Arch
10.22037/jrm.2019.112347.2179 Research Article

# Comparison of the Effects of Knee Local, Proximal, and Distal Training on Knee Pain, Function, and Dynamic Balance in Athletes with Patellofemoral Pain Syndrome

Sara Asadi*[1], Seyyed Hossin Hossini[2], Hassan Daneshmandi[3]

1. MSc in Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Guilan, Iran
2. PhD, Assistant Professor, Department of Physical Education & Sport Sciences, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Guilan, Iran
3. PhD, Professor, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Guilan, Iran

Received: 2019.August.20 Revised: 2019.September.22 Accepted: 2019.September.30 Published Online: 2019.October.02

## ABSTRACT

Background and Aims: Patellofemoral pain syndrome is a common musculoskeletal disorder. Quadriceps exercises are used as standard exercises for patellofemoral pain syndrome rehabilitation, but in addition to the weakness of quadriceps muscles, the weakness and shortness of the knee proximal and distal muscles are also effective in the incidence of this syndrome. The aim of the current study was to investigate the effect of knee local, proximal, and distal training on performance, dynamic balance, and pain in athletes with this syndrome.

Materials and Methods**:** A total of 39 athletes with patellofemoral pain syndrome, diagnosed by a specialist practitioner, with an average age of 25.5 ± 3.35 years, were voluntarily included in the study and were randomly assigned to three groups of proximal, including hip and knee muscles exercises (n=12), distal, including ankle and knee muscles exercises (n=11), and and control, including only knee muscles local exercises (n=12). Training was performed for 8 weeks. To evaluate the patients' performance, dynamic balance, and pain severity, the WOMAC questionnaire, Y test, and visual analogue scale were used, respectively.

Results**:** The results showed that in anthropometric characteristics, pain and function before intervention, there were not any significant differences between three experimental groups. In all the three groups, the pain, dynamic balance and performance in post-test were significantly improved compared with pretest (P = 0.001). Also, there was a significant difference in pain intensity between the proximal group and those of the other two groups (P = 0.016).

Conclusion: Based on the research findings, all three types of exercises are effective in reducing pain and improving performance and dynamic balance of patients, but the proximal exercises have a greater effect on reducing pain in patients with patellofemoral pain syndrome. Therefore, it is suggested that the combined hip and knee exercises be used in rehabilitation of patients with patellofemoral pain syndrome.

Keywords: Proximal exercise; Distal exercise; Dynamic balance; Athletes; Patellofemoral pain syndrom

How to cite this article: Sara Asadi, Seyyed Hossin Hossini, Hassan Daneshmandi. Comparison of the Effects of Knee Local, Proximal, and Distal Training on Knee Pain, Function, and Dynamic Balance in Athletes with Patellofemoral Pain Syndrome. J Rehab Med. 2020; 9(2):219-227.

*Corresponding Author: Sara Asadi. MSc. in Sport Injuries and Corrective exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Guilan, Iran
Email: sara8.asadi8@gmail.com

www.SID.ir

Arch 10.22037/jrm.2019.112347.2179 مقاله پژوهشی

# مقایسه تأثیر تمرینات موضعی، پروکسیمال و دیستال زانو بر درد، عملکرد و تعادل پویا در ورزشکاران مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال

سارا اسدی*[۱]، سید حسین حسینی[۲]، حسن دانشمندی[۳]

۱. کارشناسی ارشد، گروه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، گیلان، ایران
۲. استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، گیلان، ایران
۳. استاد، گروه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، گیلان، ایران

**دریافت مقاله ۱۳۹۸/۰۵/۲۹ بازنگری مقاله ۱۳۹۸/۰۶/۳۱ پذیرش مقاله ۱۳۹۸/۰۷/۰۸**

## چکیده

**مقدمه و اهداف:** سندروم درد پاتلوفمورال یک عارضه‌ی رایج عضلانی-اسکلتی است. تمرینات چهارسر به عنوان تمرینات استاندارد در توانبخشی سندروم درد پاتلوفمورال استفاده می‌شود، اما علاوه بر ضعف عضلات چهارسر، ضعف و کوتاهی عضلات پروکسیمال و دیستال زانو در بروز این سندروم مؤثر است. هدف تحقیق حاضر بررسی اثر دو نوع تمرین پروکسیمال و دیستال زانو بر عملکرد، تعادل پویا و درد ورزشکاران مبتلا به این سندروم است.

**مواد و روش‌ها:** ۳۵ ورزشکار مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال که توسط پزشک متخصص تشخیص داده شده بودند با میانگین سن ۳/۳۵±۲۵/۵ سال، به صورت داوطلبانه در تحقیق، حاضر شدند و به طور تصادفی هدفدار در سه گروه تمرینی پروکسیمال، مشتمل بر تمرینات عضلات هیپ و زانو (۱۲ نفر)، دیستال، مشتمل بر تمرینات عضلات مچ پا و زانو (۱۱ نفر) و کنترل، مشتمل بر صرفا تمرینات عضلات موضعی زانو (۱۲ نفر) تقسیم شدند. تمرینات به مدت ۸ هفته اجرا شد. برای بررسی عملکرد، تعادل پویا و شدت درد بیماران به ترتیب از پرسشنامه WOMAC، تست Y و مقیاس بصری استفاده شد.

**یافته‌ها:** در ویژگی‌های آنتروپومتریک، درد و عملکرد قبل از اجرای مداخلات بین سه گروه تمرینی تفاوت معناداری وجود نداشت ($P>0/05$). در هر سه گروه تمرینی درد، تعادل پویا و عملکرد در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون به میزان قابل توجهی بهبود یافت ($p=0/001$)، همچنین شدت درد در گروه پروکسیمال نسبت به دو گروه دیگر به صورت معناداری کاهش یافت ($p=0/016$).

**نتیجه‌گیری:** بر اساس یافته‌های تحقیق هر سه نوع تمرین در کاهش درد، بهبود عملکرد و تعال پویای بیماران مؤثر است، اما تمرینات پروکسیمال تأثیر بیشتری در کاهش درد آن‌ها دارد؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود از تمرینات ترکیبی هیپ و زانو در توانبخشی بیماران مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال استفاده شود.

**واژه‌های کلیدی:** تمرین پروکسیمال؛ تمرین دیستال؛ تعادل پویا؛ ورزشکاران؛ سندروم درد پاتلوفمورال

**نویسنده مسئول:** سارا اسدی، کارشناسی ارشد، گروه آسیب‌شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، گیلان، ایران
**آدرس ایمیل:** sara8.asadi8@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

## مقدمه و اهداف

افزایش تعداد ورزشکاران و علاقمندان به ورزش موجب افزایش میزان آسیب‌های وابسته به ورزش به‌ویژه آسیب‌های زانو شده است و گفته شده دلیل آن افزایش بار فعالیت‌ها در طول ورزش است.[۱] از جمله این آسیب‌ها سندروم درد پاتلوفمورال (PFPS) است که بیش از ۵۰٪ آسیب‌های زانو و حدود ۲۵٪ از آسیب‌های مربوط به اندام تحتانی را شامل می‌شود[۲] و همچنین شیوع سالانه آن به صورت ۲۳٪ جمعیت عمومی و ۲۹٪ نوجوانان گزارش شده است.[۳] علائم این سندروم شامل درد در ناحیه قدامی زانو، اطراف و پشت کشکک در فعالیت‌هایی همچون دویدن، پریدن، بالا و پایین رفتن از پله، پیاده‌روی، اسکوات، دوچرخه‌سواری و فعالیت‌های ورزشی، نشستن‌های طولانی‌مدت در وضعیت دو زانو (زانوی خمیده) می‌باشد. این علائم می‌تواند باعث ناتوانی در فعالیت-های روزمره و شرکت در ورزش شود.[۲-۵] بر اساس تحقیقات قبلی، اختلالات متعدد داخلی و خارجی از جمله ضعف عضلانی یا کوتاهی بافت نرم اطراف زانو، عدم تعادل در زمان فعال شدن عضله پهن داخلی مایل نسبت به عضله پهن خارجی، ضعف عضلات هیپ، تغییرات بیومکانیکی ساختار اندام تحتانی چون پرونیشن بیش از حد پا، والگوس زانو، اداکشن و چرخش داخلی بیش از حد ران در وقوع PFPS نقش دارند.[۶-۱۰] لازم به ذکر است این سندروم به طور عمده به بدراستایی کشکک به دلیل اختلالات نسبت داده شده است، این بدراستایی کشکک سبب مسیر حرکتی نامطلوب آن در شیار رانی هنگام انجام فلکشن و اکستنشن زانو و تحمل فشارهای نابرابری روی پاتلا و بافت‌های زیرین آن می‌شود که در بلندمدت منجر به PFPS می‌گردد.[۲، ۱۰-۱۷] به‌علاوه، عدم کارایی عضلات ورزشکاران نسبت به فشارهای وارده به مفصل زانو و ران، بروز التهاب و درد در این نواحی طی حرکات و ضربات پرقدرت و ایجاد سندروم پرکاری می‌تواند باعث مهار رفلکسی عضله کوادریسپس و به تبع آن کاهش حجم و ضعف نسبی این عضله گردد.[۱۸] نتایج تحقیقات اخیر نشان داده است افراد مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال عضلات همسترینگ، دوقلو، نعلی، رتیناکولوم و ایلیوتیبیال باند کوتاه-تری نسبت به افراد فاقد سندروم دارند.[۱۹-۲۱، ۲۳، ۲۴] بیان شده است که کوتاهی ایلیوتیبیال باند باعث انحراف به خارج کشکک می‌شود؛ به‌علاوه، حرکات متوالی و استفاده بیش از حد از این عضلات می‌تواند باعث ضعف عضلات اکستنسور ران، کوتاهی همسترینگ و تنسور فاشیالاتا شده و منجر به محدود شدن حرکت پلانتار فلکشن مفصل تالوکرورال و پرونیشن جبرانی این مفصل شود که عامل بروز چرخش خارجی اضافی استخوان درشت‌نی و افزایش زاویه Q است که منجر به درد می‌شود.[۲۰، ۲۲، ۲۳، ۲۵] از طرفی دیگر، تعادل عملکردی است که به تطابق مداوم در فعالیت عضلات و وضعیت قرارگیری مفاصل نیاز دارد تا مرکز توده بدنی را در محدوده سطح اتکا حفظ کند.[۲۶]

در پژوهش‌هایی که به مقایسه‌ی تعادل پویا در افراد مبتلا به PFPS و افراد فاقد سندروم پرداختند، به این نتیجه رسیدند که افراد مبتلا به PFPS تعادل پویای ضعیف‌تری دارند.[۲۷، ۲۸] به طور کلی، تاکید بر بهبود مکانیک مفصل پاتلوفمورال از طریق ورزش است که تقویت عضلات چهارسر به عنوان تمرینات استاندارد در درمان این سندروم در بین مطالعات پیشین تأکید شده است.[۲۹] فربر و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای بر روی ۱۹۹ بیمار مرد و زن مبتلا به PFPS به بررسی تاثیر دو پروتکل تمرینات قدرتی و استقامتی در دو گروه عضلانی هیپ و زانو بر عملکرد افراد مبتلا به PFPS در مدت ۶ هفته پرداختند؛ آنها نشان دادند که هر دو پروتکل تمرینی در بهبود عملکرد تاثیر مثبت داشته است، اما پروتکل تمرینات قدرتی عضلات هیپ تاثیر سریع‌تر و بیشتری را نشان داده است.[۸] همچنین خیام‌باشی و همکاران (۲۰۱۴) به مقایسه تاثیر تقویت عضلات خلفی جانبی هیپ در مقابل تقویت عضلات چهارسر بر کاهش درد و عملکرد ۳۶ بیمار مرد و زن مبتلا به PFPS پرداختند و نتایج حاصل به این صورت بود که تقویت هر دو گروه عضلانی باعث کاهش درد و بهبود عملکرد بیماران شد و تقویت عضلات خلفی جانبی نتایج بهتری در کاهش درد بیماران را نشان داد[۳۰]، اما شواهدی برای یک نوع خاص از ورزش که بیماران بتوانند از آن استفاده کنند، وجود ندارد.[۳۱] به طور سنتی تمرکز مداخلات ورزشی برای PFPS بر تقویت عضله چهارسر است، درحالی‌که تمرین عضلات پروکسیمال و دیستال زانو نیز در پژوهش‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است.[۱۶، ۳۲]

به دلیل دو مفصله بودن عضلات بزرگ اندام تحتانی از جمله چهارسر، همسترینگ و دوقلو و نیز با توجه به اینکه این عضلات همگی در عملکرد زانو ایفای نقش می‌کنند، به نظر می‌رسد علاوه بر چهارسر که از روی زانو عبور می‌کند و تأثیر مستقیمی روی زانو دارد، سایر عضلات بزرگ مفاصل دیستال و پروکسیمال نسبت به زانو نیز از تأثیر قابل توجهی بر این مفصل برخوردار باشند؛ ازاین‌رو، برخی محققان علاوه بر عضلات موضعی زانو (چهارسر)، بر عضلات پروکسیمال (هیپ) و دیستال (مچ پا) نیز تمرکز کرده‌اند، اما تاکنون مشخص نشده است که آیا تقویت عضلات موضعی زانو به‌تنهایی برای رفع درد و بهبود عملکرد بیماران مبتلا به PFPS کفایت می‌کند و یا به‌کارگیری این تمرینات در ترکیب با تمرینات عضلات هیپ یا مچ پا از نتیجه‌ی بهتری برخوردار است یا خیر. تعدادی از پژوهش‌ها برتری تأثیر تمرینات هیپ را گزارش داده‌اند[۳۰، ۳۳]، درحالی‌که پژوهش‌های دیگر نتایج سودمندتری از تمرینات هیپ نسبت به زانو گزارش نکرده‌اند.[۸، ۹] با چنین رویکردی، در پژوهش حاضر تلاش بر این است تا تأثیر تمرینات پروکسیمال و دیستال نسبت به زانو در مقایسه با تمرینات موضعی زانو (عضلات چهارسر) بر تعال پویا، درد و عملکرد بیماران مبتلا به سندروم پاتلوفمورال مورد مقایسه قرار گیرد.

## مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع نیمه‌تجربی است. جامعه آماری را ورزشکاران مبتلا به PFPS استان گیلان که توسط پزشک

www.SID.ir

Archive of SID

متخصص تشخیص داده شده بودند، تشکیل دادند. از بین آنها ابتدا ۳۹ نفر به صورت تصادفی هدفدار انتخاب شدند. معیارهای ورود به تحقیق کنونی عبارت بود از عضویت در یکی از باشگاه‌های ورزشی استان گیلان حداقل به مدت ۳ سال، داشتن سن ۲۰ الی ۳۰ سال، دارا بودن علائم درد پاتلوفمورال در زانوی برتر حداقل در ۳ ماه منتهی به اجرای آزمون‌ها، تشدید علائم درد زانو با بالا و پایین رفتن از پله‌ها، نشستن برای مدت طولانی و یا چمباتمه زدن و دویدن و داشتن شدت درد مساوی یا بیشتر از ۳ بر اساس مقیاس VAS. معیارهای خروج از تحقیق عبارت بود از ایجاد درد زانو به دنبال تروما، جراحی در زانو در یک سال گذشته، وجود اختلالات نورولوژیکی مانند نقص در سیستم دهلیزی، باردار بودن، نداشتن مقدار شاخص توده بدنی نرمال، بورسیت قدام زانو، تاندونیت پاتلار، بیماری ازگود شلاتر، اپوفیزیت، آرتریت‌های التهابی زانو، دررفتگی استخوان پاتلا، شین اسپلیت، استرس فرکچر در استخوان‌های ساق پا و سایر بیماری‌های نرولوژیک دیگر. پس از انتخاب آزمودنی‌ها مطابق با معیارهای تحقیق، آن‌ها به سه گروه مساوی کنترل، پروکسیمال و دیستال تقسیم شدند، اما از گروه کنترل ۲ نفر و از دو گروه دیگر هر کدام ۱ نفر از شرکت در تمرینات خودداری کردند و در نهایت ۳۵ نفر در سه گروه کنترل (۱۱ نفر)، دیستال (۱۲ نفر) و پروکسیمال (۱۲ نفر) به اجرای تمرینات تخصصی پرداختند. غربالگری اولیه آزمودنی‌ها بر اساس معیارهای ورود و خروج تحقیق به وسیله یک متخصص فیزیوتراپی انجام شد و افرادی که مایل به همکاری بودند، فرم رضایت‌نامه را دریافت و امضا کردند. بعد از شناسایی و انتخاب آزمودنی‌ها، آن‌ها بر اساس زمان اعلام‌شده قبلی به مرکز مشخص‌شده جهت انجام معاینات مراجعه نمودند. همچنین به بیماران توصیه اکید شده بود تا حداقل طی ۴۸ ساعت قبل از اندازه‌گیری متغیرها از مصرف داروهای مسکن اجتناب ورزند. پژوهش حاضر با شناسه IR.GUMS.REC.1397.502 در دانشگاه علوم پزشکی گیلان مصوب گردید.

در روز آزمون، ویژگی‌های آنتروپومتریکی و شخصی آزمودنی‌ها شامل قد، وزن، سن، سابقه ورزشی، رشته ورزشی، میزان فعالیت ورزشی و اطلاعاتی در مورد زانوی آن‌ها در فرم جمع‌آوری اطلاعات ثبت شد. در مرحله بعد متغیرهای درد، عملکرد و تعادل پویا مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. برای اندازه‌گیری شدت درد مفصل پاتلوفمورال از مقیاس بصری (VAS) استفاده شد؛ این مقیاس شامل یک نوار افقی ۱۰ سانتی‌متری است که یک انتهای آن صفر (عدم وجود درد) و انتهای دیگر آن ۱۰ (شدیدترین درد ممکن) است. از آزمودنی خواسته شد که نقطه‌ای را روی این خط با توجه به اعداد دو انتها که بیانگر میزان درد وی بود، علامت بزند و عدد به‌دست‌آمده به عنوان میزان درد بیمار در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری عملکرد مفصل زانو از مقیاس WOMAC استفاده شد که یکی از معتبرترین مقیاس‌های تعیین عملکرد در مفاصل اندام تحتانی است. امتیاز کلی این پرسشنامه تا عدد ۹۶ متغیر بوده و عدد بالاتر نشان‌دهنده عملکرد ضعیف‌تر و عدد پایین‌تر نشان‌دهنده عملکرد بهتر است. تعادل پویا با آزمون تعادلی Y اندازه‌گیری شد (شکل ۱)؛ به‌صورتی‌که آزمودنی بدون کفش با یک پا روی مرکز تخته ایستاد. زمانی که تعادل خود را روی یک پا حفظ می‌کرد، نشانه دست‌یابی را با پای آزاد ابتدا در جهت قدامی، سپس به طور مورب به سمت خلفی-خارجی و در نهایت به سمت خلفی-داخلی هدایت می‌کرد (زاویه بین جهات ۹۰ و ۱۳۵ و ۱۳۵ درجه بود). سپس اندازه به‌دست‌آمده بر طول پای فرد تقسیم و به عنوان نمره تعادل وی ثبت شد.

**تصویر ۱.** اندازه‌گیری تعادل پویا در سه جهت آزمون تعادل Y

### پروتکل‌های تمرینی

همه پروتکل‌ها به مدت هشت هفته با تکرار سه بار در هفته با زمان تقریبی ۷۵ دقیقه انجام شد. هر سه پروتکل شامل تمرینات موضعی عضلات اکستنسور و فلکسور زانو بودند؛ با این وجود، درحالی‌که در گروه کنترل تنها بر تمرینات عضلات زانو تمرکز شده بود، در دو گروه دیگر علاوه بر این تمرینات، مجموعه‌ای از حرکات درگیرکننده عضلات مفاصل

www.SID.ir

پروکسیمال یا دیستال نسبت به زانو نیز در نظر گرفته شد. به عبارتی دیگر، در گروه کنترل تمرکز روی عضلات موضع آسیب‌دیده بود؛ یعنی بیماران این گروه تنها در تمرینات ویژه عضلات چهارسران و همسترینگ شرکت داشتند، درحالی‌که گروه پروکسیمال علاوه بر این تمرینات، در تمرینات ویژه عضلات مفصل هیپ شامل کشش همسترینگ، کشش باند ایلیوتیبیال، تقویت دورکننده‌های ران، تقویت بازکننده‌های ران و تقویت چرخاننده‌های خارجی ران نیز شرکت کردند. به همین ترتیب گروه دیستال علاوه بر تمرینات فوق‌الذکر زانو، در تمرینات متمرکز بر عضلات مفصل مچ پا شامل کشش عضله دوقلو، کشش عضله نعلی، تقویت عضلات دورسی فلکسور، تقویت برون‌گرداننده‌ها (عضلات درشت‌نی قدامی و درشت‌نی خلفی) نیز مشارکت داشتند. بار و حجم تمرینات و همچنین اضافه بار تمرینات در بین سه گروه از طریق تغییر زمان حفظ انقباض، تغییر مقاومت کش‌های تمرینی و یا تغییر تعداد تکرار هر تمرین همسان شده بود.

جهت بررسی و مقایسه میانگین نمرات عملکرد، تعادل پویا و درد بین سه گروه آزمودنی‌ها، از شاخص‌های آماری توصیفی، آزمون آنالیز واریانس مختلط ۲*۳ (تعداد دفعات اندازه‌گیری*تعداد گروه)، آنالیز واریانس یک‌سویه و آزمون تعقیبی بونفرونی درسطح معناداری $p<۰/۰۵$ استفاده شد. همچنین از آزمون لوین برای بررسی برابری واریانس‌ها و آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده گردید. در ضمن تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS23 انجام گرفت.

## یافته‌ها

جدول ۱ آمار توصیفی مربوط به ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌های سه گروه را نشان می‌دهد. نتایج تحلیل واریانس یک‌سویه نشان داد که اختلاف معناداری بین متغیرهای قد، سن و وزن میان سه گروه وجود نداشت که مبین همگن بودن سه گروه از نظر ویژگی‌های فردی اثرگذار بر تعادل، درد و عملکرد بود.

**جدول ۱.** ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها

| متغیر | انحراف استاندارد±میانگین | | | سطح معناداری |
|---|---|---|---|---|
| | گروه پروکسیمال | گروه دیستال | گروه کنترل | |
| سن (سال) | ۲۴/۹۲±۳/۲۸ | ۲۶/۰۰±۳/۲۵ | ۲۵/۵۸±۳/۵۲ | ۰/۷۳۹ |
| قد (متر) | ۱/۶۹±۰/۰۷ | ۱/۷۱±۰/۰۹ | ۱/۷۰±۰/۰۹ | ۰/۷۸۸ |
| وزن (کیلوگرم) | ۶۸/۹۲±۴/۹۰ | ۷۰/۷۳±۴/۱۲ | ۷۰/۵۸±۴/۳۳ | ۰/۵۵۸ |
| شاخص توده بدنی | ۲۴/۱۲±۱/۳۹ | ۲۴/۱۰±۱/۵۲ | ۲۴/۴۰±۲/۱۱ | ۰/۸۹۰ |

*سطح معناداری $p\leq۰/۰۵$

نتایج مقایسه میانگین نمرات عملکرد در پیش‌آزمون و پس‌آزمون بین سه گروه مورد مطالعه در جدول ۲ درج گردیده است. نتایج آزمون تی همبسته برای مقایسه درون-گروهی میانگین نمرات عملکرد در هر یک از گروه‌ها نشان داد که بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون عملکرد هر سه گروه تفاوت‌های معناداری وجود دارد ($p=۰/۰۰۱$). نتایج آزمون تحلیل واریانس نشان داد که در مقادیر پیش‌آزمون نمره عملکرد بین سه گروه تفاوت معناداری وجود ندارد ($P>۰/۰۵$). همچنین مطابق نتایج آزمون تحلیل واریانس، در مقادیر پس‌آزمون نمره عملکرد بین سه گروه تفاوت معناداری وجود نداشت ($P>۰/۰۵$).

**جدول ۲.** مقایسه میانگین نمرات عملکرد در پیش‌آزمون و پس‌آزمون بین سه گروه مورد مطالعه

| گروه | پیش‌آزمون | پس‌آزمون | سطح معناداری |
|---|---|---|---|
| پروکسیمال | ۳۲/۹۱±۷/۷۵ | ۱۰/۵۸±۳/۳۷ | ۰/۰۰۱ |
| دیستال | ۳۹/۸۲±۴/۸۹ | ۱۳/۶۳±۴/۱۱ | ۰/۰۰۱ |
| کنترل | ۳۶/۵±۶/۴۱ | ۱۲/۸۳±۵/۱۷ | ۰/۰۰۱ |
| سطح معناداری | ۰/۱۵۲ | ۰/۳۰۹ | |

*سطح معناداری $p<۰/۰۵$

نتایج مقایسه میانگین نمرات تعادل پویا در پیش-آزمون و پس‌آزمون بین سه گروه مورد مطالعه در جدول ۳ درج گردیده است. نتایج آزمون تی همبسته برای مقایسه درون‌گروهی نشان داد که بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون نمره تعادل هر سه گروه تفاوت‌های معناداری وجود دارد ($p=۰/۰۰۱$). نتایج آزمون تحلیل واریانس نشان داد که در مقادیر پیش‌آزمون نمره تعادل پویا بین سه گروه تفاوت معناداری وجود ندارد ($P>۰/۰۵$). همچنین مطابق نتایج آزمون تحلیل واریانس، در مقادیر پس‌آزمون نمره تعادل پویا بین سه گروه تفاوت معناداری وجود نداشت ($P>۰/۰۵$).

www.SID.ir

Archive of SID


**جدول ۳.** مقایسه میانگین نمرات تعادل پویا در پیش‌آزمون و پس‌آزمون بین سه گروه مورد مطالعه

| گروه | پیش‌آزمون | پس‌آزمون | سطح معناداری |
|---|---|---|---|
| پروکسیمال | ۸۳/۹۱±۹/۶۳ | ۹۴/۹۳±۹/۴۵ | ۰/۰۰۱ |
| دیستال | ۸۲/۸۱±۸/۲۶ | ۹۲/۷۹±۸/۵۴ | ۰/۰۰۱ |
| کنترل | ۸۴/۰۳±۹/۱۳ | ۹۳/۳۳±۹/۵۱ | ۰/۰۰۱ |
| سطح معناداری | ۰/۵۰۳ | ۰/۱۹۳ | |

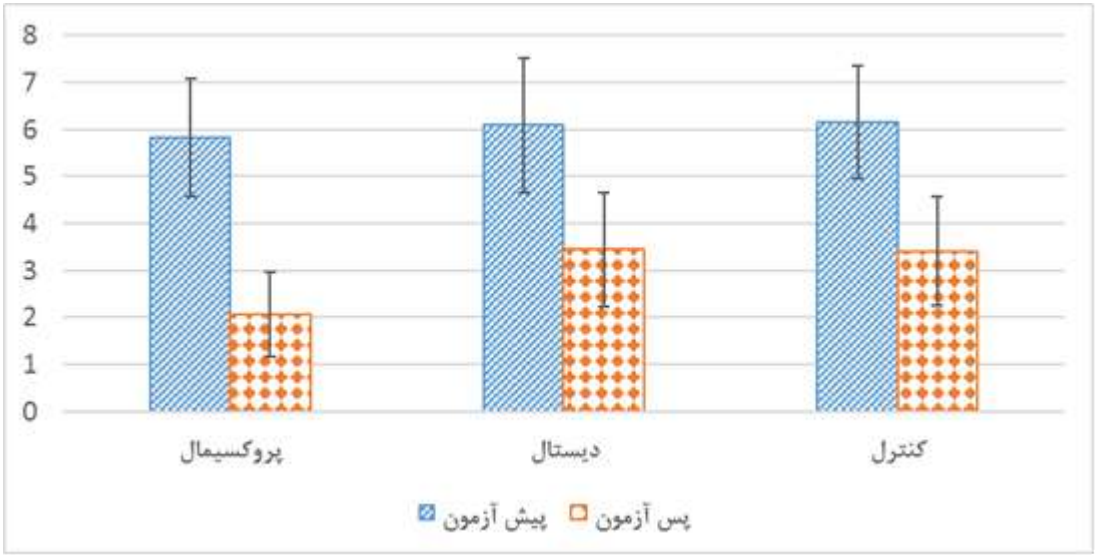
*سطح معناداری p<۰/۰۵

نتایج مقایسه میانگین نمرات درد پاتلوفمورال در پیش-آزمون و پس‌آزمون بین سه گروه مورد مطالعه در جدول ۴ درج گردیده است. نتایج آزمون تی همبسته برای مقایسه درون‌گروهی نشان داد که بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون نمره درد هر سه گروه تفاوت‌های معناداری وجود دارد (p=۰/۰۰۱). نتایج آزمون تحلیل واریانس نشان داد که در مقادیر پیش‌آزمون نمره درد بین سه گروه تفاوت معناداری وجود ندارد (P>۰/۰۵)، اما در مقدار میانگین نمرات پس‌آزمون درد بین سه گروه تفاوت معنادار آماری وجود دارد (p=۰/۰۰۶). نتایج آزمون تعقیبی شفه برای مقایسه دوبه‌دوی گروه‌ها در نمودار ۱ خلاصه شده است. مطابق نمودار ۱، میانگین نمره درد پس‌آزمون در گروه پروکسیمال به طور معناداری کمتر از گروه‌های دیستال (۱/۳۷-=اختلاف میانگین و p=۰/۰۱۹) و کنترل (۱/۳۳-=اختلاف میانگین و p=۰/۰۲۰) است، اما بین گروه‌های دیستال و کنترل (۰/۰۳-=اختلاف میانگین و p=۰/۹۹۷) تفاوت معناداری وجود ندارد (P>۰/۰۵).

**جدول ۴.** مقایسه میانگین نمرات درد پاتلوفمورال در پیش‌آزمون و پس‌آزمون بین سه گروه مورد مطالعه

| گروه | پیش‌آزمون | پس‌آزمون | سطح معناداری |
|---|---|---|---|
| پروکسیمال | ۵/۸۳±۱/۲۶ | ۲/۰۸±۰/۹ | ۰/۰۰۱ |
| دیستال | ۶/۰۹±۱/۴۴ | ۳/۴۵±۱/۲۱ | ۰/۰۰۱ |
| کنترل | ۶/۱۶±۱/۱۹ | ۳/۴۱±۱/۱۶ | ۰/۰۰۱ |
| سطح معناداری | ۰/۸۰۸ | ۰/۰۰۶ | |

*سطح معناداری p<۰/۰۵




**نمودار ۱.** تفاوت میانگین نمرات درد بین سه گروه تمرینی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون
*اختلاف معنادار با پیش‌آزمون، † اختلاف معنادار با پس‌آزمون دو گروه دیگر (سطح معناداری در همهٔ مقایسه‌ها P<۰/۰۵ بود.)

## بحث

هدف پژوهش حاضر مقایسه تأثیر ۸ هفته تمرینات عضلات پروکسیمال، دیستال و موضعی مفصل زانو بر ورزشکاران مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال بود. در بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده برای تأثیر برنامه‌های تمرین‌درمانی این سندروم از یک مدل تمرینات تقویتی و یا کششی استفاده شده و کمتر به تمرین اختصاصی هر گروه عضلانی با توجه به ضعف یا کوتاهی آن پرداخته شده است. نتایج پژوهش حاضر حاکی از کاهش شدت درد، بهبود عملکرد و تعادل پویا در هر سه گروه تمرینی بعد از اجرای ۸ هفته‌ای

www.SID.ir

تمرینات بود. علاوه بر آن، مقایسه‌ی بین گروهی نشان داد در بهبود تعادل و عملکرد تفاوت معناداری بین سه گروه وجود ندارد، اما در مورد متغیر درد، مقدار کاهش آن در گروه پروکسیمال به طور معناداری بیشتر از دو گروه دیگر بود که این مورد با توجه به نوع تمرینات، مورد انتظار محققان بوده است. نتایج تحقیقات خیام‌باشی و همکاران (۲۰۱۴)، بولدن و همکاران (۲۰۱۴) و ناکاگاوا و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد تمرینات زانو و تمرینات هیپ موجب بهبود درد و عملکرد بیماران می‌شود و تمرینات هیپ تأثیر بیشتری در کاهش درد بیماران دارد[۳۰، ۳۳، ۳۴] که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. نتایج این تحقیق با بخشی از نتایج تحقیقات فکودا و همکاران (۲۰۱۰) هم‌راستا است. آنها ۷۰ بیمار مبتلا به پاتلوفمورال را در قالب ۳ گروه تمرینات عضلات زانو، تمرینات عضلات زانو و هیپ و گروه کنترل به مدت ۴ هفته مورد بررسی قرار دادند؛ در دو گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل بهبود درد و عملکرد مشاهده شد. علی‌رغم بهبودی بیشتر میانگین نمرات درد و عملکرد در گروه تمرینات زانو و هیپ، میانگین نمرات درد بین گروه‌های تمرینی دارای اختلاف معناداری بود و نتایج بهبود عملکرد تمرینات هیپ فکودا با نتایج عملکرد گروه پروکسیمال تحقیق حاضر هم‌خوانی ندارد.[۳۵] نسیمنتو و همکاران (۲۰۱۸)، الیوت و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای مروری به این نتیجه رسیدند که اضافه کردن تمرینات هیپ باعث بهبود عملکرد و کاهش درد بیماران می‌شود.[۱۶، ۳۶] وجود عواملی مانند جنس مختلف آزمودنی‌های تحقیق، مدت زمان اجرای تمرینات، نوع تمرینات استفاده‌شده، ابزار اندازه‌گیری متفاوت می‌تواند تفاوت نتایج تحقیقات مذکور را توجیه کند. یلفانی و رئیسی (۲۰۱۳) ۲۰ بیمار مبتلا به PFPS را در دو گروه تمرین در آب و خشکی مورد مطالعه قرار دادند که در هر دو گروه تعادل پویا بهبود یافته بود که نتایج تمرین در خشکی با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد.[۳۷] همچنین نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق بلوچی و همکاران (۲۰۱۱) که کنترل پاسچر و درد ۲۴ فرد مبتلا به PFPS را پس از شش هفته تمرین‌درمانی بررسی کرده بودند نیز هم‌خوانی دارد.[۳۸] هات و همکاران (۲۰۱۸) در سه گروه تفاوت تمرینات متمکز هیپ، تمرینات متمرکز زانو و تمرینات آزاد روی بیماران پاتلوفمورال بررسی کردند و تفاوتی بین نوع تمرینات در هیچ‌کدام از متغیرها دیده نشد.[۳۹]

عضلات دورکننده ضعیف ران باعث می‌شود ران نسبت به موقعیت لگن به حالت اددکشن درآید که باعث ابداکشن جبرانی درشت‌نی شده و منجر به افزایش والگوس زانو می‌شود.[۴۰] در افراد مبتلا به PFPS چرخش داخلی بیشتری دیده شده است که به علت ضعف عضلات اکستنسور و دورکننده می‌باشد.[۴۱] این تغییرات کینماتیکی ممکن است در یک حرکت داینامیک منجر به افزایش والگوس و زاویه Q شود که عامل اصلی درد زانو است.[۲۵] این افراد برای حفظ تعادل خود با تغییر در واکنش‌های تعادلی وضعیت‌های بدون درد را انتخاب می‌کنند که این امر موجب محدود شدن عملکرد تعادلی آن‌ها می‌شود[۴۲] و نشان داده شده است تعادل در افراد مبتلا به PFPS ضعیف است.[۲۸] در این مطالعه تمرینات موضعی زانو در هر سه گروه انجام شد. با توجه به این که تقویت عضلات کوادریسپس از درمان‌های اصلی این سندروم است[۳۲]، تقویت عضلات کوادریسپس باعث شروع به‌موقع فعالیت عضله پهن داخلی می‌شود که از حرکات اضافی پاتلا جلوگیری می‌کند و فشارهای وارده بر مفصل پاتلوفمورال را کاهش می‌دهد که منجر به کاهش درد و بهبود عملکرد می‌شود. در افراد مبتلا به PFPS گشتاور اکستنسوری کمتر است و این مورد می‌تواند در تعادل افراد تأثیرگذار باشد، زیرا آن‌ها سعی می‌کنند فعالیت‌هایشان را با کمترین تلاش عضلانی انجام دهند و شرایطی را به وجود آورند که از تحریک درد جلوگیری کند.[۴۳] در گروه‌های دیستال و پروکسیمال نیز هدف تمرین بر روی عضلاتی بود که تأثیر مستقیم بر روی زانو دارند. با توجه به ماهیت قدرتی و کششی تمرینات سه گروه و ایجاد تعادل در انعطاف‌پذیری و قدرت عضلات هدف در تمرینات، می‌توان نتیجه گرفت تغییراتی در وضعیت کینماتیک زانو و قدرت عضلات ایجاد شده است که به تبع آن باعث کاهش درد و افزایش گشتاور اکستنسوری زانو شده است که این مسئله موجب افزایش کنترل عضلات روی کشکک می‌شود و منجر به بهبود عملکرد تعادلی این افراد می‌شود. در گروه پروکسیمال علاوه بر تقویت کوادریسپس به نقش عضلات هیپ تأکید شده است. به نظر می‌رسد تقویت عضلات کوادریسپس همراه با دورکننده و چرخاننده خارجی ران می‌تواند چرخش داخلی و اداکشن ران را کنترل کرده و مانع از انحراف جانبی غیرطبیعی کشکک شود.[۲۲، ۲۳] همچنین کوتاهی ایلیوتیبیال باند و همسترینگ هم باعث انحراف به خارج کشکک می‌شود[۱۷، ۲۲] که ممکن است کشش ایلیوتیبیال باند و همسترینگ نیز در کاهش درد تأثیر داشته باشد.

## نتیجه‌گیری

انجام تمرینات ترکیبی متمرکز بر عضلات زانو و هیپ در مقایسه با تمرینات عضلات موضعی زانو به‌تنهایی و یا تمرینات ترکیبی عضلات زانو و مچ پا، در بهبود درد ورزشکاران مبتلا به PFPS نتایج بهتری خواهد داشت؛ بنابراین استفاده از تمرینات ترکیبی مفصل هیپ و زانو برای کاهش درد ورزشکاران مبتلا به PFPS به متخصصان مراکز توانبخشی، پزشکی ورزشی و حرکات اصلاحی پیشنهاد می‌گردد.

## تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از تمامی ورزشکاران که در تحقیق حاضر ما را یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

## منابع


1. Foss KD, Thomas S, Khoury JC, Myer GD, Hewett TE. A school-based neuromuscular training program and sport-related injury incidence: a prospective randomized controlled clinical trial. Journal of athletic training. 2018 Jan;53(1):20-8.
2. Collado H, Fredericson M. Patellofemoral pain syndrome. Clinics in sports medicine. 2010 Jul 1;29(3):379-98.
3. Smith BE, Selfe J, Thacker D, Hendrick P, Bateman M, Moffatt F, Rathleff MS, Smith TO, Logan P. Incidence and prevalence of patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. PloS one. 2018 Jan 11;13(1):e0190892.
4. Crossley KM, van Middelkoop M, Callaghan MJ, Collins NJ, Rathleff MS, Barton CJ. 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 2: recommended physical interventions (exercise, taping, bracing, foot orthoses and combined interventions). Br J Sports Med. 2016 Jul 1;50(14):844-52.
5. Witvrouw E, Callaghan MJ, Stefanik JJ, Noehren B, Bazett-Jones DM, Willson JD, Earl-Boehm JE, Davis IS, Powers CM, McConnell J, Crossley KM. Patellofemoral pain: consensus statement from the 3rd International Patellofemoral Pain Research Retreat held in Vancouver, September 2013. Br J Sports Med. 2014 Mar 1;48(6):411-4.
6. Dutton RA, Khadavi MJ, Fredericson M. Patellofemoral pain. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics. 2016 Feb 1;27(1):31-52.
7. Powers CM, Witvrouw E, Davis IS, Crossley KM. Evidence-based framework for a pathomechanical model of patellofemoral pain: 2017 patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester, UK: part 3. Br J Sports Med. 2017 Dec 1;51(24):1713-23.
8. Ferber R, Bolgla L, Earl-Boehm JE, Emery C, Hamstra-Wright K. Strengthening of the hip and core versus knee muscles for the treatment of patellofemoral pain: a multicenter randomized controlled trial. Journal of athletic training. 2015 Apr;50(4):366-77.
9. Hamstra-Wright KL, Aydemir B, Earl-Boehm J, Bolgla L, Emery C,Ferber R. Lasting improvement of patient-reported outcomes 6months after patellofemoral pain rehabilitation. J Sport Rehabil. 2017;26(4):223-233 .
10. Farahmand F, Akbar M, Jafari A, Foumani MS. A Detailed and Validated Three Dimensional Dynamic Model of patellofemoral joint. J Biomech Eng 2012, 134(4): 041005
11. Sheehan FT, Derasari A, Fine KM, Brindle TJ, Alter KE. Q-angle and J-sign: indicative of maltracking subgroups in patellofemoral pain. Clin Orthop Relat Res 2010;468:266–75.
12. Halabchi F, Mazaheri R, Seifbarghi T .Patellofemoral pain syndrome and modifiable intrinsic risk factors how to assess and address? Asian J Sports Med2013;4:85–100.
13. Salsich GB, Long-Rossi F. Do females with patellofemoral pain have abnormal hip and knee kinematics during gait?. Physiotherapy theory and practice. 2010 Jan 1;26(3):150-9.
14. Peters JSJ, Tyson NL. Proximalexercises are effective in treatingpatellofemoral pain syndrome : a systematic. Int J Sport Phys Ther2014;8:689–700.
15. Bolgla LA, Boling MC. An update for the conservative management of patellofemoral pain syndrome: a systematic review of the literature from 2000 to 2010. International journal of sports physical therapy. 2011 Jun;6(2):112.
16. Nascimento LR, Teixeira-Salmela LF, Souza RB, Resende RA. Hip and knee strengthening is more effective than knee strengthening alone for reducing pain and improving activity in individuals with patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. journal of orthopaedic & sports physical therapy. 2018 Jan;48(1):19-31.
17. Lack S, Barton C, Sohan O, Crossley K, Morrissey D. Proximal muscle rehabilitation is effective for patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. Br J Sports Med. 2015 Nov 1;49(21):1365-76.
18. Donatelli R. Orthopedic Physical Therapy. In: Edition T, editor. Churcill living Stone.2011
19. Post WR, Teitge R, Amis A. Patellofemoral malalignment: looking beyond the viewbox. Clinics in sports medicine. 2002 Jul;21(3):521-46.
20. Waryasz GR, McDermott AY. Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors. Dynamic medicine. 2008 Dec;7(1):9.
21. Hudson Z, Darthuy E. Iliotibial band tightness and patellofemoral pain syndrome: a case-control study. Manual therapy. 2009 Apr 1;14(2):147-51.
22. Matheson GO, Macintyre JG, Taunton JE, Clement DB, Lloyd-Smith RO. Musculoskeletal injuries associated with physical activity in older adults. Medicine and science in sports and exercise. 1989 Aug;21(4):379-85.
23. Piva SR, Goodnite EA, Childs JD. Strength around the hip and flexibility of soft tissues in individuals with and without patellofemoral pain syndrome. Journal of orthopaedic & sports physical therapy. 2005 Dec;35(12):793-801.
24. White LC, Dolphin P, Dixon J. Hamstring length in patellofemoral pain syndrome. Physiotherapy. 2009 Mar 1;95(1):24-8.


www.SID.ir

Archive of SID


25. Boling MC, Padua DA, Alexander Creighton R. Concentric and eccentric torque of the hip musculature in individuals with and without patellofemoral pain. Journal of athletic training. 2009 Jan;44(1):7-13.
26. O'Connell M, George K, Stock D. Postural sway and balance testing: a comparison of normal and anterior cruciate ligament deficient knees. Gait & posture. 1998 Oct 1;8(2):136-42.
27. Aminaka N, Gribble PA. Patellar taping, patellofemoral pain syndrome, lower extremity kinematics, and dynamic postural control. Journal of athletic training. 2008 Jan;43(1):21-8.
28. Goto S. *The Effect of Ptellofemoral Pain Syndrome on the Hip and Knee Neuromuscular Control on Dynamic Postural Control Task* (Doctoral dissertation, University of Toledo).
29. Barton CJ, Lack S, Hemmings S, Tufail S, Morrissey D. The 'Best Practice Guide to Conservative Management of Patellofemoral Pain': incorporating level 1 evidence with expert clinical reasoning. Br J Sports Med. 2015 Jul 1;49(14):923-34.
30. Khayambashi K, Fallah A, Movahedi A, Bagwell J, Powers C. Posterolateral hip muscle strengthening versus quadriceps strengthening for patellofemoral pain: a comparative control trial. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2014 May 1;95(5):900-7.
31. Saltychev M, Dutton RA, Laimi K, Beaupre GS, Virolainen P, Fredericson M. Effectiveness of conservative treatment for patellofemoral pain syndrome: a systematic review and meta-analysis. Journal of rehabilitation medicine. 2018 May 5;50(5):393-401.
32. Van der Heijden RA, Lankhorst NE, van Linschoten R, Bierma-Zeinstra SM, van Middelkoop M. Exercise for treating patellofemoral pain syndrome. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2015(1).
33. Baldon RD, Serrão FV, Scattone Silva R, Piva SR. Effects of functional stabilization training on pain, function, and lower extremity biomechanics in women with patellofemoral pain: a randomized clinical trial. Journal of orthopaedic & sports physical therapy. 2014 Apr;44(4):240-A8.
34. Nakagawa TH, Muniz TB, Baldon RD, Dias Maciel C, de Menezes Reiff RB, Serrão FV. The effect of additional strengthening of hip abductor and lateral rotator muscles in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. Clinical rehabilitation. 2008 Dec;22(12):1051-60.
35. Fukuda TY, Rossetto FM, Magalhães E, Bryk FF, Garcia Lucareli PR, de Almeida Carvalho NA. Short-term effects of hip abductors and lateral rotators strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial. journal of orthopaedic & sports physical therapy. 2010 Nov;40(11):736-42.
36. Elliott C, Green F, Hang K, Jolliffe B, McEvoy MP. Systematic Review of the Addition of Hip Strengthening Exercises for Adults with Patellofemoral Pain Syndrome. Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice. 2018;16(4):10.38.
37. Yalfani, A., Raisi, Z. Comparison of Two Methods Quadriceps Muscle Strengthening on Land and in the Water on pain, Function, Static and Dynamic Balance in Females with Patellofemoral Pain Syndrome. *Studies in Sport Medicine*, 2013; 5(13): 91-108.
38. Baluchi. R, Ghiasi. A, Naderi., EA. Evaluation of the effectiveness of a selective treatment movement on postural control in dynamic patients with patellofemoral pain syndrome. Scientific Journal of Ilam University of Medical Sciences. 2011 APR 15; 19 (1): 17-23.
39. Hott A, Brox JI, Pripp AH, Juel NG, Paulsen G, Liavaag S. Effectiveness of Isolated Hip Exercise, Knee Exercise, or Free Physical Activity for Patellofemoral Pain: A Randomized Controlled Trial. The American journal of sports medicine. 2019 May;47(6):1312-22.
40. Powers CM. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2003 Nov;33(11):639-46.
41. Noehren B, Pohl MB, Sanchez Z, Cunningham T, Lattermann C. Proximal and distal kinematics in female runners with patellofemoral pain. Clinical biomechanics. 2012 May 1;27(4):366-71.
42. Stane ML, Powers ME. The effects of plyometric training on selected measures of leg strength and power when compared to weight training and combination weight and plyometric training. J Athl Train. 2005;42(3):186-92.
43. Mokhtari nia HR, Ebrahimi E, Salavati M.Comparative Criteria Study of Dynamic Balancing in Pateints with Patello-Femoral Pain. 2005 OCT 15; 6 (3): 33-7.


www.SID.ir