Journal of Safety Promotion and Injury Prevention,
Vol.6, No.3, Autumn 2018

Research Article

A Prophylactic Effect of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Pain Intensity, Flexibility and Jump in Subjects with Exercise-Induced Muscle Damage

Javad Almasi[1*], Ali Jalalvand[2], Mehrdad Anbarian[3], Behzad Hamedani[4], Shahram Ahanjan[5]

1. Department of Sport physiology, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran
2. Department of Sport Biomechanics, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran
3. Department of Sport Biomechanics, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
4. Nursing and Midwifery Student Research Committee, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
5. Department of Physical Education, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran

***Corresponding Author:** almasi.javad@yahoo.com

Abstract

Background and Objectives: There is little evidence of strategies for prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. The purpose of this study was to examine a Prophylactic effect of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation stretching on pain intensity, flexibility and jump in subjects with exercise-induced muscle damage.

Materials and Methods: Initially, they were orally informed about the purpose and method of conducting the study, and asked to take part .Forty-two Non-athlete male students were equally divided into intervention and control groups. A Vicon Motion Systems consisting of four T-series cameras (200 Hz) and a Kistler force plates (1000Hz) were used to quantify Kinematics and kinetic variables. Then, a visual analog pain scale, flexibility, Rise of center of gravity, lowest value of center of gravity height, flight time, Power average, Maximum landing force, Peak Take off instantaneous velocity were recorded at baseline and 48 hours after post exercise. Data were analyzed in SPSS-20 using t test with $P<0.05$.

Results: There were significant differences in flexibility between the control and the intervention groups ($P=0.022$). Too, there were significant trend in muscle soreness pain ($P=0.08$). There were significant differences observed between before-after in the intervention group for maximum/minimum vertical displacement, Power average, Maximum landing force ($P<0.05$).

Conclusion: Combining PNF stretching with eccentric exercise can have optimum effect on reduction of flexibility, pain, jumping parameters of subjects with exercise-induced muscle damage.

Keywords: Muscle Soreness, Pain, Range of Motion, Plyometric, Proprioceptive Neuromuscular Facilitation)PNF(

How to cite this article:
Almasi J, Jalalvand A, Anbarian M, Hamedani B, Ahanjan Sh. A Prophylactic Effect of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Pain Intensity, Flexibility and Jump in Subjects with Exercise-Induced Muscle Damage. J Saf Promot Inj Prev. 2018; 6(3):163-72.

Archive of SID

www.SID.ir

مقاله پژوهشی

مجله ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت ها
دوره۶. شماره ۳. پاییز ۱۳۹۷، صفحات ۱۶۳ تا ۱۷۲

تأثیر پیشگیرانندہ کشش تسهیل عصبی– عضلانی بر درد، انعطاف‌پذیری و پارامترهای عملکردی افراد مبتلابه کوفتگی عضلانی تأخیری

جواد الماسی[1*]، علی جلالوند[2]، مهرداد عنبریان [3]، بهزاد همدانی[4] ، شهرام اهنجان[5]

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران
۲. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان، همدان، ایران
۳. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۴. گروه پرستاری، دانشکده پرستاری و مامایی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران
۵. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

چکیده

سابقه و هدف: شواهد اندکی از راهکارهای پیگیرانندہ و درمانی گوفتگی عضلانی تاخیری وجود دارد. هدف مطالعه حاضر تأثیر پیشگیرانندہ کشش تسهیل عصبی– عضلانی بر درد، انعطاف‌پذیری و نشانه‌های عملکردی افراد مبتلا به کوفتگی عضلانی تأخیری بود .

روش بررسی: به منظور رعایت موازین اخلاق در پژوهش، از شرکت کننده‌ها رضایت‌نامه کتبی اخذ واز هدف و روش اجرای مطالعه مطلع گردیدند. این تحقیق توصیفی از نوع شبه تجربی بود. ۴۲ نفر دانشجوی غیر ورزشکار در این مطالعه شرکت و به‌طور مساوی به دو گروه کنترل و تجربی تقسیم شدند. برای ارزیابی متغیرهای کینماتیکی از سیستم تحلیل حرکتی Vicon شامل ۴ دوربین پرسرعت مادون‌قرمز سری T با فرکانس نمونه‌برداری ۲۰۰ هرتز و برای اندازه‌گیری نیروهای عکس‌العمل زمین از دو صفحه نیرو Kistler با فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰۰ هرتز استفاده شد. متغیرهای وابسته شامل پارامترهای پرش از حالت ایستاده شامل ارتفاع پرش، ارتفاع پس از فرود، زمان پرواز، میانگین توان، حداکثر نیروی فرود، حداکثر سرعت در لحظه تیک آف، مقیاس بصری اندازه‌گیری درد و انعطاف‌پذیری همسترینگ بودند که قبل از تمرین و ۴۸ ساعت بعد از تمرین مورداندازه‌گیری قرار گرفتند . آزمون‌های آماری t دو گروه مستقل و t همبسته با سطح معناداری ($P<۰/۰۵$) جهت تحلیل‌های آماری مورداستفاده قرار گرفت.

یافته‌ها: بعد از تمرین بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری در انعطاف‌پذیری ($P=۰/۰۲۲$) و عدم تفاوت معنی‌داری بین میزان درد و کوفتگی ادراک‌شده وجود داشت ($P=۰/۰۸$). اختلاف معنی‌دار بین پیش آزمون-پس آزمون گروه کنترل در ارتفاع پرش، ارتفاع پس از فرود، توان، حداکثر نیروی فرود وجود داشت($P<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: توأم نمودن کشش تسهیل عصبی– عضلانی با تمرینات برونگرای القاء کننده کوفتگی می‌تواند بر کاهش انعطاف‌پذیری و پارامترهای عملکردی افراد مبتلا به کوفتگی عضلانی تأخیری اثربخش باشد.

واژه‌های کلیدی: کوفتگی عضلانی، درد، انعطاف‌پذیری، پلایومتریک، کشش تسهیل عصبی– عضلانی

مقدمه

تحقیقات نشان داده است که انجام یک فعالیت جسمانی جدید و غیرمعمول بالأخص با تمریناتی(برونگرا) که فرد به انجام آن‌ها عادت نداشته است باعث به وجود آمدن کوفتگی القایی ناشی از تمرین[1] می‌گردد که ۲۴ تا ۴۸ ساعت بعد از تمرین به اوج خود می‌رسد و با مشخصه‌های بالینی تورم و درد عضلات آسیب‌دیده، کاهش قدرت عضلانی ، بالا رفتن مقادیر غلظت آنزیم های پلاسما همانند کراتین کیناز ، لاکتات دهیدروژناز ، تضعیف کنترل حرکتی، انعطاف‌پذیری، و عملکرد حرکتی همراه است (۱و۳). موضوع بسیاری از تحقیقات کاهش درد و تقلیل سایر پیامدهای ناشی از این پدیده با استفاده از روش‌های درمانی مختلف(حرارت درمانی ، التراسوند، دارودرمانی، ماساژ درمانی و تمرینات کششی) بوده است (۴و۵). کوفتگی تأخیری هم برای افراد مبتدی و هم برای ورزشکاران حرفه‌ای پدیده‌ای آشناست. یعنی هر دو قشر چه افراد مبتدی و چه ورزشکاران حرفه‌ای گه گاهی ممکن است با این پدیده مواجه شوند. دامنه اثرات و نشانه‌های این نوع کوفتگی از حساسیت و التهاب تا درد غیرقابل‌تحمل متغیر است. کوفتگی در اوایل فصل مسابقه وقتی که ورزشکار بعد از مدتی بی تمرینی به تمرین می‌پردازد بیشتر شایع است. علاوه بر آن در افراد غیرحرفه‌ای که تازه به انجام فعالیت‌های

1. Exercise-induced muscle damage

* آدرس نویسنده مسئول مکاتبات:almasi.javad@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

شدید می‌پردازند، بدون توجه به اینکه در کدام فصل آموزشی_ تمرینی قرار دارند نیز کاملاً شایع است. علی‌رغم تحقیقات زیادی که در این مورد انجام گرفته است هنوز مکانیزم به وجود آمدن کوفتگی تأخیری، اثرات کوفتگی بر اجرا و عملکرد ورزشکار و روش‌های درمانی و باز توانی آن هنوز تا حدودی ناشناخته باقی مانده است (۶, ۷). گفته می‌شود که یکی از روش‌های کاهش یا درمان کوفتگی عضلانی تأخیری انجام تمرینات کششی قبل یا پس از تمرینات برونگرا است (۸, ۹). البته اعتقاد عده‌ای از محققین بر این است که کشش ایستا و پویای قبل و بعد از تمرین، هیچ‌گونه تأثیری بر کوفتگی عضلانی تأخیری ندارد (۱۰-۱۲). همچنین عده‌ای از محققین به سبب طویل شدن تارهای عضلانی و کشیده شدن تاندون‌های انتهایی عضلات و نهایتاً پارگی الیاف و آسیب بافت همبند، حرکات کششی ایستا و پویا را عاملی در جهت افزایش کوفتگی تأخیری می‌دانند (۱۳). بررسی‌ها در مورد اثربخشی کشش ایستا و پویا بر نشانه‌های ظاهری- عملکردی کوفتگی القایی تمرین متناقض می‌باشند، با این وجود تحقیقات در مورد اثرات کشش‌های تسهیل شده[2] بر کوفتگی القایی تمرین محدود و نامشخص است. کشش تسهیل عصبی- عضلانی از طریق حس عمقی یک روش داینامیک جهت درمان دیسفانکشن های عصبی-عضلانی است. تسهیل عصبی عضلانی گیرنده عمقی روشی است که می‌توان برای تحریک شل شدن عضله تحت کشش به کاربرد، به طوری که بتوان مفصل را در دامنه حرکتی بیشتر حرکت داد (۱۴). این روش در مراکز توان‌بخشی مورداستفاده قرار می‌گیرد . اما ورزشکاران و افرادی که دارای محدودیت انعطاف‌پذیری در گروه‌های عضلانی ویژه‌ای مانند همسترینگ هستند نیز می‌توانند به خوبی از آن استفاده کنند (۱۵). کشش تسهیل عصبی- عضلانی از طریق حس عمقی شامل استفاده از زنجیره‌های ترکیبی مختلف شل کردن و منقبض کردن عضلات تحت کشش است. نمونه ساده تمرین تسهیل عصبی-عضلانی از طریق حس عمقی عبارت است از حرکت غیرفعال یک عضو فرد در دامنه نهایی حرکت، انقباض هم طول عضلات در مقابل مقاومت دستی که فرد کمکی اعمال می‌کند، سپس شل کردن عضله و حرکت اندام برای اعمال کشش بیشتر. با تکرار این چرخه می‌توان به افزایش قابل‌توجه دامنه نهایی حرکت دست یافت (۱۶). این روش دامنه حرکت را افزایش می‌دهد، زیرا بازیابی دوک باعث کاهش درون داد آوران نوع Ia از دوک عضله می‌شود (۱۷). اگر انقباض عضلات موافق در دامنه انتهایی حرکت رخ دهد، این فرایند را می‌توان باز هم به میزان بیشتری افزایش داد. این کار باعث افزایش شل شدن عضلات مخالف یا عضلات تحت کشش می‌شود. تکنیک‌های کشش تسهیل عصبی- عضلانی همانند تکنیک کشش-انقباض-استراحت[3] برای مهیا ساختن عضلات با حرکات اکتیو و پاسیو به منظور بهبود انعطاف‌پذیری عضلانی از طریق مهار خودبخودی و متقابل می‌تواند یک روش مفید در این زمینه می‌تواند باشد . لذا فرض تحقیق حاضر برآنست که تمرینات شدید برونگرا در کنار کشش تسهیل عصبی- عضلانی ممکن است سفتی پاسیو عضلانی را کاهش دهد. و این امر ممکن است بتواند در افزایش میزان توسعه نیرو و افزایش بازدهی کار عضلانی در هنگام یک تمرین برونگرا(پلایومتریک) سهیم باشد (۱۸). تمرینات کششی همچنین ویژگی‌های مکانیکی واحد تاندون- عضله[4] را می‌تواند تحت تأثیر قرار دهد. بدین معنی که تنش بر روی واحد تاندون-عضله مؤلفه ویسکوالاستیکی بافت را تحت تأثیر قرار داده و منجر به افزایش کامپلینس عضلانی و کاهش سفتی عضله در خلال یک کشش خاص گردد. به خاطر بهبود انعطاف‌پذیری عضلانی یحتمل آسیب بافت پیوندی و عضلانی بعد از تمرین کاهش می‌یابد (۱۹). بنابراین با توجه به مبانی نظری، سوالات و مفروضات این پژوهش این بوده است که آیا تمرینات پلایومتریک توأم با کشش تسهیل عصبی-عضلانی از طریق حس عمقی بر افت شاخص‌های عملکردی عضلات حاصل از آسیب القایی تمرین(میزان درد و کوفتگی ادراک‌شده، تغییرات انعطاف‌پذیری همسترینگ، و متغیرهای عملکردی) تأثیر مثبت و تقلیل دهنده‌ای داشته است یا خیر؟!

مواد و روش‌ها

این تحقیق توصیفی از نوع شبه تجربی بود. جامعه آماری این پژوهش را دانشجویان غیر ورزشکار مرد تشکیل می‌دادند که به صورت داوطلبانه در این مطالعه شرکت کردند. آزمودنی‌ها به صورت همگن به دو گروه کنترل (۲۱نفر) و تجربی (۲۱نفر) تقسیم شدند. حجم نمونه برای بررسی اختلاف بین گروهی با استفاده از نرم‌افزار جی پاور نسخه (۳,۰,۱۰) برای آزمون آماری مربوطه با توان آماری ۰/۸۰ ، اندازه اثر ۰/۸۰ و سطح آلفا ۰/۰۵، ۲۱ نفر برای هر گروه برآورد گردید (۲۰).

به منظور رعایت موازین اخلاق در پژوهش، پیش از شروع کار از شرکت کننده ها رضایت‌نامه اخذ و از موضوع و روش اجرای مطالعه مطلع گردیدند. معیارهای ورود به مطالعه نمونه‌ها شامل: غیرفعال بودن ، نداشتن کوفتگی عضلانی تأخیری در شش ماه گذشته، عدم تمرینات قدرتی اندام تحتانی یا فعالیت جسمانی شدید در شش ماه گذشته و نداشتن سابقه آسیب دیدگی در اندام تحتانی در یک سال گذشته بود. معیارهای خروج از مطالعه بی ثباتی و شلی در مفصل زانو، عفونت مفصلی مزمن، آسیب دیدگی سر در شش ماه گذشته، انقباضات فلکشن در ران یا زانو، سابقه جراحی و آسیب

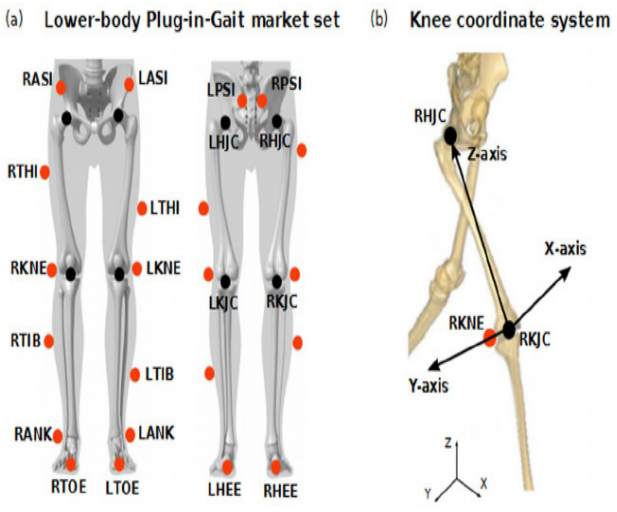
2. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF)

3. hold-relax

4. Muscle tendon unit(MTU)

Archive of SID
www.SID.ir

دیدگی در کمر و اندام تحتانی، محدودیت فعالیت بنا به دستور پزشک، نداشتن قدرت نرمال و دامنه حرکتی کامل در مفاصل اندام تحتانی، معلولیت ناشی از اختلالات عصبی – عضلانی، داشتن سایر ناهنجاری های وضعیتی مثل کف پای صاف وگود بود. گروه کنترل فقط تمرینات پلایومتریک القاء کننده کوفتگی عضلانی تأخیری را انجام دادند. گروه تجربی تحت کشش تسهیل عصبی-عضلانی از طریق حس عمقی قبل و بعد از تمرینات پلایومتریک القاء کننده کوفتگی عضلانی تأخیری قرار گرفتند. کلیه متغیرهای وابسته در هر دو گروه قبل از تمرین القاء کننده کوفتگی و ۴۸ ساعت بعدازآن موردراندازه‌گیری و ارزیابی قرار گرفت . برای ارزیابی سه‌بعدی متغیرهای کینماتیکی از سیستم تحلیل حرکتی Vicon شامل ۴ دوربین پرسرعت مادون‌قرمز سری T، با فرکانس نمونه‌برداری ۲۰۰ هرتز استفاده گردید. همچنین برای اندازه‌گیری نیروهای عکس‌العمل زمین، از دو صفحه نیرو Kistler (400*600 میلی‌متر) با فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰۰ هرتز استفاده شد. داده های کینتیکی با استفاده از فیلتر پایین گذر باتروورث با برش فرکانس ۲۰ هرتز هموار گردیدند. مدل استفاده شده در این تحقیق Plug-In-Gait lower body models بود که لازمه دستیابی و اجرای آن مشتمل بر مراحل: کالیبراسیون دوربین‌ها، آماده‌سازی آزمودنی، کپچر استاتیک، کپچر دینامیک و پردازش، تصحیح،کنترل و بررسی داده‌ها بود (شکل۱)(۲۱). پس از کالیبراسیون دوربین‌ها و نصب مارکرها از هر آزمودنی ۵ تریال گرفته و میانگین ۵ بار تکرار برای محاسبات آماری در نظر گرفته شد. پس از طی مراحل فوق در نرم‌افزار Vicon Nexus 1.8.5 پارامترهای بیومکانیکی تریال‌های پرش کانترموومنت برای آزمودنی‌ها توسط نرم‌افزارهای Polygon 3.5.1 و Visual3D v4 در سه صفحه ساجیتال، فرونتال و هوریزنتال استخراج گردید.



شکل۱. قرارگیری مارکرها برای مدل پلاگین گیت اندام تحتانی (نمای جلویی، عقبی).

مقیاس بصری اندازه‌گیری درد و کوفتگی عضلانی[5]: برای اندازه‌گیری درد از مقیاس دیداری درد، نشان‌دهنده درد بیماران در حالت کلی است. این مقیاس به صورت یک خط ده سانتی‌متری رسم می‌شود و برای درک مفهوم میزان درد توسط بیماران بین صفرتا ده سانتی‌متر درجه‌بندی می‌شود. عدد صفر هیچ‌گونه دردی را نشان نمی‌دهد، عدد ۱ تا ۳ درد خفیف، عدد ۴ تا ۶ درد متوسط و عدد ۷ تا ۱۰ درد شدید را بیان می‌کند . مقیاس بصری اندازه‌گیری درد و کوفتگی عضلانی به عنوان یک روش اندازه‌گیری پایا و معتبر برای تعیین شدت درد انسان به‌کار برده شد، و روایی آن برابر ۰/۷ می‌باشد (۲۲).

انعطاف‌پذیری همسترینگ: درحالی‌که آزمودنی به صورت طاق‌باز خوابیده پای غیر غالب فرد کشیده و پای غالب بدون آن‌که زانو خم شود با کمک دست تا آستانه درد بالا آورده می‌شود. سپس دامنه حرکتی خم شدن ران ثبت‌شده توسط نرم‌افزارVicon Nexus 1.8.5موردراندازه‌گیری قرارمی گیرد (شکل۲).

نحوه اجرای برنامه تمرینات پلایومتریک در گروه تجربی: پروتکل تمرینی پلایومتریک از مطالعه مارکوویچ و همکاران (۲۳) انتخاب و با توجه به شرایط آزمودنی‌ها و انجام مطالعه مقدماتی تا حدی تعدیل شد. هر دور پرش متوالی از روی مانع و با حداکثر ارتفاع و حداقل زمان تماس پا با زمین انجام می‌گرفت، فاصله موانع از همدیگر یک متر بود. هر دور پرش از حالت ایستاده شامل شش ریبانه بعد از پرش سقوطی از جعبه ۴۰ سانتی‌متری بود. مکث بین هر ریبانه حدوداً پنج ثانیه و استراحت بین دوره‌ها سه دقیقه بود. مدت زمان تمرین پلایومتریک حدود ۲۵ دقیقه بود.

گروه تجربی پروتکل ترکیبی تمرینی پلایومتریک وکشش تسهیل عصبی– عضلانی از طریق حس عمقی را به صورت: سه روز قبل از اجرای تمرینات پلایومتریک، گروه تجربی تمرینات کششی تسهیل عصبی– عضلانی از طریق حس عمقی را به صورت تکنیک کشش- انقباض-استراحت (۱۰ ثانیه انقباض ایزومتریک در پی ۵ ثانیه استراحت و نهایتاً ۲۰ ثانیه کشش) را انجام و در چهارمین روز پروتکل، ابتدا تمرینات پلایومتریک و در خاتمه آن مجدداً تمرینات کششی تسهیل عصبی– عضلانی از طریق حس عمقی را انجام دادند. تمرینات کششی تسهیل عصبی– عضلانی از طریق حس عمقی دو جلسه در روز و هر جلسه به مدت ۱۰ دقیقه انجام می‌گرفت.

گروه کنترل فقط پروتکل تمرینی پلایومتریک را انجام می‌دادند.

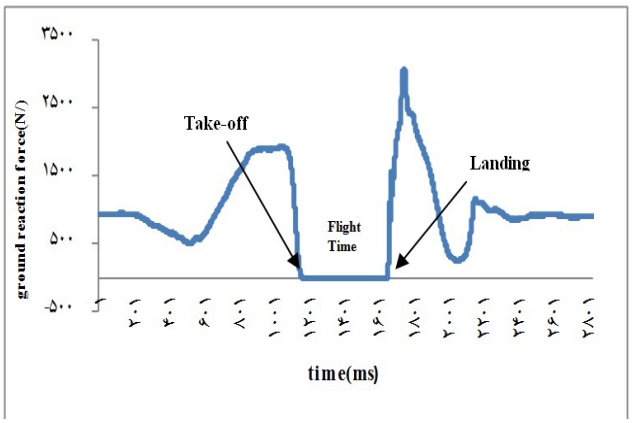
پرش از حالت ایستاده[6]: هدف از این تست عمدتاً ارزیابی قدرت انفجاری اندام تحتانی است. در این تست آزمودنی درحالی‌که

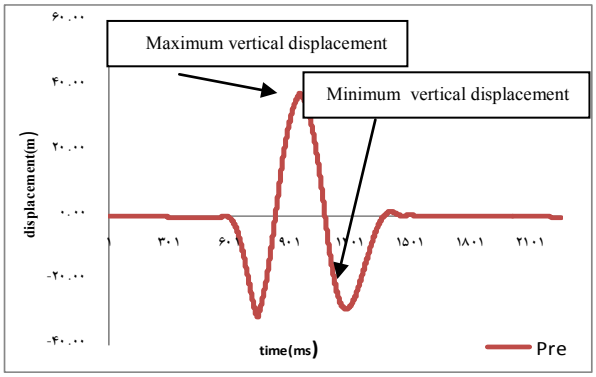
5. Visual Analog Scale(VAS)
6. Countermovement Jump

Archive of SID

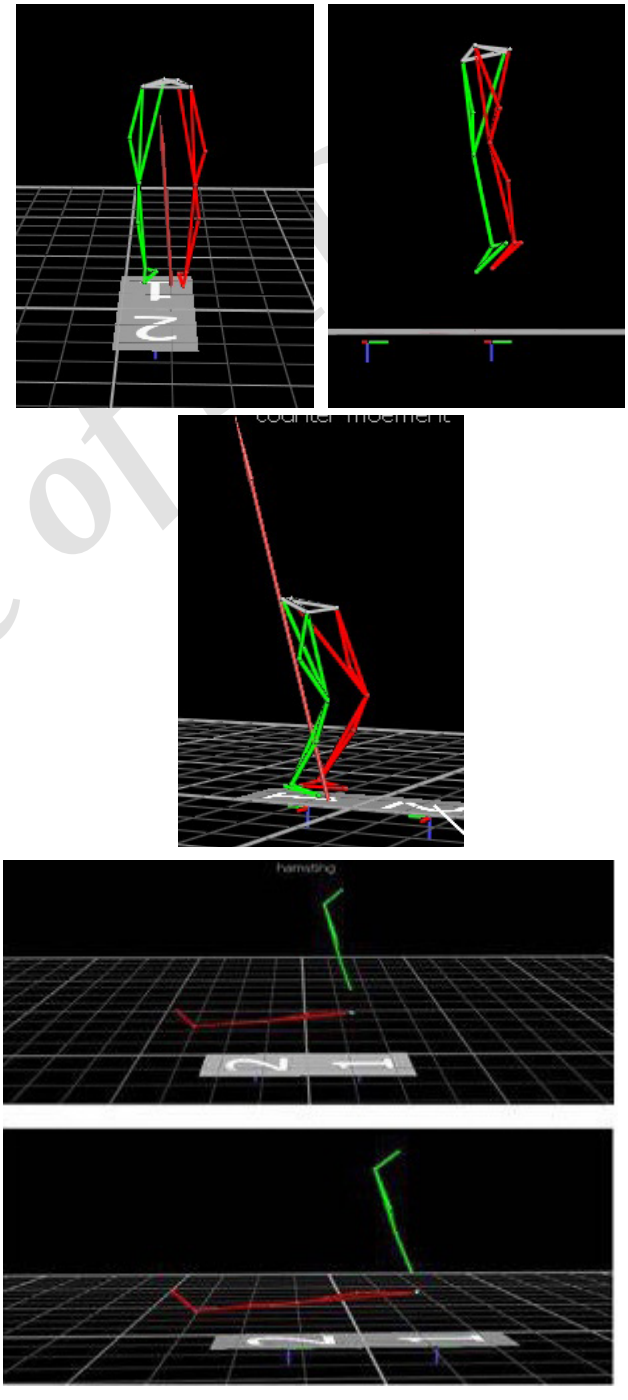
www.SID.ir

دست‌هایش را بر روی لگن قرار داده بدون اینکه زانوها را خم کند می‌ایستد، سپس بدون آنکه دست‌ها جدا یا زانوها هنگام پرش خم‌شده باشند تا جائی‌که می‌تواند به بالا پرش می‌نماید(شکل۲)، و حداکثر جابجایی عمودی مرکز ثقل (ارتفاع پرش)، زمان پرواز و میانگین توان، حداکثر نیروی فرود و حداکثر سرعت در لحظه تیک آف با کمک نرم‌افزارهای Vicon Nexus 1.8.5، Polygon 4.1.2 و Visual3D v5 محاسبه گردید (شکل ۳) (۲۴و۲۵) .





شکل ۳. الف) منحنی جابجایی-زمان ب) منحنی نیرو- زمان پرش کانترموومنت



شکل۲. آزمون ارزیابی انعطاف‌پذیری همسترینگ و پرش کانترموومنت از طریق سیستم تحلیل حرکتی

جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها و امکان استفاده از آزمون‌های پارامتریک، از آزمون Shapiro-Wilks استفاده شد. داده های پرتی که سه یا بیش از سه واحد انحراف معیار از میانگین مربوط به خودشان فاصله داشتند قبل از تحلیل داده ها حذف شدند. از آزمون t دو گروه مستقل جهت مقایسه بین گروهی و از t همبسته جهت مقایسه درون گروهی استفاده گردید. از اندازه اثر آزمون t همبسته در گروه تجربی برای برآورد میزان اثربخشی متغیر مستقل استفاده گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ و سطح معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) صورت گرفت .

یافته‌ها

جدول(۱) متغیرهای جمعیت شناختی آزمودنی‌ها را نشان می‌دهد و نتایج آزمون Shapiro-wilk نشان داد که توزیع اکثر پارامترها نرمال بود . هیچ تفاوت معنی‌داری در قد، وزن و سن دو گروه از آزمودنی‌ها مشاهده نگردید ($p\geq۰/۰۵$) .

Archive of SID
www.SID.ir

جدول .۱ متغیرهای جمعیت شناختی آزمودنی ها

متغیرها	گروه کنترل	گروه تجربی	مقدار t	P
سن (سال)	۲۱/۱۴±۲/۱۹	۲۱/۸۲±۱/۶	۱/۰۷	۰/۲۸۹
قد(سانتی‌متر)	۱۷۷/۱۴±۵/۶۰	۱۷۴/۸۷±۵/۱	۱/۴۹	۰/۱۴۹
جرم(کیلوگرم)	۷۶/۲۸±۱۱/۵۶	۷۴/۴۲±۱۰/۱	۰/۶۳۳	۰/۵۳۸
شاخص توده بدن	۲۴/۲۹±۳/۴۶	۲۴/۳۰±۲/۸۵	۰/۰۱۲	۰/۹۹۱

مقایسه درون گروهی در گروه کنترل (پلایومتریک) نشان داد ۴۸ ساعت بعد از تمرینات پلایومتریک کاهش میانگین ارتفاع پرش به صورت معنی‌داری (۱۳/۷۷ درصد) مشهود بود (P=۰/۰۲۷). ولیکن این روند کاهشی در گروه تجربی (پلایومتریک و کششی تسهیل عصبی– عضلانی از طریق حس عمقی) در ۴۸ ساعت پس از تمرین نسبت به قبل از تمرین مشهود نبود و اختلافی بین قبل و بعد در این گروه مشاهده نشد (P=۰/۱۴۳). مقایسه نتایج درون گروهی در گروه کنترل نشان می‌دهد ۴۸ ساعت بعد از تمرینات پلایومتریک کاهش ارتفاع پس از فرود به صورت معنی‌داری (۱۵/۷۲ درصد) مشهود بود (P=۰/۰۰۱). ولیکن این روند کاهشی در گروه تجربی در ۴۸ ساعت پس از تمرین نسبت به قبل از تمرین مشهود نبود و اختلافی بین قبل و بعد در این گروه مشاهده نشد (P=۰/۱۳۸). مقایسه نتایج درون گروهی در گروه کنترل نشان می‌دهد ۴۸ ساعت بعد از تمرینات پلایومتریک کاهش میانگین توان به صورت معنی‌داری (۱۰/۸۰ درصد) مشهود بود (P=۰/۰۱۹). ولیکن این روند کاهشی در گروه تجربی در ۴۸ ساعت پس از تمرین نسبت به قبل از تمرین مشهود نبود و اختلافی بین قبل و بعد در این گروه مشاهده نشد (P=۰/۱۰۲). مقایسه درون گروهی در گروه کنترل نشان داد ۴۸ ساعت بعد از تمرینات پلایومتریک کاهش حداکثر نیروی فرود به صورت معنی‌داری (۲۰/۵ درصد) مشهود بود (P=۰/۰۰۸). ولیکن این روند کاهشی در گروه تجربی در ۴۸ ساعت پس از تمرین نسبت به قبل از تمرین مشهود نبود و اختلافی بین قبل و بعد در این گروه مشاهده نشد (P=۰/۵۷۵) (جدول۲).

جدول۲. مقایسه میانگین متغیر پارامترهای پرش از حالت ایستاده به تفکیک قبل و بعد

پرش از حالت ایستاده	تمرین	گروه کنترل	گروه تجربی	P value بین گروهی
ارتفاع پرش(متر)	قبل	۰/۴۵۰±۰/۰۸۰	۰/۴۲۰±۰/۰۶۴	۰/۴۵۱
	بعد	۰/۳۸۸±۰/۰۴۹	۰/۳۹۴±۰/۰۵۴	۰/۸۴۷
	P value درون گروهی	۰/۰۲۷	۰/۱۴۳	
ارتفاع پس از فرود (متر)	قبل	-۰/۳۸۸±۰/۲۸۳	-۰/۵۲۵±۰/۳۳۰	۰/۴۱۹
	بعد	-۰/۳۲۷±۰/۲۹۲	-۰/۳۲۲±۰/۲۸۶	۰/۹۷۴
	P value درون گروهی	۰/۰۰۱	۰/۱۳۸	
زمان پرواز(میلی‌ثانیه)	قبل	۵۳۰/۷۱±۷۱/۶۷	۵۱۰/۲۳±۵۹/۴۶	۰/۵۷۲
	بعد	۴۶۴/۲۸±۶۳/۷۳	۴۶۸/۳۳±۵۵/۵۴	۰/۹۰۱
	P value درون گروهی	۰/۰۳۰	۰/۰۲۹	
میانگین توان(وات بر کیلوگرم)	قبل	۲۸/۱۴±۵/۱۳	۲۷/۱۵±۴/۶۴	۰/۷۱۴
	بعد	۲۵/۱۰±۴/۱۴	۲۵/۷۹±۴/۶۵	۰/۷۷۳
	P value درون گروهی	۰/۰۱۹	۰/۱۰۲	
حداکثر نیروی فرود(نیوتن/گیلوگرم)	قبل	۴۴/۸۱±۶/۳۲	۴۴/۳۷±۵/۲۳	۰/۸۸۹
	بعد	۳۵/۶۲±۵/۸۹	۴۲/۲۲±۷/۳۵	۰/۰۹۰
	P value درون گروهی	۰/۰۰۸	۰/۵۷۵	
حداکثر سرعت در لحظه تیک آف(متربرثانیه)	قبل	۲/۸۲±۰/۵۴۲	۲/۷۶±۰/۳۰۳	۰/۷۸۹
	بعد	۲/۷۰±۰/۲۹۸	۲/۷۶±۰/۳۳۵	۰/۷۳۳
	P value درون گروهی	۰/۵۱۱	۰/۹۶۵	

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج حاکی از اختلاف بین گروهی معنی‌دار انعطاف‌پذیری همسترینگ بعد از تمرین در گروه پلایومتریک در مقایسه با گروه پلایومتریک و کششی تسهیل عصبی– عضلانی از طریق حس عمقی داشت (P=۰/۰۲۲). نتایج درون گروهی نیز نشان داد بعد از تمرینات پلایومتریک کاهش انعطاف‌پذیری همسترینگ در گروه پلایومتریک (۴۸ ساعت بعد از تمرین) به صورت غیر معنی‌داری (تقریباً ۷/۲۷ درصد) مشهود بود. که این روند کاهشی در گروه پلایومتریک و کششی تسهیل عصبی– عضلانی از طریق حس عمقی در ۴۸ ساعت پس از تمرین نسبت به قبل از تمرین کمتر مشهود بود (d=۱/۰۹ ، P=۲۱۷) (جدول۳).

جدول۳. مقایسه انعطاف‌پذیری همسترینگ به تفکیک قبل و بعد

متغیر	تمرین	گروه کنترل	گروه تجربی	P value بین گروهی
انعطاف‌پذیری همسترینگ (درجه)	قبل	۸۱/۴۲±۴/۰۳	۸۲/۴۳±۴/۷۷	۰/۶۷۴
	بعد	۷۵/۵۰±۴/۷۱	۸۱/۷۲±۴/۱۲	۰/۰۲۲
P value درون گروهی		۰/۰۸۲	۰/۲۱۷	

نتایج حاکی از عدم تفاوت معنی‌دار میزان درد و کوفتگی ادراک‌شده بعد از تمرین در گروه کنترل در مقایسه با گروه تجربی داشت (P=۰/۰۸). مقایسه درون گروهی نشان داد بعد از تمرینات پلایومتریک افزایش میزان درد و کوفتگی ادراک‌شده در گروه کنترل(۴۸ ساعت بعد از تمرین) به صورت معنی‌داری(۷۱/۱۲ درصد) مشهود بود(P=۰/۰۰). که این روند افزایشی در گروه تجربی در ۴۸ ساعت پس از تمرین نسبت به قبل از تمرین کمتر(۵۰/۸۲ درصد) مشهود بود(P=۰/۰۰) (جدول۴).

جدول ۴. مقایسه میزان درد و کوفتگی ادراک‌شده به تفکیک قبل و بعد

متغیر	تمرین	گروه کنترل	گروه تجربی	P value بین گروهی
میزان درد و کوفتگی ادراک‌شده	قبل	۰/۰۷۱±۰/۱۲	۰/۰۸۵±۰/۱۰	۰/۸۲۲
	بعد	۵/۰۵±۰/۶۹	۴/۳۲±۰/۴۷	۰/۰۸
	P value درون گروهی	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	

بحث

نتایج حاکی از عدم اثربخشی روش تمرین ترکیبی(پلایومتریک و کششی تسهیل عصبی– عضلانی از طریق حس عمقی) در طی گذشت زمان بر میزان افت پارامترهای پرش عمقی بود. یافته‌های درون گروهی در گروه کنترل حاکی از کاهش میانگین ارتفاع پرش داشت، که این کاهش در ارتفاع می‌تواند ناشی از اثر القایی کوفتگی عضلانی ناشی از تمرینات پلایومتریک در این گروه باشد. ولیکن این روند کاهشی در گروه تجربی تقریباً مشهود نبود. لذا نتایج حاصله ممکن است حاکی از اثربخشی تمرینات کششی پیشگیرانندہ تسهیل عصبی– عضلانی از طریق حس عمقی در ۴۸ ساعت بعد از تمرین بر روی ارتفاع پرش در گروه تجربی باشد. مقایسه درون گروهی گروه کنترل نشان داد ۴۸ ساعت بعد از تمرینات پلایومتریک کاهش ارتفاع پس از فرود مشهود بود که این کاهش در ارتفاع پس از فرود می‌تواند ناشی از اثر القایی کوفتگی عضلانی ناشی از تمرینات پلایومتریک در این گروه باشد. ولیکن این روند کاهشی در گروه تجربی مشهود نبود. لذا نتایج حاصله ممکن است حاکی از اثربخشی تمرینات کششی پیشگیرانندہ تسهیل عصبی– عضلانی از طریق حس عمقی در ۴۸ ساعت بعد از تمرین بر روی ارتفاع پس از فرود در این گروه باشد. مقایسه درون گروهی گروه کنترل نشان داد ۴۸ ساعت بعد از تمرینات پلایومتریک کاهش میانگین توان مشهود بودکه این کاهش در میانگین توان می‌تواند ناشی از اثر القایی کوفتگی عضلانی ناشی از تمرینات پلایومتریک در این گروه باشد. ولیکن این روند کاهشی در گروه تجربی مشهود نبود. لذا نتایج حاصله ممکن است حاکی از اثربخشی تمرینات کششی پیشگیرانندہ کششی تسهیل عصبی– عضلانی از طریق حس عمقی در ۴۸ ساعت بعد از تمرین بر روی کاهش توان در گروه تجربی باشد. مقایسه درون گروهی گروه کنترل نشان داد ۴۸ ساعت بعد از تمرینات پلایومتریک کاهش حداکثر نیروی فرود مشهود بود که این کاهش در حداکثر نیروی فرود می‌تواند ناشی از اثر القایی کوفتگی عضلانی ناشی از

Archive of SID

www.SID.ir

تمرینات پلایومتریک در این گروه باشد. ولیکن این روند کاهشی در گروه تجربی مشهود نبود . لذا نتایج حاصله ممکن است حاکی از اثربخشی تمرینات کششی پیشگیرانند تسهیل عصبی– عضلانی از طریق حس عمقی در ۴۸ ساعت بعد از تمرین بر روی حداکثر نیروی فرود در گروه ترکیبی باشد. نتایج این تحقیق همسو با نتایج تحقیق ارگینسون و همکاران در بررسی مقایسه ایی تاثیر تمرین پلایومتریک طی دو هفته بر کاهش قدرت هم طول عضله چهار سر رانی و ارتفاع پرش عمودی بود (۲۶) . نتایج تحقیق پاشیکو و همکاران در اثربخشی کششی تسهیل عصبی– عضلانی از طریق حس عمقی بر ارتفاع پرش در حالت ایستاده نیز همسو با نتیجه این تحقیق بود (۲۸) . ولیکن در مغایرت با تحقیق پلیس و همکاران بود که نشان دادند کششی تسهیل عصبی– عضلانی از طریق حس عمقی بر میزان پرش از حالت ایستاده ، بی تاثیر است (۲۷). به نظر می رسد علت این تناقص به تاثیر زمان اجرای کشش های تسهیل شده بر می گردد که در روش تحقیق ذکر شده الگوی کشش های تسهیل شده بعد از تمرین بوده ولیکن در تحقیق حاضر الگوی بکار رفته چند روز قبل از تمرینات پلایومتریک بوده است.

نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از اثربخشی روش تمرین ترکیبی در طی گذشت زمان‌بر میزان کاهش انعطاف‌پذیری عضلات همسترینگ داشت. که مقایسه نتایج درون گروهی گروه کنترل مبتنی بر کاهش انعطاف‌پذیری همسترینگ نیز در راستای نتیجه فوق بود. این روند کاهشی در گروه تجربی کمتر مشهود بود. لذا نتایج حاصله می‌تواند حاکی از اثربخشی کششی تسهیل عصبی– عضلانی از طریق حس عمقی بر انعطاف‌پذیری همسترینگ ۴۸ ساعت بعد از تمرین باشد. نتیجه این تحقیق همسو با نتایج تحقیق هال و همکاران در اثربخشی سه نوع کشش ایستا، پویا و کششی تسهیل عصبی– عضلانی از طریق حس عمقی بر بهبود دامنه حرکتی چرخش داخلی گلنوهومرال بعد از یک هفته اعمال کشش کششی تسهیل عصبی– عضلانی از طریق حس عمقی، هولد- ریلکس داشت (۳۰) .

توفاس و همکاران گزارش کردند که در مردان غیر ورزشکار دامنه‌ی حرکتی و قدرت هم طول بیشینه پس از اجرای دو سری تمرین پلایومتریک پرش از روی جعبه۵۰ سانتی‌متری مستقر روی تشک‌های ورزشی (هشت مرحله‌ی ۱۲ تایی) تغییری نمی‌کند(۲۹). این تناقضات ممکن است ناشی از عوامل متعددی مانند سن، آمادگی قبلی، وضعیت مکان ورزشی، گروه‌های عضلانی درگیر، شدت، مدت تمرین، تکنیک‌ها و زمان اندازه‌گیری باشد. ثنوی و همکاران نیز همراستا با نتایج این تحقیق گزارش کردند که کششی تسهیل عصبی- عضلانی از طریق حس عمقی، باعث افزایش انعطاف‌پذیری عضلات همسترینگ می‌گردد (۳۱) .

نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از عدم تأثیر پیشگیرانند کشش تسهیل عصبی– عضلانی بر میزان درد و کوفتگی ادراک‌شده داشت . در همین راستا نتایج درون گروهی نیز نشان داد بعد از تمرینات پلایومتریک افزایش میزان درد و کوفتگی ادراک‌شده در گروه کنترل مشهودتر ولیکن این روند افزایشی در گروه تجربی تقریباً کمتر مشهود بود. چندین دلیل برای علت درد ادراک‌شده در کوفتگی عضلانی تأخیری پیشنهاد می‌گردد. اسمیت و همکاران معتقدند که التهاب و خیز درون سلولی باعث فشردگی پایانه‌های عصبی حساس به درد می‌گردند (۳۲) . این ممکن است منجر به افزایش حساسیت این اعصاب و بنابراین درد گردد. لذا از این تئوری توجیه‌کننده که چرا درد تنها با لمس و حرکت احساس می‌شود نه در هنگام استراحت و بی‌حرکتی، حمایت می شود . زمانی که عضله تحت فشار مکانیکی قرار می‌گیرد فشار درون آن افزایش‌یافته و فشردگی پایانه‌های عصبی روی می‌دهد. بااین‌وجود کلارسون و نیوهام معتقدند که رهایی میانجی‌ها در فرآیند التهابی از قبیل: سروتونین و هیستامین است که پایانه‌های عصبی را حساس کرده و منجر به درد می‌گردند (۳۳). نتایج حاصل از این مطالعه با مطالعه هایق و همکاران (۳۴) و جانسون و همکاران (۱۰) که به ترتیب عدم اثربخشی کشش درمانی بر کوفتگی ادراکی چهار سر و همسترینگ را نشان دادند، همخوانی ندارد . آن‌ها کشش ایستا را قبل از تمرین القاء کوفتگی اعمال کردند و نتایج شان درد ادراکی را تحت تأثیر قرار نداد. دلیل این مغایرت می تواند نوع کشش متفاوت به‌کار رفته باشد.

استفاده آزمودنی‌های صرفا با جنس مرد از جمله محدویت‌های تحقیق حاضر بود که تعمیم این نتایج به‌کل جامعه با مشکل مواجه است. همچنین با توجه به ابزار مورداستفاده در این پژوهش امکان بررسی نحوه فعالیت عضلات وجود نداشت.

به‌طور کلی یافته‌های حاصل از این تحقیق می تواند به درمان‌گرهای جسمانی و مربیان به منظور توسعه استراتژهای مبتنی بر تاثیرات پیشگیرانند به منظور بهبود عملکرد عضلانی، اجراهای ورزشی و کمک به تقلیل کوفتگی القایی ناشی از تمرینات برونگرا کمک کننده باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان با کد اخلاق به شماره ۱۶/۳۵/۹/۱۸۶/پ بود. مؤلفین این مقاله تشکر صمیمانه خود را به خاطر همکاری دانشجویان شرکت‌کننده در این تحقیق اظهار می‌نمایند .هم‌چنین از دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان به خاطر در اختیار گذاردن آزمایشگاه بیومکانیک تقدیر به عمل می‌آید.

Archive of SID

www.SID.ir

References

1. Barlas P, Craig JA, Robinson J, Walsh DM, Baxter GD, Allen JM. Managing delayed-onset muscle soreness: lack of effect of selected oral systemic analgesics. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2000;81(7):966-72. [Pubmed]

2. Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. American journal of physical medicine & rehabilitation. 2002;81(11):S52-S69. [Pubmed]

3. Jamurtas AZ, Theocharis V, Tofas T, Tsiokanos A, Yfanti C, Paschalis V, et al. Comparison between leg and arm eccentric exercises of the same relative intensity on indices of muscle damage. European journal of applied physiology. 2005;95(2-3):179-85. [Pubmed]

4. Hatchett A, Berry C, Oliva C, Wiley D, St Hilaire J, LaRochelle A. A Comparison between Chocolate Milk and a Raw Milk Honey Solution's Influence on Delayed Onset of Muscle Soreness. Sports. 2016;4(1):18. [Pubmed]

5. Weerapong P, Hume PA, Kolt GS. Preventative strategies for exercise-induced muscle damage. Critical Reviews™ in Physical and Rehabilitation Medicine. 2004;16(2):133-49. [Scopus]

6. Cannavino CR, Abrams J, Palinkas LA, Saglimbeni A, Bracker MD. Efficacy of transdermal ketoprofen for delayed onset muscle soreness. Clinical Journal of Sport Medicine. 2003;13(4):200-8. [Pubmed]

7. Stone MB, Merrick MA, Ingersoll CD, Edwards JE. Preliminary comparison of bromelain and ibuprofen for delayed onset muscle soreness management. Clinical Journal of Sport Medicine. 2002;12(6):373-8. [Pubmed]

8. Cleak M, Eston R. Delayed onset muscle soreness: mechanisms and management. Journal of sports sciences. 1992;10(4):325-41. [Pubmed]

9. Abraham WM. Factors in delayed muscle soreness. Medicine and science in sports. 1977;9(1):11-20. [Pubmed]

10. Johansson P, Lindström L, Sundelin G, Lindström B. The effects of preexercise stretching on muscular soreness, tenderness and force loss following heavy eccentric exercise. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 1999;9(4):219-25. [Pubmed]

11. Herbert RD, Gabriel M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. Bmj. 2002;325(7362):468. [Pubmed]

12. Wessel J, Wan A. Effect of stretching on the intensity of delayed-onset muscle soreness. Clinical Journal of Sport Medicine. 1994;4(2):83-7. [Scopus]

13. Smith LL, Brunetz MH, Chenier TC, McCammon MR, Houmard JA, Franklin ME, et al. The effects of static and ballistic stretching on delayed onset muscle soreness and creatine kinase. Research quarterly for exercise and sport. 1993;64(1):103-7. [Pubmed]

14. Knott M, Voss DE. Proprioceptive neuromuscular facilitation: patterns and techniques. Hoeber Medical Division, Harper & Row; 1968.

15. Osternig LR, Robertson RN, Troxel RK, Hansen P. Differential responses to proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretch techniques. Medicine and Science in Sports and Exercise. 1990;22(1):106-11. [Pubmed]

16. Etnyre BR, Abraham LD. H-reflex changes during static stretching and two variations of proprioceptive neuromuscular facilitation techniques. Electroencephalography and clinical Neurophysiology. 1986;63(2):174-9. [Pubmed]

Archive of SID

www.SID.ir

17. Hardy L, Jones D. Dynamic flexibility and proprioceptive neuromuscular facilitation. Research Quarterly for Exercise and Sport. 1986;57(2):150-3. [Scopus]

18. Bishop D. Warm up I. Sports medicine. 2003;33(6):439-54.

19. Magnusson P, Renström P. The European College of Sports Sciences Position statement: The role of stretching exercises in sports. European journal of sport science. 2006;6(2):87-91. [Scopus]

20. 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):175-91. [Pubmed]

21. Kadaba MP, Ramakrishnan H, Wootten M. Measurement of lower extremity kinematics during level walking. Journal of ortopaedic research. 1990;8(3):383-92. [Pubmed]

22. Yakut E, Bayar B, Meriç A, Bayar K, Yakut Y. Reliability and validity of reverse visual analog scale (right to left) in different intensity of pain. The Pain Clinic. 2003;15(1):1-6.

23. Markovic G. Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. British journal of sports medicine. 2007;41(6):349-55. [Pubmed]

24. Lees A, Vanrenterghem J, De Clercq D. The maximal and submaximal vertical jump: implications for strength and conditioning. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2004;18(4):787-91. [Pubmed]

25. Hara M, Shibayama A, Takeshita D, Hay DC, Fukashiro S. A comparison of the mechanical effect of arm swing and countermovement on the lower extremities in vertical jumping. Human movement science. 2008;27(4):636-48. [Pubmed]

26. Marginson V, Rowlands AV, Gleeson NP, Eston RG. Comparison of the symptoms of exercise-induced muscle damage after an initial and repeated bout of plyometric exercise in men and boys. Journal of Applied physiology. 2005;99(3):1174-81. [Pubmed]

27. Place N, Blum Y, Armand S, Maffiuletti NA, Behm DG. Effects of a short proprioceptive neuromuscular facilitation stretching bout on quadriceps neuromuscular function, flexibility, and vertical jump performance. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2013;27(2):463-70. [Pubmed]

28. Pacheco L, Balius R, Aliste L, Pujol M, Pedret C. The acute effects of different stretching exercises on jump performance. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2011;25(11):2991-8. [Pubmed]

29. Tofas T, Jamurtas AZ, Fatouros I, Nikolaidis MG, Koutedakis Y, Sinouris EA, et al. Plyometric exercise increases serum indices of muscle damage and collagen breakdown. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2008;22(2):490-6. [Pubmed]

30. Hall J, Oliver GD, Stone AJ. Comparison of active, passive, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching for improving glenohumeral internal rotation. Athletic Training and Sports Health Care. 2012;4(4):181-8.

31. Mohammadi Sh, Zafari A, Firouzi M. Comparison Of Muscular Performance Induced By Maximum Voluntary Isometric Contraction Durationsin PNF Training. Researchers in Sport Science Quarterly. 2011;2(1):26-30.

32. Plowman SA, Smith DL. Exercise physiology for health fitness and performance. Lippincott Williams & Wilkins; 2013.

33. Clarkson P, Newham D, editors. Associations between muscle soreness, damage, and fatigue. Fatigue; 1995:384:457-69. [Pubmed]

Archive of SID

www.SID.ir

34. High DM, Howley ET, Franks BD. The effects of static stretching and warm-up on prevention of delayed-onset muscle soreness. Research quarterly for exercise and sport. 1989;60(4):357-61. [Pubmed]

Archive of SID

www.SID.ir