مقـاله پژوهشی

سلامت جامعه

دوره هفدهم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲

مقایسه تأثیر دو شیوه تمرینی مقاومتی دایره‌ای و عملکردی شدید بر عوامل فعال‌کننده سلول‌های ماهواره‌ای (MyoD و Myf-5)در مردان جوان غیرورزشکار

عماد سلطانیان[۱]، الله‌یار عرب مومنی[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۲

خلاصه

مقدمه: سلول‌های ماهواره‌ای سلول‌های بنیادی خاص عضلات هستند که در ترمیم و بازسازی عضلات اسکلتی ضروری می‌باشند. مطالعه حاضر با هدف مقایسه تأثیر دو شیوه تمرینی مقاومتی دایره‌ای و عملکردی شدید بر عوامل فعال‌کننده سلول‌های ماهواره‌ای (MyoD و Myf-5) در مردان جوان غیرورزشکار انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه نیمه‌تجربی، با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه کنترل، از بین مردان جوان غیرورزشکار شهر اصفهان در سال ۱۴۰۱، ۴۵ نفر به صورت در دسترس انتخاب و به طور تصادفی به سه گروه تمرینات عملکردی شدید، تمرینات مقاومتی دایره‌ای و کنترل تقسیم شدند. پروتکل‌های تمرینی در ۸ هفته (هر هفته سه جلسه ۴۰ تا ۵۰ دقیقه‌ای) انجام گرفت. خون‌گیری جهت ارزیابی بیان ژن‌های MyoD و Myf-5 در دو مرحله (۲۴ ساعت قبل از شروع تمرین و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی) انجام شد. میزان بیان متغیرها به روش الایزا برآورد شد. داده‌ها توسط آزمون‌های کوواریانس و تعقیبی بنفرونی تحلیل شدند.

یافته‌ها: هر دو روش تمرینی بر افزایش MyoD و Myf-5 تأثیر معنی‌داری داشتند (p=۰/۰۰۱)، ولی بهبود این متغیرها در گروه تمرین عملکردی شدید نسبت به گروه تمرین مقاومتی دایره‌ای بیشتر بود (p=۰/۰۴۱).

نتیجه‌گیری: نتایج نشان‌دهنده تأثیر هر دو روش تمرینی بر افزایش بیان MyoD و Myf-5 است. این افزایش در تمرینات عملکردی شدید بیشتر بود. توصیه می‌شود؛ مربیان، ورزشکاران و سایر مسئولین درگیر در تمرینات ورزشی از این روش‌ها، به‌ویژه تمرینات عملکردی شدید برای پیشرفت اجراهای ورزشی، و بهبود عوامل فعال‌کننده سلول‌های ماهواره‌ای استفاده نمایند.

واژه‌های کلیدی: تمرینات عملکردی شدید، تمرینات مقاومتی دایره‌ای، سلول‌های ماهواره‌ای، MyoD، Myf5

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

۲- استادیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد خمینی شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران. (نویسنده مسئول)

پست الکترونیکی: **arabmomeni@iaukhsh.ac.ir**، تلفن: ۰۹۱۳۳۶۸۸۵۷۲

مقدمه

سلول‌های ماهواره‌ای (Satellite cells, SC) سلول‌های بنیادی خاص عضلات هستند که در ترمیم و بازسازی عضلات اسکلتی ضروری هستند [۱]. به طور خاص، سلول‌های ماهواره‌ای در بین سارکولما و لایه پایه قرار دارند، منطقه‌ای که به‌عنوان منبع سلول‌های ماهواره‌ای شناخته می‌شود [۲]. وقتی سلول‌های ماهواره‌ای فعال می‌شوند، تکثیر و تمایز پیدا می‌کنند و در نهایت به فیبرهای عضلانی موجود جوش می‌خورند و هسته آن‌ها را اهدا می‌کنند و در نتیجه از ترمیم فیبر عضله اسکلتی [۱] و رشد [۳] حمایت می‌کنند. هنگامی که عضله اسکلتی تحت تأثیر فعالیت بدنی قرار می‌گیرد یا آسیب می‌بیند، سلول‌های ماهواره‌ای در حالت سلولی از حالت سکون خارج و فعال می‌شوند و متعاقباً برای ایجاد میونوکلئه‌های جدید یا بازگشت به حالت سکون پایه تکثیر و تمایز پیدا کرده و به میوفیبرهای موجود تبدیل می‌شوند [۴]. اطلاعات کمی در مورد مکانیسم مولکولی موجود در این فرآیند وجود دارد. خانواده‌ای از پروتئین‌ها تنظیم‌کننده میوژنیک (Myogenic regulatory factors, MRF) مانند؛ Myo-5 (Myogenic Factor 5) (میوژنیک ۵)، MyoD (Myogenic Differentiation) (عامل تمایز میوژنیک) و میوژنین، میزان میوژنیک را کنترل می‌کنند. در فرآیند فعال‌سازی سلول‌های ماهواره‌ای، بیان فاکتورهای تنظیم‌کننده میوژنیک افزایش می‌یابد و پیشرفت میوژنیک تنظیم می‌شود [۵]. زمانی که درگیری فاکتورهای تنظیم‌کننده میوژنیک‌ها، آغاز شود، Myf-5، همراه با بیان MyoD، تکثیر سلول‌های ماهواره‌ای فعال شده را افزایش می‌دهند. بنابراین، هر دو ژن مسئول تنظیم رونویسی ژن سلول‌های ماهواره‌ای هستند [۶].

Myf5 اولین MRF است که در طی میوژنز جنینی بیان می‌شود و به‌عنوان فاکتور رونویسی ژن‌های تنظیم‌کننده میوژنز عمل می‌کند. MyoD، یک عامل رونویسی است که مدت کوتاهی پس از Myf5 بیان می‌شود. این ژن به دنباله‌های تقویت‌کننده ژن‌های خاص عضلات متصل می‌شود تا فعالیت آن‌ها را تنظیم کند [۷]. اگرچه MyoD و Myf5 در مقاطع زمانی، کمی متفاوت بیان می‌شوند، اما هر دو ژن تعیین کننده میوژنیک محسوب می‌شوند، زیرا نشان داده شده‌است که هر ژن به تنهایی برنامه میوژنیک را آغاز می‌کند. بنابراین، اگرچه هیچ‌یک از ژن‌ها به تنهایی برای میوژنز لازم نیست، اما هر دو کافی هستند. از این‌رو، MyoD و Myf5 در تعیین، تمایز و بازسازی سلول‌های ماهواره‌ای، هم‌پوشانی و نقش‌های مهمی دارند [۸].

گزارش شده‌است که افزایش فعالیت عضلانی باعث افزایش تکثیر سلول‌های ماهواره‌ای می‌شود، در حالی که عدم فعالیت عضله باعث کاهش تکثیر این سلول‌ها می‌شود [۹]. تمرین و فعالیت بدنی را می‌توان به راحتی انجام داد و پارامترهای آن را دستکاری کرد، از این‌رو می‌تواند یک مسیر طبیعی، غیردارویی و امیدوارکننده برای مداخله در پزشکی باشد. اگرچه تمرین، به عنوان یک استرس‌زای فیزیولوژیکی، می‌تواند به‌طور بالقوه اثرات تعدیلی را در طی مراحل مختلف چرخه زندگی سلول‌های ماهواره‌ای اعمال کند، اما گزارش‌های متضاد در مورد پاسخ به حالت‌های مختلف تمرین وجود دارد. هنگام ارزیابی تغییرات سلول‌های ماهواره‌ای ناشی از تمرین باید پارامترهای مختلف تمرینی (فرکانس، شدت، مدت زمان و نوع/حالت تمرین) در نظر گرفته شوند [۳]. با این حال، تعیین دقیق حجم، مدت و آستانه تمرینات ورزشی برای فعال‌سازی بهینه سلول‌های ماهواره‌ای در افراد در سطوح مختلف آمادگی جسمانی، سن و جنسیت، در حال حاضر بسیار دشوار است [۱]. ناسازگاری و تغییرات در محتوای فعالیت سلول‌های ماهواره‌ای پس از تمرین هوازی که در مطالعات پیشین گزارش شده‌است، می‌تواند به تفاوت در شدت، مدت زمان و فرکانس تمرین تجویز شده و یا تا حدی به عضلات ناسازگار مورد مطالعه نسبت داده شود. زمان و شدت ورزش عوامل مهمی در فعال‌سازی سلول‌های ماهواره‌ای هستند. افزایش محتوای سلول‌های ماهواره‌ای پس از ۴۰ تا ۱۵۵ دقیقه تمرین با شدت متوسط تا زیاد گزارش شده‌است [۱۰]، در حالی که تغییر مشابهی پس از ۳۰ دقیقه ورزش با شدت کم مشاهده نشده‌است [۱۱]. این یافته‌ها حاکی از آن است که شدت ورزش عامل مهمی در فعال‌سازی سلول‌های ماهواره‌ای است و از درگیری سلول‌های ماهواره‌ای در بازسازی عضلات پشتیبانی می‌کند [۱۲]. در این راستا، Kurosaka و همکاران تأیید

کرده‌اند که افزایش محتوای سلول‌های ماهواره‌ای به شدت تمرین بستگی دارد [۱۳]. Fry و همکاران [۱۴] و Joanisse و همکاران [۱۵] هم به‌ترتیب افزایش فعالیت سلول‌های ماهواره‌ای را به دنبال تمرین هوازی با شدت زیاد و کم گزارش کردند.

علاوه بر فعالیت هوازی، فعالیت مقاومتی به‌عنوان یک استراتژی شناخته شده که سبب هیپروتروفی عضله اسکلتی از طریق فعال‌سازی سنتز پروتئین، مهار پروتئولیز و فعال‌سازی فرآیند میوژنیک می‌شود، مهم است [۱۶]. برخی از مطالعات منتشر شده در مورد اثرات تمرینات مقاومتی بر سلول‌های ماهواره‌ای گزارش دادند که ۲۰-۶ هفته پروتکل تمرین مقاومتی [۳] یا همراه با مکمل‌های ورزشی [۱۷] باعث افزایش محتوای سلول‌های ماهواره‌ای و فعال شدن آن می‌شود. مدت زمان تمرین مقاومتی تجویز شده از ۶۴-۳۰ جلسه تمرین مقاومتی با شدت متوسط تا زیاد (۸۰-۶۰ درصد یک تکرار بیشینه) بود. اما پژوهش Jensky و همکاران نشان داد که هفت جلسه تمرین مقاومتی برونگرای شدید با یک پا و درونگرا به صورت حرکات بازکننده ایزوکنیتیک زانو، تأثیری بر mRNA میوستاتین زنان جوان نداشته است [۱۸]. این که میزان سازگاری سلول‌های ماهواره‌ای ناشی از تأثیر انواع تمرین چقدر است، روشن نیست؛ اما مشخص است سلول‌های ماهواره‌ای می‌توانند از طریق پروتکل‌های تمرینی متعدد افزایش یابند [۱۹]. بنابراین، احتمالاً ترکیبی از فعالیت هوازی و مقاومتی مانند تمرینات عملکردی شدید (High-Intensity Functional Training)، ممکن است بیشترین افزایش را ایجاد کند. تمرینات عملکردی شدید از فعالیت‌های هوازی تک‌ساختاری (مثل دویدن و قایقرانی)، حرکات تحمل وزن بدن (اسکات و شنا سوئدی) و حرکات وزنه‌برداری (پرس سرشانه، لیفت‌مرده، و...) بهره می‌برد [۲۰]. تحقیقات نشان داده‌اند که HIFT هیپروتروفی، قدرت مطلق و نسبی را افزایش می‌دهد [۲۱].

با عنایت به موارد عنوان شده و با توجه به محدودیت مطالعات در این زمینه، جهت روشن‌تر شدن اثر شیوه‌های تمرینی متفاوت بر سلول‌های ماهواره‌ای، این مطالعه با هدف تعیین و مقایسه تأثیر دو شیوه تمرینی مقاومتی دایره‌ای و عملکردی شدید بر عوامل فعال‌کننده سلول‌های ماهواره‌ای (MyoD و Myf-5) در مردان جوان غیرورزشکار انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون با دو گروه آزمایش و یک گروه کنترل بود. جامعه آماری پژوهش، شامل کلیه مردان جوان غیرورزشکار ۲۸-۱۸ ساله شهر اصفهان در سال ۱۴۰۱ بودند. بعد از فراخوان در گروه‌های اجتماعی با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس و هدفمند، ۴۵ نفر که واجد شرایط ورود به پژوهش بودند، انتخاب و با استفاده از روش تصادفی سیستماتیک در ۳ گروه ۱۵ نفره (دو گروه آزمایش و یک گروه کنترل) طبقه‌بندی شدند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار G* Power محاسبه گردید. آزمودنی‌ها از طریق ارزیابی کلی با آزمون نیویورک، بر طبق معیارهای ورود و خروج حداقل اندازه نمونه ۳۶ نفر (۱۲ نفر در هر گروه) با احتساب آلفای ۵ درصد، بتای ۸۰ درصد و اندازه اثر ۰/۳۰ بدست آمد، ولی با در نظر گرفتن افت نمونه‌ها در مراحل مختلف تحقیق، تعداد ۱۵ نفر در هر گروه انتخاب شدند [۲۲].

معیارهای ورود به پژوهش عبارت بودند از؛ تکمیل فرم رضایت شرکت داوطلبانه، نداشتن هرگونه بیماری قلبی عروقی و دیابت، عدم محدودیت ارتوپدی/ عصبی، عدم استعمال دخانیات، عدم استفاده از دارو و الکل، و معیارهای خروج شامل؛ سابقه آسیب، معلولیت جسمی، ممنوعیت پزشکی یا مشکل ارتوپدی، و غیبت بیش از دو جلسه در جلسات تمرینی بود. آزمودنی‌ها در زمینه طرح تحقیق کاملاً توجیه شدند و فرم رضایت در مطالعه را تکمیل نمودند. به منظور رعایت اصول اخلاقی پژوهش، مشخصات فردی آزمودنی‌ها محرمانه نگه داشته شد و به آنها اطمینان داده شد که آزاد خواهند بود هر زمان که بخواهند، از پژوهش خارج شوند. مطالعه حاضر دارای کد اخلاق IR.IAU.KHSH.REC.1401.081 می‌باشد.

ابتدا اندازه‌گیری قد، وزن، شاخص BMI و خون‌گیری به‌عنوان پیش‌آزمون از طریق ابزارهای پژوهش، انجام شد.

سپس گروه‌های آزمایش پروتکل تمرینی را اجرا کردند. گروه کنترل در این مدت برنامه تمرینی نداشتند. در نهایت پس از اتمام دوره تمرینی، از طریق همان ابزارهای اندازه‌گیری، پس‌آزمون اجرا شد.

به منظور ارزیابی متغیرهای بیوشیمیایی، نمونه خون آزمودنی‌ها در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون (پس از ۸ هفته تمرین) جمع‌آوری شد. در مرحله پیش‌آزمون یک روز قبل از شروع برنامه تمرینی و پس از ۱۲ ساعت ناشتایی، نمونه خون در فاصله زمانی ۸ الی ۱۰ صبح توسط تکنسین آزمایشگاه و با رعایت نکات استریل از ورید بازویی دست راست آزمودنی‌ها در حالت نشسته، با حجم ۵ میلی‌لیتر گرفته شد. در مرحله پس‌آزمون نیز جهت جلوگیری از تأثیر حاد تمرین بر متغیرهای مورد مطالعه پس از گذشت ۲۴ ساعت از آخرین جلسه تمرینی و بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی در بازه زمانی ۸ الی ۱۰ صبح خون‌گیری انجام شد. نمونه‌های خون بلافاصله در یونولیت محتوی یخ خشک قرار داده شدند و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری گردیدند. جهت ارزیابی Myf5 و MyoD از کیت ۹۶ تایی انسانی Myf5 و MyoD (Zellbio, Germany) به روش الایزا بر حسب یک‌دهم نانوگرم بر میلی‌لیتر استفاده شد و غلظت نمونه‌ها با دامنهٔ جذب ۴۵۰ نانومتر در دستگاه میکروپلیت ریدر (Microplate– Reader) مدل BioTec ELx 800 ساخت آمریکا خوانده شد [۲۳].

برای اندازه‌گیری قد از قدسنج آلمانی،SECA 210 با دقت ۳ میلی‌متر استفاده شد. بدین‌صورت که آزمودنی با پای برهنه پشت به نوار قدسنجی که به دیوار چسبانده شده بود، طوری قرار گرفت که وزن بدنش به‌طور مساوی روی دو پا تقسیم شود، سر و تنه و پاها در یک راستا قرار گیرد و پشت پاها، باسن و سر فرد دیوار را لمس کند. سپس با استفاده از خط‌کش که روی سر آزمودنی قرار داده می‌شد، در حالت بازدم، قد فرد بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری و ثبت گردید. برای اندازه‌گیری وزن از ترازوی دیجیتال، KEEP FIT 6657 ساخت کشور چین استفاده شد. آزمودنی‌ها با لباس سبک و بدون کفش روی ترازوی پزشکی طوری قرار گرفتند که وزن شان روی هر دو پا تقسیم شود. سپس وزن بدن فرد با دقت ۰/۱ کیلوگرم ثبت شد. برای محاسبه BMI از فرمول وزن به کیلوگرم تقسیم بر توان دوم قد به متر استفاده گردید. لازم به ذکر است که سطح فعالیت‌بدنی شرکت‌کنندگان با استفاده از نسخه کوتاه پرسش‌نامه بین‌المللی فعالیت‌بدنی (International Physical Activity Questionnaires) اندازه‌گیری شد و شرکت‌کنندگانی برای مطالعه انتخاب شدند که سطح فعالیت بدنی آن‌ها کم بود. ابزار سنجی نسخه ایرانی این پرسش‌نامه توسط Moghaddam مقدم و همکاران بررسی شد [۲۴]. نتایج نشان‌دهنده شاخص روایی محتوایی به میزان ۰/۸۵ و نسبت روایی محتوایی به میزان ۰/۷۷ و حاکی از روایی محتوایی مطلوب بود. هم‌چنین همسانی درونی آن با توجه به ضریب آلفای کرونباخ مساوی ۰/۷ و رضایت‌بخش بود و ضریب همبستگی اسپیرمن به میزان ۰/۹ نشان‌دهنده مطلوبی از لحاظ پایایی آزمون – بازآزمون بود. در این پرسش‌نامه ۵ سوال مربوط به تعداد دفعات و مدت زمان صرف شده در یک هفته گذشته برای انجام پیوسته۱۰دقیقه فعالیت‌های بدنی شدید (فعالیت بدنی نیازمند به قوه بدنی زیاد که موجب نفس کشیدن بسیار شدیدتر از حالت عادی می‌شود)، فعالیت‌های بدنی متوسط (فعالیت بدنی نیازمند به قوه بدنی متوسط که موجب نفس کشیدن کمی تندتر از حالت عادی می‌شود)، و فعالیت‌های بدنی کم (پیاده‌روی و فعالیت‌های مرتبط با نشستن) پرسیده می‌شود. پاسخ فرم کوتاه پرسش‌نامه بین‌المللی فعالیت بدنی بر اساس نمراتMET (یک مت برابر با ۳/۵ میلی‌لیتر اکسیژن به ازای هر کیلو گرم وزن بدن در دقیقه می‌باشد) دسته‌بندی شده است که افراد را به سه گروه با فعالیت کم (کمتر از ۶۰۰ مت)، فعالیت متوسط (بین ۶۰۰ تا ۳۰۰۰ مت) و با فعالیت بالا (بیشتر از ۳۰۰۰ مت) طبقه‌بندی می‌کند [۲۵].

پروتکل تمرینی تمرین عملکردی شدید (HIFT): این پروتکل به مدت ۸ هفته و هر هفته سه جلسه ۴۰ تا ۵۰ دقیقه‌ای اجرا شد. مراحل تمرین شامل؛ ده دقیقه گرم کردن به‌صورت دویدن با شدت کم، حدود ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه و حرکات کششی در ابتدای جلسه؛ پروتکل تمرینات مقاومتی یکپارچه، شامل تمرینات همزمان اندام فوقانی و تحتانی، حرکات چند صفحه‌ای، تمرینات ثبات مرکزی، هماهنگی حرکتی و تعادل بود. این برنامه در یک طرح

دایره‌ای با ۸ ایستگاه (تمرین)، ۴۰ ثانیه تمرین، ۲۰ ثانیه استراحت، ۳ تکرار، در مجموع ۲۵ دقیقه انجام شد. شدت تمرینات بر اساس شاخص درک فشار ۷-۶ (۱۰-۰) مقیاس بورگ (Rating of perceived exertion) برآورد می‌شد. هم‌چنین ده دقیقه سرد کردن شامل؛ دویدن نرم و حرکات کششی در پایان هر جلسه تمرین اجرا شد [۲۱] (جدول ۱).

جدول ۱- پروتکل تمرین عملکردی شدید مردان جوان غیرورزشکار شهر اصفهان در سال ۱۴۰۱

هفته	تمرین‌ها
	ایستادن و نشستن با آرنج خم
	شنا
	کرانچ با چرخش
۱ و ۵	چرخش دمبل
	کشیدن به پایین با اسکات
	حرکت فیله کمر با وزنه روی سرشانه از پشت
	باز شدن لگن همراه با بالا بردن پا
	حرکت کول با سومو اسکات
	فلای دمبل با کشیدن لگن به بالا
	چرخش تنه با باند الاستیک
۲ و ۶	نشر نظامی با لانج از بغل
	پارویی به حالت شیب‌دار
	خم شدن زانو همراه با خم شدن آرنج
	خم شدن تنه به طرفین
	ایستادن روی یک پا با چشم بسته
	اسکات تراست
	فلکشن لگن با آرنج خم
	کرانچ با توپ
۳ و ۷	نشر جانب با لانج
	پارویی زیربغل
	ددلیفت با وزنه
	پرس نیمکت
	ایستادن روی یک پا با چشم بسته
	پرس نیمکت ایستاده
	سومو اسکات
	پارویی زیربغل
۴ و ۸	کرانچ
	هل دادن به جلو
	اکستنشن لگن
	آبداکشن و آداکشن شانه
	چرخش تنه

پروتکل تمرین مقاومتی دایره‌ای: این پروتکل به مدت ۸ هفته و هر هفته سه جلسه اجرا شد. مراحل تمرین مقاومتی دایره‌ای عبارت بود از؛ ده دقیقه گرم کردن به صورت دویدن با شدت کم، حدود ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه و حرکات کششی در ابتدای جلسه، پروتکل تمرینی اختصاصی و در نهایت ده دقیقه دویدن نرم و حرکات کششی در پایان هر جلسه تمرین. این پروتکل به صورت دایره‌ای، شامل ۸ ایستگاه طراحی شد و چند روز قبل از آزمون، جلساتی توجیهی برای آشنایی با ایستگاه‌های تمرینی، اصول صحیح تمرین با وزنه، حجم و شدت تمرین، تعداد تکرارها و زمان استراحت بین دستگاه‌ها و دوره‌ها برگزار شد.

جهت اعمال شدت تمرین، آزمون یک تکرار بیشینه

(One-Repetition Maximum) قبل از مداخله تمرین و پس از ۴ هفته مداخله محاسبه شد. یک تکرار بیشینه از طریق فرمول (تعداد تکرارها ×۳۳/۰+ ۱) × مقدار وزنه = 1RM محاسبه گردید. برنامه تمرینی مقاومتی به صورت افزایشی با ۶۵ درصد (1RM) شروع و در هفته هفتم و هشتم به ۸۰ درصد (1RM) افزایش یافت [۲۶] (جدول ۲).

جدول ۲-پروتکل تمرینات مقاومتی دایره‌ای مردان جوان غیرورزشکار شهر اصفهان در سال ۱۴۰۱

هفته	تمرینات اصلی	شدت	تکرار
اول	پرس سینه، پرس پا، پایین کشیدن میله (زیر بغل)، دوقلو با دستگاه، جلو بازو، پشت ران با دستگاه، نشر جانبی با دمبل (صلیب)، سرشانه با هالتر	۶۵ درصد (1RM)	۸ تکرار ۴ نوبت
دوم	پرس سینه، پرس پا، پایین کشیدن میله (زیر بغل)، دوقلو با دستگاه، جلو بازو، پشت ران با دستگاه، نشر جانبی با دمبل (صلیب)، سرشانه با هالتر	۶۵ درصد (1RM)	۸ تکرار ۴ نوبت
سوم	پرس سینه، پرس پا، پایین کشیدن میله (زیر بغل)، دوقلو با دستگاه، جلو بازو، پشت ران با دستگاه، نشر جانبی با دمبل (صلیب)، سرشانه با هالتر	۷۰ درصد (1RM)	۹ تکرار ۴ نوبت
چهارم	پرس سینه، پرس پا، پایین کشیدن میله (زیر بغل)، دوقلو با دستگاه، جلو بازو، پشت ران با دستگاه، نشر جانبی با دمبل (صلیب)، سرشانه با هالتر	۷۰ درصد (1RM)	۹ تکرار ۴ نوبت
پنجم	پرس سینه، پرس پا، پایین کشیدن میله (زیر بغل)، دوقلو با دستگاه، جلو بازو، پشت ران با دستگاه، نشر جانبی با دمبل (صلیب)، سرشانه با هالتر	۷۵ درصد (1RM)	۱۰تکرار ۳ نوبت
ششم	پرس سینه، پرس پا، پایین کشیدن میله (زیر بغل)، دوقلو با دستگاه، جلو بازو، پشت ران با دستگاه، نشر جانبی با دمبل (صلیب)، سرشانه با هالتر	۷۵ درصد (1RM)	۱۰ تکرار ۳ نوبت
هفتم	پرس سینه، پرس پا، پایین کشیدن میله (زیر بغل)، دوقلو با دستگاه، جلو بازو، پشت ران با دستگاه، نشر جانبی با دمبل (صلیب)، سرشانه با هالتر	۸۰ درصد (1RM)	۱۱ تکرار ۲ نوبت
هشتم	پرس سینه، پرس پا، پایین کشیدن میله (زیر بغل)، دوقلو با دستگاه، جلو بازو، پشت ران با دستگاه، نشر جانبی با دمبل (صلیب)، سرشانه با هالتر	۸۰ درصد (1RM)	۱۱ تکرار ۲ نوبت

به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات، از روش های آمار توصیفی برای محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی استفاده گردید. از آزمون شاپیروویلک برای بررسی نرمال بودن داده‌ها و از آزمون لوین برای بررسی برابری واریانس متغیرها استفاده شد. پیش‌فرض‌های لازم جهت آزمون‌های پارامتریک برقرار بود. جهت آزمون معنی‌داری تفاوت‌های میانگین گروه‌ها (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) از تجزیه و تحلیل کواریانس چند متغیری و آزمون تعقیبی بنفرونی با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها

آزمودنی‌ها با میانگین سنی۲۳/۶۴ و شاخص توده بدن ۲۴/۳۲ در سه گروه تمرینات عملکردی شدید، تمرین مقاومتی دایره‌ای و کنترل برنامه مداخله را به مدت ۸ هفته اجرا کردند. ویژگی‌های دموگرافیک آنها در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- میانگین و انحراف معیار سن، قد، وزن و شاخص توده بدن مردان جوان غیرورزشکار شهر اصفهان در سال ۱۴۰۱ (تعداد هر گروه ۱۵نفر)

گروه	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	BMI (کیلوگرم بر متر مربع)
تمرینات عملکردی شدید	۲۲/۹۳±۳/۷۵	۱۷۶/۸۰±۶/۴۸	۷۶/۶۰±۴/۷۲	۲۴/۶۳±۲/۸۴
تمرین مقاومتی دایره‌ای	۲۳/۸۶±۳/۴۴	۱۷۴/۸۰±۵/۸۵	۷۵/۵۳±۵/۹۲	۲۳/۹۹±۱/۹۵
کنترل	۲۴/۲۰±۳/۲۵	۱۷۵/۷۳±۶/۴۰	۷۷/۴۰±۵/۵۶	۲۴/۳۵±۲/۷۴

در جدول فوق شاخص های میانگین و انحراف معیار مربوط به سن، قد، وزن و شاخص توده بدن آزمودنی ها در گروه‌های مختلف ارائه شده است. این داده‌ها نشان می دهد که گروه‌ها در این چهار متغیر همگن می‌باشند.

جدول۴- نتیجه آزمون شاپیرو ویلک و لوین برای بررسی نرمال بودن و فرض برابری واریانس داده‌ها در مردان جوان غیرورزشکار شهر اصفهان در سال ۱۴۰۱

متغیر	مرحله	تمرینات عملکردی شدید	تمرینات مقاومتی دایره‌ای	کنترل	آماره لوین	p
MyoD	پیش‌آزمون	۰/۲۹۸	۰/۲۷۴	۰/۱۴۵	۱/۹۳۷	۰/۱۵۷
	پس‌آزمون	۰/۲۹۲	۰/۵۹۷	۰/۵۳۲	۰/۹۴۸	۰/۳۹۵
Myo-5	پیش‌آزمون	۰/۲۷۱	۰/۳۱۳	۰/۱۹۴	۰/۶۰۰	۰/۵۵۳
	پس‌آزمون	۰/۵۳۶	۰/۵۲۴	۰/۲۴۵	۰/۶۵۸	۰/۵۲۳

*p<۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار

همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود سطح معنی‌داری همه متغیرها در همه گروه‌ها بزرگتر از ۰/۰۵ می‌باشد، در نتیجه داده‌ها از توزیع طبیعی بودن پیروی می‌کنند. علاوه‌براین، سطح معنی‌داری آزمون لوین بالاتر از ۰/۰۵ بود در نتیجه داده‌ها از فرض برابری واریانس‌ها پیروی می‌کنند.

جدول ۵-تغییرات بین‌گروهی و درون‌گروهی MyoD (نانوگرم بر میلی‌لیتر) مردان جوان غیرورزشکار شهر اصفهان در سال ۱۴۰۱ بر اساس آزمون کوواریانس

گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	تفاوت‌های درون-گروهی		تفاوت‌های بین‌گروهی			p (آزمون تعقیبی)	اختلاف میانگین
			مقدار t	p	مقدار F	P	اندازه اثر		
تمرین عملکردی شدید	۲/۰۸ ±۰/۱۸	۲/۵۸ ±۰/۲۴	-۷/۶۶	۸۰/۰۰۱	۲۷/۸۳	*۰/۰۰۱	۰/۵۷	¡۰/۰۰۵	۰/۲۶
تمرین مقاومتی دایره‌ای	۲/۱۰±۰/۲۱	۲/۳۱±۰/۲۱	-۲/۲۹	۸۰/۰۳۸				¡۰/۰۰۱	۰/۵۹
کنترل	۲/۰۴±۰/۱۴	۱/۹۹±۰/۱۷	۰/۷۸	۰/۴۴				¡۰/۰۰۱	۰/۳۲

۸: تفاوت‌های معنی‌دار از پیش‌آزمون به پس‌آزمون؛ *: تفاوت معنی‌دار بین سه گروه؛ ¡: تفاوت معنی‌دار دو به دو گروهی

نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که هر دو روش تمرینی بر افزایش MyoD تأثیر معنی‌داری داشتند (p=۰/۰۰۱). همچنین مشاهده می‌شود که بین گروه‌ها با اندازه اثر ۰/۵۷ در MyoD تفاوت معنی‌داری وجود دارد (F=۲۷/۸۳ ،p=۰/۰۰۱). نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی نشان داد که هر دو گروه تمرینی در مقایسه با گروه کنترل MyoD بالاتری داشتند (p=۰/۰۰۱). اما افزایش این متغیر در گروه تمرین عملکردی شدید نسبت به گروه تمرین مقاومتی دایره‌ای بیشتر بود.

جدول ۶- تغییرات بین گروهی و درون گروهی Myf5 (نانوگرم بر میلی‌لیتر) مردان جوان غیرورزشکار شهر اصفهان در سال ۱۴۰۱ بر اساس آزمون کوواریانس

گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	تفاوت‌های درون‌گروهی		تفاوت‌های بین گروهی			سطح معناداری (آزمون تعقیبی)	اختلاف میانگین
			مقدار t	p	مقدار F	p	اندازه اثر		
تمرین عملکردی شدید	۴/۷۹ ±۰/۶۶	۶/۱۵ ±۰/۶۹	-۵/۲۷	۸۰/۰۰۱				¡۰/۰۴۱	۰/۶۲
تمرین مقاومتی دایره‌ای	۴/۸۱±۰/۷۹	۵/۵۲±۰/۶۳	-۲/۴۶	۸۰/۰۲۷	۱۳/۱۵	*۰/۰۰۱	۰/۳۹	¡۰/۰۰۱	۱/۲۴
کنترل	۴/۸۲±۰/۸۳	۴/۹۰±۰/۶۶	-۰/۲۶	۰/۷۹				¡۰/۰۴۱	۰/۶۲

۸: تفاوت‌های معنی‌دار از پیش‌آزمون به پس‌آزمون؛ *: تفاوت معنی‌دار بین سه گروه؛ ¡: تفاوت معنی‌دار دو به دو گروهی

نتایج جدول ۶ نشان می‌دهد که هر دو روش تمرینی بر افزایشMyf5 تأثیر معنی‌داری داشتند (p=۰/۰۰۱). همچنین مشاهده می‌شود که بین گروه‌ها با اندازه اثر ۰/۳۹ در Myf5 تفاوت معنی‌داری وجود دارد (P=۰/۰۰۱، F=۱۳/۱۵). نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی نشان داد که هر دو گروه تمرینی در مقایسه با گروه کنترل Myo-5 بالاتری داشتند (p=۰/۰۰۱). افزایش این متغیر در گروه تمرین عملکردی شدید نسبت به گروه تمرین مقاومتی دایره‌ای بیشتر بود.

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که هر دو روش تمرینی (مقاومتی دایره‌ای و عملکردی شدید) بر افزایش MyoD و Myo-5 مردان جوان غیرورزشکار تأثیر معنی‌داری داشتند. اما افزایش این متغیرها در گروه تمرین عملکردی شدید بیشتر بود. در مطالعه‌ای هم‌خوان Izadi و همکاران گزارش کردند که تمرین مقاومتی با شدت بالا بر افزایش بیان ژن MyoD در عضله نعلی تأثیر معنی‌داری دارد [۲۷]. این مطالعه روی موش‌های آزمایشگاهی و در بافت انجام شد، ولی آزمودنی‌های مطالعه حاضر انسان بودند و تغییرات در خون بررسی شد. Fathi و همکاران نشان دادند که تمرین مقاومتی باعث افزایش بیان ژن MyoD در عضلات کند و تند انقباض رت‌های نر نژاد ویستار می‌گردد [۲۸]. علاوه بر این، Poole و همکاران در مطالعه‌ای هم‌خوان با پژوهش حاضر به بررسی بیان MyoD پس از چهار جلسه تمرین مقاومتی پرداختند. بیوپسی‌هایی پس از تمرین اول، ۴۸ ساعت پس از تمرین اول و دوم و ۲۴ ساعت پس از تمرین سوم از عضلهٔ پهن جانبی از مردان پیر و جوان گرفته شد. مشاهده شد که تنها بین پایان تمرین اول تا ۴۸ ساعت پس از تمرین دوم و در مردان جوان افزایش MyoD معنی‌دار است [۲۹]. در مطالعه هم‌خوان دیگری، D Egan و همکاران گزارش کردند که پس از تمرین مقاومتی با شدت زیاد سطح بیان mRNA فاکتورهایی چون MyoD در عضلهٔ پهن جانبی افزایش می‌یابد و اشاره به این دارد که ممکن است این ژن‌ها در تنظیم هایپرتروفی درگیر باشند [۳۰]. Jenseky و همکاران برای درک بهتر سازوکار هیپرتروفی عضلانی در زنان جوان، تأثیر انقباضات درون‌گرا و برون‌گرا را بر تغییرات میزان بیان عوامل میوژنیک و میوستاتین سنجیدند. در گروه انقباضات برون‌گرا هیچ تغییر معنی‌داری در میزان بیان میوستاتین و فولیستاتین دیده نشد، ولی میزان MyoD افزایش معنی‌داری یافته بود [۱۸].

در خصوص تأثیر تمرین بر Myo-5، در پژوهشی هم‌خوان با مطالعه حاضر، Tabibi و همکاران نشان دادند که تمرین مقاومتی و انسداد جریان خون بر افزایش بیان ژن عامل عضله‌زایی ۵ (Myf5) افراد جوان فعال غیرورزشکار تأثیر معنی‌داری دارد [۳۱]. در پژوهشی دیگر، Biglari و همکاران به بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین مقاومتی بر مقادیر Myf5 در سالمندان پرداختند. نتایج نشان داد مقادیر Myf5 در گروه‌های مداخله در مقایسه با گروه کنترل به صورت معنی‌داری افزایش یافت. هم‌چنین مقادیر Myf5 در گروه‌های ترکیبی در مقایسه با گروه تمرین و گروه مکمل به صورت معنی‌داری بیشتر بود [۲۳]. علاوه بر این، Tierney و همکاران نشان دادند که ۸ هفته تمرین مقاومتی بر مقادیر Myo5 مردان جوان فعال تأثیر معنی‌دار دارد [۳۲].

در مجموع یافته‌های این مطالعات نشان می‌دهد، تمرین و فعالیت بدنی بر روی بیان ژن‌های MyoD و Myo-5 مؤثر است و می‌تواند منجر به هایپرتروفی و بهبود عملکرد سیستم عضلانی گردد، اگرچه این آثار بسته به نوع تمرینات متفاوت است، به طوری که در مطالعه حاضر افزایش MyoD و Myo-5 در تمرینات عملکردی شدید نسبت به تمرینات مقاومتی دایره‌ای بیشتر بود. با این وجود، فرآیند ساز و کار این تأثیرات به روشنی آشکار نشده است، ولی به نظر می‌رسد، فعال شدن سلول‌های ماهواره‌ای عضله اسکلتی، که به‌عنوان ورود به چرخه سلولی از حالت سکون تعریف می‌شوند، هسته را به رشته‌های عضله می‌افزاید و برای رشد طبیعی و بازسازی بافت آسیب‌دیده در اثر آسیب یا استرس ضروری است [۳۳].

با توجه به این‌که از عوامل اثرگذار تمرین بر فاکتورهای میوژنز، فاکتورهای رشدی هستند، می‌توان بیان کرد که افزایش بیشتر Myo-D و Myf5 در اثر تمرینات عملکردی شدید نسبت به تمرینات مقاومتی در اثر تحمیل فشار متابولیکی قابل‌توجه به آزمودنی‌ها می‌باشد. نشان داده شده

است که تمرینات عملکردی شدید با استفاده از الگوهای حرکتی انفجاری و بارهای بالاتر برای قسمت پایین تنه و بارهای متوسط برای قسمت بالا تنه مفیدتر هستند، زیرا هدف این است که حداکثر فشار در حین تمرینات وجود داشته باشد [۳۴]. بنابراین، این احتمال وجود دارد که برنامه‌های تمرینی که از تمرینات مرکب در دامنه‌ای از شدت و با مدت زمان متفاوت و حرکات انفجاری (HIFT) استفاده می‌کنند می‌توانند از نظر توسعه فشار متابولیکی و افزایش فاکتورهای رشدی برای بهبود میزان Myo-D و Myf5 مؤثرتر باشند.

به‌علاوه، گزارش شده است که شدت ورزش عامل مهمی در فعال‌سازی سلول‌های ماهواره‌ای است و از درگیری سلول‌های ماهواره‌ای در بازسازی عضلات پشتیبانی می‌کند[۱۲]. Fry و همکاران [۱۴] و Joanisse و همکاران [۱۵] نیز افزایش فعالیت سلول‌های ماهواره‌ای را به دنبال تمرین هوازی با شدت زیاد گزارش کردند. Snijders و همکاران نشان دادند که شش ماه مداخله تمرین هوازی با شدت متوسط (۷۵ درصد مقدار VO2 پایه) به طور ناچیزی بر استخر سلول‌های ماهواره‌ای تأثیر می‌گذارد [۳۵].

احتمالا در مطالعه حاضر، آزمودنی‌های گروه تمرینات HIFT بیشتر به چالش کشیده شده‌اند و بهبودی بیشتر میزان Myo-D و Myf5 در این گروه ناشی از پروتکل تمرینیHIFT باشد. مزیت اصلی HIFT در این واقعیت نهفته است که می‌تواند چندین سیستم بدن را در یک جلسه و با افزایش توان هوازی و ظرفیت بی‌هوازی، استقامت، توان و قدرت عضلانی، در حالی که بر ترکیب‌بدن و ظرفیت کار تأثیر مثبت دارد، به چالش بکشد [۱۷].

از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به دوره تمرینی این مطالعه که ۸ هفته بود، اشاره کرد، احتمال دارد دوره‌های تمرینی بلندمدت‌تر مؤثرتر باشند. ضمن این‌که علیرغم توصیه به آزمودنی‌ها جهت حفظ رژیم غذایی معمول خود و عدم شرکت در برنامه تمرینی دیگر، کنترل دقیق میزان فعالیت بدنی و تغذیه روزانه آنها خارج از کنترل محققین بود. همچنین این پژوهش فقط روی جوانان غیرورزشکار انجام شد. پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده روی دوره‌های تمرین طولانی مدت (بیستر از ۱۲ هفته) و آزمودنی‌هایی با شرایط متفاوت دموگرافیک تمرکز نمایند.

نتیجه‌گیری: مطالعه حاضر نشان داد که هر دو روش تمرینی (مقاومتی دایره ای و عملکردی شدید) بر افزایش MyoD و Myo-5 مردان جوان غیرورزشکار تأثیر معنی‌داری داشتند. اما افزایش این متغیرها در گروه تمرین عملکردی شدید بیشتر بود. از این‌رو، به مربیان، ورزشکاران و باشگاه‌های تندرستی پیشنهاد می‌گردد از هر دو نوع تمرین در جهت بهبود Myo-D و Myf5 استفاده کنند، ولی تمرینات عملکردی شدید با توجه به شرایط ارجحیت دارد. به علاوه، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات بعدی به مقایسه اثر حاد تمرینات عملکردی شدید و تمرینات مقاومتی دایره‌ای بر عوامل میوژنز و عملکرد جسمانی پرداخته‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان اظهار می‌دارند، این مقاله، هیچ‌گونه تعارض منافعی ندارد.

سهم نویسندگان

مفهوم سازی، نظارت، بررسی مدیریت پروژه، نگارش و ویرایش نهایی توسط الله یار عرب مومنی (۸۰ درصد) و نگارش پیش‌نویس اولیه توسط عماد سلطانیان (۲۰ درصد) انجام شده‌است.

تشکر و قدردانی

از همکاران و به ویژه از شرکت‌کنندگانی که در انجام این مطالعه همکاری نمودند، نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

References

1. Sambasivan R, Yao R, Kissenpfennig A, et al. Pax7-expressing satellite cells are indispensable for adult

skeletal muscle regeneration. Development 2021; 138(17):3647–56.
2. Kuang S, Gillespie MA, Rudnicki MA. Niche regulation of muscle satellite cell self-renewal and differentiation. Cell Stem Cell 2018; 2(1):22–31.
3. Kadi F, Thornell L-E. Concomitant increases in myonuclear and satellite cell content in female trapezius muscle following strength training. Histochemistry and Cell Biology 2000; 113(2):99–103.
4. Dhawan J, Rando TA. Stem cells in postnatal myogenesis: molecular mechanisms of satellite cell quiescence, activation and replenishment. Trends in Cell Biology 2015; 15(12): 666-673.
5. Sabourin LA, Rudnicki MA. The molecular regulation of myogenesis. Clinical Genetics 2001; 57(1): 16-25.
6. Zammit PS, Heslop L, Hudon V, Rosenblatt JD, Tajbakhsh S, Buckingham ME, et al. Kinetics of myoblast proliferation show that resident satellite cells are competent to fully regenerate skeletal muscle fibers. Experimental Cell Research 2002; 281(1): 39-49.
7. Kardon G, Campbell JK, Tabin CJ. Local extrinsic signals determine muscle and endothelial cell fate and patterning in the vertebrate limb. Developmental Cell 2002;3(4):533-45.
8. Hutcheson DA, Zhao J, Merrell A, Haldar M, Kardon G. Embryonic and fetal limb myogenic cells are derived from developmentally distinct progenitors and have different requirements for beta-catenin. Genes & Development 2009 15;23(8):997-1013.
9. Schultz E. A quantitative study of satellite cells in regenerated soleus and extensor digitorum longus muscles. AR 2015; 208(4): 501-506.
10. Parise G, McKinnell IW, Rudnicki MA. Muscle satellite cell and atypical myogenic progenitor response following exercise. Muscle & Nerve. 2008; 37(5): 611-619.
11. Smith HK, Maxwell L, Rodgers CD, McKee NH, Plyley MJ. Exercise-enhanced satellite cell proliferation and new myonuclear accretion in rat skeletal muscle. JAP 2001; 90(4): 1407-1414.
12. Martin NRW, Lewis MP. Satellite cell activation and number following acute and chronic exercise: a mini review. Cell Mol Exerc Physiol 2012; 1(1): e3.
13. Kurosaka M, Naito H, Ogura Y, Machida S, Katamoto S. Satellite cell pool enhancement in rat plantaris muscle by endurance training depends on intensity rather than dura tion. Acta Physiologica 2012; 205(1): 159-166.
14. Fry CS, Noehren B, Mula J, Ubele MF, Westgate PM, Kern PA, et al. Fibre type specific satellite cell response to aerobic training in sedentary adults. JP 2014; 592(12): 2625-2635.
15. Joanisse S, McKay BR, Nederveen JP, Scribbans TD, Gurd BJ, Gillen JB, et al. Satellite cell activity, without expansion, after nonhypertrophic stimuli. AJPREGU 2015; 309(9): R1101-1111.
16. Bellamy LM. Temporal pattern of type II fibre-specific satellite cell expansion to exercise correlates with human muscle hypertrophy: potential role for myostatin. Presented for the Ph.D thesis. Hamilton, Ontario, Canada. McMaster University. 2012.
17. Bruusgaard JC, Johansen IB, Egner IM, Rana ZA, Gundersen K. Myonuclei acquired by overload exercise precede hypertrophy and are not lost on detraining. PNAS 2020; 107(34): 15111-15116.
18. Jensky NE, Sims JK, Dieli-Conwright CM, Sattler FR, Rice JC, Schroeder ET. Exercise does not influence myostatin and follistatin mRNA expression in young women. Journal of strength and conditioning research 2010;24(2):522.
19. Walsh JJ, Bonafiglia JT, Goldfield GS, Sigal RJ, Kenny GP, Doucette S, et al. Interindividual variability and individual responses to exercise training in adolescents with obesity. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2020;45(1):45-54.
20. Feito Y., Heinrich K.M., Butcher S.J., Poston W.S.C. High-Intensity Functional Training (HIFT): Definition and Research Implications for Improved Fitness. Sports 2018;6(3):76.
21. Banaszek A, Townsend JR, Bender D, Vantrease WC, Marshall AC, Johnson KD. The effects of whey vs. pea protein on physical adaptations following 8-weeks of high-intensity functional training (HIFT): A pilot study. Sports 2019 4;7(1):12.
22. Faul F, Erdfelder E, Lang A-G, Buchner A. G* Power 3: A Flexible statistical power analysis program for the social. Behavioral, And Biomedical Sciences. Behavior Research Methods 2007; 39(2): 175-191.
23. Biglari S, Gaeini A, Mafi F. Effect of resistance training and dark chocolate extract supplementation on the level of plasma Myogenic Factor 5 and muscle strength in the elderly. Birjand University of Medical Sciences 2018; 25 (2): 114 – 123. [Persian]
24. Moghaddam MB, Aghdam FB, Jafarabadi MA, Allahverdipour H, Nikookheslat SD, Safarpour S. The Iranian version of international physical activity questionnaire (IPAQ) in Iran: content and construct validity, factor structure, internal consistency and stability. WASJ 2012; 18 (8): 1073-1080.

25. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. MSSE 2003;35(8):1381-95.
26. Sobrero G, Arnett S, Schafer M, Stone W, Tolbert TA, Salyer-Funk A, Crandall J, Farley LB, Brown J, Lyons S, Esslinger T. A comparison of high intensity functional training and circuit training on health and performance variables in women: a pilot study. WSPAJ 2017 1;25(1):1-0.
27. Izadi M, Habibi A, Khodabandeh Z, Nikbakht M. Simultaneous Effect of High Intensity Interval Training and Decellularized Amniotic Membrane Fluid Scaffold on Gene Expression of Cell Proliferation Factors of Satellite Cells in the Volumetric Muscle Loss Injury in the Tibialis Anterior of Rats: An Experimental Study. JRUMS 2019; 18 (9) :875-888. [Persian]
28. Fathi, M., Gharakhanlou, R., solimani, M., rajabi, H., rezaei, R. The effect of resistance exercise on myoD expression in slow and fast muscles of wistar rats. JSB 2015; 6(4): 435-449. [Persian]
29. Poole Chris N, Roberts Michael D, Dalbo Vincent J, Sunderland Kyle L, Hassell Scott E, Kerksick Chad M. "Effects Of Human Aging On CDK4, P21Cip1, P27Kip1, And MyoD Expression After Three Resistance Exercise Bouts". Medicine & Science 2010;10 (4):17–42.
30. D Egan A, B Winchester J, Foster C, R McGuigan M. Using Session RPE to Monitor Different Methods of Resistance Exercise. JSSM 2006 1;5(2):289-95.
31. Tabibi MA, mosavian A, gaeini A, Ghara khanlou R, nuri R, kordi M. The concurrent effect of eccentric resistance training and blood flow occlusion on STAT3 and MyF5 gene expressions affecting the activation of satellite cells growth in non-athletes. JSB 2020; 12(2): 143-154. [Persian]
32. Tierney MT, Aydogdu T, Sala D, Malecova B, Gatto S, Puri PL, et al. STAT3 signaling controls satellite cell expansion and skeletal muscle repair. Nature medicine 2014;20(10):1182-6.
33. Roberson K.B., Chowdhari S.S., White M.J., Signorile J.F. Loads and movement speeds dictate differences in power output during circuit training. JSCR 2017;31(10):2765–2776.
34. Kliszczewicz B, Markert CD, Bechke E, Williamson C, Clemons KN, Snarr RL, et al. Acute effect of popular high-intensity functional training exercise on physiologic markers of growth. The Journal of Strength & Conditioning Research 2021;35(6):1677-84.
35. Snijders T, Verdijk LB, Hansen D, Dendale P, van Loon LJ. Continuous endurance-type exercise training does not modulate satellite cell content in obese type 2 diabetes patients. Muscle Nerve 2010; 43(3): 393-401.

Comparison of the Effect of Circular Resistance Training and High-Intensity Functional Training on Activating Factors of Satellite Cells (MyoD and Myf-5) in Non-Athlete Young Men

Soltanian E[1], Arabmomeni A[2]

1- MSc Student, Dept of Sports Physiology, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.
2 - Assistant Prof, Dept of Khomeinishahr Branch, Islamic Azad University, Khomeinishahr/Isfahan, Iran. (Corresponding Author)
Email: arabmomeni@iaukhsh.ac.ir, Tel: 00989133688572

Received: 16 November 2022 Accepted: 23 May 2023

Introduction: Satellite cells are the primary stem cells in skeletal muscle responsible for postnatal muscle growth, hypertrophy, and regeneration. The present study compared the effect of two methods of circuit resistance training (CRT) and high-intensity functional training (HIFT) on the activating factors of satellite cells in non-athlete young men.

Materials and Methods: In this semi-experimental study, with a pre-test, post-test, and control group, 45 non-athlete young men in 2022 were selected and divided into three groups randomly: HIFT (n= 15), CRT (n= 15), and control (n= 15). Both training programs were performed for eight weeks, three sessions per week, and 40 to 50 minutes each for the experimental groups. Blood sampling for measurement of MyoD and Myf-5 gens expression was done in two phases: pre-test and post-test. The expression level of the variables was estimated by the ELISA method using a microplate reader. The data were analyzed using the Covariance and Benferroni post hoc tests.

Results: The results of the study showed that both training methods had significant effects on increasing MyoD and Myf5 in non-athlete men (p=0.001). However, their improvements were higher in the HIFT group than in the CRT group (p=0.041).

Conclusion: These results show the effect of both training methods on increasing MyoD and Myf-5; however, high-intensity functional training was more effective in improving the mentioned variables. Therefore, coaches, athletes, and other officials involved in sports exercise are recommended to use these training methods, especially HIFT, in order to improve factors affecting satellite cells.

Keywords: High-Intensity Functional Training, Circuit Resistance Training, Satellite Cells, MyoD, Myf-5

Please cite this article as follows:

Soltanian E, Arabmomeni A. Comparison of the Effect of Circular Resistance Training and High-Intensity Functional Training on Activating Factors of Satellite Cells (MyoD and Myf-5) in Non-Athlete Young Men; Community Health Journal 2023: 17 (2): 39-50.

Funding: This study did not have any funds.

Conflict of Interest: None declared.

Ethical Approval: The Ethics Committee of Khomeinishahr Islamic Azad University approved this study. (IR.IAU.KHSH.REC.1401.081)