

تاثیر تمرین مقاومتی غیرخطی و مکمل اسید گلیسیریزیک بر عملکرد عضلانی و درد عضلانی ادراک شده در مردان جوان دارای اضافه وزن

حسن نقی زاده^{۱*}، محمد علی آذربایجانی^۲، مقصود پیری^۳، حسن متین همایی^۴

۱. استادیار گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران.
۲. استاد گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران، ایران.
۳. استاد گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران، ایران.
۴. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: یکی از موضوعات مهم توان بخشی ورزشی در افراد مبتلا به سندرم اضافه وزن، افزایش عملکرد عضلانی و تعدیل پاسخ‌های درد عضلانی متعاقب فعالیت‌های بدنی، مصرف گیاهان دارویی است. هدف از این پژوهش بررسی تاثیر تمرین مقاومتی غیرخطی و مکمل اسید گلیسیریزیک بر عملکرد عضلانی و درد عضلانی ادراک شده در مردان جوان دارای اضافه وزن بود. **روش تحقیق:** در این مطالعه کارآزمایی نیمه تجربی، ۳۲ مرد جوان دارای اضافه وزن (میانگین سنی $22/25 \pm 1/52$ سال و شاخص توده بدنی $26/90 \pm 0/65$ کیلوگرم/مترمربع) به صورت داوطلبانه در تحقیق شرکت کردند و به طور تصادفی در چهار گروه مساوی ۸ نفره شامل تمرین مقاومتی غیرخطی + مکمل اسید گلیسیریزیک، گروه تمرین مقاومتی غیرخطی + دارونما، گروه مکمل اسید گلیسیریزیک و گروه کنترل جای گرفتند. برنامه تمرینی به مدت ۸ هفته و هفته‌ای ۳ جلسه اجرا شد. قبل و بعد از ۸ هفته، شاخص‌های عملکرد عضلانی با روش یک تکرار بیشینه و درد عضلانی ادراک شده با مقیاس درک درد مک گیل اندازه گیری شدند. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های آماری آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر، آنالیز واریانس دو سویه، آنالیز واریانس یک سویه و ضریب همبستگی پیرسون در سطح معنی‌داری $p < 0/05$ استفاده گردید. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد که درد عضلانی ادراک شده در فواصل زمانی بلافاصله، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، نسبت به پیش آزمون و گروه کنترل کاهش معنی‌دار دارد ($p = 0/001$)؛ اما عملکرد عضلانی نسبت به پیش آزمون، افزایش پیدا کرده است ($p = 0/001$). بین درد عضلانی ادراک شده با شاخص توده بدن و توده بدون چربی رابطه معکوس معنی‌داری مشاهده شد ($p = 0/02$). **نتیجه‌گیری:** تمرین مقاومتی غیرخطی همراه با مصرف مکمل اسید گلیسیریزیک، به جهت حصول نتایج سودمند، می‌تواند بخش مهمی از برنامه توان بخشی ورزشی افراد دارای اضافه وزن قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تمرین مقاومتی غیرخطی، اسید گلیسیریزیک، عملکرد عضلانی، درد عضلانی ادراک شده.

* نویسنده مسئول، آدرس: یزد، اردکان، بلوار آیت الله خاتمی، دانشگاه اردکان، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، گروه علوم ورزشی؛

مقدمه

وزنه برداری و یک هفته تمرین مقاومتی شدید در وزنه برداران نخبه، باعث افزایش میزان آسیب عضلانی و شاخص‌های استرس اکسایشی می‌گردد. رجیبی و دیگران (۲۰۱۳) نشان داده اند که فعالیت مقاومتی شدید (پرس پا)، باعث افزایش کوفتگی عضلانی تأخیری می‌گردد. کلارکسون و دیگران (۲۰۰۶) در مطالعه خود روی ۲۰۳ آزمودنی داوطلب که ۵۰ انقباض برون‌گرایی بیشینه خم کننده آرنج را اجرا کردند، به این نتیجه رسیدند که انقباض‌های برون‌گرایی بیشینه، به طور معنی‌داری میزان آسیب‌های عضلانی را افزایش می‌دهند. میزان درد عضلانی ادراک شده در ۱۸ دختر شناگر آماتور متعاقب یک وهله تمرین زیر بیشینه مقاومتی بررسی و نشان داده شد که درد عضلانی ادراک شده بعد از ۲۴ ساعت به اوج خود رسیده و مجدداً پس از ۷۲ ساعت به مقادیر قبل از تمرین، کاهش می‌یابد (تجاری و دیگران، ۲۰۱۲). با وجود این که مطالعات گسترده‌ای درباره جنبه‌های مختلف کوفتگی عضلانی انجام شده است؛ هنوز راهکار مناسب و مورد اتفاق برای کاهش بروز این پدیده، وجود ندارد. در مطالعات قبلی، تأثیر تمرینات مقاومتی فزاینده کوتاه و بلند مدت بر درد عضلانی ادراکی و عملکرد عضلانی بررسی شده است؛ ولی اثرات انواع دیگر تمرینات مقاومتی مانند تمرین مقاومتی غیرخطی مطالعه نشده است. تمرین مقاومتی غیرخطی برای اولین بار توسط کرامر و فلک^{۱۵} (۲۰۰۸) طراحی شد. تمرینات مقاومتی غیرخطی به شکلی اجرا می‌گردند که اولاً شدت کار در جلسات تمرینی شکل موجی دارد و موجب کاهش آسیب عضلانی با حفظ انقباض پذیری می‌گردد ثانیاً، دارای تکرارهای بالا هستند که این ویژگی باعث حفظ و افزایش عملکرد عضلانی و بهبود وزن بدن می‌گردد (ویژگی استقامت عضلانی). ثالثاً، اگر فرد بنا به هر دلیلی تمرین را قطع کند، هنگام بازگشت به برنامه تمرینی می‌تواند از همان نقطه که تمرین را قطع کرده است، شروع کند (برگشت پذیری به تمرین). بر اساس چنین ویژگی‌هایی، سودمندی و اثربخشی تمرینات مقاومتی غیرخطی نسبت به نوع فزاینده آن، در افراد چاق و دارای اضافه وزن بیشتر است.

امروزه، کم تحرکی و زندگی ماشینی به ابزارهای تبدیل شده اند که دستاوردهای آن‌ها اضافه وزن، چاقی، آسیب‌های عضلانی، بیماری‌های التهابی، متابولیسم و قلبی-عروقی است. اضافه وزن و چاقی از ارکان شناخته شده شکل‌گیری سندرم متابولیک هستند که با دخالت در فرآیند سارکوپنی (تحلیل تارهای عضلانی)، نهایتاً آپوپتوز سلولی و بافتی را بدنبال دارند. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که میزان درد عضلانی ادراک شده طی اعمال فشار در افرادی که وزن اضافی دارند، به دلیل رخداد آسیب‌های عضلانی و کاهش عملکرد عضلانی؛ بیشتر است. بر اساس نتایج تحقیقات آزمایشگاهی، درد عضلانی ادراک شده (کوفتگی عضلانی تأخیری) از الگوی U وارونه پیروی می‌کند، بدین شکل که به طور تقریباً بعد از ۴۸-۲۴ ساعت پس از فعالیت به اوج خود می‌رسد و سپس به تدریج فروکش می‌کند (کلارکسون^۱ و دیگران، ۱۹۸۲؛ چونگ^۲ و دیگران، ۲۰۰۳). آسیب‌های عضلانی ناشی از فعالیت‌های ورزشی به ویژه تمرینات مقاومتی با خطوط Z شناور، به هم ریختگی عمومی تارچه‌ها، قطع اتصال فیلامان‌های عضله، تضعیف تولید نیروی بیشینه، فعال شدن پروتئازها و افزایش سطوح آنزیم‌های فسفولیپاز A2^۳، کراتین کیناز^۴ و لاکتات دهیدروژناز^۵، اختلال در رهایش کلسیم از منابع خارج سلولی و ظهور پروتئین‌های عضلانی (اکتین، میوزین، تیتین و ...) در درون خون همراه است. مجموعه این عوامل باعث درد عضلانی (کوفتگی عضلانی تأخیری) شده و متعاقب آن عملکرد عضلانی کاهش می‌یابد (گریر^۶ و دیگران، ۲۰۰۷؛ بلومر^۷، ۲۰۰۷؛ گرین^۸ و دیگران، ۲۰۰۸؛ هواتسون^۹ و دیگران، ۲۰۰۸؛ وایت^{۱۰} و دیگران، ۲۰۰۸). امروزه در مطالعات متعدد تأثیر فعالیت‌های بدنی به عنوان یک راهبرد با ایجاد سازگاری‌های بلند مدت در مورد جنبه‌های مختلف کوفتگی عضلانی بررسی شده است (آیتون و کاواکیتا^{۱۱}، ۲۰۰۲؛ گریر و دیگران، ۲۰۰۷؛ دمیک^{۱۲} و دیگران، ۲۰۱۰). کوک^{۱۳} و دیگران (۱۹۹۷) اظهار داشته اند که ادراک درد عضلانی در پاها با شدت تمرین به طور مثبت افزایش می‌یابد. لیو^{۱۴} و دیگران (۲۰۰۵) بیان کرده اند که تمرینات طولانی مدت

1. Clarkson
2. Cheung
3. Phospholipase A2
4. Creatine kinase
5. Lactate dehydrogenase
6. Greer
7. Bloomer

8. Green
9. Howatson
10. White
11. Iton & Kawakita
12. Deminice
13. Cook
14. Liu

15. Kramer & Fleck

عملکرد دستگاه‌های مختلف بدن را از طریق افزایش دفاع ضد اکسایشی، افزایش توده عضلانی و کاهش توده چربی بدن تقویت نماید. لذا، با توجه به علم در دسترس ما و بررسی گسترده پیشینه تحقیق حاضر، مطالعه‌ای که اثرات تعاملی تمرین مقاومتی غیرخطی و مصرف اسید گلیسیریزیک را بر درد عضلانی ادراک شده و عملکرد عضلانی در افراد دارای اضافه وزن بررسی کرده باشد، یافت نشد. بنابراین، با توجه به اهمیت موضوع، در این تحقیق سعی بر آن شد تا تاثیر یک دوره تمرین مقاومتی غیرخطی و مصرف مکمل اسید گلیسیریزیک بر عملکرد عضلانی و درد عضلانی ادراک شده در مردان جوان دارای اضافه وزن بررسی گردد.

روش تحقیق

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی بود. جامعه آماری این پژوهش را کلیه دانشجویان پسر دارای اضافه وزن شهرستان اردکان با دامنه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال تشکیل دادند. ۹۵ نفر از این افراد پرسشنامه سابقه پزشکی (جهت بررسی وضعیت سلامتی) را تکمیل نمودند که از بین آن‌ها، ۳۲ نفر واجد شرایط، انتخاب شدند. شرایط ورود به مطالعه عبارت بودند از: نداشتن سابقه بیماری‌های قلبی-عروقی، متابولیکی، کلیوی، تنفسی، پرفشارخونی، اسکلتی-عضلانی؛ نداشتن دردهای عضلانی مزمن؛ عدم شرکت در فعالیت‌های ورزشی منظم در شش ماه قبل از شروع تحقیق؛ عدم مصرف مکمل‌ها یا داروهای ضدالتهابی و ضد اکسایشی؛ داشتن اضافه وزن و شاخص توده بدن^{۲۲} (BMI) بین ۲۶ تا ۲۹ کیلوگرم/مترمربع. افراد انتخاب شده به شیوه نمونه گیری تصادفی ساده در چهار گروه مساوی (۸ نفر) شامل گروه تمرین مقاومتی غیرخطی همراه با مکمل اسید گلیسیریزیک، گروه تمرین مقاومتی غیرخطی همراه با دارونما، گروه مکمل اسید گلیسیریزیک و گروه کنترل جای گرفتند. گروه‌ها بر اساس سن، قد، یک تکرار بیشینه^{۲۳} (1RM) پرس سینه و پرس پا، درصد چربی بدن^{۲۴} (BF%) و شاخص توده بدن همگن شدند. کلیه شرایط لازم که در طول پژوهش کنترل شد؛ موارد لازم برای آزمودنی‌ها تشریح گردید و آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه شرکت در

امروزه مطالعات فارماکولوژی نشان داده اند که مصرف گیاهان دارویی در افراد مبتلا به سندرم متابولیک تاثیرات سودمندی بر عملکرد عضلانی و کاهش آسیب‌های عضلانی و بافتی آن‌ها دارد. شیرین بیان گیاه دارویی است که ریشه آن در صنعت داروسازی کاربرد گسترده‌ای دارد. مهم‌ترین ماده موثره در ریشه شیرین بیان، اسید گلیسیریزیک^۱ می‌باشد (نصیری و حسین زاده، ۲۰۰۸). ریشه شیرین بیان دارای ترکیبات متعددی نظیر اسید گلیسیریزین^۲، آسپاراژین^۳، رزین‌ها^۴، روغن‌های فرار، ترکیبات فلاونوئیدی مانند لیکیریتین^۵، ایزولیکیریتین^۶، ایزولیکیریتین^۷ و کومارین^۸ با خواص آنتی هلیکوباکترپیلوری^۹، آنتی موتاژنیک^{۱۰}، ضد اکسایشی، کاهنده کورتیزول و آلدسترون، مهارکننده ترومبین، فزآینده صفر، ضدتب، ضدالتهاب، کاهنده نفوذپذیری عروق، کاهنده کلسترول، کاهش اکسیداسیون لیپوپروتئین کم چگال و ضد افسردگی بوده و حافظه را نیز تقویت می‌کند (نصیری و حسین زاده، ۲۰۰۸؛ لی^{۱۱} و دیگران، ۲۰۰۸). شاپنا و دیگران (۲۰۱۰) و سلطانی دلربا و دیگران (۲۰۱۵) نشان داده‌اند که اسید گلیسیریزیک به دلیل وجود گلابرن^{۱۲}، لیکو ایزوفلاون B^{۱۳} و گانکاوونین-۱^{۱۴} اثرات پاک سازی رادیکال‌های آزاد و مواد زاید متابولیکی را دارد. وایا^{۱۵} و دیگران (۱۹۹۷) اثر آنتی اکسیدانی هفت ترکیب ایزوله شده از اسید گلیسیریزیک (هیسپا گلابریدین A^{۱۶}، هیسپا گلابریدین، گلابریدین، ۳- متوکسی گلابریدین^{۱۷}، ایزولیکیریتین، ایزوپرنیل چالکون^{۱۸} و فورمنتین^{۱۹}) را در مهار اکسیداسیون LDL گزارش کرده‌اند. بیراری^{۲۰} و دیگران (۲۰۱۱) بیان کرده اند که اسید گلیسیریزیک دارای اثرات ضدچاقی و کاهنده لیپیدهای خون است. لیانگ^{۲۱} و دیگران (۲۰۱۱) نشان داده‌اند که انجام تمرین مقاومتی به مدت ۳ ماه در افراد چاق، افزایش عملکرد عضلانی و دفاع ضد اکسایشی بدن را متعاقب کاهش توده چربی بدن به همراه داشته است. نتایج تحقیقات ذکر شده از جمله شاپنا و دیگران (۲۰۱۰)، بیراری و دیگران (۲۰۱۱)، لیانگ و دیگران (۲۰۱۱) و سلطانی دلربا و دیگران (۲۰۱۵) دلالت بر آن دارد که استفاده از اسید گلیسیریزیک در کنار تمرینات مقاومتی، می‌تواند

1. Glycyrrhizic acid
2. Glycyrrhizin acid
3. Asparagine
4. Resins
5. Liguiritigenin-Liquiritin

6. Isoliquiritin
7. Isoliquiritigenin
8. Coumarin
9. Anti-Helicobacter pylori
10. Anti-mutagenic

11. Lee
12. Glabrn
13. Licko Isoflavone B
14. Gankavvnyin-1
15. Vaya

16. Hispa Glabridin A
17. 3-methoxy Glabridin
18. Isopemil Chalcone
19. Formentin
20. Birari

21. Liang
22. Body mass index
23. One maximum repetition
24. Body fat percentage

نحوه اندازه‌گیری متغیرها: قد و وزن آزمودنی با استفاده از ترازو (سکا، مدل ۲۲۰، ساخت آلمان) اندازه‌گیری شد. BMI بر اساس نسبت وزن (کیلوگرم) به مجذور قد (متر مربع) برآورد شد. ضخامت چربی زیر پوستی بدن با استفاده از کالیپر لافایت مدل ۰۱۱۲۷ ساخت آمریکا در سه نقطه شکم، فوق خاصره و سه سر بازو (لیانگ و دیگران، ۲۰۱۱)، اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از فرمول‌های ذیل، درصد چربی بدن، توده بدون چربی^۱ (FFM) و توده چربی^۲ (FM) بدن محاسبه گردید:

$$\text{مجموع چربی زیر پوستی سه نقطه} \times ۰/۰۰۱۰۵ - (\text{مجموع چربی زیر پوستی سه نقطه} \times ۰/۳۹۲۸۷) = \text{درصد چربی بدن}$$

$$۴/۱۸۸۴۵ - (\text{سن} \times ۰/۱۵۷۷۲) +$$

$$\text{وزن کل} \times \text{درصد چربی بدن} = \text{توده چربی بدن}$$

$$\text{توده چربی بدن} - \text{وزن کل} = \text{توده بدون چربی}$$

آزمودنی‌ها قبل از شروع پروتکل تمرینی در یک جلسه، نحوه اجرای صحیح برنامه تمرینات و نکات ایمنی را آموزش دیدند. در ادامه، 1RM آزمودنی‌ها در حرکات مورد نظر (پرس پا، پرس سینه، پرس سینه شیب دار، پارویی نشسته، لیفت مرده، شکم با زانوی خمیده، کشش از بالا، بلند شدن روی پنجه پا، پشت ران، پرس شانه، کشش هالتر تا چانه، جلو بازو هالتر) با استفاده از معادله برزیسکی^۳ (۱۹۹۳) برآورد شد:

$$1RM = \left[\frac{\text{وزنه جابجا شده (کیلوگرم)}}{۱/۰۲۷۸} - \text{تعداد تکرار} \right] \times ۰/۰۲۷۸$$

۱۱ مؤلفه شامل ۱۱ گروه عضلانی (ساق، چهارسر، پشت پا، پشت لگن، شکم، پهلو، پشتی بزرگ، کمر بند شانه‌ای، سینه، بازو و ساعد) که در طراحی تمرین به آن‌ها تأکید شده بود، وجود دارد و آزمودنی ادراک خود را در یک پیوستار ۵ درجه‌ای که از درد ملایم تا غیرقابل تحمل درجه‌بندی شده است، انتخاب می‌کند. کمترین مقدار درد کلی ادراک شده ۱۱ و بیشترین مقدار آن ۵۵ می‌باشد. همچنین از آزمودنی‌ها خواسته شد بعد از انجام حرکت 1RM، هیچ فعالیتی را برای کاهش درد عضلانی خود بجز امور

تحقیق را امضاء نمودند. عدم رعایت شرایط لازم در طول اجرای پژوهش، به عنوان معیارهای خروج از پژوهش در نظر گرفته شد. پروتکل تحقیق در کمیته تحصیلات تکمیلی فیزیولوژی ورزشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی تصویب شد. مشخصات جسمانی آزمودنی‌ها در جدول ۳ ارائه شده است. اطلاعات این جدول نشان می‌دهد که گروه‌ها در زمان پیش‌آزمون، در مشخصات فیزیولوژیک و آنترپومتریکی از تفاوت معنی‌داری برخوردار نبوده و گروه‌ها از این لحاظ همگن بودند.

از فشارسنج جیوه‌ای (ریشتر، مدل ۱۰۳۲ Nova، آلمان) برای اندازه‌گیری فشارخون استفاده شد. با توجه به احتمال افزایش فشارخون در اثر تمرین مقاومتی و مصرف بیش از اندازه اسید گلیسیریزیک، کنترل فشارخون آزمودنی‌ها یکی از مهم‌ترین متغیرهای کنترل شده در این تحقیق بود که به صورت ۳ بار در هفته انجام گرفت. هیچ کدام از آزمودنی‌ها در طول دوره تمرینات با افزایش فشارخون که به صورت بالینی مشاهده شود، مواجه نشدند.

عملکرد حرکتی با استفاده از آزمون 1RM پرس سینه و پرس پا، ۲۴ ساعت قبل از شروع اولین جلسه تمرینی و ۲۴ ساعت بعد از پایان آخرین جلسه تمرینی؛ اندازه‌گیری شد. برای این کار، ابتدا آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه فعالیت‌های گرم کردن را انجام دادند، سپس آزمون 1RM پرس سینه و پرس پا با فواصل استراحتی ۵ دقیقه اجرا شد.

درد عضلانی ادراک شده از طریق پرسشنامه درد مگیل^۴ سنجش شد (ملزاک^۵، استین و مندل^۶، ۱۹۷۵). در این پرسشنامه،

1. Fat free mass

2. Fat mass

3. Brzycki

4. McGill pain questionnaire

5. Melzack

6. Stein & Mendl

عادی روزمره مانند استحمام انجام ندهند. آزمودنی‌ها پرسشنامه درد عضلانی ادراک شده را در ۵ مرحله، قبل از شروع ۸ هفته پروتکل تمرینی (پیش آزمون)؛ بلافاصله، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی (پس آزمون) تکمیل کردند (نمودار ۱). اعتبار و پایایی این پرسشنامه به ترتیب حدود ۰/۹۵ و ۰/۹۶ گزارش شده است (گرافتون^۱ و دیگران، ۲۰۰۵؛ تجاری و دیگران، ۲۰۱۲).

پروتکل تمرین مقاومتی: برنامه تمرین مقاومتی غیرخطی طبق جداول ۱ و ۲، بر اساس طرح پیشنهادی کرامر و فلک (۲۰۰۷) و نیک سرشت و همکاران (۲۰۱۴) به مدت ۸ هفته و

هفته‌ای ۳ جلسه اجرا شد. برنامه تمرین مقاومتی غیرخطی برای گروه‌های تجربی اجرا شد. گروه کنترل در هیچ برنامه تمرینی شرکت نکرد و فعالیت‌های عادی روزانه خود را به صورت عادی دنبال نمود. تمرینات مقاومتی به شکل دایره‌ای و به صورت اصل اضافه‌بار انجام شد، بدین صورت که 1RM آزمودنی‌ها دو هفته یک‌بار تعیین و هفته‌های سوم و چهارم، پنجم و ششم، هفتم و هشتم پروتکل تمرینی بر اساس 1RM جدید و بکارگیری اصل اضافه‌بار اجرا گردید. همچنین ۱۰ دقیقه برنامه گرم کردن در ابتدای تمرینات و ۱۰ دقیقه دوره سرد کردن در انتهای هر جلسه اجرا شد.

جدول ۱. برنامه تمرین مقاومتی غیرخطی به ترتیب تعداد تکرار، درصد 1RM و تعداد ست‌ها

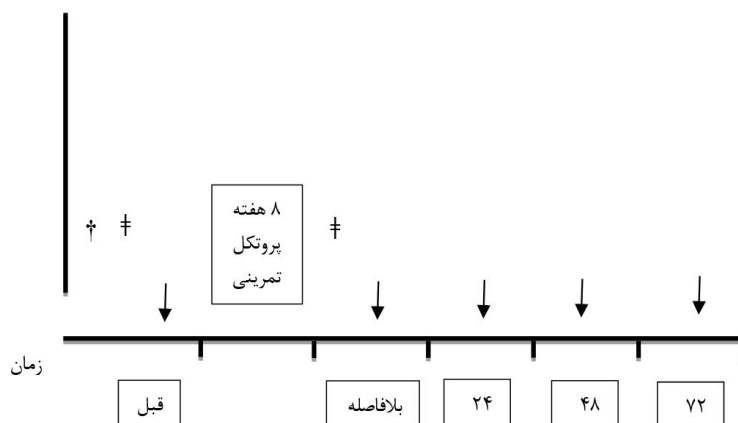
شدت حرکات	خیلی سبک	سبک	متوسط	سنگین
پرس پا	۲۰/۴۰ × ۱	۱۵/۱۶ × ۲	۱۰/۷۵ × ۳	۴/۹۰ × ۳
پرس سینه	۲۰/۴۰ × ۱	۱۵/۱۶ × ۲	۱۰/۷۵ × ۳	۴/۹۰ × ۳
پرس سینه شیبدار	۲۰/۴۰ × ۱	۱۵/۱۶ × ۲	-	-
پارویی نشسته	۲۰/۴۰ × ۱	۱۵/۱۶ × ۲	۱۰/۷۵ × ۳	۴/۹۰ × ۳
لیفت مرده	۲۰/۴۰ × ۱	۱۵/۱۶ × ۲	۱۰/۷۵ × ۳	۴/۹۰ × ۳
شکم با زانوی خمیده	۱ × ۲۰	۲ × ۲۰	۳ × ۱۵	۳ × ۱۸
کشش از بالا	۲۰/۴۰ × ۱	۱۵/۱۶ × ۲	۱۰/۷۵ × ۲	-
بلند شدن روی پنجه پا	۲۰/۴۰ × ۱	۱۵/۱۶ × ۲	۱۰/۷۵ × ۲	۴/۹۰ × ۲
پشت ران	۲۰/۴۰ × ۱	۱۵/۱۶ × ۲	۱۰/۷۵ × ۲	۴/۹۰ × ۲
پرس شانه	۲۰/۴۰ × ۱	۱۵/۱۶ × ۲	۱۰/۷۵ × ۲	۴/۹۰ × ۲
کشش هالتر تا چانه	۲۰/۴۰ × ۱	۱۵/۱۶ × ۲	۱۰/۷۵ × ۲	۴/۹۰ × ۲
جلو بازو هالتر	۲۰/۴۰ × ۱	۱۵/۱۶ × ۲	۱۰/۷۵ × ۲	۴/۹۰ × ۲

استراحت بین حرکات و نوبت‌ها ۱، ۱-۲، ۳-۵ به ترتیب برای شدت‌های خیلی سبک، سبک و متوسط، سنگین * : ۱ نوبت / ۴۰ درصد 1RM / ۲۰ تکرار.

جدول ۲. ترتیب جلسات در برنامه تمرین مقاومتی غیرخطی

هفته								ترتیب جلسات
۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
H	VL	L	M	VL	M	L	L	
VL	M	M	M	H	H	VL	M	جلسه دوم
M	L	H	L	L	L	H	L	جلسه سوم

شدت تمرینات: خیلی سبک (VL)، سبک (L)، متوسط (M)، سنگین (H).



شکل ۱. مراحل زمانی جمع آوری داده‌ها

†سنجش ویژگی‌های عمومی؛ ‡سنجش عملکرد عضلانی؛ †سنجش شدت درد ادراک شده

تبخیر حلال، رسوب خشک شده حلال به دست آمد (نصیری و حسین زاده، ۲۰۰۸). سپس نمونه‌های مهیا شده با کمک پژوهشکده فرآورده‌های گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی استان البرز با مجوز بهداشتی لازم از اداره کل نظارت بر مواد غذایی وزارت بهداشت زیر نظر متخصصین گیاهان دارویی، به صورت کپسول‌های ۲۵۰ میلی‌گرمی با ماده موثره اسید گلیسیریزین کمتر از ۵ درصد، تهیه گردید. گروه‌های مصرف کننده مکمل روزانه یک عدد کپسول، حاوی اسید گلیسیریزین زیر ۵ درصد را به مدت ۸ هفته دریافت کردند. گروه‌های تمرین مقاومتی غیرخطی- دارونما و کنترل- دارونما نیز کپسول دارونما (آرد سوخاری) به همین شکل دریافت کردند.

تغذیه آزمودنی‌ها: آزمودنی‌ها جزئیات تغذیه روزانه خود را برای مدت ۳ روز متوالی قبل از شروع تمرین و بعد از پایان

تهیه و میزان مصرف اسید گلیسیریزیک: ریشه گیاه شیرین بیان از مزرعه‌های تحقیقاتی- کشاورزی یاسوج جمع آوری و سپس با کمک کارشناسان علوم گیاهی، شناسایی گردید. ریشه‌های مرطوب پس از تمیز شدن و گرفتن گل و لای آن، با قیچی باغبانی به قطعات کوچکتری بریده و در آون معمولی با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ هفته خشک شدند. ریشه‌های خشک شده با آسیاب چکشی پودر و در کیسه‌های پلی اتیلن در فریزر (دمای ۱۸- C) نگهداری شدند. در ادامه، اندازه مورد نیاز از پودر مورد آزمایش، در آب ریخته شد و محلول حاصل به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد گرم‌خانه گذاری شد. بعد از ۲۴ ساعت، مایع رویی استخراج و فیلتر شد و توسط دستگاه تقطیر در خلاء، تغلیظ گردید. نمونه تغلیظ شده، روی شیشه ساعت قرار داده شد و در آون ۴۰ درجه سانتی‌گراد با

اثر اصلی مکمل در مورد درد عضلانی ادراک شده معنی‌دار نیست ($p=0/35$)؛ ولی اثر اصلی تمرین ($p=0/03$) و اثر تعاملی تمرین و مکمل ($p=0/04$) معنی‌دار هستند (جدول ۴).

نتایج در ارتباط با شدت درد عضلانی ادراک شده، حاکی از تعدیل و کاهش پاسخ‌های درد عضلانی ادراک شده در فواصل زمانی بلافاصله، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از ۸ هفته پروتکل تمرینی نسبت به پیش‌آزمون بود (مقایسه میانگین‌ها؛ جدول ۵). نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر نشان داد که بین سطوح مختلف درد عضلانی ادراک شده در گروه تمرین-مکمل ($F=953/19$ ، $p=0/0001$) و تمرین-دارونما ($F=699/99$ ، $p=0/0001$) تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۵)؛ به طوری که نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که این تفاوت معنی‌دار به صورت زوجی بین تمام مراحل مختلف اندازه‌گیری جاری است. به علاوه، نتایج بین‌گروهی نشان داد که بین گروه‌ها از لحاظ درد عضلانی ادراک شده پس از ۸ هفته پروتکل تمرینی در فواصل زمانی مختلف، تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($p<0/05$).

نتایج تغییرات شاخص‌های ترکیب بدنی (توده بدن، FFM، BMI، %BF) گروه‌های مورد مطالعه در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که در گروه تمرین-مکمل، بین درد عضلانی ادراک شده در فواصل زمانی بلافاصله ($r=-0/41$ ، $p=0/0001$)، ۲۴ ساعت ($r=-0/48$ ، $p=0/01$) و ۴۸ ساعت ($r=-0/60$ ، $p=0/30$) پس از فعالیت با BMI رابطه معکوس و معنی‌داری وجود دارد. همچنین رابطه معکوس و معنی‌داری بین درد عضلانی ادراک شده در فواصل زمانی ۴۸ ساعت ($r=-0/18$ ، $p=0/01$) و ۷۲ ساعت ($r=-0/14$ ، $p=0/02$) پس از فعالیت با توده بدون چربی گروه تمرین-مکمل مشاهده شد.

آخرین جلسه تمرین، ثبت نموده و سپس با استفاده از نرم افزار پردازنده مواد غذایی (تحقیق اش، سالم، آر، ایالات متحده آمریکا^۱)، محتوی خوراکی مصرفی آزمودنی‌ها از نظر مقدار مواد ضد اکسایشی و نیز مقدار کالری دریافتی تحلیل گردید و مشخص شد که مصرف درشت مغذی‌ها در طول تمرین افزایش داشته؛ اما نسبت درشت مغذی‌ها بین گروه‌های تجربی و گروه کنترل در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون اختلاف معنی‌داری نداشت.

روش‌های آماری: تمامی داده‌ها به صورت میانگین \pm انحراف استاندارد بیان شدند. ابتدا از آزمون آماری شاپیرو-ویلک^۲ جهت تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها و از آزمون لون^۳ جهت بررسی تجانس واریانس‌ها استفاده شد. از آزمون‌های پارامتریک ضریب همبستگی پیرسون، تحلیل واریانس یک سویه، تحلیل واریانس دو سویه و تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر جهت آزمون فرضیه‌ها استفاده شد. از آزمون تعقیبی بونفرونی نیز به منظور تعیین محل اختلاف معنی‌دار بین گروه‌ها استفاده گردید. سطح معنی‌داری برای تمام محاسبات $p<0/05$ در نظر گرفته شد و تمام محاسبات با نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام گرفت.

یافته‌ها

نتایج نشان داد که بیشترین درصد تغییرات قدرت پرس پا و پرس سینه به ترتیب با $40/06$ - و $24/19$ - درصد به گروه تمرین-مکمل در مقایسه با سایر گروه‌ها، اختصاص دارد (جدول ۴). نتایج تحلیل واریانس دو سویه در ارتباط با اثرات اصلی و تعاملی نشان داد که اثر اصلی تمرین برای قدرت پرس پا ($p=0/03$) و پرس سینه ($p=0/02$) دارای اثر افزایشی معنی‌دار است (جدول ۴)؛ اما اثر اصلی مکمل برای هر دو متغیر با وجود تغییرات اندک، معنی‌دار نبود ($p>0/05$). همچنین نتایج نشان داد که اثر تعاملی تمرین و مکمل در مورد قدرت پرس پا ($p=0/0001$) و پرس سینه ($p=0/01$) دارای اثر افزایشی معنی‌دار بود (جدول ۴). به علاوه، نتایج آزمون تحلیل واریانس دو سویه نشان داد که هر چند

1. Esha research, salem, OR, USA
2. Shapiro- Wilk
3. Leven

جدول ۳. مشخصات جسمانی آزمودنی‌ها در شروع و پایان مطالعه (میانگین \pm انحراف استاندارد)

نتایج آنالیز واریانس یک سویه		گروه‌ها				متغیرها
		کنترل	تمرین- دارونما	مکمل	تمرین- مکمل	
p	F	M \pm SD	M \pm SD	M \pm SD	M \pm SD	
۰/۲۸	۱/۳۹	۲۱/۷۱ \pm ۱/۸۰	۲۲/۳۷ \pm ۱/۴۰	۲۱/۶۲ \pm ۱/۷۶	۲۲/۲۵ \pm ۰/۸۸	سن (سال)
۰/۵۵	۰/۸۰	۱۷۳/۵۷ \pm ۴/۶۵	۱۷۴/۲۵ \pm ۴/۴۶	۱۷۴/۶۲ \pm ۴/۴۰	۱۷۳/۶۲ \pm ۳/۱۱	قد (سانتی‌متر)
۰/۵۷	۰/۷۷	۸۰/۴۲ \pm ۴/۷۲	۸۲/۰۰ \pm ۲/۹۲	۸۲/۵۰ \pm ۲/۷۷	۸۰/۱۲ \pm ۳/۲۲	پیش
		۸۱/۲۸ \pm ۴/۹۹	۸۰/۱۳ \pm ۳/۱۸	۸۱/۳۷ \pm ۲/۸۲	۷۸/۰۰ \pm ۳/۲۹	پس
۰/۱۱	۰/۸۹	۲۰/۳۹ \pm ۱/۰۴	۲۲/۳۴ \pm ۱/۷۲	۲۱/۱۷ \pm ۱/۶۴	۲۰/۳۱ \pm ۱/۴۲	پیش
		۲۰/۷۲ \pm ۱/۰۲	۱۹/۱۴ \pm ۱/۶۱	۲۰/۰۳ \pm ۱/۵۷	۱۶/۴۱ \pm ۰/۹۱	پس
۰/۴۵	۰/۷۱	۶۴/۰۲ \pm ۱/۸۱	۶۳/۶۹ \pm ۲/۴۸	۶۵/۰۴ \pm ۲/۲۵	۶۳/۸۵ \pm ۱/۶۷	پیش
		۶۴/۴۴ \pm ۱/۹۸	۶۴/۸۰ \pm ۲/۷۲	۶۵/۰۷ \pm ۲/۲۲	۶۵/۲۰ \pm ۲/۴۸	پس
۰/۲۸	۱/۳۰	۲۶/۷۱ \pm ۰/۴۱	۲۷/۰۶ \pm ۱/۰۲	۲۷/۰۹ \pm ۰/۸۲	۲۶/۵۸ \pm ۰/۳۱	پیش
		۲۶/۹۵ \pm ۰/۴۰	۲۶/۴۴ \pm ۱/۱۰	۲۶/۷۲ \pm ۰/۸۴	۲۵/۸۶ \pm ۰/۵۰	پس
۰/۴۹	۰/۸۸	۸۰/۱۴ \pm ۱/۴۶	۸۰/۶۲ \pm ۲/۱۹	۱۱۹/۶۲ \pm ۲/۷۷	۱۲۰/۱۲ \pm ۱/۱۲	پیش
		۸۰/۵۷ \pm ۱/۲۷	۸۱/۱۲ \pm ۱/۱۲	۱۲۰/۲۵ \pm ۱/۹۸	۱۲۱/۶۲ \pm ۱/۵۰	پس
۰/۸۳	۰/۴۱	۱۱۹/۸۵ \pm ۲/۹۱	۱۱۹/۵۰ \pm ۲/۷۷	۷۹/۸۷ \pm ۲/۱۶	۷۹/۵۰ \pm ۱/۹۲	پیش
		۱۲۰/۸۶ \pm ۱/۸۶	۱۲۰/۶۲ \pm ۱/۴۰	۸۰/۷۵ \pm ۱/۰۳	۸۰/۲۵ \pm ۱/۵۱	پس
۰/۱۹	۱/۵۴	۳۰/۱۴ \pm ۲/۷۳	۳۱/۵۰ \pm ۲/۶۱	۳۱/۷۵ \pm ۲/۶۰	۳۰/۲۵ \pm ۱/۱۶	پیش
		۳۰/۸۵ \pm ۲/۴۷	۳۹/۱۲ \pm ۳/۴۸	۳۲/۱۲ \pm ۱/۸۰	۴۲/۳۷ \pm ۲/۰۶	پس
۰/۹۸	۰/۱۳	۳۶/۱۴ \pm ۱/۸۶	۳۶/۳۷ \pm ۲/۰۶	۳۶/۸۷ \pm ۳/۹۷	۳۵/۷۵ \pm ۱/۶۶	پیش
		۳۶/۴۲ \pm ۲/۵۷	۴۹/۲۵ \pm ۲/۶۰	۳۷/۷۵ \pm ۳/۷۷	۵۱/۸۷ \pm ۳/۱۳	پس

M \pm SD: میانگین و انحراف استاندارد.

اطلاعات جدول ۳ نشان می‌دهد شاخص‌های فیزیولوژیک و گروه‌ها تفاوت معنی‌داری ندارد ($p > 0.05$).
آنتروپومتریک اندازه‌گیری شده در مرحله پیش‌آزمون در بین

جدول ۴. میانگین و انحراف معیار شاخص‌های عملکرد حرکتی و نتایج آزمون تحلیل واریانس دو سوبه

نتایج تحلیل واریانس دو سوبه			کنترل	تمرین - دارونما	مکمل	تمرین - مکمل	گروه‌ها	
p-value							متغیرها	
sx _t	s	t	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD		
*/.0001	.014	*/.003	30/14 ± 2/73	31/50 ± 1/61	75/31 ± 2/60	30/25 ± 1/16	پیش	یک تکرار
			30/85 ± 2/47	39/12 ± 3/48	32/12 ± 1/80	42/37 ± 2/06	پس	پیشینه
			% -2/35	% -24/19	% -1/16	% -40/06	VP	پرس پا (کیلوگرم)
*/.01	.023	*/.02	36/14 ± 1/86	36/37 ± 2/06	36/87 ± 3/97	35/75 ± 1/66	پیش	یک تکرار
			36/42 ± 2/57	49/25 ± 2/60	37/75 ± 3/77	51/87 ± 3/13	پس	پیشینه
			% -0/77	% -35/41	% -2/39	% -45/09	VP	پرس سینه (کیلوگرم)
*/.04	.035	*/.03	40/43 ± 2/44	42/25 ± 2/71	41/38 ± 1/92	41/63 ± 2/26	پیش آزمون	درد
			42/28 ± 2/81	34/50 ± 1/60	40/25 ± 1/67	32/87 ± 1/80	بلافاصله	عضلانی
			% -4/57	% 18/34	% 2/73	% 21/04	VP	ادراک شده

M±SD. میانگین و انحراف استاندارد. VP درصد تغییرات. t اثر اصلی تمرین. s اثر اصلی مکمل. * تفاوت معنی دار در سطح p<0/05.

اطلاعات جدول ۴، اثر اصلی تمرین، اثر اصلی مکمل و اثر تعاملی شاخص‌های عملکرد عضلانی (پرس پا و پرس سینه)، نشان تمرین همراه با مصرف مکمل را بر درد عضلانی ادراک شده و می‌دهد.

جدول ۵. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر

نتایج تحلیل واریانس		پس آزمون				پیش آزمون	متغیر	گروه‌ها
p	F	۷۲ ساعت	۴۸ ساعت	۲۴ ساعت	بلافاصله			
		M±SD	M±SD	M±SD	M±SD	M±SD		
/.0001	953/19	12/75 ± 1/16	18/12 ± 1/24	27/37 ± 1/60	32/87 ± 1/80	41/63 ± 2/26	درد عضلانی ادراک شده	تمرین - مکمل
		% 69/37	% 56/47	% 34/25	% 21/04			
.046	67/52	37/75 ± 1/16	38/62 ± 0/30	39/12 ± 1/55	40/25 ± 1/67	41/38 ± 1/92		مکمل
		% 8/77	% 6/70	% 5/46	% 2/73			
/.0001	699/99	18/87 ± 1/64	23/87 ± 2/10	30/62 ± 0/30	34/50 ± 1/60	42/25 ± 2/71	تمرین - دارونما	
		% 55/33	% 43/50	% 27/52	% 18/34			
.026	140/00	46/14 ± 1/34	50/85 ± 2/11	49/85 ± 3/07	42/28 ± 2/81	40/43 ± 2/44	کنترل	
		% -14/12	% -25/77	% -23/29	% -4/57			

M±SD. میانگین و انحراف استاندارد. * تفاوت معنی دار درون گروهی (p<0/05).

رابطه معکوس و معنی‌دار شدت درد عضلانی ادراک شده با BMI در فواصل زمانی بلافاصله، ۲۴ و ۴۸ ساعت؛ و با FFM در فواصل زمانی ۴۸ و ۷۲ ساعت در گروه تمرین-مکمل اشاره کرد. از این یافته‌ها چنین بر می‌آید که برای پیشگویی پاسخ‌های درد عضلانی بعد از وهله‌های تمرینی، احتمالاً می‌توان از شاخص توده بدنی و توده بدون چربی بدن استفاده کرد.

در مطالعاتی که به بررسی تأثیر تمرینات مقاومتی بر درد عضلانی ادراک شده پرداخته شده، شدت درد عضلانی بعد از تمرین فزاینده، از روند افزایشی برخوردار بوده است (لیو و دیگران، ۲۰۰۵؛ کلارکسون و دیگران، ۲۰۰۶؛ رجبی و دیگران، ۲۰۱۳)، در صورتی که شدت درد عضلانی ادراک شده در پژوهش حاضر نسبت به پیش‌آزمون و گروه کنترل، کاهش داشت و این کاهش در گروه تمرین-مکمل برجسته‌تر بود. در توجیه این نتیجه می‌توان به اثر تعاملی تمرین مقاومتی غیرخطی با ویژگی استقامت عضلانی همراه با مصرف مکمل اشاره کرد؛ زیرا اولاً شدت کار در جلسات این نوع تمرینات شکل موجی دارد که خود از آسیب‌های عضلانی بیشتر جلوگیری کرده و ایجاد کوفتگی عضلانی را به تأخیر می‌اندازد و نتایج درد عضلانی ادراک شده در فواصل زمانی مختلف در پژوهش حاضر، این ویژگی را به خوبی تایید می‌کند. ثانیاً، این نوع تمرینات دارای تکرارهای بالا هستند که این ویژگی باعث افزایش عملکرد عضلانی و بهبود ترکیب بدنی می‌گردد و باز نتایج شاخص‌های عملکرد عضلانی و ترکیب بدنی اندازه‌گیری شده در پژوهش حاضر (افزایش 1RM پرس سینه و پا، افزایش FFM، کاهش درصد چربی بدن و BMI) بر این موضوع دلالت دارد.

بلوچی و دیگران (۲۰۱۱) نشان داده‌اند که انجام تمرینات قدرتی فزاینده باعث کاهش درد و متعاقب آن بهبود عملکرد در افراد مبتلا به سندرم درد کشکی رانی می‌شود. نتایج پژوهش حاضر با نتایج فیزاده (۲۰۰۷) و یلفانی و رئیس (۲۰۱۳) همخوانی دارد؛ زیرا این محققان بیان کرده‌اند که انجام تمرین در هر دو محیط آب و خشکی، راهکاری مناسب برای کاهش درد و بهبود عملکرد حرکتی مبتلایان به سندرم درد عضلانی است. همسو با نتایج پژوهش حاضر، گزارش شده است که یک جلسه فعالیت مقاومتی پرس پا با ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه، باعث افزایش ادراک درد

اطلاعات جدول ۵، تغییرات درون‌گروهی درد عضلانی ادراک شده را از پیش‌آزمون تا پس‌آزمون (۴ مرحله) همراه با نتایج حاصله، نشان می‌دهد.

بحث

هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین مقاومتی غیرخطی و مصرف مکمل اسید گلیسیریزیک بر عملکرد عضلانی و درد عضلانی ادراک شده در مردان جوان دارای اضافه وزن بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که انجام یک وهله حرکت تکرار بیشینه قبل از شروع پروتکل تمرینی با درد عضلانی شدید در آزمودنی‌های دارای اضافه وزن همراه است. به علاوه، نتایج نشان داد که تمرین اجرا شده با افزایش معنی‌دار شاخص‌های عملکرد عضلانی (قدرت پرس پا و پرس سینه) و کاهش معنی‌دار درد عضلانی ادراک شده همراه می‌باشد؛ اما مکمل مصرف شده بر این شاخص‌ها اثر معنی‌داری نداشت. در گروه تمرین-مکمل بیشترین تغییرات، افزایش و کاهش معنی‌دار به ترتیب در شاخص‌های عملکرد عضلانی و درد عضلانی ادراک شده بدست آمد که دلالت بر اثر تعاملی و تقویتی مکمل به همراه تمرین دارد. به عبارت دیگر، اثر مکمل و تمرین در کنار هم توانست با افزایش کارایی و عملکرد دستگاه عضلانی، آستانه پاسخ‌های درد عضلانی ادراک شده آزمودنی‌ها را بالا ببرد. پاسخ‌های تعدیل یافته درد عضلانی ادراک شده در فواصل زمانی بلافاصله، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از یک وهله حرکت تکرار بیشینه در طی ۸ هفته تمرین مقاومتی غیرخطی همراه با مصرف مکمل اسید گلیسیریزیک، یافته مهم دیگر پژوهش حاضر بود. بدین شکل که درد عضلانی ادراک شده بلافاصله در گروه تجربی سوم و بویژه در گروه تجربی اول در مقایسه با پیش‌آزمون کاهش معنی‌دار داشت. این کاهش معنی‌دار در فواصل زمانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از دوره تمرینی نیز مشاهده شد، به طوری که فاصله زمانی ۷۲ ساعت نسبت به فواصل زمانی قبل، بیشترین کاهش را داشت. چنین تغییرات سودمند در گروه اول را می‌توان به اثر تعاملی و تقویتی تمرین و مصرف مکمل نسبت داد. همچنین با توجه به این نتایج می‌توان بیان کرد که پروتکل تمرینی اجرا شده در پژوهش حاضر، از زمان بدنی، شدت و حجم مناسب برخوردار بوده است. در ارتباط با نتایج آزمون ضریب همبستگی، می‌توان به وجود

می‌سازند. تجمع هیستامین، پتاسیم و کینین ناشی از فعالیت فاگوسیتوزی، نکروز سلولی و همچنین افزایش فشار ناشی از ادم و افزایش درجه حرارت موضعی باعث فعال شدن گیرنده‌های درد در داخل عضلات و اتصال تاندونی عضلانی می‌گردند. همه این عوامل با مشارکت در آزادسازی آنزیم‌های کراتین کیناز، لاکتات دهیدروژناز و آسپارات آمینوترانسفراز منجر به کوفتگی عضلانی می‌شوند و افزایش حرکت (جابجایی مفصل و انقباضات عضلانی) در این حالت می‌تواند به افزایش احساس درد ناشی از فشار درون عضلانی و حساس شدن گیرنده‌های درد به وسیله پروستاگلاندین‌ها، منجر شود (چونگ و دیگران، ۲۰۰۳؛ هورلی و دیگران، ۲۰۱۳). سازوکارهای احتمالی برای توضیح اثرات تمرینات مقاومتی در بهبود عملکرد عضلانی را می‌توان به تحریک سیستم اعصاب مرکزی، تجمع آدنوزین مونوفسفات حلقوی از طریق مهار فسفودی استراز و مسدود کردن گیرنده‌های رقابتی آدنوزینی، کاهش آگاهی احساسات مربوط به خستگی عضله، افزایش فعالیت آنزیم آدنوزین تری فسفاتاز پمپ سدیم-پتاسیم (Na-K ATPase) در بافت عضلانی، افزایش غلظت کلسیم در سلول‌های عضلانی یا به کاهش از دست دادن پتاسیم از سلول‌ها هنگام انقباضات مکرر، نسبت داد (سودرلند و بوتچر ۱۹۶۸؛ ویلیامز، ۱۹۸۷؛ کلارکسون و هوبال^۸، ۲۰۰۲؛ اکونور^۹ و دیگران، ۲۰۰۴). نتایج ناهمسوی پژوهش‌های قبلی با پژوهش حاضر را می‌توان به محدودیت‌های مطالعه حاضر از قبیل عدم اطلاع دقیق از یکسان بودن سطح آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها، رعایت توصیه‌های تغذیه‌ای، زمان خواب آزمودنی‌ها، تفاوت‌های آزمودنی‌ها در تحمل و ادراک درد عضلانی، ویژگی‌های فیزیولوژیکی و روان‌شناختی آزمودنی‌ها، عادت و سازگاری آزمودنی‌ها نسبت به انجام تمرینات مقاومتی غیرخطی، روش‌های بررسی و اندازه‌گیری شاخص‌های عملکرد عضلانی و شدت درد عضلانی ادراک شده، زمان‌های مختلف اندازه‌گیری (صبح و عصر)، پروتکل تمرین مقاومتی متفاوت، مصرف دوزهای متفاوت مکمل به صورت کپسول یا تزریقی، جنسیت آزمودنی‌ها و ورزشکار و غیرورزشکار بودن آن‌ها نسبت داد (چونگ و دیگران، ۲۰۰۳؛ پروسک و دیگران، ۲۰۰۴؛ معماری‌باشی و عباسیان، ۲۰۱۴).

عضلانی در عضله چهارسر رانی می‌گردد (معمارباشی و عباسیان، ۲۰۱۴). ویراکودی^۱ و دیگران (۲۰۰۳) و پروسک^۲ و دیگران (۲۰۰۴) در تحقیقات خود به این نتیجه دست یافته‌اند که احتمالاً افراد با BMI بالاتر، بدلیل مواجه شدن با آسیب‌های عضلانی کمتر، دارای سطوح درد کلی ادراک شده پایین‌تری باشند. نتایج مطالعات پیشین نشان داده است که آسیب‌های عضلانی ناشی از تمرینات مقاومتی یکی از دلایل و سازوکارهای ایجاد درد عضلانی حاد و تاخیری است که کاهش عملکرد عضلانی را نیز به دنبال دارد (بیندا^۳ و دیگران، ۲۰۰۳؛ استندوتتر^۴ و دیگران، ۲۰۰۸؛ کوروش فرد و دیگران، ۲۰۰۹)، در حالی که در پژوهش حاضر شدت درد عضلانی ادراک شده که در فواصل زمانی مختلف در پس‌آزمون کاهش نشان داد؛ نتیجه‌ای که می‌توان آن را به کاهش آسیب‌های عضلانی پس از بهبود عملکرد نسبت داد.

فرضیه‌های متعددی برای سازوکار کاهش عملکرد عضلانی، آسیب عضلانی و کوفتگی عضلانی ناشی از تمرینات ورزشی ارائه شده است که از میان آن‌ها می‌توان به فرضیات اسید لاکتیک، اسپاسم عضلانی، آسیب بافت همبند، التهاب و تورم اشاره نمود (سودرلند و بوتچر^۵، ۱۹۶۸؛ ویلیامز^۶، ۱۹۸۷؛ چونگ و دیگران، ۲۰۰۳؛ هورلی^۷ و دیگران، ۲۰۱۳). اعتقاد بر این است که انقباضات برون‌گرا در تمامی افراد و صرف نظر از سن، جنس و یا سطح آمادگی، باعث کوفتگی عضلانی می‌شود؛ اما در افرادی که قبلاً و به حد کافی تمرینات مقاومتی انجام نداده‌اند، تأثیر بیشتری دارد (چونگ و دیگران، ۲۰۰۳). بر اساس فرضیه مورد توافق اکثر محققان، به دنبال تمرینات برون‌گرای شدید، آسیب به محل اتصال تاندون عضله باعث تجمع کلسیم، مهار تنفس سلولی و اختلال در تولید آدنوزین تری فسفات می‌شود. در دقایق بعدی و در مرحله التهاب، نوتروفیل‌های موجود در گردش خون افزایش می‌یابند. در عرض ۶ تا ۱۲ ساعت بعد از آسیب، ماکروفاژها در محل آسیب تجمع پیدا کرده و هیستامین فعال تولید می‌کنند. در ۴۸ ساعت پس از آسیب، تعداد ماکروفاژها و مونوسیت‌ها به اوج خود می‌رسد. ماکروفاژها در مواجهه با التهاب، رهایش پروستاگلاندین‌ها را تحریک می‌کنند که پایانه‌های عصبی نوع III و IV را به تحریکات حرارتی، مکانیکی و شیمیایی حساس

1. Weerakkody

2. Proske

3. Binda

4. Stensdotter

5. Sutherland & Butcher

6. Williams

7. Hurley

8. Clarkson & Hubal

9. O'Connor

نتیجه‌گیری: یافته‌های این پژوهش دال بر آن است که افراد دارای اضافه وزن و کم تحرک افت عملکرد عضلانی (قدرت عضلانی) و افزایش شدت درد عضلانی ادراک شده را تجربه می‌کنند؛ موضوعی که از دیدگاه بهداشت فردی تجربه موفقیت آمیزی نیست. بر عکس، افراد دارای اضافه وزن که در برنامه‌های تمرینی و توان‌بخشی ورزشی خود تمرینات مقاومتی غیرخطی را بویژه همراه با مصرف مکمل اسید گلیسیریزیک جای دهند، نه تنها از تغییرات مطلوب در ترکیب بدنی برخوردار می‌شوند، بلکه از افزایش عملکرد عضلانی و متعاقباً کاهش شدت دردهای

عضلانی نیز بهره‌مند خواهند شد.
قدردانی و تشکر
 بدینوسیله از کمیته تحصیلات تکمیلی فیزیولوژی ورزشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، پژوهشکده فرآورده‌های گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی استان البرز و از همکاری تمام شرکت کنندگان داوطلب که در اجرای این پژوهش و کسب نتایج ما را یاری کردند؛ قدردانی می‌گردد.

منابع

- Baluchi, R., Giasi, A., & Naderi, A. (2011). A survey of selective movement therapy effectiveness on dynamic postural control of patients with patellofemoral pain syndrome. *Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences*, 19 (1), 17-24. [Persian]
- Binda, S., Culham, E., & Brouwer, B. (2003). Balance, muscle strength, and fear of falling in older adults. *Journal of Experimental Aging Research*, 29(2), 205-219.
- Birari, R. B., Guptab, S., Mohan, C. G., & Bhutania, K. K. (2011). Antiobesity and lipid lowering effects of Glycyrrhiza chalcones: Experimental and computational studies. *Journal of Phytomedicine*, 18(8-9), 795-801.
- Bloomer, R. J. (2007). The role of nutritional supplements in the prevention and treatment of resistance exercise induced skeletal muscle injury. *Journal of Sports Medicine*, 37(6), 519-532.
- Brzycki, M. (1993). Strength testing: predicting a one – rep max from repetitions-to-fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 64(1), 88-90.
- Cheung, K., Hume, P., & Maxwell, L. (2003). Delayed onset of muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Journal of Sports Medicine*, 33(2), 145-164.
- Clarkson, P. M., & Hubal, M. J. (2002). Exercise-induced muscle damage in humans. *American Journal of Physical and Medicin Rehabilitation*, 81(11), 52-69.
- Clarkson, P. M., Kearns, A. K., Rouzier, O., Rubin, R., & Thompson, P. D. (2006). Serum creatine kinase levels and renal function measures in exertional muscle damage. *Journal of Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(4), 623-627.
- Clarkson, P. M., Kroll, W., Graves, J., & Record, W. A. (1982). The relationship of serum creatin kinase, fiber type and isometric exercise. *International Journal of Sports Medicin*, 3(3), 145-148.
- Cook, D. B., O'Connor, P. J., Eubanks, S. A., Smith, J. C., & Lee, M. (1997). Naturally occurring muscle pain during exercise: assessment and experimentalevidence. *Journal of Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(8), 999-1012.
- Deminice, R., Sicchieri, T., Payao, P. O., & Jordao, A. A. (2010). Blood and salivary oxidative stress biomarkers following an acute session of resistance exercise in humans. *International Journal of Sports Medicine*, 31(9), 599-603.

- Feazadeh, A. (2007). The Efficacy of treatment of different intervention programs for patellofemoral pain syndrome– A single blinded randomized clinical trial. *The Scientific World Journal*, 7(11), 1256–1262.
- Grafton, K. V., Foster, N. E., & Wright, C. C. (2005). Test retest reliability of the short form McGill pain questionnaire: assessment of intraclass correlation coefficients and limits of agreement in patients with osteoarthritis. *Clinical Journal of Pain*, 21(1), 73 -82.
- Green, M. S., Corona, B. T., Doyle, J. A., & Ingalls, C. P. (2008). Carbohydrate-protein drinks do not enhance recovery from exercise-induced muscle injury. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 18(1), 1-18.
- Greer, B. K., Woodard, J. L., & White, J. P. (2007). Branched-chain amino acid supplementation and indicators of muscle damage after endurance exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 17(6), 595-607.
- Howatson, G., Ken, A., & Van, S. (2008). The prevention and treatment of exercise induced muscle damage. *Journal of Sports Medicine*, 38(6), 483-503.
- Hurley, C. F., Hatfield, D. L., & Riebe, D. A. (2013). The effect of caffeine ingestion on delayed onset muscle soreness. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(11), 3101-3109.
- Iton, K., & Kawakita, K. (2002). Effect of indometacin on development of eccentric exercise, induced localized sensitive region in the fascia of the rabbit. *Japanese Journal of Physiology*, 52(2), 173-180.
- Kooroshfard, N., Alizadeh, M. H., & Kahrizi, S. (2009). Comparison of dynamic balance Futsalist women for patients with patellofemoral pain syndrome and healthy subjects. *Journal of Sports Medicine*, 2(2), 55-68. [Persian]
- Kraemer, W.J., & Fleck, S. J. (2007). *Optimizing strength training: Designing nonlinear periodization workouts*. 1th Edition Champaign, Illinois. Human Kinetics Publishing.
- Lee, C. K., Son, S. H., Park, K. K., Park, J. H. Y., Lim, S. S., & Chung, W. Y. (2008). Isoliquiritigenin inhibits tumor growth and protects the kidney and liver against chemotherapy induced toxicity in a mouse xenograft model of colon carcinoma. *Journal of Pharmacol Sciences*, 106(3), 444 – 451.
- Liang, K. W., Lee, W. J., Lee, I. T., Lee, W. L., Lin, S. Y., Hsu, S. L., Wan, C. J., Yu, C. Y., Tsai, I. C., Fu, C. P., Ting, C. T., & Sheu, W. H. (2011). Persistent elevation of paraoxonase-1 specific enzyme activity after weight reduction in obese non-diabetic men with metabolic syndrome. *Journal of Clinica Chimica Acta*, 412(19-20), 1835–1841.
- Liu, J. F., Chang, W. Y., Chan, K. H., Tsai, W. Y., Lin, C. L., & Hsu, M. C. (2005). Blood lipid peroxides and muscle damage increased following intensive resistance training offemale weightlifters. *Annals of the New York Academy of Science*, 1042 (1), 255-261.
- Melzack, R. (1975). The McGill pain questionnaire: Major properties and scoring methods. *Journal of Pain*, 1(3), 277- 299.
- Memarbashi, A., & Abasian, M. (2014). Effect ten days Cinnamon on biochemical markers and the delayed onset muscle soreness. *Journal of Exercise Physiology*, 5(20), 63-80. [Persian]
- Nasiriasl, M., & Hossienzadeh, H. (2008). A review of the anti-viral effects of licorice, and its active constituents, (Glycyrrhizin). *Journal of Herbal Medicines*, 6(2), 24-36. [Persian]

- Nikseresht, M., Agha-Alinejad, H., Azarbayjani, M. A., & Ebrahim, K. (2014). Effects of nonlinear resistance and aerobic interval training on cytokines and insulin resistance in sedentary men who are obese. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2560-8.
- O'Connor, P. J., Motl, R. W., Broglio, S. P., & Ely, M. R. (2004). Dose-dependent effect of caffeine on reducing leg muscle pain during cycling exercise is unrelated to systolic blood pressure. *Journal of Pain*, 109(13), 291-298.
- Proske, U., Gregory, J. E., Morgan, D. L., Percival, P., Weerakkody, N. S., & Canny, B. J. (2004). Force matching errors following eccentric exercise. *Journal of Human Movement Science*, 23(3-4), 365-378.
- Rajabi, A., Lotfi, N., Abdolmaleki, A., & Rashid-Amiri, Sh. (2013). The effects of omega-3 intake on delayed onset muscle soreness in non-athlet men. *Journal of Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports*, 17(1), 91-95. [Persian]
- Shapna, S., Afroza, H., Kaiser, H., Kaniz, F., & Sumon, R. (2010). Antimicrobial, cytotoxic and antioxidant activity of methanolic extract of *Glycyrrhiza glabra*. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1(5), 957-960.
- Soltani Delroba, N., Karamian, R., & Ranjbar, M. (2011). Interactive effects of salicylic acid and cold stress on activities of antioxidant enzymes in *Glycyrrhiza glabra* L. *Journal of Herbal Drugs (An International Journal on Medicinal Herbs)*, 2(1), 7-13.
- Stein, C., & Mendl, G. (1988). The German counterpart to McGill pain questionnaire. *Journal of Pain*, 32(2), 251- 255.
- Stensdotter, A. K., Grip, H., Hodges, P. W., & Hager, C. (2008). Quadriceps activity and movement reactions in response to unpredictable sagittal support-surface translations in women with patellofemoral pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18(2), 298-307.
- Sutherland, E. W., & Butcher, R. W. (1968). Some aspects of the biological role of adenosine 3-5 monophosphate (cyclic AMP). *Journal of Circulation*, 37(2), 279-306.
- Tojjari, F., Abdolvahabi, Z., Azarbayjani, M. A., Rezaian, S., & Sarkhil, F. (2012). Effects during the period of recovery on perceived muscle soreness following exercise maximum one stage. *Journal of Research in Sport Sciences*, 7(13), 111-124. [Persian]
- Vaya, J., Belinky, P. A., & Aviram, M. (1997). Antioxidant constituents from licorice roots: isolation, structure elucidation and antioxidative capacity toward LDL oxidation. *Journal of Free Radical Biology and Medicine*, 23(2), 303-313.
- Weerakkody, N. S., Percival, P., Morgan, D. L., Gregory, J. E., & Proske, U. (2003). Matching different levels of isometric torque in elbow flexor muscles after eccentric exercise. *Journal of Experimental Brain Research*, 149(2), 141-150.
- White, J. P., Wilson, J. M., Austin, K. G., Greer, B. K., John, N. S., & Panton, L. B. (2008). Effect of carbohydrate-protein supplement timing on acute exercise induced muscle damage. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 31(9), 315-326.
- Williams, M. (1987). Purine receptors in mammalian tissues: pharmacology and functional significance. *Journal of Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, 27(11), 315-345.
- Yalfani, A., & Raisi, Z. (2013). Comparison of two methods for strengthening the quadriceps muscle in land and water environments on pain, function, static and dynamic balance in women with femoral Syndrome. *Journal of Studies of Sports Medicine*, 13, 91-108. [Persian]

Abstract

Effect of non-linear resistance exercise and glycyrrhizic acid supplementation on muscular function and perceived muscular pain in overweight young men**Hassan Naghizadeh^{1*}, Mohammad Ali Azarbayjani², Maghsoud Peeri³, Hassan Matinhomae⁴**

1. Assistant Profesor Department of Sport Sciences, Faculty of Education and Psychology, Ardakan University, Ardakan, Iran.
2. Full Professor of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, Central of Tehran Branches, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3. Full Professor of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education & Sport Sciences Central of Tehran Branches, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4. Associate Professor of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education & Sport Sciences Central of Tehran Branches, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Background and Aim: One of the important issues of sport rehabilitation in individuals with overweight syndrome is increase muscular function and modulate responses of muscular pain subsequent physical activity with consumption of medicinal plants. Therefore, the aim of this study was to investigate the effects of non-linear resistance exercise and glycyrrhizic acid supplementation on muscle function and perceived muscular pain in overweight young men. **Materials and Methods:** In this semi - experimental trials, 32 subjects (mean age: 21.99 ± 1.46 years, and body mass index: 26.86 ± 0.64 kg/m²) voluntarily participated in this study and divided randomly into 4 equal (n=8) groups including non-linear resistance exercise+supplementation, supplementation, non-linear resistance exercise+placebo and control groups. The training program performed for 8 weeks and 3 sessions per week. The muscular performance indicators and perceived muscle pain were measured respectively by one repetition maximum and McGill pain perception scale, before and after 8 weeks. The repeated measures, two-way and one-way analysis of variance (ANOVA) and Pearson correlation coefficient test were used for extraction of results at $p < 0.05$. **Results:** The results showed that perceived muscular pain at intervals immediately, 24, 48 and 72 hours after the last training session decreased significantly than pre-test and control group ($p = 0.0001$); wherase muscular performance increased significantly than pre-test ($p = 0.0001$). Moreover, it is observed significant inverse relationship between perceived muscular pain with body mass index and lean body mass ($p = 0.02$). **Conclusion:** In order to attain desire and beneficial results, non-linear resistance exercise along with glycyrrhizic acid supplementation can be placed as an important part of sports rehabilitation program in overweight individuals.

Keywords: Non-linear resistance exercise, Glycyrrhizic acid, Muscular function, Perceived muscular pain.

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport, vol. 6, no. 11, Spring & Summer 2018

Received: Apr 24, 2016

Accepted: Jan 25, 2016

*Corresponding Author, Address: Department of Sports Sciences, Faculty of Education and Psychology, University of Ardakan, Ardakan, Iran;
Email: naghizadeh2011@ardakan.ac.ir