



دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی
گروه فیزیولوژی ورزشی

اثر گرم کردن و سرد کردن بر شاخص‌های کوفتگی عضلانی تاخیری دانشجویان پسر غیر
ورزشکار پس از انقباض‌های برون‌گرا

از:

جبار چگینی

استاد راهنما:

دکتر فرهاد رحمانی‌نیا

استاد مشاور:

دکتر بهمن میرزایی

حمد و سپاس پروردگاری که توان تو صیغش نیست.

حمد و سپاس پروردگاری که قدرت و اقتدارش، پشتکار و تلاشش و حمایت و هدایتش را در پدرم جلوه داد.

حمد و سپاس پروردگاری که مهر و محبتش، عشق و ایمانش و بخشش و ایثارش را در مادرم نمایاند.

حمد و سپاس پروردگاری که هر آنچه داشتم، هر آنچه دارم و هر آنچه را که خواهم داشت از او است.

بر خودم لازم می‌دانم از کسانی که مراد انجام این پژوهش یاری رسانند تشکر و قدردانی نمایم.

از اساتید ارجمند و کراتقدر جناب آقایان دکتر فرهاد رحمانی نیا و دکتر بهمن میرزایی که همیشه انرژی بخش و انگیزه ساز بودند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

همچنین از بھاری و بهیاری اساتید گرامی و بزرگوارم جناب آقایان دکتر حمید محبی، دکتر ارسلان دمیرچی و دکتر حمید اراضی بابت تمام زحماتشان در این مقطع تحصیلی کمال

تشکر و قدردانی را دارم.

تقدیم به

ہر آنکھ بھرہ گِیرد

اثر گرم کردن و سرد کردن بر شاخص‌های کوفتگی عضلانی تاخیری دانشجویان پسر غیرورزشکار پس از انقباض‌های برون‌گرا

جبار چگینی

کوفتگی عضلانی تاخیری (DOMS) یکی از شایع‌ترین آسیب‌های عضلانی در جریان فعالیت‌های ورزشی و زندگی روزمره است. هدف از این پژوهش بررسی اثر گرم کردن و سرد کردن بر شاخص‌های کوفتگی عضلانی تاخیری دانشجویان پسر پس از انقباض‌های برون‌گرا بود. بدین منظور ۳۵ نفر از دانشجویان غیرورزشکار دانشگاه گیلان (سن $20/91 \pm 1/09$ سال، قد $172/79 \pm 6$ سانتی‌متر، وزن $66/57 \pm 7/03$ کیلوگرم، شاخص توده‌ی بدنی $1/89 \pm 22/37$ کیلوگرم بر متر مربع، چربی $4/49 \pm 16/13$ درصد) به طور داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. آزمودنی‌ها به طور تصادفی به چهار گروه گرم کردن ($n=8$)، سرد کردن ($n=9$)، گرم کردن به همراه سرد کردن ($n=8$) و شاهد ($n=10$) تقسیم شدند. برنامه ۱۵ دقیقه‌ای گرم کردن شامل پنج دقیقه دویدن بر روی تردمیل با شدت ۶۰٪ حداکثر ضربان قلب، ۶ دقیقه کشش ایستا در مفصل زانو و ران و اجرای دو نوبت ۲۵ تکراری انقباض درون‌گرا و برون‌گرا (اکستنشن و فلکشن زانو) با شدت ۲۰٪ IRM بود. برنامه سرد کردن نیز مشابه گرم کردن بود، با این تفاوت که با توالی معکوسی از گرم کردن اجرا شد. به این ترتیب، ابتدا دو نوبت ۲۵ تکراری و سپس حرکات کششی و دویدن بروی تردمیل به اجرا درآمد. آزمودنی‌ها در گروه گرم کردن ابتدا برنامه گرم کردن را اجرا کردند و سپس به انقباض‌های برون‌گرا پرداختند. گروه سرد کردن نیز برنامه سرد کردن را پس از اجرای انقباض‌های برون‌گرا انجام دادند. گروه گرم کردن به همراه سرد کردن ابتدا گرم کردن را اجرا کردند، سپس آزمودنی‌ها انقباض‌های ایجاد کننده DOMS را انجام دادند؛ در پایان نیز سرد کردن اجرا شد. گروه کنترل نیز فقط انقباض‌های برون‌گرا را انجام می‌داد. انقباض‌های برون‌گرا برای ایجاد DOMS شامل فلکشن مفصل زانو با وزنه‌ای معادل ۷۰٪ IRM در سه نوبت ۱۵ تکراری بود. قسمت درون‌گرای حرکت با کمک آزمون‌گر تا زاویه صفر مفصل زانو (تقریباً ۱۸۰ درجه اکستنشن) انجام می‌شد و قسمت برون‌گرا در زمان ۲ ثانیه و توسط آزمودنی اجرا می‌شد. آنزیم کراتین کیناز (CK)، نوتروفیل‌های پلاسما، حداکثر انقباض ارادی ایزومتریک (MVC)، دامنه حرکتی مفصل زانو (ROM) و همچنین میزان درک درد عضلانی (PAS) در پیش از آزمون، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از انقباض‌های برون‌گرا اندازه‌گیری شدند. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر، تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) و آزمون‌های تعقیبی بونفرونی و شفه در سطح $p \leq 0/05$ استفاده شد. در هر چهار گروه تمامی شاخص‌ها بجز میزان نوتروفیل‌ها در گروه گرم کردن به همراه سرد کردن و ROM در گروه گرم کردن، تغییرات معنی‌داری در تکرار اندازه‌گیری‌ها نسبت به پیش از آزمون وجود داشت ($p < 0/05$). در گروه گرم کردن به همراه سرد کردن، میزان CK و نوتروفیل‌ها به ترتیب در ۷۲ و ۴۸ ساعت پس از انقباض‌های برون‌گرا، در گروه گرم کردن، میزان نوتروفیل‌ها در ۴۸ و ROM در ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از انقباض‌های برون‌گرا و در گروه سرد کردن، در ۴۸ ساعت پس از انقباض‌های برون‌گرا در میزان CK تفاوت‌های معنی‌داری نسبت به گروه شاهد مشاهده شد ($p < 0/05$). با این حال، در MVC و PAS در هیچ یک از گروه‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج این مطالعه نشان داد که اثر گذاری گرم کردن و سرد کردن بر CK و نوتروفیل‌ها به دلیل حساسیت بالا و تغییرپذیری بیشتر، مشهودتر است؛ در صورتی که برای مشاهده تاثیر بر دیگر شاخص‌های مورد مطالعه، مداخله باید اثر بزرگتری ایجاد کند.

واژه‌های کلیدی: گرم کردن، سرد کردن، کراتین کیناز، نوتروفیل، درد، انقباض برون‌گرا

عنوان فهرست مطالب صفحه

د فهرست جدول ها

ذ فهرست نمودارها

ر فهرست شکل ها

ز چکیده فارسی

ژ چکیده انگلیسی

فصل اول: طرح پژوهش

۱-۱ مقدمه ۲

۲-۱ بیان مسئله ۳

۳-۱ اهمیت و ضرورت پژوهش ۶

۴-۱ اهداف پژوهش ۸

۱-۴-۱ هدف کلی پژوهش ۸

۲-۴-۱ اهداف اختصاصی پژوهش ۸

۵-۱ فرضیه های پژوهش ۱۰

۶-۱ پیش فرض های پژوهش ۱۱

۷-۱ متغیرهای پژوهش ۱۲

۱-۷-۱ متغیرهای مستقل ۱۲

۲-۷-۱ متغیرهای وابسته ۱۲

۸-۱ روش اجرای پژوهش ۱۲

۹-۱ محدودیت های پژوهش ۱۳

۱-۹-۱ محدودیت‌های قابل کنترل ۱۳

۲-۹-۱ محدودیت‌های غیر قابل کنترل ۱۴

۱۰-۱ تعریف واژه‌ها ۱۴

فصل دوم: مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۱-۲ مقدمه ۱۷

۲-۲ کوفتگی عضلانی ۱۸

۱-۲-۲ انواع کوفتگی عضلانی ۱۸

۱-۱-۲-۲ کوفتگی عضلانی حاد ۱۸

۲-۱-۲-۲ کوفتگی عضلانی تأخیری ۱۹

۳-۲ فعالیت بدنی و مکانیزم پیشنهادی صدمات عضلانی ۲۰

۱-۳-۲ فرضیه متابولیکی ۲۰

۲-۳-۲ فرضیه استرین مکانیکی ۲۱

۴-۲ انقباض برون‌گرا ۲۳

۵-۲ دلایل DOMS ۲۴

۶-۲ علت شناسی تخریب عضلانی ۲۴

۷-۲ روش‌های تعیین تخریب عضلانی ۲۹

۱-۷-۲ قدرت ۳۰

۲-۷-۲ دامنه حرکتی مفصل ۳۱

۳-۷-۲ درک درد عضلانی ۳۲

۴-۷-۲ کراتین کیناز CK ۳۳

- ۳۵..... ۱-۴-۷-۲ آثار تمرینات ورزشی بر CK سرمی
- ۳۶..... ۵-۷-۲ تاثیر فعالیت بدنی بر گلبول های سفید
- ۳۷..... ۱-۵-۷-۲ تاثیر فعالیت بدنی بر نوترفیل ها
- ۳۸..... ۸-۲ روش های پیشگیری و درمان
- ۳۹..... ۱-۸-۲ تمرین
- ۳۹..... ۲-۸-۲ گرم کردن
- ۴۰..... ۱-۲-۸-۲ انواع روش های گرم کردن
- ۴۰..... ۳-۲-۸-۲ جنبه های مختلف گرم کردن
- ۴۰..... ۱-۳-۲-۸-۲ جنبه جسمانی (فیزیولوژیکی):
- ۴۱..... ۲-۳-۲-۸-۲ جنبه روانی (ذهنی) گرم کردن:
- ۴۱..... ۳-۳-۲-۸-۲ جنبه عملی - اجرایی گرم کردن
- ۴۲..... ۳-۸-۲ سرد کردن
- ۴۲..... ۹-۲ بررسی آثار گرم کردن و سرد کردن بر DOMS (پیشینه پژوهش)
- ۴۵..... ۱-۹-۲ کشش
- ۴۷..... ۱۰-۲ جمع بندی

فصل سوم: روش پژوهش

- ۵۰..... ۱-۳ مقدمه
- ۵۰..... ۲-۳ طرح پژوهش
- ۵۰..... ۳-۳ جامعه آماری
- ۵۱..... ۴-۳ نمونه آماری و نحوه گزینش آزمودنی ها

- ۵-۳ روش انجام پژوهش..... ۵۱
- ۶-۳ گروه‌های پژوهش..... ۵۲
- ۱-۶-۳ گروه گرم کردن..... ۵۲
- ۲-۶-۳ گروه سرد کردن..... ۵۲
- ۳-۶-۳ گروه گرم کردن و سرد کردن..... ۵۳
- ۴-۶-۳ گروه شاهد..... ۵۳
- ۷-۳ ابزارهای تحقیق..... ۵۴
- ۸-۳ نحوه گردآوری اطلاعات..... ۵۴
- ۱-۸-۳ مرحله اول..... ۵۴
- ۱-۱-۸-۳ اندازه گیری قد..... ۵۴
- ۲-۱-۸-۳ اندازه گیری وزن بدن و ترکیب بدن..... ۵۵
- ۳-۱-۸-۳ برآورد شاخص توده بدنی..... ۵۶
- ۴-۱-۸-۳ تعیین یک تکرار بیشینه..... ۵۶
- ۲-۸-۳ مرحله دوم (اندازه گیری‌های قبل و بعد از فعالیت)..... ۵۷
- ۱-۲-۸-۳ نمونه گیری خون..... ۵۷
- ۲-۲-۸-۳ اندازه‌گیری میزان درک درد..... ۵۸
- ۳-۲-۸-۳ روش اندازه‌گیری حداکثر قدرت اردای ایزومتریک (MVIC)..... ۵۹
- ۵-۱۱-۳ اندازه گیری دامنه حرکتی مفصل زانو..... ۶۰
- ۱۲-۳ پرتکل ایجاد کوفتگی عضلانی تاخیری..... ۶۱
- ۱۵-۳ روش‌های آماری..... ۶۱

فصل چهارم: یافته‌ها و نتایج پژوهش

۶۳	۱-۴ مقدمه
۶۴	۲-۴ ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها
۶۵	۳-۴ اطلاعات توصیفی داده‌ها
۶۶	۴-۴ بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌های مورد اندازه‌گیری
۶۷	۵-۴ آزمون فرضیه‌های پژوهشی

فصل پنجم: بحث و نتیجه‌گیری

۹۶	۱-۵ مقدمه
۹۶	۲-۵ خلاصه پژوهش
۹۹	۳-۵ بحث و بررسی
۹۹	۱-۳-۵ آنزیم کراتین کیناز
۱۰۲	۲-۳-۵ نوتروفیل‌ها
۱۰۵	۳-۳-۵ حداکثر قدرت انقباض ارادی ایزومتریک
۱۰۷	۴-۳-۵ دامنه حرکتی
۱۰۸	۵-۳-۵ احساس درک درد عضلانی
۱۱۰	۶-۳-۵ سرد کردن
۱۱۲	۷-۳-۵ گرم کردن
۱۱۶	۴-۵ جمع بندی
۱۱۷	۵-۵ پیشنهادات

۱۱۷..... ۱-۵-۵ پیشنهادات کاربردی

۱۱۷..... ۲-۵-۵ پیشنهادات پژوهشی

منابع و مأخذ

۱۱۹..... منابع

۱۲۷..... پیوست‌ها

فهرست پیوست‌ها

۱۲۸..... پیوست ۱ دعوت به همکاری

۱۲۹..... پیوست ۲ پرسشنامه سوابق پزشکی ورزشی

۱۳۱..... پیوست ۳ مراحل انجام و زمانبندی طرح پژوهشی

۱۳۲..... پیوست ۴ رضایت‌نامه شرکت در پژوهش

۱۳۳..... پیوست ۵ پرسشنامه میزان درک درد عضلانی

فهرست جدول‌ها

- جدول ۱-۲. برخی از نظریه‌های مربوط به علت شناسی تخریب عضلانی و دلایل نقص آن‌ها ۲۸
- جدول ۲-۲. غلظت تقریبی فعالیت کراتین کیناز و ترکیب ایزوآنزیمی سیتوپلاسم آن ۳۵
- جدول ۱-۴. ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها ۶۴
- جدول ۲-۴. نتایج مربوط به متغیرهای مورد پژوهش ۶۵
- جدول ۳-۴. نتایج آزمون k-S در مورد توزیع طبیعی داده‌های مورد اندازه‌گیری ۶۶
- جدول ۴-۴. نتایج مربوط به آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی در مورد مقایسه کراتین کیناز در چهار گروه در مراحل مختلف ۶۸
- جدول ۵-۴. مقایسه گروه‌ها در فاکتور کراتین کیناز ۷۱
- جدول ۶-۴. نتایج مربوط به آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی در مورد مقایسه میزان نوتروفیل‌ها در چهار گروه در مراحل مختلف ۷۴
- جدول ۷-۴. مقایسه گروه‌ها در فاکتور میزان نوتروفیل‌ها ۷۷
- جدول ۸-۴. نتایج مربوط به آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی در مورد مقایسه حداکثر قدرت ارادی ایزومتریک در چهار گروه در مراحل مختلف ۸۰
- جدول ۹-۴. مقایسه گروه‌ها در فاکتور میزان حداکثر قدرت ارادی ایزومتریک (MVIC) ۸۲
- جدول ۱۰-۴. نتایج مربوط به آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی در مورد مقایسه دامنه حرکتی در چهار گروه در مراحل مختلف ۸۵
- جدول ۱۱-۴. مقایسه گروه‌ها در فاکتور میزان دامنه حرکتی ۸۸
- جدول ۱۲-۴. نتایج مربوط به آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی در مورد مقایسه میزان درک درد در چهار گروه در مراحل مختلف ۹۱
- جدول ۱۳-۴. مقایسه گروه‌ها در فاکتور میزان درک درد ۹۳

فهرست نمودارها

نمودار ۴-۱ تغییرات مقادیر کراتین کیناز چهار گروه در مراحل مختلف و تفاوت بین گروه‌ها.....۷۲

نمودار ۴-۲ تغییرات مقادیر نوتروفیل‌های چهار گروه در مراحل مختلف و تفاوت بین گروه‌ها۷۸

نمودار ۴-۳ تغییرات مقادیر حداکثر قدرت ارادی ایزومتریک چهار گروه در مراحل مختلف و تفاوت بین گروه‌ها.....۸۳

نمودار ۴-۴ تغییرات مقادیر دامنه حرکتی چهار گروه در مراحل مختلف و تفاوت بین گروه‌ها۸۹

نمودار ۴-۵ . تغییرات مقادیر درک درد چهار گروه در مراحل مختلف و تفاوت بین گروه‌ها۹۴

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۲. مدل نظریه ایمن شناسی و پاسخ‌های التهابی به تمرین و آسیب عضلانی، نقش مرکزی سیتوکینازها، نوتروفیل‌ها در ترمیم بافت‌های آسیب دیده ۲۲
- شکل ۲-۲. فشار مکانیکی و متابولیسی حاصل از تمرین و شروع آسیب عضلانی..... ۲۷
- شکل ۱-۳. آزمودنی در حال دویدن بر روی تردمیل ۵۳
- شکل ۲-۳. اندازه‌گیری وزن، درصد چربی و شاخص توده بدنی با دستگاه تحلیل‌گر ترکیب بدن..... ۵۶
- شکل ۳-۳. نحوه نمونه‌گیری خون ۵۸
- شکل ۴-۳. نحوه اندازه‌گیری MVIC..... ۵۹
- شکل ۴-۴. طرح شماتیک اجرای پژوهش ۶۱

فصل اول

طرح پژوهش

۱-۱ مقدمه

در این دوران به مدد پیشرفت فناوری، انسان بسیاری از فعالیت‌های روزمره خود را که در گذشته با صرف انرژی جسمانی انجام می‌داد، به وسیله ابزارها و دستگاه‌های پیشرفته انجام دهد و هر روز که می‌گذرد از میزان فعالیت جسمانی او کاسته می‌شود، از جمله، پیامدهای کاهش فعالیت بدنی بیماری فقر حرکتی می‌باشد که به کاهش انعطاف پذیری، بیماری‌های قلبی-عروقی، ضعف عضلانی و استخوانی، سوء عملکرد روده و مثانه و ... منجر می‌شود [۶]. روش مناسب و صحیح برای کم کردن آثار منفی ناشی از زندگی ماشینی و کم تحرکی، فعالیت بدنی و ورزش می‌باشد [۱۰]. از سوی دیگر، هر قدر فعالیت بدنی و ورزشی از لحاظ کمی و کیفی توسعه و افزایش می‌یابد به همان نسبت نیز فشارهای ناشی از تمرین باعث بروز ضایعات و صدماتی به ویژه در سیستم عضلانی-اسکلتی می‌گردد. در کنار پیشرفت و توسعه تربیت بدنی و ورزش بروز برخی آسیب‌های جسمانی اجتناب ناپذیر بوده و این صدمات و آسیب‌ها نه تنها در رقابت‌های ورزشی گریبان‌گیر فرد می‌شوند، بلکه هنگام بازی‌های معمولی هم مشاهده می‌شوند [۱۰، ۱۶]. این امر محققان، مربیان و ورزشکاران را وادار می‌سازد تا جایی که ممکن است در جلوگیری و یا کم کردن این آسیب‌ها بکوشند. بنابراین به کار بردن اصول علمی و تجربی و تحقیقات ویژه در مورد این زمینه‌ها لازم و ضروری می‌باشد. از این رو، بررسی علل وقوع و نحوه پیشگیری صدمات ورزشی بسیار مهم است و حجم قابل توجهی از تلاش‌های متخصصین را به خود اختصاص می‌دهد. این امر در راستای کاهش هزینه‌های درمانی، ارتقای سطح عملکرد ورزشکاران و سطح سلامتی انسان‌ها انجام می‌شود.

یکی از آسیب‌های رایج در جریان فعالیت‌های ورزشی و حتی زندگی روزمره، کوفتگی عضلانی^۱ بوده که با ناراحتی، درد، ضعف و سفتی عضلات همراه است و گاهی عوارض آن می‌تواند فرد را از ورزش رویگردان کرده و زمینه دوری او را از

فعالیت‌های ورزشی مهیا سازد. تاکنون تحقیقات گسترده‌ای در جهت شناخت مکانیسم بروز این آسیب و کشف راه‌ها و شیوه‌های درمانی موثر جهت کاهش و بهبود اثرات حاصل از آن صورت گرفته است. کوفتگی عضلانی معمولاً به دو حالت کوفتگی عضلانی حاد^۱ و کوفتگی عضلانی تاخیری^۲ (DOMS) دیده می‌شود [۱۲، ۱۸]. کوفتگی عضلانی حاد در حین یا بلافاصله پس از فعالیت، ولی DOMS تقریباً ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از آن رخ می‌دهد [۱، ۶، ۱۲، ۱۸]. از سوی محققان علت اصلی کوفتگی حاد، کم خونی موضعی و تجمع فراورده‌های اضافی سوخت و ساز (اسید لاکتیک و پتاسیم) شناخته شده است [۸]. علت بروز DOMS نیز فعالیت‌های بدنی سنگین و غیر عادی و یا فعالیت‌هایی که همراه با انقباض‌های برون‌گرا مانند دویدن در سرازیری، تمرینات پلایومتریک، تمرینات پله و انقباض‌های برون‌گرا در حین تمرین با وزنه می‌باشد [۶، ۸، ۲۳]. با وجود تحقیقات بسیاری که در این زمینه انجام شده است، با این حال، هنوز هیچ روش درمانی و یا پیشگیرانه‌ای از سوی محققان ارائه نشده است که بتواند علائم و عوارض ناشی از DOMS را کاهش دهد. با توجه به اهمیت DOMS و عدم دستیابی به روشی مناسب انجام تحقیقات بیشتر برای پاسخ‌گویی به این نیاز همچنان احساس می‌شود.

۲-۱ بیان مسئله

ورزشکاران مبتدی و یا نخبه پس از انجام فعالیت ناآشنا^۳، عمدتاً در عضلات اسکلتی حالت ناخوشایندی را تجربه می‌کنند که دامنه آن می‌تواند از حساسیت عضلانی تا درد شدید ناتوان کننده متغیر باشد. این آزرده‌گی در ۲۴ ساعت اول پس از تمرین، افزایش یافته و در ۲۴ تا ۷۲ ساعت به اوج شدت خود می‌رسد، سپس فروکش می‌کند، سرانجام ۵ تا ۷ روز پس از تمرین ناپدید می‌شود [۴۰، ۱۱۹]. این پدیده ناشی از تمرین به عنوان کوفتگی عضلانی تاخیری (DOMS) شناخته شده است و یکی از شایع‌ترین و پر تکرارترین آسیب‌های عضلانی به حساب می‌آید [۳۴]. DOMS را به عنوان استرین عضلانی درجه یک طبقه‌بندی می‌کنند و معمولاً با کار عضلانی ناآشنا به وجود می‌آید و به وسیله فعالیت برون‌گرا^۴ تشدید می‌شود. انقباض برون‌گرا عضله با راه‌اندازی زنجیره‌ای از رویدادها باعث آسیب فیبرهای عضلانی می‌شود [۵۵، ۸۷]، که کوفتگی تاخیری عضلانی [۲۲]، تورم [۴۰]، ایجاد حساسیت، سفتی در عضله [۶۱، ۱۰۲]، کم شدن دامنه حرکتی و کاهش قدرت [۴۰] را به دنبال دارد. به رغم شیوع بالای DOMS مکانیزم‌ها و استراتژی‌های درمانی آن نامشخص باقی مانده است [۸، ۳۴].

تعدادی نظریه با هدف توضیح دادن محرک درد همراه با DOMS بیان شده‌اند، از آن جمله می‌توان به اسید لاکتیک، اسپاسم عضلانی، آسیب بافت همبند، آسیب عضلانی، التهاب، نظریه برداشت آنزیم^۵ و دیگر مدل‌های پیشنهادی دیگر اشاره

1 . Acute muscle soreness
2 . Delayed-Onset Muscle Soreness
3 . Unaccustomed
4 . Eccentric action
5 . Enzyme efflux theories

کرد [۴۰، ۶۱]. توافق عمومی بین محققان وجود دارد که یک نظریه واحد نمی‌تواند توضیح دهنده شروع DOMS باشد [۳۴]. در نتیجه، برخی از محققان توالی واحدی از رویدادها را به منظور توضیح پدیده DOMS پیشنهاد کرده‌اند [۲۲، ۱۱۳]. این مدل از ادغام نظریه‌های فوق به دست آمده است و با این فرض که نیروی زیاد کششی^۱ به همراه تمرین برون‌گرا، آسیب بافت عضلانی و بافت همبند را ایجاد می‌کند شروع می‌شود. آسیب عضلانی شامل پارگی سارکومرها^۲، تارچه‌ها، شبکه سارکوپلاسمی^۳، توبولهای T^۴ و ... است [۷۶]. این آسیب ساختاری باعث تغییر در نفوذپذیری غشای سلول و انتشار کلسیم در داخل سلول می‌شود. آنزیم‌های تجزیه‌کننده پروتئین بر اثر کلسیم فعال شده و تجزیه پروتئین‌های سلولی را آغاز می‌کنند. تخریب تدریجی غشای سلول عضلانی باعث انتشار ترکیبات داخلی سلول (کراتین کیناز و هیدروکسی‌پرولین) به فضای میان بافتی و پلازما می‌شود. این مواد بین ۶ الی ۱۲ ساعت مونوسیت‌ها را به سمت خود می‌کشاند و ماستوسیت‌ها^۵ و هیستامین‌ها را در محل آسیب دیده فعال می‌کنند. چند ساعت پس از آسیب تعداد نوتروفیل‌ها، مونوسیت‌ها و ماکروفاژها در محل آسیب دیده افزایش می‌یابد. به علت عمل بیگانه‌خواری و انهدام سلولی، هیستامین‌ها، کینین‌ها^۶ و پتاسیم در فضای میان بافتی تجمع می‌یابند. این مواد علاوه بر ایجاد ادم و افزایش حرارت بافتی، ممکن است پایانه‌های عصبی گیرنده‌های درد را حساس کنند. در نهایت، این رویدادها موجب احساس کوفتگی می‌شوند و درد ممکن است با تحریک بر اثر فشار ناشی از تورم و فشار پروستاگلاندین‌ها بر گیرنده‌های درد افزایش یابد [۳۴]. مکانیزم‌های پیشنهادی DOMS به محققان اجازه داده است روش‌های گوناگون پیشگیری و درمان (مداخلاتی شامل: کرایوتراپی^۷، کشش، داروهای ضد التهاب، اولتراسوند، تحریک الکتریکی، هوموپاتی^۸، ماساژ، فشردن سازی^۹، اکسیژن پرفشار^{۱۰}، ارتعاش، تمرین، بی‌حرکتی^{۱۱}، گرم کردن و سرد کردن [۸، ۳۴، ۴۴]) را به منظور کاهش علائم DOMS، بازگشت سریع‌تر کارایی عضله و یا کاهش میزان آسیب اولیه مورد بررسی قرار دهند [۶۱].

گرم کردن (فعالیت ملایم قبل از فعالیت شدید بدنی) [۸۱] معمولاً قبل از تمرین اصلی برای بهبود اجرای ورزشی و پیشگیری یا درمان DOMS اجرا می‌شود [۱۱۸]. این نظریه وجود دارد که گرم کردن دارای مزایای فیزیولوژیک زیادی است. برای مثال، ممکن است به وسیله بالا بردن سرعت فرآیندهای متابولیکی و کاهش چسبندگی داخلی منجر به افزایش سرعت و قدرت انقباضات عضلانی شود. همچنین، افزایش دما منجر به تسهیل جدا شدن اکسیژن از هموگلوبین می‌شود، در نتیجه اکسیژن بیشتری برای کار عضلانی فراهم می‌آید. با افزایش دما ممکن است سرعت انتقال عصبی افزایش یابد که به نوبه خود

- 1 . high tensile force
- 2 . Sarcomeres
- 3 . Sarcoplasmic reticulum
- 4 . T-tubule
- 5 . Mast Cell
- 6 . Kinins
- 7 . Cryotherapy
- 8 . Homeopathy
- 9 . Compression
- 10 . Hyperbaric oxygen
- 11 . Immobilization

افزایش سرعت انقباض و کاهش زمان واکنش را به دنبال دارد. علاوه بر این، عروق متسع می‌شوند و جریان خون در بافت فعال افزایش پیدا می‌کند [۱۰۲، ۱۰۸]. در نهایت، تحقیقات مربوط به نمونه‌های حیوانی گزارش کرده‌اند گرم کردن توانایی عضله را در مقابله با نیروهای ایجاد کننده آسیب افزایش می‌دهد [۱۰۱].

سرد کردن نیز به علت افزایش سرعت برداشت اسید لاکتیک، از سوی برخی محققان توصیه می‌شود [۲۴، ۴۸، ۱۱۴، ۱۲۲]. به نظر می‌رسد انباشت اسید لاکتیک دلیل ایجاد کوفتگی تاخیری نباشد، از این رو ارتباط بین این مشاهدات سوال برانگیز است [۱۰۵]. با این حال، بسیاری از مردم باور دارند سرد کردن باعث کاهش کوفتگی عضلانی تاخیری می‌شود، از این رو آن را به صورت معمول انجام می‌دهند [۸۱].

به همین منظور مطالعاتی برای آزمون اثرات گرم کردن و سرد کردن بر کوفتگی تاخیری انجام شده است. برای مثال، های و همکاران^۱ (۱۹۸۹) ۶۲ آزمودنی را قبل از تمرین ایجاد کننده کوفتگی در عضله چهارسر به صورت تصادفی در گروه‌های کشش و کشش به همراه گرم کردن تقسیم کردند. نویسندگان نتیجه گرفتند کشش و گرم کردن قبل از تمرین برون‌گرا از نظر آماری کاهش معنی‌دار در کوفتگی عضلانی تاخیری ایجاد نمی‌کنند [۷۱]. در مقابل، رودنبرگ و همکاران^۲ (۱۹۹۴) گزارش کردند مداخله‌ای شامل گرم کردن، کشش و ماساژ توانسته است کاهش معنی‌داری در کوفتگی عضلانی تاخیری ایجاد شده در عضلات تاکننده‌های آرنج به وجود آورد [۹۹]. با این حال باید توجه داشت در این مطالعه اثر ترکیبی مداخلات (گرم کردن، کشش و ماساژ) بررسی شده است در نتیجه نمی‌توان اثر ویژه عامل گرم کردن را برآورد نمود [۸۱]. نوزاکا و کلارکسون^۳ (۱۹۹۷) نشان دادند ۱۰۰ انقباض درون‌گرای زیر بیشینه در فلکسورهای آرنج کاهشی در میزان DOMS و دیگر نشانه‌های آسیب عضلانی (حداکثر قدرت داوطلبانه ایزومتریک، دامنه حرکتی، دور بازو، میزان کراتین کیناز پلاسما) پس از ۱۲ انقباض بیشینه‌ی برون‌گرا ایجاد کند. آنها نتیجه گرفتند تمرین درون‌گرا اثرات گرم کردن را ایجاد کرده و اثر تسکینی بر آسیب‌های ایجاد شده ناشی از ورزش دارد [۹۳]. با این حال، تاکی زاوا و همکاران^۴ (۲۰۱۱) با انجام دوباره همین پروتکل نتیجه مخالف آن مبنی بر عدم تاثیر گذاری پروتکل پیشنهادی را گزارش کردند [۱۱۸]. رهنما و همکاران^۵ (۲۰۰۵) نیز در یک مطالعه تصادفی اثرات فیزیولوژیکی فعالیت بدنی را با و یا بدون ایبوپروفن بر کوفتگی عضلانی تاخیری مورد بررسی قرار دادند. ۴۴ مرد غیر ورزشکار به صورت تصادفی در یکی از چهار گروه فعالیت جسمانی، ایبوپروفن، فعالیت جسمانی به همراه ایبوپروفن و گروه شاهد تقسیم شدند. آنها نتیجه گرفتند فعالیت بدنی همراه با ایبوپروفن و یا بدون آن به پیشگیری از کوفتگی عضلانی کمک

1 . High et al
2 . Rodenburg et al
3 . Nosaka and Clarkson
4 . Takizawa et al
5 .Rahnama et al

می‌کند [۹۸]. دنگر و پرین^۱ (۱۹۹۲) با بررسی اثر ۲۰ دقیقه کشش پس از تمرین نشان داد این تمرین می‌تواند در کاهش درد و اسپاسم موثر باشد [۴۷]. با این حال وسل و ون^۲ (۱۹۹۴) عدم تاثیر گذاری ۱۰ دقیقه کشش را قبل و بعد از تمرین برای درمان کوفتگی عضلانی گزارش کرد [۱۲۳]. ایزابل و همکاران^۳ (۱۹۹۲) اثرات ماساژ یخ، سرد کردن و ترکیبی از این دو را مورد بررسی قرار داد. او نتیجه گرفت که روش‌های استفاده شده اثری بر علائم DOMS ندارند [۷۵]. لو و هربرت^۴ (۲۰۰۷) مطالعه‌ای کنترل شده به منظور بررسی اثرات ۱۰ دقیقه گرم کردن و سرد کردن بر میزان کوفتگی تاخیری ایجاد شده در اثر ۳۰ دقیقه پیاده روی به عقب در سراسی انجام دادند. آنها نتیجه گرفتند ۱۰ دقیقه دویدن ملایم بر روی تردمیل قبل از تمرین برون‌گرا می‌تواند کاهش معنی‌داری در DOMS ایجاد کند اما همین پروتکل برای سرد کردن آثار معنی‌داری ایجاد نمی‌کند [۸۱]. باتیا و آرون^۵ (۲۰۱۱) نیز با تغییر در پروتکل ایجاد کننده آسیب عضلانی و انجام گرم کردن و سرد کردن مشابه با لو و هربرت نتایج همسو با آنها گزارش کردند [۲۵].

در مطالعات گذشته شیوه‌های گوناگونی از گرم کردن و سرد کردن به منظور بررسی اثرات آنها برای درمان و یا پیشگیری از DOMS استفاده شده است [۱۱۸، ۸۱]؛ اما این مطالعات نتایج متناقضی گزارش کرده‌اند [۲۵، ۳۴، ۸۱، ۱۱۸] و بر اساس آنها نمی‌توان یک پیشنهاد کاربردی برای اجرای گرم کردن و سرد کردن برای پیشگیری یا درمان DOMS مطرح نمود. در برخی از تحقیقات نیز پیشنهاد شده است ترکیبی از شیوه‌های مختلف گرم کردن و سرد کردن در یک پروتکل گنجانده شوند تا بتوان اثرات آن را بر DOMS سنجید [۹۸، ۱۱۸]. همچنین تحقیقات بسیار اندکی به بررسی اثرات گرم کردن و سرد کردن به صورت همزمان بر DOMS پرداخته‌اند. از این رو، سوال پژوهشی ذیل مطرح می‌گردد که آیا گرم کردن و سرد کردن به صورت همزمان با استفاده از ترکیبی از شیوه‌های گرم کردن و سرد کردن می‌توانند برای پیشگیری کوفتگی عضلانی تاخیری موثر واقع شوند؟

۳-۱ اهمیت و ضرورت پژوهش

امروزه تربیت بدنی و ورزش در مسیر تحولی خود به مرحله‌ای رسیده است که بسیاری از افراد جامعه به درک صحیحی از نقش ورزش و فعالیت بدنی در حفظ سلامت جسمانی و روانی دست یافته‌اند، بنابراین گرایش روزافزون آنان به ورزش به خوبی مشهود می‌باشد. از سوی دیگر، هنگام با شکل‌گیری این بینش و درک صحیح از ورزش و فعالیت بدنی در

1 . Denegar and Perrin
2 . Wessel and Wan
3 . Isabell et al
4 . Law and Herbert
5 . Bhatia and Arun