مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال دوازدهم، شماره 1، بهار 1396، صفحات 20-11

نقش تمرین مقاومتی و مصرف پروتئین وی بر شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری پس از فعالیت مقاومتی برون‌گرا در مردان تمرین نکرده

هادی روحانی[1]، فواد عسجدی[2]، سید صالح صفری موسوی[3]، مهدی بهمن زاده[4]

1- استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران
2- دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی و عضو بورد تغذیه ورزشی مرکز ارزیابی های پزشکی بازتوانی فوتبال، تهران، ایران
3- نویسنده مسئول: دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، ایران. پست الکترونیکی: Sa_safarimosavi@yahoo.com
4- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اراک، ایران

تاریخ دریافت: 95/3/5 تاریخ پذیرش: 95/7/4

چکیده

سابقه و هدف: شواهد نشان داده‌اند که تمرین مقاومتی و مصرف پروتئین می‌تواند سبب تسریع در بازسازی بافت به دنبال آسیب و همچنین بهبود فرایند ریکاوری متعاقب آسیب عضلانی ناشی از فعالیت بدنی شود. بر همین اساس، هدف از مطالعهٔ حاضر بررسی اثر 6 هفته تمرین مقاومتی و مصرف پروتئین وی بر شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری پس از فعالیت مقاومتی برون‌گرا در مردان تمرین نکرده بود.

مواد و روش‌ها: بیست و هشت مرد سالم تمرین نکرده با وزن طبیعی به صورت تصادفی به سه گروه مکمل (10 نفر)، دارونما (10 نفر) و کنترل (8 نفر) تقسیم شدند. گروه مکمل: مصرف پروتئین وی + 6 هفته تمرین مقاومتی، گروه دارونما مصرف دارونما + 6 هفته تمرین مقاومتی و گروه کنترل. کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز، هایپرتروفی و حداکثر قدرت انقباض ایزومتریک در زمان‌های قبل، 24 و 48 ساعت بعد از فعالیت مقاومتی برونگرا که شامل حرکت خم شدن زانو بود، اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: نتایج آزمون t همبسته نشان داد که میزان آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز بعد از تمرین در وهله‌های قبل از فعالیت، 24 و 48 ساعت بعد از فعالیت در گروه مکمل و 24 و 48ساعت بعد از فعالیت در گروه دارونما به طور معنی‌داری نسبت به وضعیت قبل از تمرین کمتر بود($P\leq0/05$). همچنین، حداکثر قدرت انقباض ایزومتریک آرنج و زانو و هایپرتروفی در گروه مکمل و دارونما نسبت به قبل از تمرین به طور معنی‌داری بیشتر بود و این افزایش در گروه مکمل نسبت به گروه دارونما به طور معنی‌داری بالاتر بود ($P\leq0/05$).

نتیجه گیری: مهم‌ترین نتیجه تحقیق حاضر این بود که مصرف طولانی مدت پروتئین وی همراه با تمرین مقاومتی سبب کاهش اختلال در شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری در دوره ریکاوری پس از فعالیت‌های ورزشی آسیب زا می‌شود.

واژگان کلیدی: کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز، هایپرتروفی، حداکثر قدرت ارادی ایزومتریک

• مقدمه

همه کسانی که برای اولین بار در یک فعالیت بدنی خیلی شدید شرکت کرده‌اند، در عضلات و مفاصلی که در آن فعالیت درگیر بوده‌اند، به علت تخریب عضلانی، احساس درد و کوفتگی یا حساسیت موضعی نسبت به فشار یا لمس را تجربه کرده‌اند. چه بسا افرادی که به خاطر همین درد و کوفتگی عضلانی از انجام فعالیت بدنی در نوبت‌های بعدی بازمانده‌اند و یا انجام آن فعالیت را برای همیشه کنار گذاشته‌اند. تخریب عضلانی ناشی از فعالیت ورزشی با بهم ریختگی عمومی تارچه ها، تضعیف تولید نیروی بیشینه، پارگی غشای سلولی، ظهور پروتئین‌های عضلانی در خون و کوفتگی عضلانی تأخیری DOMS (Delayed onset Muscle Soreness) مشخص می‌شود(1). کوفتگی عضلانی تأخیری درد گنگ و منتشرشده‌ای است که بعد از تمرینات شدید و غیرمعمول و نیز تمریناتی که بیشتر شامل انقباضات برونگرا مانند دویدن در سراشیبی، گام برداشتن روی پله و تمرینات وزنه‌برداری هستند، بروز می‌کند. فشارهای مکانیکی که از طرف عضلات فعال در انقباض‌های برونگرا وارد می‌شوند، آغازگر آسیب‌های عضلانی می‌باشند که با درد عضلانی،

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-25]

کاهش نیروی عضلانی، افزایش آنزیم کراتین کیناز و کاهش دامنه حرکتی همراه است (2). بر اساس نتایج تحقیقات آزمایشگاهی، کوفتگی عضلانی تأخیری از الگوی U وارونه پیروی می‌کند، به این صورت که 24 ساعت پس از تمرین افزایش پیدا می‌کند و در 24 تا 48 ساعت به اوج خود رسیده و پس از 5 تا 7 روز کاهش می‌یابد (3).

آسیب‌های عضله منجر به اختلال در غشا، نشت مایع خارج سلولی و افزایش غلظت آنزیم‌های پلاسما از قبیل کراتین کیناز (CK) و لاکتات دهیدروژناز (LDH) می‌شود؛ از این رو فعالیت آنزیم‌های CK و LDH سرم معمولاً برای تعیین آسیب سلول عضلانی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. (4). آنزیم CK از آنزیم‌های دستگاه فسفاژنی به شمار می‌رود که در سرتاسر سلول عضلانی به ویژه در اطراف فیلامان‌های انقباضی وجود دارد. نشان داده شده که سطوح CK پس از فعالیت برونگرا ممکن است تا IU/L 10000 افزایش یابد. LDH آنزیمی است که در مقادیر فراوان در سیتوپلاسم تمام بافت‌های بدن با غلظت مختلف یافت می‌شود و در مسیر گلیکولیز بی‌هوازی نقش دارد. تخریب خطوط Z و صدمه به سارکولما، انتشار این آنزیم‌ها را به درون آب میان بافتی و در نهایت پلاسما امکان‌پذیر می‌کند (5).

راهبردهای گوناگونی در جهت کمک به کاهش میزان تخریب و کوفتگی عضلانی بررسی شده‌اند که از مهم‌ترین آنها می‌توان به کشش، ماساژ، سرما درمانی، مصرف داروهای ضد التهابی و همچنین مصرف مکمل‌های غذایی اشاره کرد. با وجود این هنوز در رابطه با روش‌های پیشنهادی جهت کنترل، درمان و یا کاهش اثرات حاصل از آن ابهامات زیادی وجود دارد(6). تمرین مقاومتی هدف‌دار و مصرف مکمل‌های پروتئینی به عنوان دو راه کار جهت کاهش اثرات کوفتگی عضلانی تأخیری مورد بررسی قرار گرفته اند و نتایج با وجود ضد و نقیض بودن، اما تأثیرگذار بر کاهش آسیب عضلانی هستند (8، 7). مصرف مکمل‌های تجاری و انجام تمرینات مقاومتی برای افزایش حجم عضلانی با اهداف بهبود ظاهر بدنی مناسب، موفقیت در مسابقه و یا کسب قدرت رواج یافته است. افراد بی‌تحرک ممکن است برنامه تمرین مقاومتی را با هدف بهبود ظاهر بدنی انجام دهند اما بسیاری از افراد، برنامه تمرین مقاومتی را با هدف بهبود کلی سلامت و آمادگی جسمانی اجرا می‌کنند (9).

مکمل‌های تغذیه‌ای با این اعتقاد که استفاده از آنها قبل، در خلال و بعد از تمرینات ورزشی ممکن است آثار پیشگیری و درمانی داشته باشد، رواج یافته است(8). در طول دو دهۀ اخیر مکمل‌های اسید آمینه فراوانی جهت پیشرفت عملکرد ورزشی پیشنهاد شده‌اند که عمدتاً به دلیل تحریک هورمونی، تأثیر بر متابولیسم مغز و بالا بردن تمرکز ذهنی و نیز تمایل به اجرای بیشینه و کاهش شاخص‌های تخریب و خستگی مؤثر بوده‌اند(10). یکی از این مکمل‌ها پروتئین وی (Whey Protein) می‌باشد. پروتئین وی بخشی از پروتئین شیر محسوب می‌شود. این پروتئین شامل غلظت زیادی از اسید آمینه‌های ضروری و منبع غنی از اسیدآمینه‌های شاخه‌دار به‌ویژه لوسین است. پروتئین وی می‌تواند به عنوان یک آنتی‌اکسیدان، ضد فشار خون، ضد تومور، کاهش دهنده چربی خون، ضد باکتری و ضد ویروس عمل کند (11، 9). علاوه بر داشتن دامنه کاملی از اسیدهای آمینه، اسید آمینه موجود در پروتئین وی نسبت به اسید آمینه‌های دیگر به طور مؤثرتری استفاده و جذب می‌شود. پروتئین وی از طریق افزایش توده عضلانی و کاهش توده چربی سبب افزایش هایپرتروفی، بهبود ترکیب بدن و متعاقب آن افزایش قدرت می‌شود(12). نتایج مطالعه Volek و همکاران (2013) نشان داد که مصرف بلند مدت پروتئین وی همراه با تمرین مقاومتی نسبت به مصرف کربوهیدرات و سایر پروتئین‌ها سبب افزایش توده بدون چربی می‌شود(13). علاوه بر این گزارش شده است که مصرف پروتئین وی سبب افزایش سنتز پروتئین عضلانی بلافاصله و پس از 24 ساعت فعالیت مقاومتی می‌شود. به همین دلیل مصرف پروتئین وی می‌تواند به عنوان یک استراتژی برای تسریع در ریکاوری در نظر گرفته شود (14). در همین رابطه نتایج Matthew و همکاران (2010) تأثیر مصرف حاد پروتئین وی را بر بهبود آسیب عضلانی ناشی از انقباضات برونگرا نشان دادند (15).

نگرانی اصلی افراد ورزشکار و غیر ورزشکار پس از فعالیت‌های شدید به دلیل وجود درد و احتمالاً عوامل تضعیف کننده اجرا به ویژه افزایش خطر آسیب در ورزشکاران در اثر کاهش قدرت مربوط به کوفتگی عضلانی تأخیری است. بر همین اساس افراد به دنبال راهکارهای هستند که بتواند این مشکلات را مرتفع سازد. از مهم‌ترین این راهکارها با توجه به مطالعات گذشته می‌توان به تمرینات مقاومتی هدف‌دار و مصرف پروتئین وی اشاره کرد (16، 15، 7). مطالعاتی که تاکنون اثر مصرف پروتئین وی را بر آسیب عضلانی بررسی کرده‌اند فقط تأثیر مصرف حاد پروتئین وی را بررسی کرده‌اند؛ اما درباره تأثیر مصرف بلند مدت پروتئین وی همراه با تمرین مقاومتی بر شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری اطلاعات دقیقی در دست نیست بنابراین هدف از

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-25]

مطالعه حاضر بررسی تأثیر 6 هفته تمرین مقاومتی و مصرف پروتئین وی بر شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری پس از فعالیت مقاومتی برون‌گرا در مردان تمرین نکرده است.

• مواد و روش‌ها

افراد مورد مطالعه: بیست و هشت مرد سالم تمرین نکرده (سطح فعالیت بدنی کمتر از 3 ساعت در هفته) با وزن طبیعی از میان دانشجویان پسر داوطلب دانشگاه شهید بهشتی تهران انتخاب شدند. خصوصیات جسمی و فیزیولوژیکی افراد مورد مطالعه در جدول 1 ارائه شده است. افراد شرکت‌کننده در این تحقیق فاقد بیماری‌هایی همچون دیابت، پرفشار خونی، کبدی، کلیوی و بیماری‌های قلبی تنفسی بودند. افراد مورد مطالعه سیگاری نبودند و در طی تحقیق از مکمل یا داروی غیر از پروتئین وی استفاده نکردند. مراحل کار، فواید و خطرات اجرای آزمون‌ها برای افراد مورد مطالعه قبل از دریافت فرم رضایت‌نامه به‌صورت شفاهی و کتبی تشریح شد. افراد مورد مطالعه پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه جهت شرکت در پژوهش به طور تصادفی به سه گروه مکمل (10 نفر)، دارونما (10 نفر) و کنترل (8 نفر) تقسیم می‌شوند.

تعیین ترکیب بدنی درصد چربی و یک تکرار بیشینه: یک هفته قبل از آغاز تمرین ورزشی بین ساعت 7-9 صبح افراد مورد مطالعه جهت اندازه‌گیری قد، وزن و تعیین ترکیب بدنی به آزمایشگاه مراجعه کردند. قد افراد مورد مطالعه با استفاده از قدسنج با دقت 0/1 سانتیمتر اندازه‌گیری شد. وزن، درصد چربی و ترکیب بدنی آنها از طریق دستگاه آنالیز ترکیب بدن به روش مقاومت بیوالکتریک (Bioelectrical Impedance Analysis) (ساخت کمپانی neomyth medical کشور کره جنوبی) اندازه‌گیری شد. در همین روز، در سالن بدن‌سازی خوابگاه قدرت بیشینه در حرکات پرس شانه، جلو ران، پشت ران، جلو بازو، پشت بازو، پرس پا، پرس سینه و شکم از طریق آزمون یک تکرار بیشینه (1RM) با استفاده از فرمول برزیکی اندازه‌گیری شد(17)؛ تا در جلسات تمرین بر اساس درصد مورد نظر شدت کار کنترل شود.

(0/0278 * تعداد تکرار تا خستگی) - 1/0278 / وزنه جابجا شده (کیلوگرم) = یک تکرار بیشینه

طرح تحقیق: افراد مورد مطالعه گروه مکمل و دارونما بعد از جلسه تعیین ویژگی‌های جسمی و فیزیولوژیکی، به مدت 6 هفته و هر هفته 4 جلسه تمرین ورزشی مقاومتی را اجرا کردند. در طی این مدت گروه کنترل در هیچ برنامه فعالیت ورزشی شرکت نکردند. گروه مکمل روزانه یک بسته 30 گرمی پروتئین وی و 5 گرم شربت پرتقال و گروه دارونما روزانه یک بسته 30 گرمی دارونما و 5 گرم شربت پرتقال به مدت 6 هفته مصرف کردند(18). 48 ساعت قبل و بعد از تمرین ورزشی مقاومتی هر آزمودنی یک فعالیت مقاومتی برونگرا را جهت ایجاد آسیب عضلانی انجام دادند. قبل، 24 و 48 ساعت بعد از فعالیت مقاومتی برونگرا، ارزیابی حداکثر قدرت انقباض ایزومتریک، هایپرتروفی و اندازه‌گیری شاخص‌های آسیب عضلانی از طریق خون‌گیری انجام گرفت.

تمامی افراد مورد مطالعه این پژوهش از دانشجویان دانشگاه شهید بهشتی بودند و غذای خوابگاه را مصرف می‌کردند. افراد مورد مطالعه یک پرسشنامه تغذیه‌ای دریافت کردند که موظف گردید که رژیم غذایی خود را در هفته‌های زوج اجرای تمرین ورزشی و همچنین، 3 روز قبل از اجرای خون‌گیری به‌صورت کامل از هنگام بیدار شدن از خواب صبحگاهی تا هنگام خوابیدن در شب، یادداشت نمایند. مقدار دریافت انرژی هر فرد با استفاده از نرم‌افزار NUTRITION4 محاسبه شد؛ و در صورت تغییر محسوس در مقدار مصرف مواد غذایی توصیه‌های لازم به آنها داده می‌شد.

جدول 1. خصوصیات جسمی و فیزیولوژیکی افراد مورد مطالعه (داده‌ها بر اساس میانگین و انحراف استاندارد می‌باشند)

خصوصیات جسمی و فیزیولوژیکی	مکمل	دارونما	کنترل	F	سطح معنی‌داری
سن (سال)	24/4 ± 1/7	22/7 ± 1/2	22/2 ± 1	1/66	0/214
قد (سانتیمتر)	177/2 ± 4/2	175/2 ± 4/7	179/1 ± 5/1	0/979	0/393
وزن (کیلوگرم)	70/1 ± 3/8	69/8 ± 4/2	73/7 ± 4/8	2/64	0/095
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	22/4 ± 1/9	22/8 ± 2/1	23/1 ± 2/4	0/358	0/703
چربی بدن (کیلوگرم)	13/1 ± 3/4	12/8 ± 3/1	13/6 ± 3/8	0/611	0/553
چربی بدن (درصد)	17/7 ± 2/7	16/9 ± 2/4	18/1 ± 3/2	2/249	0/13

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-25]

تمرین ورزشی مقاومتی: افراد مورد مطالعه برای انجام تمرین مقاومتی، قبل از آغاز اجرای دوره تمرینی، در یک جلسه با نحوه اجرای تمرین مقاومتی توسط دستگاه‌های مورد نظر آشنا می‌شوند و برای همه افراد مورد مطالعه یک تکرار بیشینه در حرکات منتخب تعیین می‌شود. سپس افراد مورد مطالعه در جلسات مربوط، تمرین مقاومتی را در هر جلسه 3 ست 10 تکراری برای هشت حرکت، پرس شانه، جلو ران، پشت ران، جلو بازو، پشت بازو، پرس پا، پرس سینه و شکم را با شدت‌های 60 درصد(دو هفته اول)، 65 درصد (دو هفته دوم) و 70 درصد (دو هفته سوم) یک تکرار بیشینه اجرا می‌کنند. زمان استراحت بین ست‌ها 60 ثانیه در نظر گرفته می‌شود (19) افراد مورد مطالعه نیز قبل از اجرای تمرین مقاومتی در هر جلسه، گرم کردن (10 دقیقه حرکات کششی و نرمشی) و سرد کردن (5 دقیقه حرکات انعطافی و کششی) را انجام می‌دهند.

نحوهٔ اجرای تمرین مقاومتی برونگرا: پروتکل تمرین مقاومتی برونگرا مورد استفاده در این تحقیق، جهت ایجاد تخریب عضلانی قبلاً توسط استوک و همکاران (2010) برای افراد تمرین نکرده، استفاده گردیده است (20). علت انتخاب افراد مورد مطالعه غیر ورزشکار در این تحقیق، افزایش بارز در شاخص‌های آسیب عضلانی بود. 72 ساعت قبل و بعد از اجرای 6 هفته تمرین مقاومتی، یک تکرار بیشینه هر فرد برای حرکت جلو ران (دستگاه جلو ران ساخت شرکت نیرو کشور ایران) تعیین و در برگه مخصوص اطلاعات هر فرد ثبت گردید. در روز آزمون، افراد مورد مطالعه شروع به انجام 6 نوبت حرکت جلو ران با 75% 1RM تا مرز خستگی و ناتوانی ارادی کردند، قسمت مثبت حرکت را آزمونگر تا زاویه صفر درجه مفصل زانو بالا می‌آورد و قسمت منفی حرکت (انقباض برونگرا) توسط آزمودنی اجرا می‌شد؛ استراحت بین ست‌ها 3 دقیقه بود.

طریقه مصرف مکمل: افراد مورد مطالعه از صبح روز بعد از اجرای پیش آزمون مصرف مکمل را آغاز کردند. پروتئین مورد استفاده در این تحقیق، پروتئین وی با خلوص 92 درصد ساخت شرکت داروسازی و مکمل غذایی- حیاتی کارن، و دارونمای استفاده شده مالتودکسترین بود. به مکمل و دارونما به مقدار مساوی پودر شربت پرتقال اضافه شد تا هر دو از طعم و رنگ یکسان باشند. طریقه مصرف پروتئین برای افراد مورد مطالعه در روزهای تمرین به این صورت بود که روزانه یک بسته 35 گرمی (30 گرم پروتئین یا دارونما و 5 گرم شربت پرتقال) به دو قسمت مساوی تقسیم و در دو وعده مصرف می‌کردند. روزهای تمرین یک وعده همراه وعده‌های ناهار و یک وعده هنگام تمرین و روزهای غیر تمرین همراه وعده‌های نهار و شام مصرف می‌کردند (9، 18).

روش اندازه‌گیری حداکثر قدرت ارادی ایزومتریک: برای اندازه‌گیری حداکثر قدرت انقباض ایزومتریک (Maximal voluntary isometric contration strength) مفصل زانو (MVC)، آزمودنی بر روی صندلی مرتفعی نشسته و با قرار دادن محل اعمال نیرو دستگاه MMT (Micro manual muscle test) بر روی ساق پای آزمودنی و قرار دادن زانوی وی در زاویه 90 درجه، از فرد خواسته شد تا حداکثر نیروی ممکن را اعمال نماید. برای ارزیابی حداکثر قدرت انقباض ایزومتریک مفصل آرنج در حرکت فلکشن در زاویه 90 درجه آزمودنی بر روی صندلی می‌نشست. زاویه مفصل آرنج آزمودنی توسط آزمونگر در 90 درجه به وسیله گونیامتر اندازه‌گیری شد و دینامومتر در قسمت دیاستال استخوان ساعد در وضعیت سوپینیشن قرار گرفت (21). مدت زمان اعمال نیرو 5 ثانیه بود که پس از این مدت پژوهشگر میزان حداکثر قدرت را از روی صفحه نمایش دستگاه ثبت می‌نمود. این عمل 3 بار و با فواصل 30 ثانیه اجرا و میانگین این اعداد میزان حداکثر قدرت ارادی ایزومتریک را شامل می‌شد. این پارامتر قبل، 24 و 48 ساعت پس از اجرای پروتکل مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

اندازه‌گیری حجم (هایپرتروفی) عضلانی: حجم عضلانی آزمودنی در دو ناحیه بازو و ران از طریق اندازه‌گیری دور بازو و دور ران با استفاده از متر نواری اندازه‌گیری شد. مجموع حجم دور بازو و ران هر فرد به عنوان میزان هیپرتروفی عضلانی در نظر گرفته شد.

خون‌گیری: جهت اندازه‌گیری شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری (CK و LDH) در هر سه گروه مطالعه، خون‌گیری در سه نوبت قبل، 24 و 48 ساعت پس از آزمون برونگرا و در دو مرحله 48 ساعت پیش و 48 ساعت پس از 6 هفته تمرین مقاومتی بعد از 12-8 ساعت ناشتایی به میزان 5 سی سی از ورید بازویی توسط متخصص آزمایشگاه گرفته شد. از افراد مورد مطالعه خواسته شد در طی 48 ساعت قبل از هر مرحله خون‌گیری از انجام هر گونه فعالیت ورزشی خودداری کنند. CK و LDH با استفاده از روش رنگ سنجی و کیت تشخیصی تجاری (شرکت پارس آزمون، ایران) مورد ارزیابی قرار گرفت. واحد اندازه‌گیری CK و LDH واحد بین المللی در لیتر (IU/L) بود.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-25]

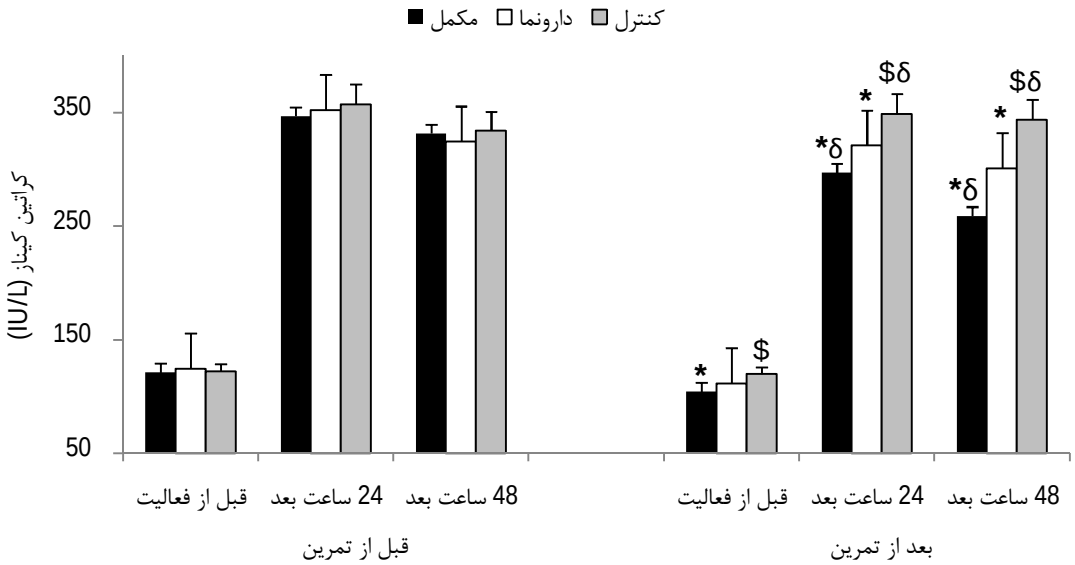
روش آماری: توزیع طبیعی بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شپیرو ویلک تعیین شد. متغیرهای تحقیق قبل، 24 و 48 ساعت بعد از فعالیت مقاومتی برونگرا در سه گروه با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و در صورت معنی‌دار شدن از آزمون تعقیبی بونفرونی آزمون شدند. همچنین برای بررسی تغییرات قبل و بعد از تمرین در وهله‌های مختلف در هر گروه از آزمون t همبسته استفاده شد. نتایج تحقیق در سطح $P\leq0/05$ بررسی گردید و از نرم‌افزار Spss (نسخهٔ 18) جهت تجزیه تحلیل داده‌ها و از نرم‌افزار Excel برای رسم نمودارها و جداول استفاده شد.

• یافته‌ها

نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین خصوصیات جسمی و فیزیولوژیکی افراد مورد مطالعه در سه گروه در وضعیت قبل از تمرین وجود نداشت. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد که میزان آنزیم CK و LDH قبل از تمرین در هر وهله‌ی اندازه‌گیری شده در سه گروه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد($P\leq0/05$) (شکل 1 و 2). اما میزان آنزیم CK بعد از تمرین در گروه مکمل در وهله‌های 24 و 48 بعد از فعالیت نسبت به گروه دارونما و در وهله‌های قبل از فعالیت، 24 و 48 بعد از فعالیت نسبت به گروه کنترل به طور معنی‌داری کمتر بود($P\leq0/05$) . همچنین، میزان آنزیم CK بعد از تمرین در گروه دارونما نسبت به گروه کنترل در وهله‌های 24 و 48 بعد از فعالیت به طور معنی‌داری کمتر بود($P\leq0/05$) (شکل 1).

میزان آنزیم LDH بعد از تمرین در گروه مکمل در وهله‌های 24 و 48 ساعت بعد از فعالیت نسبت به گروه دارونما و در وهله‌های قبل از فعالیت، 24 و 48 ساعت بعد از فعالیت نسبت به گروه کنترل به طور معنی‌داری کمتر بود ($P\leq0/05$) . همچنین، میزان آنزیم LDH بعد از تمرین در گروه دارونما نسبت به گروه کنترل فقط در وهله ی 48 بعد از فعالیت به طور معنی‌داری کمتر بود ($P\leq0/05$) (شکل 2).

نتایج آزمون t همبسته نشان داد که میزان آنزیم CK و LDH بعد از تمرین در وهله‌های قبل از فعالیت، 24 و 48 ساعت بعد از فعالیت به طور معنی‌داری نسبت به قبل از تمرین در گروه مکمل کمتر بود($P\leq0/05$) (شکل 1). اما میزان آنزیم CK و LDH بعد از تمرین فقط در وهله‌های 24 و 48ساعت بعد از فعالیت نسبت به قبل از تمرین به طور معنی‌داری در گروه دارونما کاهش پیدا کرد($P\leq0/05$) (شکل 2).



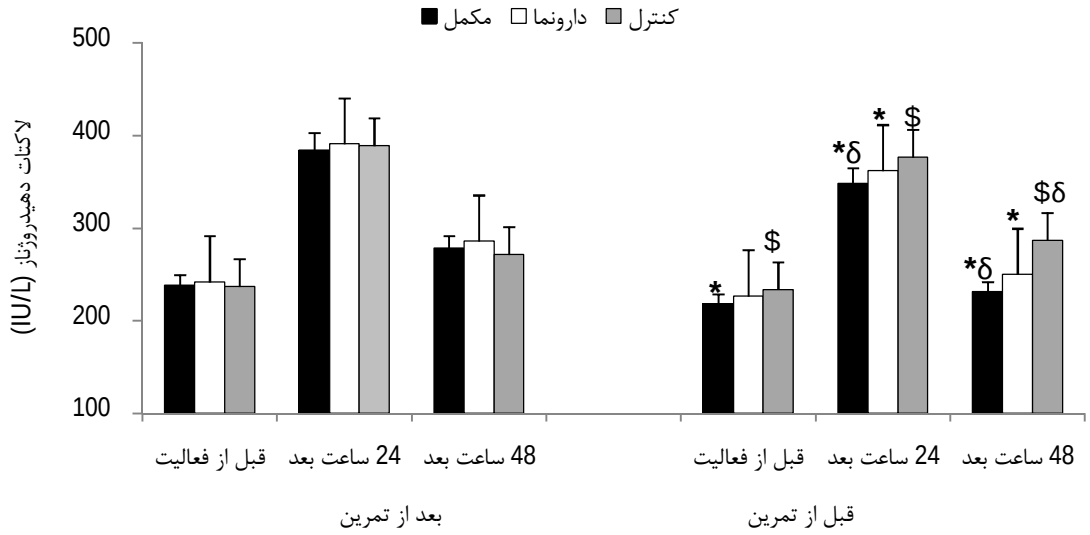
شکل 1. مقایسه میزان تغییرات آنزیم CK در سه گروه، قبل و بعد از تمرین.

*اختلاف معناداری نسبت به وضعیت قبل از تمرین ($P\leq0/05$).

δ اختلاف معناداری نسبت به گروه دارونما در وضعیت بعد از تمرین ($P\leq0/05$).

$ اختلاف معناداری نسبت به گروه مکمل در وضعیت بعد از تمرین ($P\leq0/05$).

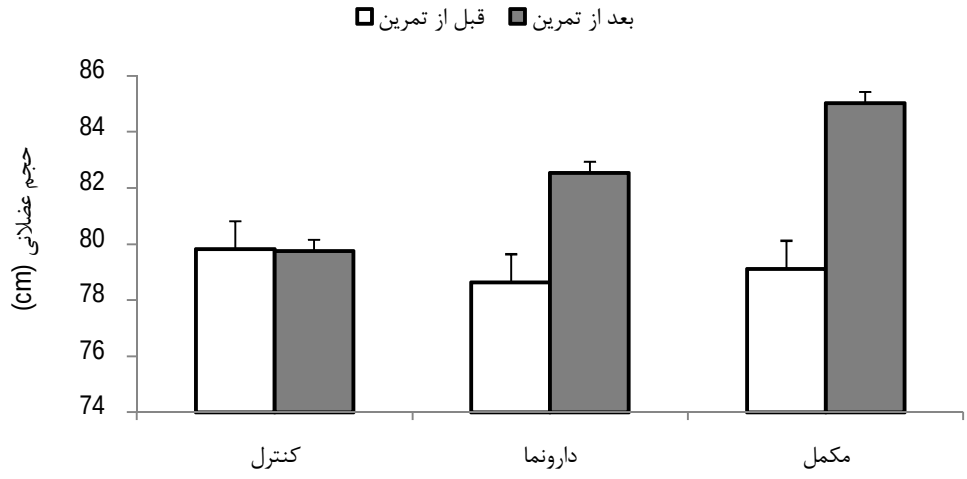
[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-25]



شکل 2. مقایسه میزان تغییرات آنزیم LDH در سه گروه، قبل و بعد از تمرین.
*اختلاف معناداری نسبت به وضعیت قبل از تمرین (P≤0/05).
δ اختلاف معناداری نسبت به گروه دارونما در وضعیت بعد از تمرین (P≤0/05).
$ اختلاف معناداری نسبت به گروه مکمل در وضعیت بعد از تمرین (P≤0/05).

در مورد میزان حجم عضلانی نتایج تحلیل آماری نشان داد که مجموع حجم عضلانی بازو و ران بعد از تمرین در گروه مکمل و دارونما نسبت به قبل از تمرین به طور معنی‌داری بالاتر بود اما این میزان در گروه مکمل به طور معنی‌داری بیشتر از گروه دارونما بود(P≤0/05) (شکل3).

نتایج تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به MVC نشان داد که میزان MVC آرنج 24 و 48 ساعت بعد از فعالیت برونگرا در گروه مکمل نسبت گروه دارونما به طور معنی‌داری بیشتر بود، همچنین، میزان MVC زانو قبل از فعالیت، 24 و 48 ساعت بعد از فعالیت برونگرا در گروه مکمل به طور معنی‌داری نسبت به گروه دارونما بیشتر بود(P≤0/05) (جدول2).



شکل 3. مقایسه میزان تغییرات حجم عضلانی در سه گروه، قبل و بعد از تمرین.
*اختلاف معناداری نسبت به وضعیت قبل از تمرین (P≤0/05).
δ اختلاف معناداری نسبت به گروه دارونما در وضعیت بعد از تمرین (P≤0/05).

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-25]

جدول2. میانگین و انحراف استاندارد MVC آرنج و زانو

وضعیت		قبل از تمرین			بعد از تمرین		
	متغیر	قبل از فعالیت	24 ساعت بعد	48 ساعت بعد	قبل از فعالیت	24 ساعت بعد	48 ساعت بعد
MVC آرنج (Kg)	کنترل	19/26 ± 3/17	16/02 ± 2/27	16/92 ± 2/19	19/17 ± 3/07	16/14 ± 2/41	16/83 ± 2/56
	دارونما	19/85 ± 3/41	16/47 ± 2/31	16/85 ± 2/64	20/61 ± 3/47	17/94 ± 3/16*	18/16 ± 2/94*
	مکمل	19/44 ± 3/02	16/14 ± 2/19	16/62 ± 2/37	21/37 ± 3/23*	18/65 ± 3/11*	18/98 ± 3/2*
MVC زانو (Kg)	کنترل	25/42 ± 4/11	21/66 ± 3/28	21/72 ± 3/49	25/67 ± 3/83	21/45 ± 3/69	21/48 ± 3/26
	مکمل	25/69 ± 3/95	21/85 ± 3/11	21/86 ± 3/48	26/78 ± 4/19*	22/94 ± 3/71*	23/16 ± 3/51*
	دارونما	25/56 ± 3/78	21/47 ± 3/43	21/59 ± 3/53	27/8 ± 4/24*	23/71 ± 3/97*	24/2 ± 3/85*

*اختلاف معنی‌داری نسبت به وضعیت قبل از تمرین ($P\leq 0/05$).

• بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میزان شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری بعد از تمرین مقاومتی در وهله‌های 24 و 48ساعت بعد از فعالیت برونگرا نسبت به قبل از تمرین مقاومتی به طور معنی‌داری در گروه دارونما کاهش پیدا کرد. تمرین مقاومتی به علت تأثیر بر فاکتورهای همچون استرس‌های مکانیکی، کنترل عصبی، درخواست‌های متابولیکی و فعالیت‌های هورمونی منجر به تغییر در تار عضلانی وابسته به اندازه و قدرت می‌شود. در واقع رشد عضله به طور مشخص وابسته به تعادل بین سنتز و تجزیه پروتئین است. اجرای تمرین مقاومتی با افزایش میوفیبریل ها، پروتئین‌های سارکوپلاسمی و همچنین پروتئین‌های بافتی همراه است (7). علاوه بر این، بیان شده است که تمرین مقاومتی سبب تحریک سنتز پروتئین عضلانی به ویژه در 24 و 48 ساعت بعد از فعالیت ورزشی می‌شود. در همین زمینه Rodrigues و همکاران (2010) گزارش کردند که تمرینات مختلف مقاومتی سبب کاهش معنی‌داری در غلظت CK و LDH در زمان‌های مختلف ریکاوری پس از انقباضات برونگرا می‌شود(12).

مشاهدات ما نشان داد که میزان آنزیم CK و LDH بعد از تمرین در وهله‌های قبل از فعالیت، 24 و 48 ساعت بعد از فعالیت به طور معنی‌داری نسبت به قبل از تمرین در گروه مکمل کمتر بود. مطالعات گذشته بیان کردند که مصرف پروتئین وی سبب افزایش سنتز پروتئین بلافاصله و حتی 24 ساعت بعد از فعالیت برونگرا می‌شود. در همین راستا Jonathan و همکاران (2010) گزارش دادند که مصرف پروتئین وی سبب بهبود ریکاوری از طریق کاهش در شاخص‌های کوفتگی همچون CK و LDH پس از انقباضات برونگرا می‌شود(16). همچنین، Matthew و همکاران (2010) یک کاهش، بعد از انقباضات برونگرا در میزان شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری به‌ویژه آنزیم CK و LDH پس از مصرف پروتئین وی به علت کاهش در آسیب تار عضلانی مشاهده کردند. این پژوهشگران بیان کردند که مهم‌ترین تأثیر مصرف پروتئین وی به علت افزایش محتوای اسید آمینه‌ها به‌ویژه اسید آمینه‌های ضروری در عضله اسکلتی، اتفاق می‌افتد(15).

مهم‌ترین نتیجه تحقیق حاضر این بود که میزان کاهش آنزیم‌های CK و LDH در گروه مکمل نسبت به گروه دارونما در وهله‌های 24 و 48 ساعت بعد از تمرین به طور معنی‌داری کمتر بود. این نتایج نشان می‌دهند که مصرف طولانی مدت پروتئین وی همراه با فعالیت ورزشی مقاومتی دارای تأثیرات بیشتری بر کاهش شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری به نسبت اجرای تمرین مقاومتی تنها دارد. اجرای تمرین مقاومتی و مصرف همزمان اسید آمینه سبب افزایش سنتز پروتئین، کاهش تجزیه پروتئین و ایجاد تعادل مثبت پروتئینی بعد از تمرین می‌شود؛ که این موارد می‌توانند رشد عضلانی را به همراه داشته باشند. مصرف پروتئین وی بعد از فعالیت‌های مقاومتی سبب افزایش دریافت اسید آمینه توسط عضله اسکلتی و متعاقب آن افزایش سنتز پروتئین و کاهش تجزیه پروتئین در عضله اسکلتی می‌شود. این ویژگی سبب تسریع در ریکاوری و کاهش آسیب عضلانی پس از فعالیت‌های برونگرا می‌شود (22). در همین راستا مطالعات گذشته بیان کردند که مصرف پروتئین وی با افزایش طولانی مدت سنتز پروتئین بعد از فعالیت برونگرا همراه است(16). در تأیید این مطالعه، نتایج ما نشان داد که اجرای تمرین مقاومتی همراه با مصرف پروتئین وی و همچنین اجرای تمرین مقاومتی تنها سبب افزایش حجم عضلانی و متعاقب آن افزایش MVC در گروه دارونما و کنترل در مقایسه با قبل از تمرین شد؛ اما میزان

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-25]

افزایش در حجم عضلانی و MVC در گروه مکمل نسبت به گروه دارونما بیشتر بود. همسو با نتایج مطالعه حاضر، Hayes و همکاران (2008) نیز بیان کرده‌اند که مصرف پروتئین وی همراه با فعالیت مقاومتی سبب افزایش توده بدون چربی، بهبود ترکیب بدن، افزایش هایپرتروفی و متعاقب آن افزایش قدرت عضلانی می‌شود (22). با توجه به نتایج مطالعه Clarkson و همکاران (2002)، کاهش در MVC آرنج و زانو در 24 و 48 ساعت بعد از فعالیت در مطالعه حاضر احتمالاً به علت روی هم افتادگی فیلامان‌های اکتین و میوزین به علت کشش بیش از حد سارکومر است (23).

بازسازی میوفیبریل یک جزء مهم برای جلوگیری از پیری و بیماری‌های عضلانی محسوب می‌شود. علاوه بر این آسیب عضلانی ایجاد شده بر اثر فعالیت‌های برونگرا سبب اختلال در عملکرد سلول‌های ماهواره ای و در ادامه آسیب غشای سلول عضلانی می‌شود. در خلال آسیب عضلانی، سلول‌های ماهواره ای برای بازسازی میوفیبریل‌ها ضروری هستند و در نبود سلول‌های ماهواره ای بازسازی میوفیبریل‌ها به درستی صورت نمی‌گیرد. بنابراین افزایش سلول‌های ماهواره ای می‌تواند از آسیب عضلانی در خلال فعالیت‌های برونگرا جلوگیری کند(24). در همین رابطه Farup و همکاران (2014) گزارش کرده‌اند که مصرف پروتئین وی از طریق تأثیر بر mTORها و مجموعه کیناز‌ها می‌تواند سبب افزایش سلول‌های ماهواره ای در عضلات اسکلتی درگیر در فعالیت مقاومتی شود (25). در مطالعه حاضر به علت کمبود وسایل مورد نیاز نتوانستیم این متغیر را اندازه‌گیری نمایم اما پیشنهاد می‌کنیم برای بررسی دقیق‌تر عوامل تأثیرگذار در مطالعات آینده این متغیر مورد توجه قرار گیرد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اجرای تمرین مقاومتی و مصرف همزمان پروتئین وی و همچنین اجرای تمرین مقاومتی به تنهایی، با کاهش در شاخص‌های آسیب عضلانی تأخیری همراه است. مصرف پروتئین وی همراه با تمرین مقاومتی به علت تأثیرگذاری بیشتر بر روی فرایند سنتز پروتئین، هیپرتروفی، افزایش قدرت و همچنین افزایش در سلول‌های ماهواره ای سبب کاهش بیشتری در شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری همچون LDH و CK به نسبت تمرین مقاومتی تنها می‌شود. بر همین اساس به افراد توصیه می‌شود جهت جلوگیری از درد و کوفتگی عضلانی پس از فعالیت‌های ورزشی بخصوص فعالیت‌های برونگرا از مکمل وی در طول دوره تمرین برای تسریع در فرایند ریکاوری استفاده نمایند.

• References

1. Greer BK. The effects of branched-Chain amino acid supplementation on indirect indicators of muscle damage and performance. J Appl Physiol 2006; 37:452-459.
2. Yue Z, Yang L, Ruiyuan W. Evaluation of exercise-induced muscle damage by surface electromyography. J Electromy Kinesiol 2011; 21:356–362.
3. Cheung K, Hume P, Maxwell L. Delayed onset of muscle soreness : treatment strategies and performance factors. J Sport Med 2003; 33:145-156.
4. Hazar S, Hazar M, Korkmaz S, Bayil S, Gürkan A. The effect of graded maximal aerobic exercise on some metabolic hormones, muscle damage and some metabolic end products in sportsmen. Sci Res Essays 2011; 6:1337-1343 .
5. Amirsasan R, Nikookheslat , Sari-Sarraf V, Kaveh B, Letafatkar A. The effect of two dosage of BCAA supplementation on wrestlers' serum indexes on cellular injury. J Resea Zahedan Medi Sci 2013; 13: 22-28 [in Persian].
6. Asjodi F, Arazi H, Farazi Samarin S. Comparing the effects of dietary supplementation with carbohydrate and whey protein at two ratios on muscle damage indices after eccentric resistance exercise. Iranian J Nutr Sci Food Tech 2013; 7: 83-92 [in Persian].
7. Kristen RH, Tunde KS, David RH, Courtenay L, Brett AC, Shawn DF, et al. The effects of hight intensity short rest resistance exercise on muscle demange markers in men and woman. J Streng Con Resea 2014; 28: 1041–1049.
8. Davis JM, Murphy EA, Carmichael MD, Zielinski MR, Groschwitz CM, Brown AS, et al. Curcumin Effects On Inflammation And Performance Recovery Following Eccentric Exercise- Induced muscle damage". Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol 2007; 292: 168-173.
9. Zahbi Gh. Effect of Whey Protein & Creatine Supplementation on the Fitness Indicators, Velocity and Muscle Hypertrophy of Untrained Men over a Period of Resistance Training. Iranian J Nutr Sci Food Tech 2015; 10: 19-28[in Persian].
10. Bloomer RJ. The role of nutritional supplements in the prevention and treatment of resistance exercise-induced skeletal muscle injury. J Sport Med 2007; 37: 519-532.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-25]

11. Marshall K. Therapeutic Application of Whey Protein. Altern Med Rev 2004; 9: 136-156.

12. Rodrigues BM, Dantas E, Salles BF, Miranda H, Koch AJ, Willardson JM, et al. Creatine kinase and lactate dehydrogenase responses after upper body resistance exercise with different rest intervals. J Streng Cond Res 2010; 24: 1657-1662.

13. Volek JS, Volk BM, Gomez AL, Kupchak BR, Freidenreich DJ, Aristizabal JC, et al.Whey Protein Supplementation During Resistance Training Augments Lean Body Mass. J Am Coll Nutr 2013; 32: 122-135.

14. Kevin DT, Tabatha AE, Melanie GC, Asle AA, Arthur PS, et al. Stimulation of net muscle protein synthesis by whey protein ingestion before and after exercise. Am J Physiol Endocri Metab 2007; 292: 71–76.

15. Matthew BC, Emma R, Christos GS, Paul JC, Alan H. Whey protein isolate attenuates strength declineafter eccentrically-induced muscle damage inhealthy individuals. J Inter Soc Spor Nutr 2010; 7:30-39.

16. Jonathan DB, Rebecca LT, Alison MC, Peter RC, Mark OD, Michelle KR. Supplementation with a whey protein hydrolysate enhances recovery of muscle force-generating capacity following eccentric exercise. J Sci Med Sport 2010; 13: 178–181.

17. Brzycki M. A Practical Approach To Strength Training. 4th ed. McGraw-Hill1998.

18. Ahmadi F,Shikholeslami D, Mojtahedi H, Marandi M, Mashhadi M. the role of resistance training and whey protein intake on antioxidant status in overweight young men. Life Sciences Sport 2011; 11: 103-117.

19. KraemerWJ, Rtamess NA. Fundumentals of resistance training: progression and exescise prescription. Med Sci Sports Exerc 2004; 36:674-688.

20. Stock MS, Young JC, Golding LA, Kruskall LJ, Tandy RD, Conway JM, et al. The Effects of Adding Leucine to Pre and Postexercise Carbohydrate Beverages On Acute Muscle Recovery From Resistance Training. J Streng Cond Res 2010; 24: 2211-2219.

21. Claire E, Baldwin B. Muscle strength assessment in critically ill patients with handheld dynamometry: An investigation of reliability, minimal detectable change, and time to peak force generation. J Critical care 2012; 2: 220-229.

22. Hayes A, Cribb PJ. Effect of whey protein isolate on strength, body composition and muscle hypertrophy during resistance training. Curr opin clin nutr metab care 2008; 11: 40-52.

23. Clarkson P, Hubal M. Exercise-induced muscle damage in humans. Am J Phys Med Rehabil 2002; 81:52-69.

24. Yin H, Price F, Rudnicki MA. Satellite cells and the muscle stem cell niche. J Physiol Rev 2013; 93:23–67.

25. Farup J, Rahbek SK, Knudsen IS, Frank P, Abigail LM, Kristian V. Whey protein supplementation accelerates satellite cell proliferation during recovery from eccentric exercise. Amino Acids 2014; 46: 2503- 2516.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-25]

The Role of Resistance Training and Whey Protein Intake on Delayed Onset Muscle Soreness Indices after Eccentric Resistance Exercise in Untrained Men

Rohani H[1], Asjodi F[2], Safari Mosavi S[3], Bahmanzadeh M[4]*

1- Assistant Prof, Dept. of Exercise Physiology, Sport Sciences Research Institute of Tehran, Iran

2- Ph.D. Student Exercise Physiology, Board Member of Sport Nutrition in Iran Football Medical Assessment and Research Center, Tehran, Iran

3- Corresponding author: Ph.D. Student, Dept. of Exercise Physiology, Faculty of Sport Science, University of Guilan, Iran*
Email: Sa_safarimosavi@yahoo.com

4- M.Sc, Dept. of Exercise Physiology, Faculty of Sport Science, University of Arak, Iran

Received 25 May, 2016 **Accepted 25 Sept, 2016**

Background and Objectives: There is evidence that resistance training and protein intake can speed tissue repair following damage, and may therefore, be useful for accelerating recovery from exercise-induced muscle damage. Accordingly, the aim of this study was to study the role of resistance training and whey protein intake on delayed onset muscle soreness indices after eccentric resistance exercise in untrained men.

Materials and Methods: Twenty eight healthy untrained males of normal weight were randomly divided into 3 groups: supplement (n=10), placebo (n=10) and control (n=8), supplement group: whey protein intake + 6 weeks of strength training, placebo group: placebo + 6 weeks of strength training, and control group. Creatine Kinase (CK), lactate dehydrogenase (LDH), hypertrophy (HYP) and maximal voluntary isometric contraction strength (MVC) were measured before, 24 hours and 48 hours after an eccentric resistance exercise involving knee flexion.

Results: Paired-samples t-test results showed that post training CK and LDH rates in place before exercise, 24 hours and 48 hours post-exercise in supplement group and 24 hours and 48 hours post-exercise in the placebo group were significantly lower than in the pre-training status, ($p \leq 0.05$). In addition, elbow and knee MVC and HYP in the supplement and placebo groups were significantly higher than in the pre-training status; and the increase in the supplement group was significantly higher than in the placebo group ($p \leq 0.05$).

Conclusion: The major finding of this investigation was that long-term whey protein intake combined with resistance exercise attenuated the impairment in delayed onset muscle soreness indices during the recovery from exercise-induced muscle injury.

Keywords: Creatine kinase, Lactate dehydrogenase, Hypertrophy, Maximal voluntary isometric contraction strength

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-25]