصد چربی$$

برای تعیین شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری، میزان تورم دور ران و شدت درد عضلات خم‌کننده زانوی آزمودنی‌ها به ترتیب با استفاده از متر نواری منعطف و مقیاس درجه‌بندی ترسیمی درد (مقیاس کلامی-توصیفی^{۱۱۷} تالاگ) مطابق با سطح کوفتگی و درد عضلات مذکور هنگام خم کردن فعالانه مفصل زانو روی یک خط ۱۲ سانتی‌متری

¹¹⁶. Maisetti

117. Verbal Descriptive Scales Talag

تعیین شد (۱۶ و ۱۵). توان عضلانی، انعطاف پذیری و قدرت هم طول عضلات پشت ران نیز به ترتیب و با استفاده از پرش عمودی سارجنت، دستگاه انعطاف سنج ولز و نیروسنج^{۱۱۸} یاگامی^{۱۱۹} تعبیه شده روی دستگاه کشش پشت ران (در یک وضعیت استاندارد) اندازه گیری شد. آزمودنی ها هنگام تعیین قدرت بیشینه هم طول روی میز به شکم خوابیده و درحالی که با دست هایشان لبه میز را محکم گرفته بودند؛ پاشنه هر دو پا را به طور موازی به زیر میله دستگاه نیروسنج برده و از پشت، زانوها را تا ۱۶۰ درجه خم می کردند. ارتفاع میز در حدی بود که پای آزمودنی هیچ تماسی با زمین نداشته باشد. به علاوه، برای اندازه گیری میزان فعالیت آنزیم کراتین کیناز تام سرمی از ورید آرنج آزمودنی ها مقدار دو میلی لیتر خون (بدون اضافه کردن ماده ضد انعقاد برای جداسازی سرم) گرفته شد. پس از لخته شدن و جداسازی سرم توسط دستگاه سانتریفوژ، با استفاده از کیت های شرکت پارس و دستگاه اتوآنالیزر RA1000، میزان فعالیت آنزیم به صورت واحد بین المللی در لیتر اندازه گیری شد.

داده های حاصله به صورت میانگین و انحراف استاندارد و در قالب دامنه تغییرات پیش و پس از اعمال متغیرهای اصلی با استفاده از نرم افزارهای آماری SPSS نسخه ۱۶ در سطح معنی داری ۰/۰۵ بررسی شد. پس از تأیید توزیع طبیعی و همگنی داده های پیش آزمون با استفاده از آزمون های کلموگروف اسمیرنف، تحلیل واریانس یک طرفه و بونفرونی، همه تحلیل های آماری ابتدا با استفاده از آزمون پارامتریک تحلیل واریانس ۳×۲ اثر تقابلی متغیرهای مستقل مورد بررسی قرار گرفت. سپس میانگین های پس آزمون و دامنه تغییرات پیش و پس (۲۴ ساعت پس از اعمال متغیرهای مستقل) هر سه گروه با آزمون تحلیل واریانس یک طرفه

¹¹⁸. Dynamometer

¹¹⁹. Yagami

و آزمون تعقیبی توکی بررسی شد. به علاوه، میزان اثربخشی هریک روش‌های مورد مطالعه با استفاده از سهم اثر مجذور اتا^{۱۲۰} مشخص شد.

یافته‌ها

براساس داده‌های به دست آمده، همه شاخص‌های پاتولوژیک کراتین کیناز تام سرمی، تورم دور ران و احساس درد (درک کوفتگی) در گروه کنترل به ترتیب حدود ۲۲۱/۳ درصد، ۱۳/۵ درصد و ۱۶/۶ برابر افزایش نشان داد. به علاوه، شاخص‌های فیزیولوژیک و عملکردی انعطاف‌پذیری، قدرت بیشینه هم‌طول و توان عضلانی پایین تنه در این گروه، ۲۴ ساعت پس از انجام تمرین مقاومتی پشت ران، به ترتیب حدود ۷۷/۲ درصد، ۳۹ درصد و ۲۵/۹ درصد کاهش یافت (جدول ۲).

پس از تعیین سهم اثر (مجذور اتا) مشخص شد که سهم اثر کلی تمرین در شاخص‌های پاتولوژیک کراتین کیناز تام سرمی، تورم دور ران و احساس درد به ترتیب حدود ۰/۹۳۲، ۰/۷۵۹ و ۰/۹۵۵ و در شاخص‌های فیزیولوژیک انعطاف‌پذیری، قدرت بیشینه هم‌طول و توان عضلانی پایین تنه به ترتیب حدود ۰/۶۰، ۰/۷۹۴ و ۰/۶۴۵ است. با این حال، با مقایسه سهم اثر تمرین مقاومتی در تغییر شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری گروه ماساژ LPG و حرکات کششی ایستای قبل و بعد مشخص شد که هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین این دو رویکرد به چشم نمی‌خورد (کراتین کیناز $P > 0/111$ ، تورم $P > 0/827$ ، درک کوفتگی $P > 0/326$ ، انعطاف‌پذیری $P > 0/870$ ، قدرت بیشینه هم‌طول $P > 0/563$ ، و توان پا $P > 0/808$)؛ هر چند که سهم اثر تمرین مقاومتی در گروه ماساژ LPG در تغییرات شاخص‌های کراتین کیناز تام سرمی، احساس درد، قدرت بیشینه هم‌طول و توان عضلانی نسبت به گروه کششی ایستای قبل و بعد، کمتر و در تغییرات شاخص‌های تورم دور ران و انعطاف‌پذیری بیشتر بود (جدول ۳ و ۴).

جدول ۲. تغییرات شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری پس از اجرای قرارداد تمرینی

شاخص‌ها	گروه‌ها	قبل از قرارداد	بعد از قرارداد تمرینی
کراتین کیناز سرمی (واحد بین‌المللی/لیتر)	کششی	۸۷/۸۰±۷/۵۹	۱۸۹/۱۰±۱۳/۵۰
	LPG	۹۱/۲۰±۷/۵۰	۱۵۹/۱۰±۱۳/۵۷
	کنترل	۸۰/۴۰±۷/۴۶	۲۷۱/۲۰±۱۲/۵۰
تورم یا دور ران (سانتی‌متر)	کششی	۵۱/۹۰±۰/۷۷	۵۲/۵۰±۰/۴۵
	LPG	۵۰/۹۴±۰/۷۵	۵۲/۰۲±۰/۴۳
	کنترل	۴۹/۵۳±۰/۷۰	۵۶/۲۲±۰/۴۷
احساس درد یا درک کوفتگی (واحد معمولی)	کششی	۰,۰۰	۱۱/۱۵±۰/۶۸
	LPG	۰,۰۰	۹۰/۸۰±۰/۷
	کنترل	۰,۰۰	۱۶/۶۰±۰/۶۵
انعطاف‌پذیری (سانتی‌متر)	کششی	۱۶/۰۷±۱/۰۳	۱۱/۸۰±۱/۶۱
	LPG	۱۵/۰۰±۱/۰۵	۹۰/۷۰±۱/۵۹
	کنترل	۱۴/۲۵±۱	۳/۲۵±۱/۶۵
قدرت ایزومتریک بیشینه (کیلوگرم)	کششی	۳۲/۸۰±۰/۵۹	۳۰/۷۰±۰/۹۴
	LPG	۳۲/۰۹±۰/۶۳	۳۱/۴۰±۰/۸۹
	کنترل	۳۱/۳۰±۰/۵۷	۱۹/۱۰±۰/۹۸
توان پا یا ارتفاع پرش (سانتی‌متر)	کششی	۲۹/۲۶±۰/۶۸	۲۷/۷۹±۱/۲۶
	LPG	۲۹/۹۸±۰/۶۰	۲۹/۳۰±۱,۱۹
	کنترل	۳۱/۱۶±۰/۷۱	۲۳/۱۰±۱/۳۰

همچنین، نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه حاکی است که میانگین پس آزمون و دامنه تغییرات گروه کنترل نسبت به دو گروه دیگر به‌طور معنی‌دار در شاخص‌های پاتولوژیک (کراتین کیناز، تورم و درک کوفتگی) و فیزیولوژیک (انعطاف‌پذیری، قدرت بیشینه هم‌طول و توان پا) به‌ترتیب بیشتر ($P < 0/001$) و کمتر (انعطاف‌پذیری گروه کششی $P < 0/025$ و گروه ماساژ LPG $P < 0/008$)، قدرت بیشینه هم‌طول و توان پای دو گروه آزمون ($P < 0/001$) است. درحالی‌که هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین میانگین‌های پس‌آزمون و دامنه تغییرات شاخص‌های مورد نظر در گروه‌های ماساژ LPG و کششی ایستای قبل و بعد مشاهده نشد ($P > 0/05$).

جدول ۳. سهم اثر تمرین مقاومتی در بروز تغییرات شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری (آزمون تحلیل ۳×۲)

شاخص‌ها	گروه	تفاوت قبل و بعد (%)	سطح معنی‌داری	اثر (مجدور اتا)	
				گروهی	کلی
کراتین کیناز تام (واحد بین‌المللی لیتر)	کنترل	۱۸۶/۸۰	۰/۰۰۱	۰/۹۳۲	۰/۶۸۵
	کششی ایستا	۱۰۱/۳	۰/۰۰۱	۰/۶۲۰	
	ماساژ LPG	۶۷/۹	۰/۰۰۱	۰/۵۲۳	
دور ران (تورم) (سانتی‌متر)	کنترل	۶/۶۹۰	۰/۰۰۱	۰/۷۵۹	۰/۷۲۰
	کششی ایستا	۰/۶۰۰	۰/۱۸۷	۰/۰۵	
	ماساژ LPG	۱/۰۸	۰/۰۷۵	۰/۰۵۱	
درک کوفتگی (احساس درد) (واحد معمولی)	کنترل	۱۶۶۰	۰/۰۰۱	۰/۹۵۵	۰/۶۷۳
	کششی ایستا	۱۱۱۵	۰/۰۰۱	۰/۹۴۸	
	ماساژ LPG	۹۸۰	۰/۰۰۱	۰/۹۴۶	
انعطاف‌پذیری (آزمون ولز) (سانتی‌متر)	کنترل	-۱۱/۰۰	۰/۰۰۱	۰/۶۰۰	۰/۳۱۸
	کششی ایستا	-۴/۲۷۰	۰/۰۰۱	۰/۱۶۸	
	ماساژ LPG	-۵/۳۰	۰/۰۰۱	۰/۵۱۵	
قدرت بیشینه هم‌طول (کیلوگرم)	کنترل	-۱۲/۲۰	۰/۰۰۱	۰/۷۹۴	۰/۷۵۸
	کششی ایستا	-۲/۱۰	۰/۰۰۵	۰/۱۵۱	
	ماساژ LPG	-۰/۶۹۰	۰/۰۹۷	۰/۰۹۶	
توان پا یا ارتفاع پرش سارجنت (سانتی‌متر)	کنترل	-۸/۰۶۰	۰/۰۰۱	۰/۶۴۵	۰/۶۰۳
	کششی ایستا	-۱/۴۷۰	۰/۰۰۲	۰/۰۹۲	
	ماساژ LPG	-۰/۶۸۰	۰/۳۹۲	۰/۰۰۹	

جدول ۴. مقایسه دامنه تغییرات شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری در گروه‌های مورد مطالعه

سطح معنی‌داری	تفاوت دامنه تغییرات بین گروهی			شاخص‌ها	
	میزان تفاوت (%)	گروه دو	گروه یک		
۰/۰۰۱	۱۱۸/۹۰	ماساژ LPG	کنترل	کراتین کیناز تام (واحد بین‌المللی الیتر)	تأخیری
۰/۰۰۱	۸۵/۵۰	کششی ایستا			
۰/۱۱۱	۳۳/۴۰	ماساژ LPG	کششی ایستا	دور ران (تورم) (سانتی متر)	
۰/۰۰۱	۵/۶۱	ماساژ LPG	کنترل		
۰/۰۰۱	۶/۰۹	کششی ایستا	کنترل	درک کوفتگی (احساس درد) (واحد معمولی)	
۰/۸۲۷	-۰/۴۸	ماساژ LPG			
۰/۰۰۱	۵/۴۵	ماساژ LPG	کنترل		
۰/۰۰۱	۶/۸۰	کششی ایستا			
۰/۳۵۶	۱/۳۵	ماساژ LPG	کششی ایستا	انعطاف‌پذیری (آزمون ولز) (سانتی متر)	بازتابی
۰/۰۲۵	-۵/۷۰	ماساژ LPG	کنترل		
۰/۰۰۸	-۶/۷۳	کششی ایستا	کششی ایستا		
۰/۸۷۰	۱/۰۳	ماساژ LPG			
۰/۰۰۱	-۱۱/۵۱	ماساژ LPG	کنترل	قدرت بیشینه هم‌طول (کیلوگرم)	
۰/۰۰۱	-۱۰/۱۰	کششی ایستا			
۰/۵۶۳	-۱/۴۱	ماساژ LPG	کششی ایستا	توان پا یا ارتفاع پرش سارجنت (سانتی متر)	
۰/۰۰۱	-۷/۳۸	ماساژ LPG	کنترل		
۰/۰۰۱	-۶/۵۹	کششی ایستا	کششی ایستا		
۰/۸۰۸	-۰/۷۹۰	ماساژ LPG			

بحث

بر اساس نتایج تحقیق حاضر، تمرین مقاومتی باعث افزایش شاخص آسیب سلولی کراتین کیناز سرمی شد. به عبارتی، میزان تغییرات کراتین کیناز سرمی گروه‌های مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری باهم متفاوت بود. این یافته با نتایج برخی از تحقیقات گذشته هم‌خوانی دارد (۱۳، ۱۵-۱). میزان افزایش فعالیت این آنزیم در گروه کششی با یافته‌های هربرت^{۱۲۱} و همکاران (۲۰۰۲) (۱۷) هم‌خوانی؛ ولی با

121. Herbert

نتایج تحقیق دانشفر (۱۳۷۷) مغایرت دارد (۱۸). براساس نظریه شوان، افزایش شدت و مدت انقباضات در گروه‌های عضلانی درگیر در افزایش نفوذپذیری غشاء و تخریب تار عضلانی و همچنین افزایش انتشار آنزیم‌های شاخص آسیب سلولی در سرم اثر می‌گذارد (۲۱). به‌همین دلیل این احتمال وجود دارد که گروه‌های عضلانی درگیر (به‌کارگیری عضلات بازکننده ساعد دست) و برنامه تمرینی متفاوت عامل تناقض موجود بین نتیجه مطالعه حاضر و یافته‌های قبلی باشد (۱۷ و ۱۹). در گروه ماساژ LPG نیز نتایج حاصله با یافته‌های فرت^{۱۲۲} (۱۹۹۹) (۱۰) و پورترو^{۱۲۳} (۲۰۰۰) (۱۱) همخوانی داشت. به‌نظر می‌رسد ماساژ LPG به‌واسطه توانایی‌اش در به‌تحرك انداختن مایع بافتی و افزایش جریان خون موضعی مانع از تخریب بیشتر سارکولم شده و از انتشار آنزیم‌ها در دو طرف غشای سلولی جلوگیری کرده است (۱۲ و ۲۰). زین‌الدین^{۱۲۴} و همکارانش (۲۰۰۵) گزارش دادند که ماساژ با انگشتان دست میزان CK را ۳۶٪ نسبت به گروه کنترل پایین می‌آورد. درحالی‌که در تحقیق حاضر ماساژ LPG میزان CK را ۱۱۸/۹٪ نسبت به گروه کنترل کاهش داد (۲۱).

از طرفی، نتایج مربوط به درک کوفتگی حاکی از آن دارد که ماساژ LPG نسبت به حرکات کششی به‌طور مؤثرتری باعث کاهش درک کوفتگی ناشی از تمرینات مقاومتی می‌شود. به‌طوری‌که زمان اوج احساس درد با نتایج تالاگ (۱۹۷۳) (۱۶)، آرمسترانگ^{۱۲۵} (۱۹۸۶) (۱)، هربرت (۲۰۰۳) (۱۷) و دیگر تحقیقات قبلی (۲۰ و ۲۱) (۳-۱) هم‌وانی داشت. ولی با نتایج نیوهام^{۱۲۶} (۱۹۸۳) (۲۲)،

¹²². Ferret

¹²³. Porteo

¹²⁴. Zainuddin

¹²⁵. Armstrong

¹²⁶. Newham

جانسون (۱۹۹۹) (۹) و میشل (۲۰۰۵) (۲۳) مغایرت داشت. از آنجایی که شدت درد در تحقیقات فوق الذکر با مقیاس‌های مختلف سنجیده شده است، می‌توان گفت داده‌های حاصله از تحقیقات تا اندازه‌ای متفاوت و متناقض هستند. البته با دسترسی به میزان دقت مقیاس‌های اندازه‌گیری، باید اشاره داشت که مقیاس مورد استفاده در تحقیق حاضر از دقت نسبتاً بالاتری برخوردار است. به‌علاوه، در این تحقیق میزان درد هنگام خم کردن ارادی مفصل زانو ارزیابی شده است که باعث تولید درد بیشتری نسبت به حالت استراحت شد. به همین برای نیز با نتایج نیوهام (۱۹۸۳) که درد را در هنگام استراحت سنجیده بود مغایرت داشت (۲۲). نتایج تحقیق وسل و ون^{۱۲۷} (۲۰۰۶) (۲۵) حاکی از عدم تأثیر کشش قبل و بعد از تمرین بر میزان درد است. جانسون^{۱۲۸} و همکاران او (۱۹۹۹) نیز بیان کردند که انجام دادن تمرینات کششی ایستا پیش از تمرین برون‌گرا تأثیری بر کوفتگی، سفتی و کاهش نیروی عضله ندارد (۹). البته تحقیقات فوق، اشکالاتی مثل تعداد کم آزمودنی‌های هر گروه و استفاده از مقیاس درجه‌بندی درد با حساسیت کم داشتند. زیرا آن‌ها از مقیاس‌های توصیفی-تمایزی و پرسشنامه مک‌گیل با دقت اندازه‌گیری کم استفاده کردند. همچنین ممکن است به‌علت برنامه‌های تمرینی مختلف برای ایجاد درد باشد؛ چراکه این احتمال وجود دارد که برخی از عضلات به یک کشش معین پاسخ داده و برخی دیگر ندهند (۱۶، ۲۲، ۲۴، ۲۵). به‌علاوه، براساس نتایج تحقیق حاضر، افزایش دور ران (تورم) در گروه کنترل نسبت به دو گروه دیگر معنی‌دار بود. این نتیجه با یافته‌های آرمسترانگ (۱۹۸۳) (۱)، پورترتو (۲۰۰۰) (۱۱) و هیلبرت (۲۰۰۳) (۲۰) همخوانی دارد. پورترتو بیان کرد که کاهش معنی‌دار تورم و درک کوفتگی عضلانی تأخیری متعاقب انجام ماساژ LPG یک ساعت پس از فعالیت برون‌گرا ممکن است به‌دلیل ممانعت از مهاجرت

¹²⁷. Wessels

¹²⁸. Johansson

نوتروفیل‌ها به بافت آسیب دیده باشد (۱۱). به عقیده اسمیت، آسیب یا تروما باعث آغاز یک پاسخ التهابی می‌شود؛ زیرا با مهاجرت نوتروفیل‌ها به بافت آسیب دیده میزان تجمع منوسیت‌ها (ماکروفاژها) و فعالیت بیگانه‌خواری افزایش پیدا می‌کند. ماکروفاژها موجب رهایش پروستاگلاندین‌ها و تورم بافت آسیب دیده می‌شوند (۲). همچنین، نتایج تحقیق حاضر حاکی از آن است که حرکات کششی ایستای قبل و بعد از تمرین نسبت به گروه کنترل به‌طور معنی‌داری از کاهش دامنه حرکتی جلوگیری می‌نماید ($P < 0/001$). تعداد کمی از محققین مانند نیوهام (۱۹۸۳) (۲۲) و گلیسون^{۱۲۹} (۲۰۰۳) (۲۶) تغییرات دامنه حرکتی مفصل و رابطه‌ی آن با کوفتگی عضلانی تأخیری را نشان داده‌اند. برخی دیگر نیز مانند میلز (۱۹۹۴) (۲۷) و زین‌الدین (۲۰۰۵) (۲۱) معتقدند که هیچ رابطه‌ای بین تورم، دامنه حرکتی و درد وجود ندارد. در حالی که در تحقیق حاضر رابطه معکوس و معنی‌داری بین تورم و دامنه حرکتی ($r = -0/286$) در سطح پنج درصد مشاهده شد. علت اختلاف در گروه عضلانی مورد استفاده، برنامه تمرینی برای ایجاد کوفتگی عضلانی تأخیری، برنامه درمانی، روش‌ها و دقت ابزار اندازه‌گیری از جمله عوامل احتمالی تناقض یافته‌های مطالعه حاضر با تحقیقات قبلی به‌شمار می‌رود. زین‌الدین و میلز از گونیامتر به‌عنوان وسیله اندازه‌گیری انعطاف‌پذیری استفاده کرده بودند و مک‌آردل تحقیق خود را بر روی افراد ورزشکار انجام داده بود. به‌هرحال، براساس یافته‌های جعفری و همکارانش (۱۳۷۶) دامنه تغییرات آنزیمی ورزشکاران نسبت به غیرورزشکاران کمتر است (۲۸).

از طرفی، نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که کاهش قدرت بیشینه هم‌طول در گروه کنترل نسبت به دو گروه دیگر به‌طور معنی‌داری بیشتر است ($P < 0/001$). این نتیجه با یافته‌های جانسون (۱۹۹۹) (۹)، هیلبرت^{۱۳۰} (۲۰۰۳) (۲۰) و مایستی

¹²⁹. Gleeson

¹³⁰. Hilbert

(۲۰۰۳) (۱۲) همخوانی و با نتایج گولیک (۱۹۹۳) (۸)، هاسون^{۱۳۱} (۱۹۹۳) (۲۹) مغایرت دارد. تفاوت در عضلات مورد استفاده، برنامه تمرینی برای ایجاد کوفتگی عضلانی تأخیری، برنامه درمانی، سطح آمادگی قبلی و قدرت آزمودنی‌ها، دقت ابزار و روش‌های اندازه‌گیری می‌تواند عامل اختلاف باشد (۶،۸،۱۳،۱۵،۱۶،۱۸).
 فرت بیان کرد که می‌توان با کمک دستگاه ماساژ LPG هفته‌ای سه جلسه، هر جلسه ۱۵ دقیقه قدرت را به میزان ۵/۴۴٪ و قدرت انفجاری را به میزان ۳/۹٪ افزایش داد (۱۰). این در حالی است که یکسال پس از آن پورتر و (۲۰۰۳) اظهار کرد، ماساژ با دستگاه LPG باعث ۱۵٪ بهبودی در قدرت می‌شود؛ چنانچه افرادی که با دستگاه LPG ماساژ داده شده بودند طی دو روز قدرت بیشینه خود را کسب کردند. در حالی که گروه کنترل تا پنج روز قدرت بیشینه اولیه خودشان را به دست نیاورده بودند. او همچنین بیان کرد که ماساژ LPG در ۴۸ ساعت پس از تمرین باعث ۷۵٪ بهبودی در بازگشت^{۱۳۲} قدرت عضلانی شده است و سرعت از بین بردن خستگی را ۳ برابر افزایش می‌دهد (۱۱). در تحقیق حاضر نیز ماساژ LPG باعث ۱۱/۵۱٪ بهبودی در بازگشت قدرت بیشینه هم‌طول نسبت به گروه کنترل شده است. در این راستا هیلبرت (۲۰۰۳) معتقد است که تأثیر مکانیکی ماساژ بر کاهش کوفتگی عضلانی به دلیل تجزیه مواد زائد و رسوبی حاصل از سوخت‌وساز، افزایش جریان گردش خون موضعی و کاهش درد می‌باشد (۲۰). نیوهام (۱۹۸۳) اظهار داشت که کاهش قدرت بیشینه هم‌طول احتمالاً به دلیل پارگی سارکومرها و تخریب خط Z حین انقباض‌های شدید برون‌گرا رخ می‌دهد (۲۲). این موضوع توسط آرمسترانگ (۱۹۸۴) نیز تأیید شده است (۱).
 به‌علاوه، براساس یافته‌های تحقیق حاضر، تفاوت معنی‌داری بین دامنه تغییرات قبل و بعد توان عضلانی گروه کنترل و دو گروه آزمون مشاهده شد ($P < 0.001$).

¹³¹. Hasson

¹³². Recovery

این نتیجه با تحقیق فرت (۱۹۹۹) (۱۰) و لاروچه^{۱۳۳} (۲۰۰۵) (۱۳) همخوانی ندارد. فرت با مطالعه‌ای که روی ۱۲ نفر از فوتبالیست‌های تیم ملی فرانسه انجام داد به این نتیجه رسید که می‌توان با کمک دستگاه LPG توان را به میزان ۷/۷۶٪ افزایش داد (۱۰). اختلافات موجود در نتایج نیز، احتمالاً به علت تفاوت در عضلات مورد استفاده، برنامه تمرینی برای ایجاد کوفتگی عضلانی تأخیری، برنامه درمانی، دقت ابزار اندازه‌گیری، روش‌های اندازه‌گیری و غیره می‌باشد (۶،۸،۱۵،۱۸).

نتیجه‌گیری

در کل، با توجه به نتایج این تحقیق، به نظر می‌رسد هر دو روش درمانی ماساژ LPG و کششی ایستای پیش و پس از تمرین بر کاهش علائم ناشی از کوفتگی عضلانی تأخیری، مؤثرند. به عبارتی، انجام حرکات کششی ایستا (قبل و بعد از فعالیت) و ماساژ LPG هر دو می‌توانند از بروز تغییرات نامطلوب شاخص‌های پاتولوژیک و فیزیولوژیک ناشی از تمرینات مقاومتی به‌طور مؤثری جلوگیری کند. البته، براساس نتایج حاصله، هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین شاخص‌های پاتولوژیک و فیزیولوژیک گروه‌های کششی ایستا و ماساژ LPG مشاهده نشد، لیکن انجام حرکات کششی ایستا قبل و پس از شرکت در تمرینات مقاومتی نسبت به ماساژ LPG به‌طور مؤثرتری از افزایش تورم دور ران و از افت انعطاف‌پذیری پایین تنه جلوگیری می‌نماید. از سوی دیگر اثرات ماساژ LPG نسبت به حرکات کششی روی تغییرات نامطلوب شاخص‌های پاتولوژیک آنزیم کراتین کیناز تام سرم و احساس درد و افت شاخص‌های فیزیولوژیک قدرت بیشینه هم‌طول و توان عضلات پایین‌تنه بیشتر می‌باشد. به هر حال، با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار بین دو روش و بالا بودن هزینه درمانی و نیاز تخصصی بالای ماساژ LPG، می‌توان از روش کم‌هزینه و آسان حرکات کششی ایستای پیش و پس از تمرین استفاده

کرد. اما با در نظر گرفتن برتری ماساژ LPG در برخی از شاخص‌های پاتولوژیک (تغییرات آنزیمی و احساس درد) و فیزیولوژیک (قدرت بیشینه هم‌طول و توان عضلانی) پیشنهاد می‌شود تا با استفاده از آزمودنی‌ها و شرایط مختلف، اثرات این نوع ماساژ روی شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری و سایر پدیده‌های مرتبط با فیزیولوژی و طب ورزشی به‌ویژه در بین ورزشکاران رشته‌های گوناگون و انقباض‌های عضلانی متفاوت مورد مطالعه قرار بگیرد.

منابع

1. Armstrong R B. (1984). Mechanisms of exercise- induced delayed onset muscular soreness: a brief review. *J Med Sci in Sport and Exercise*. 16(6): 529-538.
2. Wilmore JH and Costill DL. (2005). *Physiology of Sport and Exercise: 3rd Edition*. Champaign, IL: Human Kinetics, 77-80
۳. فاکس، و ماتیوس. (۱۳۸۴). فیزیولوژی ورزشی (اصغر خالدان، مترجم). تهران: انتشارات دانشگاه تهران. (تاریخ انتشار به زبان اصلی ۱۹۸۱).
۴. ابراهیم خسرو، فرهاد رحمانی‌نیا، الهه طالبی. (۱۳۸۰)، تأثیر دو شیوه مصرف ویتامین C بر دامنه حرکتی و قدرت برونگرای عضلات تاکننده آرنجی پس از کوفتگی عضلانی تأخیری، نشریه حرکت شماره ۷: ۶۷-۷۶.
۵. دمیرچی ارسلان، فرهاد رحمانی‌نیا، سید عباس بی‌نیاز. (۱۳۷۹)، مقایسه تأثیرات حرکات کششی ایستا و پویا بر میزان کوفتگی عضلانی تأخیری و آنزیم کراتین‌کیناز، نشریه حرکت شماره ۴: ۱۱۹-۱۳۵.
۶. رحمانی‌نیا فرهاد، حجت اله نیکبخت، خسرو ابراهیم، حمزه پردال. (۱۳۷۹)، اثر فعالیت‌بدنی منتخب و ایبوپروفن بر کوفتگی عضلانی تأخیری پس از انقباض‌های شدید برونگرا، نشریه المپیک شماره یک و ۲ (پیاپی ۱۵): ۱۵-۲۶.

۷. کاشف مجید، فرح نامنی. (۱۳۸۱)، بررسی اثر حرکات کششی ایستا قبل از انقباضات برونگرا بر میزان کوفتگی عضلانی تأخیری دختران دانشجو، نشریه المپیک شماره ۳ و ۴ (پیاپی ۲۲): ۹۵-۱۰۴.

8. Gulick, D.T., Kimura, I.F., Sitler, M., Paolone, A., and Kelly, J.D. (1996). Effects of various treatment techniques on signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *Journal of Athletic Training*, 31(2), 145- 152.
9. Johansson, P.H., Lindstrom, L., Sundelin, G., Lindestrom, B. (1999). The effects of pre exercise stretching on muscular soreness, tenderness and force loss following heavy eccentric exercise. *Scand J Med Sci Sports*. 9(4): 219- 225.
10. Ferret J. (1999). Effects of LPG systems technique on motor performance in high level football players. *Fvtrait de sport med*. 117: 20-24.
11. Porteo, P. (1998). Effects of a new massage technique on delayed onset muscle soreness. *18th Olympic congress*. 7 -12 September 2000.
12. Maisetti O. (2003). Effect of new treatment technique on delayed onset muscle soreness recovery. *14th international congress of the world confederation for physical therapy* 7- 12 June, Barcelona, Spain.
13. LaRoche, Dain. (2005). Response to eccentric exercise following four weeks of flexibility training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 37(5) Supplements: 466-478.

۱۴. بوام گارتنر، و جکسون. (۱۳۸۱). سنجش و اندازه‌گیری در تربیت بدنی (حسین سپاسی و نوربخش، مترجم). تهران: انتشارات سمت. (تاریخ انتشار به زبان اصلی ۱۹۹۱).

15. Isabell, W.K., Durrant, E., Myrer, W., and Anderson, S. (1992). The effects of ice massage, ice massage with exercise, and exercise on the prevention and treatment of delayed onset muscle soreness. *Journal of Athletic Training*, 27(3), 208- 217.
16. Talag, T. (1973). Residual muscular soreness as influenced by concentric, eccentric and static contraction. *Research Quarterly*, 44, 458-469.
17. Herbert RD, Gabriel M. (2002). Effect of stretching before and after exercise on muscle soreness and risk of injury. *Br J Sport Med*. 466-478.

۱۸. دانشفر، افخم (۱۳۷۷)، مقایسه تأثیر ماساژ یخ، کشش ایستا و استراحت غیر فعال بر درمان کوفتگی عضلانی تأخیری پس از انقباض‌های شدید برونگرا، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته تربیت بدنی دانشگاه تربیت معلم تهران.

19. Jamurtas AZ, Theocharis V, Tofas T, Tsiokanos A, Yfanti C, Paschalis V, Koutedakis Y, Nosaka K. (2005). Comparison between leg and arm eccentric exercises of the same relative intensity on indice of muscle damage. *Euro J Apply Physiology*. 95(2-3):179-85.
20. Hilbert J E, Sforzo G A. (2003). The effects of massage on delayed onset muscle soreness. *Br J Spots Med* 37:72-75.
21. Zainuddin, Z., Newton, M., Sacco, P., Nosaka, K. (2005). Effects of massage on delayed- onset muscle soreness, swelling, and recovery of muscle function. *Journal of Athletic Training*. 40(3): 174-180.
22. Newham, D.J., Miles, K. R., Quigly, B.M., and Edwards, R. H. T. (1983). Pain and fatigue after concentric and eccentric contraction. *Clin. Sci*. 64: 55-62.
23. Michelle, A., Michael, R., Zebulon, V. (2006). Dehydration and symptoms of Delayed onset muscle soreness normothermic males. *Journal of athletic training*. 41(1): 36- 45.
24. Cleak M.J, Eston R.G. (1991). Delayed onset muscle soreness: Mechanisms and management. *Sport sciences* 10,325- 341.
25. Wessesl, J., and Wan, A. (1994). Effect of stretching on the intensity of delayed onset muscle soreness. *Clinical Journal of port Medicine*, 4(2), 83- 87.
26. Gleeson, N., Eston, R., Marginson, V., McHugh, M. (2003). Effects of prior concentric training on eccentric exercise induced muscle damage. *Br J Sport Med*. 37: 119-125.
27. Miles M.P., Clarkson PM. (1994). Exercise-induced muscle pain, soreness, and cramps. *Journal of Sport medician and physical fitness*. 34(3): 203-216.
۲۸. جعفری افشار، عباس صاحبقدم لطفی، خسرو ابراهیم. (۱۳۸۰)، تأثیر مصرف محلول قندی رقیق قبل از فعالیت هوازی بیشینه روی فعالیت آنزیم‌های سرمی، نشریه حرکت شماره ۱۰: ۴۱-۴۸.
29. Hasson, S., Wible, C.L. Niebuhr, B., Barnes, W.S. and Williams, J. (1992). Dexamethasone intophoresis: effect on delayed onset muscle soreness and muscle function. *Can. J. Sport science*, 17(1): 8-13.