

The Effect of 16 Weeks Progressive Exercise Training on the Delay in the Activating Vastus Medialis Oblique Muscle into the Vastus Lateralis Muscle During Squatting and Stepping Down in the Students of Imam Ali Military University

Mohammad Reza Izadi^{1*}, Sajjad Mohammad Yari²

¹ Department of Exercise Physiology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

² Department of Physical Education and Health, Imam Ali Officers' Academy, Tehran, Iran

Abstract

Introduction: The effect of exercise training on delaying the onset of vastus medialis oblique muscle versus vastus latralis muscle is important in preventing pain in the military population. The aim of this study was to investigate the effect of 16 weeks progressive exercise training on the delay in the activating vastus medialis oblique muscle into the vastus lateralis muscle during squatting and stepping down in the students of Imam Ali Military University.

Methods and Materials: The present resaerch is an experimental study. 100 students of Imam Ali Military University randomly divided into three control groups (n=37), progressive exercise training group (n=33) and progressive exercise training group + booster session (n=30). Then the training groups practiced for 16 weeks each week contain 3 sessions. Visual analog scale was used for electrical recording of muscle activity from the surface electromyographic device (sEMG) eight channels and assessing the intensity of pain from the visual scale of pain measurement (VAS).

Results: The results of the present study indicated that the mean time delay in the operation of VMO muscle to VL muscle decreased significantly ($P \leq 0.05$) in the groups that performed progressive exercise training. Moreover, the results of visual analog scale (VAS) test after intervention compared to before, showed a decrease in students' pain score ($P \leq 0.05$).

Discussion and Conclusion: Advanced exercise, especially with a weekly booster session, reduced the time delay of VMO muscle activation and improved the temporal imbalance between internal and external wide muscle activity, which it could possibly be an indicator of reducing pain and infection in officer students Knee pain, especially PFPS.

Keywords: Progressive exercise training, Vastus medialis oblique muscle, Vastus lateralis muscle, Military students, Booster session

(*Corresponding Author) Mohammad Reza Izadi, Faculty of Physical Education and Exercise Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, I.R. Iran. Email: m-izadi@phdstu.scu.ac.ir Tel\Fax:00986133330010

تأثیر ۱۶ هفته تمرینات پیشرونده بر تأخیر زمان وارد عمل شدن عضله پهن مایل داخلی نسبت به عضله پهن خارجی حین حرکت چمباتمه و پایین رفتن از پله در دانشجویان دانشگاه افسری امام علی (ع)

محمد رضا ایزدی^{۱*}، سجاد محمد یاری^۲

^۱ گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

^۲ گروه تربیت بدنی دانشگاه افسری امام علی (ع)، تهران، ایران

چکیده

مقدمه: اثر تمرینات ورزشی بر تأخیر زمان وارد عمل شدن عضله پهن مایل داخلی نسبت به عضله پهن خارجی در پیشگیری از بروز درد در نیروهای نظامی قابل توجه است. هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر ۱۶ هفته تمرینات پیشرونده بر تأخیر زمان وارد عمل شدن عضله پهن مایل داخلی نسبت به عضله پهن خارجی حین حرکت چمباتمه و پایین رفتن از پله در دانشجویان دانشگاه افسری امام علی (ع) می باشد.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر از نوع تجربی است. تعداد ۱۰۰ دانشجوی سال اول دانشگاه افسری امام علی (ع) به صورت تصادفی به سه گروه کنترل ($n=37$)، گروه تمرین پیشرونده ($n=33$) و گروه تمرین پیشرونده+Booster session (جلسات تمرینی با شدت مضاعف) ($n=30$) تقسیم شدند. سپس گروه‌های تمرینی به مدت ۱۶ هفته و هر هفته ۳ جلسه به تمرین پرداختند. برای ثبت الکتریکی فعالیت عضلات از دستگاه الکترومیوگرافی سطحی (sEMG) هشت کاناله و برای ارزیابی شدت درد از مقیاس بصری سنجش درد (VAS) استفاده شد. داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس دو طرفه (two-way ANOVA) تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج مطالعه حاضر نشان داد در گروه‌هایی که به اجرای تمرینات پیشرونده پرداختند، میانگین تأخیر زمانی وارد عمل شدن عضله VMO به عضله VL کاهش معناداری یافت ($P \leq 0/05$) و در حین پایین آمدن از پله در گروهی که همین تمرینات را با Booster session انجام دادند این کاهش تأخیر زمانی وارد عمل شدن عضله VMO به عضله VL چشمگیرتر از سایر گروه‌ها بود. همچنین نتایج آزمون دیداری درد بعد از مداخله نسبت به قبل از آن، کاهش نمره درد دانشجویان را نشان داد ($P \leq 0/05$).
بحث و نتیجه‌گیری: تمرینات پیشرونده، به خصوص با یک وهله جلسه تقویتی در هفته، تأخیر زمانی فعال شدن عضله VMO را کاهش داد و عدم تعادل زمانی بین فعالیت عضلات پهن داخلی و خارجی را بهبود بخشید که احتمالاً می‌تواند شاخصی برای کاهش درد و ابتلای دانشجویان افسری به دردهای زانو به خصوص PFPS باشد.

کلمات کلیدی: تمرین پیشرونده، عضله پهن مایل داخلی، عضله پهن خارجی، دانشجویان نظامی، Booster session

مقدمه

و بروز درد نیز فرد نظامی را از انجام فعالیت‌های کاری روزانه باز می‌دارد (۱). دردهای ناحیه زانو شایع‌ترین انواع دردهایی است که دانشجویان دانشگاه‌های افسری نسبت به آن شکایت دارند (۲) که

شروع درد می‌تواند علائم شروع یک آسیب باشد، نشناختن علت و بی‌توجهی به پدیده درد می‌تواند شانس بروز آسیب را افزایش دهد

کردن VMO قبل از VL و یا بیشتر بودن شدت فعالیت VMO نسبت به VL این تمایل حرکت کشکک به خارج را کنترل می‌کند. اما نوع این تمرینات، شدت و پیشروندگی این تمرینات در رسیدن به این سازگاری، از اهمیت خاصی برخوردار است (۵، ۹).

تمرینات پیشرونده تمریناتی هستند که از سطوح مختلفی تشکیل می‌شود و هدف از آن طراحی تمرینی جامع و متناسب با هر سطح است که به عنوان یک شیوه تمرین درمانی منجر به پیشگیری از بروز درد در ناحیه مورد نظر می‌شود. از مهم‌ترین مزایای تمرینات پیشرونده در پیشگیری از آسیب‌ها و دردهای ناشی از فعالیت‌های مداوم و شدید در نیروهای نظامی است. این تمرینات ترکیبی از تمرینات زنجیره بسته، تمرینات کششی پویا و ایستا، تمرینات تقویتی، تمرینات عمقی Core Training و تمرین‌های عصبی عضلانی است (۹، ۱۰). Booster session یا جلسات تقویتی، به جلسات تمرینی اضافه‌ای گفته می‌شود که در انتهای هر سطح از تمرینات، آزمودنی‌ها مجموع یادگیری‌های آن سطح را با شدت بیشتری در یک جلسه انجام می‌دهند (۱۱).

پژوهشگران انجام تمرینات کشش ایستا، تمرینات قدرتی تمرینات عصبی-عضلانی، تمرینات Core و تمرینات زنجیره‌های باز و بسته را را در پیشگیری از بروز درد در نیروهای نظامی کمتر بررسی کرده‌اند و نتایج ضد و نقیض نیز ارائه کرده‌اند (۱، ۱۲). در مطالعه Gomes و همکاران (۲۰۱۸)، که به مدت ۱۲ هفته بر روی سربازان ارتش برزیل انجام شد، آزمودنی‌ها تمرینات عصبی عضلانی شامل تمرینات رفت و برگشت بین موانع، چابکی و استارت زدن‌های کوتاه را در سربازان با سابقه درد انجام دادند. این مطالعه در تمامی مفاصل اندام تحتانی انجام شد و نتایج، بهبود وضعیت سلامت و درد در مفصل زانو را نسبت به گروه‌های بدون تمرین نشان داد (۹). Divine و همکاران (۲۰۱۱) نیز به مدت ۱۴ هفته بر روی نیروهای نظامی برای پیشگیری از ابتلای به PFPS تمرینات منتخب زنجیره بسته و کشش عضلات جلو، پشت و جانب مفصل زانو را انجام دادند. نتایج نشان داد این تمرینات پس از پایش آزمودنی‌ها موجب کاهش ۷۵ درصدی ابتلای این جمعیت به علائم PFPS نسبت به گروه کنترل شدند (۱). مطالعات زیادی از طریق الکترومیوگرافی نسبت فعالیت عضله VMO به عضله VL را در حرکت‌های مختلف تمرینی سنجیده‌اند اما مطالعات محدودی در افراد نظامی و به خصوص

ناشی از تمرینات رژه، حمل بار در مسافت‌های طولانی و استفاده بیش از حد از اندام می‌باشد. مطالعات نشان می‌دهد آسیب‌های اسکلتی عضلانی ناشی از افزایش بار، موجب از دست رفتن بخش قابل توجهی از زمان مفید دوره آموزش‌های نظامی پایه می‌شود و از علل مهم کاهش سودمندی آموزش‌های نظامی می‌باشد (۳، ۴). سندرم درد کشککی رانی زانو (Patellofemoral Pain Syndrome) در افراد نظامی که به طور دائم باید آمادگی جسمانی مطلوبی داشته باشند، عاملی بازدارنده و نگران کننده است. یکی از مورد پذیرش‌ترین فرضیه‌ها در زمینه علت ایجاد این سندرم، حرکت غیر طبیعی کشکک در شیار تروکلیا به دلیل عدم توازن عملکرد دو عضله (Vastus Medialis Oblique, VMO) و (Vastus Lateralis, VL) است (۵). در افراد نظامی و بخصوص دانشجویان دانشگاه‌های افسری، به دلیل نوع خاص تمرینات و فشار بالای تمریناتی همچون رژه و انواع مارش‌ها، تمرینات قدرتی و استقامتی و نیز تمرینات طولانی حمل (به خصوص در سال‌های ابتدایی ورود به دانشگاه) شانس ابتلای به این سندرم بسیار جدی است. به طوری که شکایت گروه عمده‌ای از این دانشجویان، دردهای ناحیه قدامی زانو و دردهای پشت زانو می‌باشد (۲).

عضله VMO به عنوان اصلی‌ترین عضله‌ی ثابت دهنده داخلی برای کشکک شناخته می‌شود و در جاگیری مناسب کشکک و عملکرد بهینه مفصل کشککی رانی نقش بسزایی دارد. ضعف این عضله می‌تواند به جابجایی کشکک به خارج منجر شود. حداکثر نیرو و سرعت انقباضی بزرگتر عضله VL به نسبت به VMO می‌تواند سبب تمایل حرکت کشکک به سمت خارج شود (۵، ۶). مگر اینکه الگوی فعال شدن عضلات به گونه‌ای این اختلافات را پوشش دهد. محققان نشان داده‌اند که بین تاخیر فعالیت VMO و مسیر حرکتی نامطلوب پاتلا در بیماران با درد قدامی زانو ارتباط وجود دارد (۷). نسبت فعالیت عضله VMO به عضله VL در الکترومیوگرافی از این حیث اهمیت دارد که می‌توان با سنجش تاخیر زمانی فعال شدن این عضلات نسبت به هم، مستعد بودن آزمودنی به سندرم درد کشککی رانی و بروز دردهای ناشی از آن را پیش بینی کرد و برای جلوگیری از پیشرفت این عارضه اقدام کرد (۸). احتمالاً تمرینات ورزشی با سازگاری‌های عصبی-عضلانی کنترل الگوی فعالیت این دو عضله از طریق روش تنظیم زمانبندی و وارد عمل

برای انجام هر ثبت و کاهش نویز امواج دستگانه، از هر فرد خواسته می‌شود سه بار انقباض‌ها را انجام دهد، سپس بیشترین مقدار انقباض ثبت شده به عنوان حداکثر انقباض ارادی انتخاب شد. به افراد نحوه و انجام پوزیشن انقباضی آموزش داده شد. برای جلوگیری از خستگی، بین تکرارها آزمودنی‌ها ۳۰ ثانیه استراحت کردند. در پایان، سیگنال‌های ثبت شده ذخیره شد و برای تعیین زمان شروع، زمان پایان و مدت زمان فعالیت الکتریکی، سیگنال‌های ثبت شده توسط switch Foot مورد استفاده قرار گرفت. زمان شروع و پایان فعالیت الکتریکی عضلات حین انقباض، به ترتیب اختلاف زمانی شروع یا پایان سیگنال switch Foot تا شروع یا پایان سیگنال الکترومیوگرافی بود. مدت زمان فعالیت الکتریکی عضلات نیز فاصله زمانی بین زمان شروع و زمان پایان فعالیت الکتریکی عضلات بود. فعالیت الکتریکی عضلات بر حسب square mean Root در برنامه مربوط به دستگاه Log Data انجام شد و در نهایت پس از جمع‌آوری اطلاعات، داده‌ها تحلیل شدند. در انتها زمان فعال شدن عضله VMO منهای زمان فعال شدن عضله VL به عنوان شاخص سنجش، محاسبه شد. برای انجام آزمون پایین رفتن از پله یا Step Down که در یک سمت اندام تحتانی انجام می‌گیرد، آزمودنی روی یک چهار پایه به ارتفاع ۲۰/۳۲ سانتی متر می‌ایستد و سپس وزنش را روی یک پا تحمل می‌کند و پای دیگر را به سمت کف زمین به جلو و پایین می‌آورد. پاشنه پا با کف زمین تماس پیدا می‌کند و سپس با اکستنشن کامل زانو به حالت اولیه باز می‌گردد.

در ابتدا و انتهای مطالعه از مقیاس بصری سنجش درد (VAS) visual (VAS) analog scale برای ارزیابی شدت درد استفاده شد. این مقیاس روشی جهت ارزیابی SUBJECTIVE شدت درد بیمار می‌باشد که از ۰-۱۰ درجه بندی می‌شود. به آزمودنی توضیح داده شد که عدد صفر بیانگر عدم وجود هرگونه درد و عدد ۱۰ نشانگر بیشترین میزان دردی است که فرد در طول یک ماه گذشته در حالت استراحت تحمل کرده است. پس از توضیحات لازم، آزمودنی عدد مورد نظر را انتخاب کردند و به عنوان نمره آن‌ها در آزمون ارزیابی شدت درد ثبت شد.

برنامه تمرینات ورزشی

جلسات به صورت سه جلسه در هفته اجرا شد و هر جلسه به

دانشجویان دانشگاه‌های افسری که به خاطر تمرینات خاص خود بیشتر در معرض دردهای زانو و عوارض PFPS قرار دارند، صورت گرفته است. همچنین مداخله تمرینی تمرینات پیشرونده با و بدون Booster session برای اولین بار است که صورت می‌گیرد. لذا هدف مطالعه‌ی حاضر تاثیر یک دوره تمرینات پیشرونده بر تغییرات تاخیر زمان وارد عمل شدن عضله پهن مایل داخلی به عضله پهن خارجی حین حرکت چمباتمه و پایین رفتن از پله در دانشجویان دانشگاه افسری امام علی (ع) بود.

مواد و روش‌ها

جامعه آماری پژوهش حاضر دانشجویان دانشگاه افسری امام علی (ع) بود. معیارهای ورود به مطالعه عدم وجود ناهنجاری‌های اندام تحتانی (که با ارزیابی‌های بصری و عملکردی قابل مشاهده باشد)، داشتن سلامت عمومی و عدم وجود سابقه جراحی یا صدمات ناشی از ضربات در طی ۶ ماه گذشته بود. تعداد ۱۰۰ نفر از دانشجویان به صورت تصادفی به عنوان نمونه پژوهش انتخاب شدند و به صورت داوطلبانه با تکمیل فرم رضایت نامه‌ی همکاری در کار پژوهشی آمادگی خود را در جهت شرکت در این پژوهش اعلام کردند. به صورت تصادفی افراد به سه گروه مداخله تمرینی، مداخله تمرینی با Booster session و کنترل تقسیم شدند. ویژگی‌های دموگرافیک افراد شرکت کننده در جلسه اول اخذ شد. مطالعه به صورت پیش آزمون و پس آزمون انجام شد. موارد مربوط به اخلاق در پژوهش در پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی بررسی شد و مطالعه‌ی حاضر با شناسه اخلاق ۱۳۹۸.۱۲۱. IR.SSRC.REC. مصوب گردید. پس از زدودن موهای ناحیه‌ای که الکترودها به پوست وصل می‌شود، الکترودهایی از جنس کلرید نقره مورد استفاده قرار گرفت. الکتروده گذاری عضله VMO، ۴ سانتی متر بالاتر و ۳ سانتی متر داخل تر از قاعده کشکک و عضله VL، ۱۰ سانتی متر بالاتر و ۶ سانتی متر خارج تر نسبت به قاعده کشکک انجام شد. ثبت الکتریکی فعالیت عضلات از دستگاه الکترومیوگرافی سطحی (sEMG) هشت کاناله استفاده شد. سیگنال‌های الکترومیوگرافی با پهنای باند ۲۰ تا ۵۰۰ هرتز، حساسیت آمپلی فایر ۳ mv و فرکانس ۱۰۰۰ هرتز ثبت شد. برای بررسی عضلات اطراف مفصل زانو الکترودها در دو حالت انقباض ایزومتریک در حالت چمباتمه و پایین رفتن از پله ثبت شد.

تعداد بر روی یک پا، نشست و برخاست‌های ایستگاهی با دویدن بین موانع، تمرینات زیگزاگی، تغییر جهت‌های ۱۸۰ درجه‌ای در مسافت‌های کوتاه و عبور از موانع با پرش‌های تک پا (به سمت جلو و عقب و بالا و پایین سکوه‌های تمرینی) بود. هر تمرین ۱۰ تکرار تا ۱۵ تکرار در زمان ۲۰ تا ۳۰ ثانیه با رعایت اضافه بار انجام شد. در گروهی که تمرین +Booster session انجام دادند، آزمودنی‌ها در جلسه آخر تمرینی هر هفته، تمرینات آن هفته را با دوبرابر مدت زمان هر ست در جلسات اول انجام می‌دادند. اما گروه تمرینی بدون Booster session تمرینات را بدون تغییر در زمان انجام می‌دادند.

تجزیه تحلیل آماری داده‌ها: داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۴ محاسبه و تحلیل شد. داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس دو طرفه (two-way ANOVA) تجزیه و تحلیل شدند. داده‌ها به صورت انحراف استاندارد \pm میانگین گزارش شدند. سطح معنی‌داری در آزمون‌ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در حرکت چمباتمه قبل از مداخلات، میانگین تاخیر زمانی وارد عمل شدن عضله VMO به عضله VL با بعد از مداخلات به ترتیب در گروه تمرین +Booster session و گروه تمرین معنی‌دار بود ($P=0/003$) و ($P=0/001$). ولی در گروه کنترل معنادار نبود ($P=0/14$). در گروه تمرین +Booster session بعد از مداخله نسبت به گروه کنترل بعد از مداخله به ترتیب شاهد تفاوت معنادار ($P=0/001$) و کمتر شدن زمان تاخیر در فعال شدن عضله VMO به عضله VL بودیم. در همین حرکت در گروه تمرین بعد از مداخله نسبت به گروه کنترل بعد از مداخله شاهد تفاوت معنادار ($P=0/01$) و کمتر شدن زمان تاخیر در فعال شدن عضله VMO به عضله VL بودیم.

در حرکت پایین رفتن از پله، قبل از مداخلات، میانگین تاخیر زمانی وارد عمل شدن عضله VMO به عضله VL با بعد از مداخلات به ترتیب در گروه تمرین +Booster session و گروه تمرین معنی‌دار بود ($P=0/001$) و ($P=0/003$). ولی در گروه کنترل معنی‌دار نبود ($P=0/11$). در گروه تمرین +Booster session بعد از مداخله نسبت به گروه‌های تمرین و کنترل بعد از مداخله به ترتیب شاهد تفاوت معنادار ($P=0/03$) و ($P=0/01$) و کمتر شدن زمان تاخیر در فعال شدن عضله VMO به عضله VL بودیم. در همین حرکت در گروه

مدت ۶۰ دقیقه. هفته اول هر سطح آموزش، همزمان با اجرای مربی، تمرینات اجرا شد و در هفته‌های بعدی خود آزمودنی تمرینات را با نظارت مربی انجام دادند. برای گرم کردن، دانشجویان ۷ دقیقه دویدن نرم انجام دادند. تمرینات پویا با هدف خون‌رسانی به عضلات شامل جاگینگ، زانو بلند از پشت با حرکت به سمت جلو و عقب، زانو بلند، پروانه و کشش پویا شامل کشش پویای عضلات پشت ساق در حالت زانوی خم و صاف، حرکات پاندولی شامل اداکشن، اداکشن، فلکشن، اکستنشن و حرکت لانچ در ابتدای برنامه‌ی همه جلسات اجرا شد.

تمرینات در ۴ سطح برگزار و هر سطح با مدت زمان یک ماه با هدفی خاص اجرا شد. از سطح اول تا چهارم تمرینات به صورت پیشرونده هستند. در سطح اول تمرینات با هدف تقویت عضلات Core و عضلات موثر در ایجاد تعادل اندام تحتانی انجام شد. در این سطح تقویت عضلات تک مفصلی اصلی و اولیه‌ی ثابت دهنده‌ی تنه و اندام تحتانی انجام شد. این تمرینات شامل پل زدن، تمرین پلانک، نشست ۷ شکل، کرانچ قیچی، تمرین تعادل با استفاده از تیلت برد و وابل برد بود. این تمرینات در ۵ ست و هر ست ۵ بار و هر بار ۱۰ تا ۳۰ ثانیه با رعایت اصل اضافه بار انجام شد. در سطح دوم، تقویت استاتیک عضلات اندام تحتانی در زنجیره باز انجام می‌شود. هدف از این سطح، تقویت ایستا در عضلات بزرگ اندام تحتانی است. تمرینات این سطح شامل باز کردن زانو (فعال شدن عضلات همسترینگ) با چرخش خارجی ساق و ران در زوایای ۳۰، ۴۰ و ۶۰ درجه، SLR یا صاف کردن زانو در حالت خوابیده و نزدیک کردن دو پا در حوالت خوابیده برای تقویت اداکتورها با یک توپ بود. هر تمرین ۱۰ تکرار در زمان ۱۰ تا ۳۰ ثانیه با رعایت اضافه بار انجام شد. در سطح سوم، تمرینات زنجیره بسته با هدف هماهنگی در زمانبندی و هم انقباضی عضلات است انجام می‌شود که در آن عضلات بزرگ از طریق تحمل وزن بدن آزمودنی تقویت می‌شود. تمریناتی از جمله لانچ، اسکوات چسبیده به دیوار با یک پا، بلند شدن از حالت نشسته با یک پا، تحمل کل وزن بدن بر روی انگشتان پا و بر روی پاشنه. در این سطح بر زوایای حرکتی ۳۰ و ۴۵ درجه و بار اضافه می‌شود. در سطح چهارم، تمرینات با رویکرد عصبی-عضلانی با هدف و آمادگی عضلات با تغییر مسیرهای سریع و انفجاری می‌باشد. این سطح شامل تمرینات دو وظیفه‌ای

جدول ۱- میانگین تاخیر زمانی@ وارد عمل شدن عضله VMO به عضله VL قبل و بعد از مداخلات تمرینی در گروه‌های مختلف

حرکت	گروه تمرین					
	گروه کنترل (n=۳۷)		گروه تمرین (n=۳۷)		+booster session (n=۳۷)	
	قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد
چمباتمه	۱۳/۶۴±۰/۵۳	۱۳/۱۴±۰/۶۳	#* ۸/۴۷±۰/۴۴	۱۳/۱۸±۰/۷۸	#* ۶/۶۶±۰/۸۷	۱۲/۹۴±۰/۲۳
پایین رفتن از پله	۳/۵۸±۰/۵۳	۳/۵۰±۰/۶۷	#* ۲/۴۸±۰/۸۳	۳/۸۰±۰/۱۳	#&* ۲/۱۱±۰/۶۵	۳/۸۱±۰/۲۳

@ مقادیر وارد شده در جدول برابر است با زمان فعال شدن عضله VMO منهای زمان فعال شدن عضله VL

مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار و بر حسب میلی ثانیه گزارش شده‌اند

* اختلاف معنادار با قبل از مداخله. # اختلاف معنادار با گروه کنترل بعد از مداخله. & اختلاف معنادار با گروه تمرین بعد از مداخله. \$ اختلاف معنادار با گروه تمرین + Booster session بعد از مداخله
سطح معنی داری $P \leq 0/05$

جدول ۲- تغییرات نمرات درد قبل و بعد از مداخلات تمرینی

حرکت	گروه تمرین					
	گروه کنترل (n=۳۷)		گروه تمرین (n=۳۷)		+booster session (n=۳۷)	
	قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد
نمرات درد آزمون VAS	۴۱±۱۹	۴۵±۲۴	* ۲۳±۱۱	۴۲±۲۲	* ۱۸±۱۰	۳۸±۱۷

نمرات آزمون بر اساس ۱۰۰ میلیمتر از اندازه خط کش ده سانتی متری مقیاس VAS برآورد شده است.

مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار و بر حسب میلی ثانیه گزارش شده‌اند

* اختلاف معنادار با قبل از مداخله. # اختلاف معنادار با گروه کنترل بعد از مداخله. & اختلاف معنادار با گروه تمرین بعد از مداخله. \$ اختلاف معنادار با گروه تمرین + Booster session بعد از مداخله
سطح معنی داری $P \leq 0/05$

دیداری درد بعد از مداخله نسبت به قبل از آن، کاهش نمره درد دانشجویان را نشان داد.

شیوه‌های تمرینی رایج که بر تقویت عضله VMO برای بهبود پایداری دینامیکی کشکک تمرکز کرده‌اند، قادر به تقویت انتخابی این عضله نبوده‌اند. بنابراین تاکنون تصور بر این بوده است که درمان موفقیت آمیز درد کشککی رانی می‌تواند از طریق تمرینات تقویت عمومی عضله چهارسر رانی حاصل گردد، در حالی که چنین تمریناتی قدرت هر دو عضله پهن داخلی و خارجی را به طور برابری افزایش داده و لذا تفاوت‌های بین قدرت این دو عضله را مرتفع نمی‌کنند و منجر به برجسته‌تر شدن تفاوت زمان فعال شدن عضلات پهن داخلی و خارجی و تشدید درد شده‌اند. بنابراین تمریناتی که نیروهای خارجی و داخلی را روی کشکک متعادل نکند، سبب افزایش جابجایی خارجی پاتلا و تشدید عدم تعادل نیروی عضلات VMO و VL و در نتیجه برجسته‌تر شدن PFPS می‌گردد (۱۳، ۱۴).

مطالعات گذشته نشان داده‌اند تمرینات ورزشی پیشرونده با تاثیر

تمرین بعد از مداخله نسبت به گروه کنترل بعد از مداخله شاهد تفاوت معنادار ($P=0/01$) و کمتر شدن زمان تاخیر در فعال شدن عضله VMO به عضله VL بودیم (جدول ۱).

میانگین نمرات آزمون درد VAS قبل از مداخلات با بعد از مداخلات تنها در گروه تمرین + Booster session و گروه تمرین معنی دار بود ($P=0/001$) و ($P=0/01$). ولی در گروه کنترل معنی دار نبود ($P=0/33$) (جدول ۲).

بحث و نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد در گروه‌هایی که به اجرای تمرینات سطح بندی شده‌ی پیشرونده پرداختند، میانگین تاخیر زمانی وارد عمل شدن عضله VMO به عضله VL کاهش یافت. و در حین پایین آمدن از پله در گروهی که همین تمرینات را با Booster session انجام دادند این کاهش تاخیر زمانی وارد عمل شدن عضله VMO به عضله VL چشمگیرتر از سایر گروه‌ها بود. همچنین نتایج آزمون

وزن بر روی یک پا و تحمل وزن بر روی هر دو پا بررسی شود و نیز از زنجیره‌های مختلف حرکتی استفاده شود و عضلات مد نظر در درجات مختلفی فعال شوند. در حالت پایین رفتن از پله که تحمل وزن با یک اندام است، نیروهای خارجی وارد بر زانو افزایش یافته و باعث تمایل به خارج کشکک می‌شود (۲۰). بنابراین احتمالاً VMO جهت مقابله با این حرکت رو به خارج کشکک فعالیت بیشتری را از خود نشان می‌دهد. اما با توجه به افزایش فعالیت الکترومیوگرافی عضله VMO در مقایسه با VL در زاویه ۲۰ درجه فلکشن زانو حین پایین آمدن از پله در مقایسه با زاویه متناظر خود در حین حالت چمباتمه، به نظر می‌رسد که تقویت عضله VMO در دامنه‌های ابتدایی فلکشن حین حالت پایین آمدن از پله دارای اهمیت زیادی است (۲۱). با توجه به اینکه نتایج این مطالعه نشان داد تنها حین حالت پایین آمدن از پله بین دو گروه تمرین با Booster session و بدون Booster session تفاوت وجود داشت. احتمالاً بتوان این مورد را به نقش شدت بالای تمرین از زاویه صفر تا ۳۰ درجه توجیه کرد. چرا که معمولاً در تمرینات، زاویه صفر تا ۳۰ درجه کمتر از سایر زوایا درگیر می‌شود (۲۲) و نشان می‌دهد شدت بالای تمرین به وسیله Booster session احتمالاً نقص تقویت در این زاویه را جبران می‌کند. تمرینات زنجیره بسته و حتی تمرینات پس از گذشت ۱۶ هفته از مداخله تمرینی، میانگین نمرات درد آزمودنی‌ها با آزمون VAS به طور معناداری نسبت به قبل از مداخله تفاوت معناداری داشت. این تفاوت‌ها را احتمالاً می‌توان به ماهیت تمرین درمانی تمرینات پیشرونده در مقابله با دردهای ناشی از PFPS دانست (۵).

به طور کلی اجرای تمرینات پیشرونده، تأخیر زمانی فعال شدن عضله VMO را کاهش داده و عدم تعادل زمانی بین فعالیت عضلات پهن داخلی و خارجی را بهبود بخشید که می‌تواند شاخصی برای کاهش درد و ابتلای دانشجویان افسری به دردهای زانو به خصوص PFPS باشد. همچنین جلسات تمرینی با یک وهله Boostersession در هفته میزان تأخیر زمانی فعال شدن عضله VMO را در حرکت پایین آمدن از پله بیشتر از سایر گروه‌ها بهبود بخشید. بنابراین این نوع تمرینات احتمالاً در نیروهای نظامی اعم از دانشجویان افسری، نیروهای عملیاتی و حتی ستادی می‌تواند عاملی برای پیشگیری از بروز درد در اندام تحتانی و بخصوص در ناحیه پیشنهاد شود.

بر سیستم عصبی-عضلانی و تقویت عضلات ریز، عمقی و تک مفصلی، دردهای اندام پایین تنه را در گروه ورزشکاران و نظامیان کاهش می‌دهد (۱۰). احتمالاً مکانسیم اثر تمرینات پیشرونده را بتوان به دخیل شدن نیروهای داخلی مربوط به انقباض عضلات و گشتاور نیروهای خارجی ناشی از وزن را در تمرینات زنجیره باز و بسته که جزئی از تمرینات پیشرونده هستند نسبت داد (۹، ۱۰). پژوهشگران معتقدند کنترل نیروهای لغزشی که به نوبه خود مانع از جابجایی بیشتر درشت نی به جلو می‌شود نیز با تمرینات زنجیره بسته و تعادلی تعدیل می‌شود. مطالعاتی نشان داده است همین تمرینات سبب بهبود حس عمقی در مفصل زانو می‌شوند (۵، ۱۵، ۱۶). تمرینات عصبی عضلانی نیز موجب فعال شدن عضلات ریز پایدارکننده اطراف مفصل زانو می‌شود و نیز حس عمقی را در اطراف این مفصل بهبود می‌بخشد (۹).

مطالعاتی بیان کرده‌اند که یکی از عوامل اصلی که در کاهش تأخیر زمانی وارد عمل شدن عضله VMO نقش دارد، انشعابات نورون‌های حرکتی سیستم عصبی محیطی است که سبب انقباض و واکنش سریعتر در انواع انقباض می‌شود (۹، ۱۷، ۱۸). در مطالعه‌ی Parkkari و همکاران (۲۰۱۱) که گروهی از تمرینات عصبی-عضلانی را به صورت پیمایشی در مدت ۱۸۰ روز بر روی دانشجویان نظامی ۱۹ ساله فنلاندی که مشکلات درد در ناحیه اندام تحتانی (میچ پا و زانو) داشتند انجام دادند، نتایج نشان داد، درصد بروز آسیب‌های حاد در گروه‌های تمرین نسبت به گروه‌های کنترل تفاوت معناداری داشت و نیز بهبود آسیب دیدگی‌های قبلی نیز در جمعیت شرکت کننده در این پیمایش حاصل شده بود (۱۷). بنابراین احتمالاً تمرینات عصبی عضلانی که سطح آخر تمرینات پیشرونده را تشکیل می‌دهد، در تسریع واکنش نورون‌های حسی و حرکتی مرتبط به عضله VMO و جلوگیری از بروز PFPS نقش دارد.

شدت فعالیت ورزشی یک عامل اصلی و تعیین کننده در نقش فعالیت ورزشی در سطح تغییرات فیزیولوژیایی و مکانیکی عضله اسکلتی و عصب است (۱۹) و در تمرین با جلسات Boostersession، نسبت به گروه تمرین بدون Booster session، عامل شدت تمرین دستکاری شده است و به تبع تغییراتی در الکترومیوگرافی عضله ایجاد شده است. علت انتخاب دو حرکت چمباتمه و پایین آمدن از پله این بود که فعالیت عضلات مد نظر در دو حالت تحمل

حاضر، حاصل پروژه جایگزین خدمت بنیاد ملی نخبگان نویسنده مسئول بوده است که با همکاری معاونت پژوهشی دانشگاه افسری امام علی (ع) و بخش تربیت بدنی این دانشگاه انجام شده است.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از دانشجویان دانشگاه افسری امام علی (ع) که در مطالعه حاضر شرکت کردند کمال تشکر و قدردانی به عمل می‌آید. مطالعه

REFERENCES

- 1- Divine J. Exercise training to prevent anterior knee pain in military recruits. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2012;22(3):288-9.
- 2- Weishaar MD, McMillian DJ, Moore JH. Identification and management of 2 femoral shaft stress injuries. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2005;35(10):665-73.
- 3- Heir T, Glomsaker P. Epidemiology of musculoskeletal injuries among Norwegian conscripts undergoing basic military training. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 1996;6(3):186-91.
- 4- Salari A, Yazdi NK, Fathi M. A comparison of the lower limb joint angles during the step parade return and flexibility in soldiers with and without Shin Splints. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2018;25(169).
- 5- Abtahi E, Majdoleslam B, Abdolahi I, Rahgozar M. Onset Latency of Vastus Medialis Obliques and Vastus Lateralis in Patients with Patellofemoral Pain Syndrome: Open or Closed Chain Terminal Knee Extension Exercise. *Journal of Kerman University of Medical Sciences*. 2010 Jan 1;17(4):307-15.
- 6- Coqueiro KRR, Bevilaqua-Grossi D, Bérzin F, Soares AB, Candolo C, Monteiro-Pedro V. Analysis on the activation of the VMO and VLL muscles during semisquat exercises with and without hip adduction in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2005;15(6):596-603.
- 7- Lin F, Wilson NA, Makhsous M, Press JM, Koh JL, Nuber GW, et al. In vivo patellar tracking induced by individual quadriceps components in individuals with patellofemoral pain. *Journal of biomechanics*. 2010;43(2):235-41.
- 8- Akbar M, Farahmand F, Jafari A, Foumani MS. A detailed and validated three dimensional dynamic model of the patellofemoral joint. *Journal of biomechanical engineering*. 2012 Apr 1;134(4).
- 9- de Andrade Gomes MZ, Pinfieldi CE. Prevalence of musculoskeletal injuries and a proposal for neuromuscular training to prevent lower limb injuries in Brazilian Army soldiers: an observational study. *Military medical research*. 2018;5(1):23.
- 10- Mayer JM, Childs JD, Neilson BD, Chen H, Koppenhaver SL, Quillen WS. Effect of lumbar progressive resistance exercise on lumbar muscular strength and Core muscular endurance in soldiers. *Military medicine*. 2016;181(11-12):e1615-e22.
- 11- Fitzgerald G, Fritz J, Childs J, Brennan G, Talisa V, Gil A, et al. Exercise, manual therapy, and use of Booster sessions in physical therapy for knee osteoarthritis: a multi-center, factorial randomized clinical trial. *Osteoarthritis and cartilage*. 2016;24(8):1340-9.
- 12- Dawson SJ, Herrington L. Improving single-legged-squat performance: comparing 2 training methods with potential implications for injury prevention. *Journal of athletic training*. 2015;50(9):921-9.
- 13- Chiu JK, Wong Y-m, Yung PS, Ng GY. The effects of quadriceps strengthening on pain, function, and patellofemoral joint contact area in persons with patellofemoral pain. *American journal of physical medicine & rehabilitation*. 2012;91(2):98-106.
- 14- Wong Y-M, Straub RK, Powers CM. The VMO: VL activation ratio while squatting with hip adduction is influenced by the choice of recording electrode. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2013;23(2):443-7.
- 15- Prentice WE. *Rehabilitation techniques for sports medicine and athletic training* 2004.
- 16- Witvrouw E, Danneels L, Van Tiggelen D, Willems TM, Cambier D. Open versus closed kinetic chain exercises in patellofemoral pain: a 5-year prospective randomized study. *The American journal of sports medicine*. 2004;32(5):1122-30.
- 17- Parkkari J, Taanila H, Suni J, Mattila VM, Ohrankämnen O, Vuorinen P, et al. Neuromuscular training with injury prevention counselling to decrease the risk of acute musculoskeletal injury in young men during military service: a population-based, randomised study. *BMC medicine*. 2011;9(1):35.
- 18- Morrow N, Weighart H. Examining Neuromuscular Control of the Vastus Medialis Oblique and Vastus Lateralis During Foundational Dance Movements. 2019.
- 19- Batrakoulis A, Loules G, Georgakouli K, Tsimeas P, Draganidis D, Chatzinikolaou A, et al. High-intensity interval neuromuscular training promotes exercise behavioral regulation, adherence and weight loss in inactive obese women. *European journal of sport science*. 2019:1-10.
- 20- Motealleh A, Maroufi N, Sarrafzadeh J, Sanjari MA, Salehi N. Comparative Evaluation of Core and Knee Extensor Mechanism Muscle Activation Patterns in a Stair Stepping Task in Healthy Controls and Patellofemoral Pain



- Patients. Journal of Rehabilitation Sciences & Research. 2014;1(4):84-91.
- 21- Bolgla LA, Shaffer SW, Malone TR. Vastus medialis activation during knee extension exercises: evidence for exercise prescription. Journal of sport rehabilitation. 2008;17(1).
- 22- Bagheri H, Hadian Mr, Talebian S, Zarbakhsh M, Atarbashi Mb, Olyaie Gr. The Effect Of 20 And 60 Degrees Of Knee Flexion On Electromyography Biofeedback And Ratio Of Vastus Medialis Oblique To Vastus Lateralis Muscles In Closed Kinetic Chain During Squat And Step-Down Exercises. 2002.