Jundishapur
Scientific Medical Journal

Research Article

The Effect of Weight Adjustment on the Rehabilitation of Movement Function in Women with Patellofemoral Pain Syndrome

Shahin Mirpoor Shirkhoda[1,*]

1. MSc, Department of Pathology and Corrective Movements, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Mirpoor Shirkhoda Sh [The Effect of Weight Adjustment on the Rehabilitation of Movement Function in Women with Patellofemoral Pain Syndrome (Persian)]. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2024; 23(2):177-188. 10.32592/JSMJ.23.2.177

https://doi.org/10.32592/JSMJ.23.2.177

ABSTRACT

Background and Objectives Patellofemoral pain syndrome (PFPS) is one of the most common forms of knee pain and is a term used for various pathologies or anatomical abnormalities that lead to anterior knee pain. The aim of the current research was to investigate the effect of different levels of weight adjustment on the motor function of women with PFPS.

Subjects and Methods In this quasi-experimental study, 75 women with PFPS were selected by purposeful sampling and were randomly divided into 5 groups with equal numbers including weight adjustment (1- ¼ of body weight, 2- ½ of body weight, 3- ¾ of body weight), the group without weight adjustment, and the control group. The training protocol included selected resistance and functional exercises to strengthen hip and knee muscles, which were performed on stable and unstable surfaces. Analysis of covariance and Bonferroni's post hoc test were used for statistical analysis.

Results The exercise intervention reduced pain and improved movement function in the exercise groups compared to the control group (P<0.001). Corrective exercises involving weight adjustment with ½ and ¾ of body weight resulted in more effectiveness with regard to pain variables and movement function compared to the weight adjustment group with ¼ of body weight and the group without weight adjustment (P < 0.01).

Conclusion Based on the findings of this research, weight adjustment during corrective exercise can improve the quality of exercise by reducing mechanical pressure on the knee and reducing pain, which results in improved movement function in patients with PFPS.

Keywords Patellofemoral pain syndrome, Corrective exercises, Weight adjustment, Pain, Movement function

Received: 21 Feb 2024
Accepted: 06 Jun 2024
Available Online: 08 Jun 2024

*** *Corresponding Author:***
Shahin Mirpoor Shirkhoda
Address: Department of Pathology and Corrective Movements, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
Tel: +989161400079
E-Mail: mirpourshirkhoda59@gmail.com

Extended Abstract

Introduction

Knee pain is a disorder with a high prevalence in societies, and patellofemoral pain syndrome (PFPS) is one of the most common forms of knee pain. The annual prevalence of PFPS in adults is approximately 23%, which increases to 29% in adolescents. Weight bearing exercises, including squats, are the most common exercises to increase strength and activate lower limb muscles since improving muscle strength is effective in preventing injuries and rehabilitating the knee. There is strong evidence that supports the use of exercises focusing on the knee and hip joints to improve pain and function in the short- and long-term. Strong evidence supports hip joint strengthening along with quadriceps strengthening for PFPS rehabilitation. However, most reported rehabilitation programs do not follow specific exercise prescription recommendations, or they fail to provide sufficient detail to replicate in clinical practice. Additionally, people with PFPS have a lack of strength in the hip and knee muscles, and it is unclear whether adding strength training results in better or more consistent results. Based on this, it is necessary to pay attention to the executive limitations in PFPS patients in performing strength and power movements. Pain caused by movement and bearing body weight can increase movement limitation. Weight-bearing exercises can exacerbate knee pain, hindering rehabilitation progress and limiting continued participation in the treatment program. Due to the fact that by reducing the body weight, the load on the joint is also reduced, one of the solutions for the rehabilitation of people with knee pain is to reduce or adjust the weight along with exercise. It seems that the stress on the knee joint can be reduced by adjusting the weight. Building upon the established association between weight-bearing exercises and PFPS pain, this study aims to investigate the effectiveness of a corrective exercise program combined with weight adjustment in reducing pain and improving movement function in women with PFPS. Additionally, the research will explore the optimal weight adjustment for maximizing clinical efficacy.

Methods

In this quasi-experimental study, 75 women with PFPS were selected by purposeful sampling and were randomly divided into 5 groups with equal numbers including weight adjustment (1- ¼ of body weight, 2- ½ of body weight, 3- ¾ of body weight), a group without weight adjustment, and a control group. According to the exercise protocol in the present study, after warming up and stretching, resistance exercises with body weight and exercises aimed at strengthening hip and knee muscles were performed. Doing this part of the exercises took about 15-20 minutes. After the resistance exercises were peroformed, balance exercises were done for 15-20 minutes, which included static and dynamic balance exercises on a stable and an unstable surface (bosoball). Also, according to the level of progress of the subjects, after the third week, the last 10-20 minutes of training included functional exercises with the aim of improving motor performance. In this part of the training, star rotation exercises on one leg and movements to improve balance on stable and unstable surfaces such as bosoball were performed. After each training session, light movements and stretching were used for 5-10 minutes in order to return the subjects to their initial state. All training sessions in the current study were conducted under the supervision of the researcher and a physiotherapist, and the use of training movements was selected as pilot movements and based on the progress of the subjects. In the present study, a climbing harness was used to reduce the effect of gravity and adjust the weight. The harness used was supported by a cable that was connected to the training structure. To adjust the weight in the present study, elastic and training bands that were connected to the end of the support cable were used. The amount of weight adjustment in the current research was adjusted based on the weight of each person by increasing and decreasing the resistance of the elastic bands and the height of the support cable of the exercise structure according to the weight and height of each subject. A scale was used to measure the amount of weight adjustment. Analysis of covariance and Bonferroni's post hoc test were used for statistical analysis.

Results

The exercise intervention reduced pain and improved motor function in the exercise groups compared to the control group ($P<0.001$). Corrective exercises involving weight adjustment with ½ and ¾ of body weight resulted in more effectiveness with regard to pain variables and movement function compared to the weight adjustment group with ¼ of body weight and the group without weight adjustment ($P < 0.01$).

Conclusion

Based on the results of the present study, eight weeks of exercise interventions with and without weight adjustment reduced pain and improved movement function in women with PFPS. The findings of the present study proved that receiving exercise interventions based on strengthening knee and hip muscles can help PFPS patients by improving their knee pain and function. It can be argued that a selected functional training course aimed at strengthening hip and knee muscles leads to improvement of movement function in people with PFPS, and this improvement of movement function is associated with reduction of knee pain. In general, according to the results, functional exercises aimed at strengthening the hip and knee joints have a positive effect on improving knee function and reducing pain in people with PFPS, and adjusting weight by at least 50% reduces mechanical stress on the knee. As a result, due to the reduction of the perceived pain during exercise, it is easier to perform exercises for patients with PFPS, which can be effective in improving knee function in PFPS by reducing knee pain. The findings of this study suggest that a rehabilitation program for individuals with PFPS should prioritize strengthening exercises for both the knee and hip musculature. Additionally, incorporating supportive devices during exercise execution

Jundishapur
Scientific Medical Journal

may be beneficial in alleviating weight-induced stress on the knee joint, potentially leading to improved outcomes.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

Ethical principles have been observed in all stages of this research.

Funding

This article did not have any financial support and all research expenses were covered by the researcher.

Authors contributions

This article was written by Shahin Mirpour Shirkhoda.

Conflicts of interest

There is no conflict.

Acknowledgements

All those who have cooperated in this research are thanked and appreciated.

مجله علمی پزشکی
جنـــدی شـــاپور

مقاله پژوهشی

اثر تعدیل وزن در بازتوانی عملکرد حرکتی در زنان مبتلا به سندرم درد کشککی-رانی

شهین میرپور شیرخدا[۱،*]

۱. گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Mirpoor Shirkhoda Sh [The Effect of Weight Adjustment on the Rehabilitation of Movement Function in Women with Patellofemoral Pain Syndrome (Persian)]. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2024; 23(2):177-188. 10.32592/JSMJ.23.2.177

https://doi.org/10.32592/JSMJ.23.2.177

CC BY NC

چکیده

زمینه و هدف سندرم درد کشککی-رانی (PFPS) یکی از شایع‌ترین اشکال زانودرد است و اصطلاحی است که برای انواع آسیب-شناسی یا ناهنجاری های آناتومیکی که منجر به نوعی درد قدامی زانو می‌شود، اطلاق می‌شود. هدف تحقیق حاضر تعیین اثر سطوح مختلف تعدیل وزن بر عملکرد حرکتی زنان مبتلا به PFPS بود.

روش‌بررسی در پژوهش نیمه‌تجربی حاضر ۷۵ زن مبتلا به‌PFPS به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب و به صورت تصادفی به ۵ گروه با تعداد مساوی شامل تعدیل وزن (۱- ۱/۴ وزن بدن، ۲- ۱/۲ وزن بدن، ۳- ۳/۴ وزن بدن)، گروه بدون تعدیل وزن و گروه کنترل تقسیم شدند. پروتکل تمرینی شامل تمرینات مقاومتی و عملکردی منتخب تقویت عضلات لگن و زانو بود که روی سطوح پایدار و ناپایدار انجام شد. به منظور تجزیه و تحلیل آماری از آزمون تحلیل کواریانس و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد.

یافته‌ها مداخله تمرین موجب کاهش درد و بهبود عملکرد حرکتی در گروه‌های تمرین نسبت به گروه کنترل شد (P< ۰/۰۰۱). تمرینات اصلاحی با تعدیل وزن با ۱/۲ و ۳/۴ وزن بدن موجب اثربخشی بیشتر در متغیرهای درد و عملکرد حرکتی نسبت به گروه های تعدیل وزن ۱/۴ وزن بدن و بدون تعدیل وزن شد (P< ۰/۰۱).

نتیجه گیری بر اساس یافته‌های این پژوهش تعدیل وزن هنگام تمرین اصلاحی می‌تواند با کاهش فشارهای مکانیکی بر زانو و کاهش درد موجب بهبود کیفیت تمرین شود که نتیجه آن بهبود عملکرد حرکتی در بیماران مبتلا به PFPS می‌باشد.

کلیدواژه‌ها سندرم درد کشککی-رانی، تمرینات اصلاحی، تعدیل وزن، درد، عملکرد حرکتی

تاریخ دریافت: ۰۲ اسفند ۱۴۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۷ خرداد ۱۴۰۳
تاریخ انتشار: ۱۹ خرداد ۱۴۰۳

نویسنده مسئول:
شهین میرپور شیرخدا
نشانی: گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.
تلفن: ۰۹۱۶۱۴۰۰۰۷۹
رایانامه: mirpourshirkhoda59@gmail.com

مقدمه

زانودرد یک ناهنجاری با شیوع بالا در جوامع است و سندرم درد کشککی–رانی (patellofemoral pain-PFPS) یکی از شایع‌ترین اشکال زانودرد است. شیوع سالانه PFPS در بزرگسالان تقریباً ۲۳ درصد است که در نوجوانان به ۲۹ درصد افزایش می‌یابد [۱]. PFPS یک عارضه بالینی است که عمدتاً جوانان، زنان و افراد درگیر در فعالیت بدنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و شامل چندین بیماری مختلف است. اختلال ردیابی کشکک، کاهش انعطاف‌پذیری برخی از ساختارهای میوفاشیال عضلات (چهارسر ران، همسترینگ، نوار تهی‌گاهی‌درشت‌نئی(Iliotibial band) و دوقلو (Gastrocnemius)، کاهش قدرت عضلات چهارسر ران و همسترینگ، شلی مفاصل، انحراف در حرکت کشکک و کج شدن و افزایش سندروم چهارسر ران را شامل می‌شود. همچنین سندروم پلیکا سینوویال (Synovial Plica Syndrome) یا التهاب بافت پوشش مفصل (سینوویت–Synovitis) یا درد ارجاعی می‌تواند علائم را در همان ناحیه تحریک کند، بنابراین تشخیص نهایی این عارضه در بین ناهنجاری‌های مختلف بسیار پیچیده است. مؤلفه‌های روان‌شناختی (افسردگی، ترس–اجتناب و اضطراب) نیز به‌عنوان عوامل خطر برای شروع و تداوم PFPS گزارش شده است [۲]. درد اطراف یا پشت کشکک، با ضعیف شدن عضلات بازکننده زانو و علائم مرتبط معمولاً عملکرد زانو را کاهش می‌دهد و محدودیت در فعالیت‌های روزانه و شغلی را به دنبال دارد و بر کیفیت زندگی و جنبه‌های اجتماعی بیمار تأثیر منفی می‌گذارد [۱].

زانو یک مفصل پیچیده بیومکانیکی و تشریحی است که از نظر عملکردی مسئول تحمل وزن است و به دامنه حرکتی زیادی نیاز دارد. علاوه بر این، مفصل زانو توسط رباط‌ها و ماهیچه‌های زیادی احاطه شده است که می‌توانند در اثر نیروی خارجی دچار آسیب ثانویه شود. مهم‌ترین ماهیچه‌های اطراف مفصل زانو، عضله چهار سر ران است و ورزش‌هایی که باعث افزایش فعال شدن این عضله می‌شود، در تقویت عضلات موثر است. شایان ذکر است، تمرینات تحمل وزن از جمله اسکوات از رایج‌ترین تمرینات برای افزایش قدرت و فعال‌سازی عضلات اندام تحتانی هستند و بهبود قدرت عضلانی در پیشگیری از آسیب‌ها و همچنین بازتوانی زانو موثر است [۳، ۴]. ده‌ها سال پیش توصیه کلی برای افرادی که از دردهای اسکلتی– عضلانی مزمن رنج می‌برند این بود که استراحت کنند. امروزه توصیه‌ها به طور چشمگیری تغییر کرده است؛ زیرا به خوبی شناخته شده است که فعالیت بدنی و ورزش کلید مدیریت موفقیت‌آمیز دردهای اسکلتی– عضلانی مزمن از جمله PFPS هستند.

شواهد قوی وجود دارد که استفاده از تمرینات با تاکید بر تقویت مفاصل زانو و لگن برای بهبود درد و عملکرد در کوتاه‌مدت و بلندمدت حمایت می‌کند [۴–۶]. به طور سنتی، تقویت عضله چهار سر ران برای تمرین مجدد عملکردی در این بیماران استفاده شده است [۷، ۸]. با این حال، در حال حاضر، توصیه می‌شود که در بیمارانی که از PFPS رنج می‌برند، تمرینات چهارسر ران و عضلات نزدیک‌کننده به تنه و لگن را با هم ترکیب کنند تا نتایج بهتری برای بهبود عملکرد زانو و کاهش درد حاصل شود [۷، ۸]. رستمی و همکاران گزارش کردند که تمرینات قدرتی علاوه بر تقویت عضلات ناحیه زانو بر عضلات کمربند کمری–لگنی نیز موثر باشند، در بهبود درد و عملکرد در افراد مبتلا به سندرم درد کشکک رانی موثر هستند شدند [۹]. شواهد قوی از تقویت عضلات مفصل لگن همراه با تقویت عضله چهارسر برای توانبخشی PFPS پشتیبانی می‌کند. با این‌حال، اکثر برنامه‌های توانبخشی گزارش‌شده از توصیه‌های تجویز ورزشی خاصی پیروی نمی‌کنند یا جزئیات کافی برای تکرار در عمل بالینی ارائه نمی‌دهند. علاوه بر این، افراد مبتلا به PFPS دچار کمبود قدرت در عضلات لگن و زانو هستند و مشخص نیست که آیا اضافه کردن تمرینات قدرتی منجر به نتایج بهتر یا ثابت‌تری می‌شود [۱۰]. بر همین اساس باید به محدودیت-های اجرایی در بیماران مبتلا به PFPS در اجرای حرکات قدرتی و توانی توجه داشت.

درد ناشی از حرکت و تحمل وزن بدن می‌تواند محدودیت حرکتی را بیشتر کند [۱]. درد زانو در افراد مبتلا به PFPS معمولاً به دلیل فشار غیرطبیعی روی زانو به دلیل بار زیاد هنگام ایستادن، چمباتمه زدن، یا بالا و پایین رفتن از پله‌ها ایجاد می‌شود [۱۱]. همچنین با توجه به تحمل وزن هنگام تمرینات ممکن است به علت اعمال فشار وزن به مفصل زانو منجر به افزایش درد در این ناحیه شود که می‌تواند برنامه بازتوانی و حرکت-درمانی فرد را دچار مشکل کند و محدودیت‌هایی برای ادامه روند حرکت-درمان ایجاد کند. اگر چه تمهیداتی برای کاهش درد از جمله استفاده از حرکات ورزشی ایستا نسبت به تمرینات پویا و یا استفاده از طب مکمل مانند تمرینات ارادی به همراه تحریک الکتریکی می‌تواند با کاهش درد برای بازیابی عملکرد زانو مفید باشد ولی هر کدام از روش‌ها، محدودیت-هایی دارند؛ برای مثال سازگاری‌های کسب شده از تمرینات ایزومتریک مربوط به زاویه خاص تمرین در مفصل می‌باشد و همین‌طور استفاده از تمرین تحریک الکتریکی عضلات روش پرهزینه‌ای است، که می‌تواند برای برخی افراد از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه نباشد. با توجه به این‌که با کم‌کردن وزن بدن بار وارد شده به مفصل نیز کاهش می‌یابد، بنابراین یکی از راهکارها برای بازتوانی افراد مبتلا به درد ناحیه زانو مانند افراد آسیب‌دیده پس از عمل جراحی ACL، کاهش یا تعدیل وزن همراه با تمرین می‌باشد [۱۲]. به نظر می‌رسد با تعدیل وزن می‌توان از استرس وارد بر مفصل زانو کاست. یکی از روش‌های تعدیل وزن تمرین در آب است، بر همین اساس بخشی از تمرینات بازتوانی و حرکت درمانی پس از عمل‌های

مجله علمی پزشکی
جنـــدی شـــاپور

جراحی زانو می‌تواند تمرین در آب باشد [۱۳، ۱۴]. پژوهش های زیادی در این خصوص انجام شده است، ولی کمبود مراکزی که شرایط استخر و وسایل تمرینی برای بازتوانی داشته باشند و همچنین کمتر در دسترس بودن مربیان متخصص بازتوانی محدودیت‌هایی برای انجام اینگونه مداخلات ایجاد می‌کند.

با توجه به مطالب گفته شده تعدیل وزن می‌تواند یک روش برای کاهش استرس و درد بر مفصل زانوی افراد مبتلا به PFPS باشد. با توجه به محدودیت‌های استفاده از استخر و اینکه در محیط غیرآبی نیز می‌توان وزن فرد را با استفاده از وسایل موجود در باشگاه تعدیل کرد و از بار وارد شده بر مفصل زانو که تحت استرس قرار دارد کاست و با تعدیل وزن حتی می‌توان همانند تمرینات در محیط‌های آبی، امکان انجام برخی حرکات عملکردی را نیز برای افراد مبتلا به PFPS ایجاد کرد؛ تاکنون پژوهشی که به بررسی تعدیل وزن هنگام تمرینات بازتوانی بر میزان درد و عملکرد زانو در بیماران مبتلا به PFPS انجام شده باشد یافت نشد، که ضروت پژوهش حاضر را توجیه می کند.

با توجه به مطالب گفته شده هدف پژوهش حاضر پاسخ به این سوال‌ها است که آیا یک دوره تمرینات اصلاحی به همراه تعدیل وزن بر کاهش درد و عملکرد حرکتی زنان مبتلا به به PFPS موثر است و برای اثربخشی بالینی چه میزان تعدیل وزن مناسبتر می باشد.

روش بررسی

در تحقیق نیمه تجربی حاضر، ۷۵ زن مبتلا به PFPS با دامنه سنی ۵۵ تا ۶۵ سال به روش نمونه گیری هدفمند از افراد مراجعه کننده به مراکز بازتوانی شهرستان اندیمشک انتخاب شدند. سپس آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در ۵ گروه (۱۵ نفره) شامل: ۱- تمرین با تعدیل وزن ۱/۴ وزن بدن؛ ۲- تمرین با تعدیل وزن ۱/۲ وزن بدن ؛ ۳- تمرین با تعدیل وزن ۳/۴ وزن بدن ؛ ۴- تمرین بدون تعدیل وزن و کنترل (بدون مداخله تمرین یا تعدیل وزن) تقسیم شدند. شرایط ورود به پژوهش شامل جنسیت زن، دامنه سنی ۵۵ سال تا ۶۵ سال، غیر ورزشکار بودن، ابتلا به PFPS که توسط پزشک متخصص و دارا بودن وجود درد در ناحیه زانو و اطراف کشکک یا وجود درد در حین راه رفتن، دوچرخه سواری، اسکوات، بالا و پایین رفتن از پله، نشستن با زانوی خم به مدت طولانی و مثبت بودن آزمون کلارک [۱۵] بود. شرایط خروج از پژوهش نیز شامل غیبت بیش از ۲ جلسه تمرین متوالی یا ۳ غیبت غیرمتوالی در طول دوره پژوهش، افزایش درد در هنگام اجرای تمرینات و عدم همکاری مناسب برای انجام تمرینات در طول دوره پژوهش بود. در ابتدا اهداف، جزئیات و همچنین اجرای تمرین ها برای همگی آزمودنی‌ها تشریح شد و سپس از افراد واجد شرایط داوطلب، رضایت‌نامه کتبی گرفته شد. از تمامی آزمودنی‌ها قبل از شروع پژوهش آزمون‌های تن‌سنجی، و میزان درد و علمکرد حرکتی گرفته شد.

در پژوهش حاضر میزان درد زانو با استفاده از مقیاس دیداری درد (Visual Analogue Scales: VAS) سنجیده شد که نشان‌دهنده درد بیماران در حالت کلی است. این مقیاس به صورت یک خط ۱۰ سانتی متری رسم می‌شود و برای درک مفهوم سطح درد توسط بیماران بین صفر و ۱۰ سانتی متر درجه‌بندی می‌شود. عدد صفر نشان‌دهنده عدم وجود درد، ۳-۱ نشان‌دهنده سطح درد خفیف، ۶-۴ نشان‌دهنده سطح درد متوسط و ۱۰-۷ نشان‌دهنده سطح درد شدید می‌باشد. از آزمودنی‌ها خواسته خواهد شد که شدت درد را با استفاده از مقیاس VAS نشان دهند [۱۶] عملکرد حرکتی بیماران نیز با استفاده از پرسشنامه کوجالا اندازه-گیری شد که دارای روایی ۹۶ درصد در ارزیابی عملکرد حرکتی بیماران مبتلا به PFPS می‌باشد.

پرسشنامه کوجالا شامل ۱۳ سوال است که مقیاس‌هایی مانند درد، آتروفی عضلانی و تورم را در موقعیت‌های مختلف می‌سنجد. صفر کمترین نمره‌ای است که بیمار دریافت می‌کند و نشان دهنده این است که بیمار درد شدیدی دارد و نمره ۱۰۰ نشان‌دهنده کمترین درد در بیمار می‌باشد [۱۷].

روز بعد از پیش‌آزمون با توجه به گروه‌بندی انجام شده و با برنامه تمرینی در نظر گرفته شده مداخلات تمرینات اصلاحی به مدت هشت هفته و در سه جلسه غیرمتوالی در هفته اجرا شد. پروتکل تمرین در تحقیق حاضر شامل تمرینات اصلاحی بود که تمرینات بر اساس پژوهش های پیشین، شامل حرکات مقاومتی و عملکردی برای تقویت عضلات پایین‌تنه بخصوص عضلات زانو و لگن انتخاب شدند [۹]. در گروه کنترل هیچ گونه مداخله‌ای توسط پژوهشگر انجام نشد و این افراد همان برنامه روتین درمان خود را ادامه دادند و پس از اتمام پروتکل تحقیق به افرادی که مایل به دریافت برنامه تمرینی بودند، خدمات تمرینی به صورت رایگان ارایه شد.

در پروتکل تمرینی در پژوهش حاضر پس از گرم کردن و حرکات کششی، حرکات مقاومتی با وزن بدن شامل حرکات اسکوات با وزن بدن، لانگز جلو، لانگز بغل، ترکیب اسکوات و لانگز جلو، بالا رفتن از استپ ۱۰ سانتی متری با بالا آوردن زانوی پای مخالف انجام شد. همچنین به منظور تقویت عضلات لگنی از حرکات آبداکشن ران در زوایای مختلف به حالت ایستاده به منظور تقویت عضلات لگن استاده شد. انجام این بخش از تمرینات حدود ۲۰-۱۵ دقیقه بود. پس از انجام تمرینات مقاومتی انجام تمرینات تعادلی به مدت ۲۰-۱۵ دقیقه انجام شد که شامل تمرینات تعادلی ایستا و پویا روی سطح پایدار و همچنین روی سطح ناپایدار (بوسوبال) بود [۱۹-۱۷]. همچنین با توجه به سطح پیشرفت آزمودنی‌ها پس از هفته سوم

۱۰-۲۰ دقیقه پایانی تمرین شامل تمرینات عملکردی با هدف ارتقای عملکرد حرکتی اجرا شد. در این بخش از تمرین از تمرینات چرخش ستاره روی یک پا و انجام حرکات برای ارتقای تعادل روی سطوح پایدار [۱۰] و ناپایدار مانند بوسوبال انجام شد [۱۷-۱۹]. پس از هر جلسه تمرین نیز حرکات سبک و کشش به مدت ۱۰-۵ دقیقه به منظور بازگشت به حالت اولیه آزمودنی‌ها استفاده شد. تمامی جلسات تمرین در پژوهش حاضر زیر نظر پژوهشگر و یک فیزیوتراپیست انجام شد و استفاده از حرکات تمرینی به صورت پایلوت حرکات و بر اساس پیشرفت آزمودنی‌ها انتخاب شد. پس از اتمام مداخلات تمرین (۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین) متغیرهای پژوهش به همان ترتیب پیش آزمون اندازه‌گیری شدند.

پروتکل تعدیل وزن: در پژوهش حاضر برای کاهش اثر جاذبه و تعدیل وزن از هارنس کوهنوردی استفاده شد و هارنس مورد استفاده با حمایت کابل که به سازه تمرین وصل شد. برای تعدیل وزن در پژوهش حاضر از کش‌های الاستیک و تراباندهای تمرینی که به انتهای کابل حمایتی وصل می‌شوند، استفاده شد. میزان تعدیل وزن در پژوهش حاضر بر اساس وزن هر فرد و با کم و زیاد کردن مقاومت کش‌های الاستیک و همچنین ارتفاع کابل حمایتی سازه تمرین با توجه به شرایط وزنی و قدی هر آزمودنی، تنظیم شد و برای سنجش میزان تعدیل وزن از ترازو استفاده شد. هیچ گونه تفاوتی بین مداخله ورزشی در گروه های تمرین وجود نداشت و تنها تفاوت در میزان تعدیل وزن بر اساس گروه تمرین بود که با استفاده از وسایل حمایتی و تراباند توسط پژوهشگر اعمال شد. برای سنجش میزان تعدیل وزن از ترازو استفاده شد و تعدیل وزن به صورت اختصاصی با توجه به وزن هر آزمودنی محاسبه گردید.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی شامل میانگین و انحراف معیار استفاده شد. از آزمون شاپیروویلک برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها و از آزمون لوین برای بررسی تجانس واریانس‌ها استفاده شد. همچنین از آزمون تحلیل کواریانس برای مقایسه بین‌گروهی استفاده شد و در صوت معنی‌دار بودن برای یافتن محل اختلاف از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد. کلیه عملیات آماری در سطح α=۰/۰۵ و با نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۶ انجام شد.

یافته ها

جدول ۱ مربوط به مشخصات دموگرافی آزمودنی ها در گروه های تحقیق می باشد. با توجه به نتایج آزمون‌های شاپیروویلک و آزمون لوین، پیش شرط طبیعی بودن داده ها و همچنین تجانس واریانس‌ها بین گروه‌های تحقیق وجود داشت.

نتایج آزمون تحلیل کواریانس (جدول ۲) نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین میزان درد (P < ۰/۰۰۱؛ F = ۲۲/۹۱۱) و عملکرد حرکتی (P < ۰/۰۰۱؛ F = ۱۳۵۲/۴۴۰) بین گروه‌های پژوهش وجود داشت؛ در ادامه برای مقایسه دو به دوی گروه‌های پژوهش از آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد. با توجه به نتایج به دست آمده از آزمون تعقیبی بنفرونی (نمودار ۱) کاهش درد در هر چهار گروه مداخله نسبت به گروه کنترل معنی‌دار بود (P< ۰/۰۰۱). همچنین کاهش درد در گروه‌های تعدیل وزن ۱/۲ و ۳/۴ وزن بدن نسبت به گروه تعدیل وزن ۱/۴ وزن بدن و گروه بدون تعدیل وزن به صورت معنی‌داری بیشتر بود (P< ۰/۰۱). ولی تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های تعدیل وزن ۱/۲ و ۳/۴ وزن بدن مشاهده نشد (P> ۰/۰۵). همچنین تفاوت معنی‌داری بین گروه تعدیل وزن ۱/۴ وزن بدن و گروه بدون تعدیل وزن مشاهده نشد (P = ۰/۰۸۶).

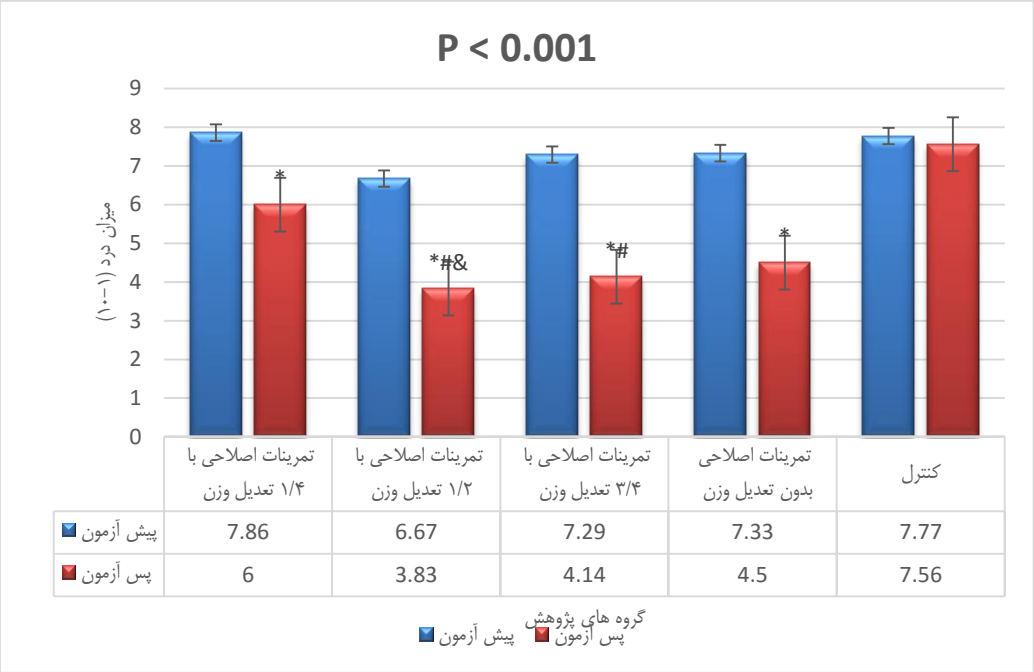
جدول ۱. متغیرهای سن، وزن، قد و شاخص توده بدن آزمودنی‌ها در گروه های پژوهش

گروه	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (متر)	BMI (kg/m²)
تمرین باتعدیل وزن۱/۴	۶۳/۱۴ ± ۱/۷۷	۶۵/۱۷ ± ۸/۸۵	۱/۵۱ ± ۰/۰۹	۲۸/۳۷ ± ۱/۴۷
تمرین با تعدیل وزن ۱/۲	۶۴/۸۳ ± ۳/۱۳	۶۷/۰۸ ± ۱۱/۵۸	۱/۵۹ ± ۰/۱۱	۲۷/۴۶ ± ۲/۱۲
تمرین با تعدیل وزن ۳/۴	۶۳/۱۴ ± ۱/۶۸	۶۳/۹۹ ± ۵/۳۳	۱/۵۳ ± ۰/۰۷	۲۷/۳۳ ± ۲/۳۸
تمرین بدون تعدیل وزن	۶۳/۵۰ ± ۱/۳۸	۶۵/۱۵ ± ۴/۴۷	۱/۵۲ ± ۰/۰۴	۲۸/۳۷ ± ۱/۲۶
کنترل	۶۳/۷۸ ± ۱/۳۰	۶۶/۸۱ ± ۵/۷۲	۱/۵۵ ± ۰/۰۸	۲۸/۰۳ ± ۲/۴۴

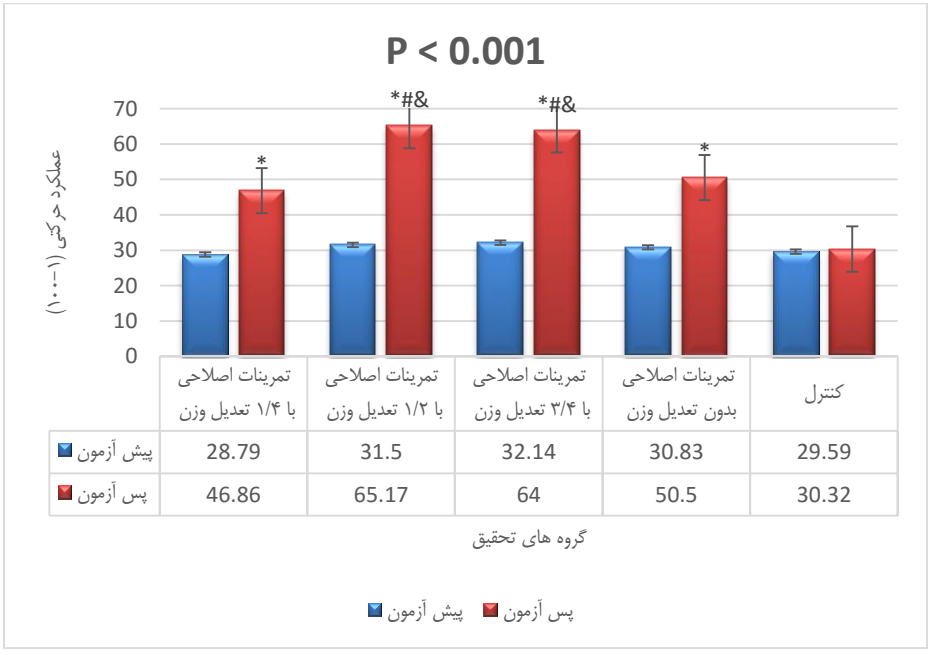
BMI: شاخص توده بدن

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل کواریانس مقایسه بین گروهی میزان درد و عملکرد حرکتی

متغیر	منبع	مجموع مربع ها	میانگین مربع	F	P	نمره اتا
درد	کنتراست	۵۷/۰۱۳	۱۴/۲۵۳	۲۲/۹۱۱	<۰/۰۰۱	۰/۷۶۰
	خطا	۱۸/۰۴۱	۰/۶۲۲			
عملکرد حرکتی	کنتراست	۵۴۰۹/۷۶۱	۱۳۵۲/۴۴۰	۲۸/۷۵۲	<۰/۰۰۱	۰/۷۹۹
	خطا	۱۳۶۴/۱۱۹	۴۷/۰۳۹			



نمودار ۱. اثر تعدیل وزن و تمرینات اصلاحی بر میزان درد در گروه های پژوهش
تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه کنترل*
تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه بدون تعدیل وزن#
تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه ۱/۴تعدیل وزن &



نمودار۲. اثر تعدیل وزن و تمرین اصلاحی بر عملکرد حرکتی در گروههای پژوهش
تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه کنترل*
تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه بدون تعدیل وزن#
تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه ۱/۴تعدیل وزن &

با توجه به نتایج به دست آمده از آزمون تعقیبی بنفرونی (نمودار ۲) بهبود عملکرد حرکتی در گروه‌های مداخله تمرین با و بدون تعدیل وزن نسبت به گروه کنترل معنی دار بود (P< ۰/۰۰۱). افزایش عملکردحرکتی در گروه تعدیل وزن ۳/۴ و ۱/۲ نسبت به گروه تعدیل وزن ۱/۴ و و بدون تعدیل وزن به‌صورت معنی‌داری بیشتر بود (P< ۰/۰۰۱). ولی تفاوت معنی‌داری بین گروه تعدیل وزن ۳/۴ با گروه تعدیل وزن ۱/۲ مشاهده نشد (P> ۰/۰۵). همچنین تفاوت معنی‌داری بین گروه تعدیل وزن ۱/۴ با گروه بدون تعدیل وزن مشاهده نشد (P> ۰/۰۵).

بحث

در بررسی اثر تمرین بر درد نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هشت هفته تمرینات اصلاحی موجب کاهش معنی داری در میزان درد در گروه-های مداخله مشاهده شد (تعدیل وزن ۱/۴: ۲۱/۷۷ درصد؛ تعدیل وزن ۱/۲: ۴۱/۷۷ درصد؛ تعدیل وزن ۳/۴: ۴۲/۸۸ درصد و بدون تعدیل وزن: ۳۸/۱۹ درصد) نسبت به مقادیر پایه مشاهده شد؛ در گروه کنترل پس از دوره تحقیق ۲/۱۹ درصد کاهش درد دیده شد و این تغییر معنی‌دار نبود. کاهش درد درک شده در گروه های مداخله نسبت به گروه کنترل معنی دار بود. نتایج تحقیق رستمی و همکاران نیز نشان داد که تمرینات عضلات ناحیه زانو به همراه عضلات کمربند کمری–لگنی موجب کاهش درد در بیماران مبتلا به PFPS می‌شود [۹]. همچنین نتایج تحقیقات دیگر از جمله یانز آلوارز و همکاران نشان داد که پس از چهار هفته تمرینات تقویتی لگن، زانو و ناحیه مرکزی [۱]، بارتون و همکاران (۲۰۱۹) پس از یک برنامه تمرین مقاومتی پیشرونده ۱۲ هفته‌ای [۲۰]، هالت و همکاران (۲۰۱۹) پس از یک مداخله شش هفته‌ای متشکل از تمرین متمرکز بر مفصل ران و تمرین سنتی متمرکز بر زانو [۲۱]، گزارش کردند که انجام تمرینات ورزشی موجب کاهش درد در بیماران مبتلا به PFPS می شود و تمرین قدرت عضلانی درمانی بخش مهمی از توانبخشی در PFPS است.

نتایج تحقیق کراسلی (Crossley) و همکاران نشان داد که تمرین درمانی عضلات مفصل ران با کاهش درد در مراحل اولیه توانبخشی بیماران مبتلا به PFPS ارتباط مستقیم دارد [۲۲]؛ آنها پیشنهاد کردند که یک برنامه درمانی که در ابتدا با هدف تقویت عضلات لگن انجام می شود، ممکن است موثرتر از یک برنامه درمانی با هدف تقویت عضلات چهارسر ران باشد. همچنین این تمرینات در بیمارانی که علائم PFPS شدیدتر دارند، یا در بیمارانی که تمرینات تقویت عضلات چهارسر ران در آنها منجر به تشدید درد می شود، موثرتر است [۶، ۸، ۲۲]. عنوان شده است که ضعف عضلات مفصل ران با PFPS در ارتباط است [۲۳]؛ برهمین اساس تقویت عضلات ابدکتور و بازکننده ران یک هدف اصلی در برنامه توانبخشی بیماران مبتلا به PFPS به ویژه در بیماران زن است و در عین حال منجر به کاهش درد در PFPS و افزایش عملکرد زانو در این بیماران می‌شود. در مقایسه اثر تعدیل وزن بر میزان درد نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کاهش درد درک‌شده در گروه‌های تعدیل وزن ۱/۲ و ۳/۴ وزن بدن به صورت معنی‌داری بیشتر از گروه‌های تعدیل وزن ۱/۴ وزن بدن و بدون تعدیل وزن بود؛ ولی تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های تعدیل وزن ۱/۲ و ۳/۴ وزن بدن مشاهده نشد. تاکنون پژوهشی که به طور خاص به بررسی اثر تعدیل وزن بر درد در مبتلایان به PFPS پرداخته باشد یافت نشد و ادبیات نظری ما در این خصوص محدود می‌باشد.

همچنین نتایج پژوهش ما نشان داد که هشت هفته تمرین اصلاحی موجب افزایش معنی‌داری عملکرد حرکتی در گروه‌های مداخله نسبت به مقادیر پایه مشاهده شد (تعدیل وزن ۱/۴: ۶۷/۶۳ درصد؛ تعدیل وزن ۱/۲: ۱۰۹/۲۵ درصد؛ تعدیل وزن ۳/۴: ۹۷/۶۱ درصد و بدون تعدیل وزن: ۶۳/۸۰ درصد)؛ در گروه کنترل بهبود جزئی در عملکرد حرکتی دیده شد ولی این تغییرات معنی دار نبود (۲/۴۷ درصد). همچنین افزایش عملکردحرکتی در گروه‌های مداخله نسبت به گروه کنترل معنی‌دار بود. نتایج پژوهش‌های کنستانتینو و همکاران [۲۴]، آلرنزو کابلا و همکاران [۱۶] و چیو و همکاران [۲۵] نشان دادند که تمرینات ورزشی با کاهش درد موجب بهبود عملکرد حرکتی در بیماران مبتلا به PFPS می شود. این نتایج در پژوهش‌های مروری نیز تایید شده است؛ برای مثال مرورهای انجام شده توسط نیل و همکاران [۲۶]، دیچیاوی و همکاران [۲۷]، وینترز و همکاران [۲۸]، ماناجلوویک و همکاران [۲۹] و والیس و همکاران [۳۰]، گزارش کردند که تمرینات ورزشی به عنوان یک مداخله مفید برای بهبود عملکرد حرکتی در PFPS می‌باشد. ضعف در عضلات ران، در بیماران مبتلا به PFPS به خوبی ثبت شده است. هنگام درگیر شدن در فعالیت‌های پویا، ابدکتورهای ضعیف هیپ و چرخاننده‌های خارجی ممکن است نتوانند به اندازه کافی با چرخش داخلی لگن مقابله کنند [۳۱]. اختلال در قدرت عضلات لگن با حرکت بیش از حد سطح فرونتال مفصل زانو همراه است که منجر به افزایش زاویه Q می‌شود [۳۲]. تمرینات عملکردی و تحمل وزن بدن می‌تواند موجب افزایش قدرت عضلات لگنی و همچنین قدرت عضلات زانو در PFPS شود [۳۳]. گزارش شده است که تمرینات ورزشی موجب کاهش زاویه Q و افزایش قدرت ابدکتور لگن در افراد مبتلا به PFPS می‌شود (۳۱). بنابراین، تمرینات تقویتی مفصل ران و لگن باعث بهبود حرکت شناسی مفصل زانو و کاهش زاویه Q، کاهش بار مفصل کشکک ران و بهبود علائم در PFPS می‌شود. تمرینات ورزشی همچنین می‌تواند حس عمقی مفاصل را از طریق فعال‌سازی دوک عضلانی بهبود بخشد [۳۴]. دوک‌های عضلانی علاوه بر ارسال اطلاعات حسی، اطلاعاتی را از نورون های حرکتی گاما وابران دریافت می‌کنند. تمرینات تقویتی فعالیت وابران گاما را بهبود می‌بخشد، حس موقعیت مفصل را

مجله علمی پزشکی
جنـــدی شـــاپور

افزایش می‌دهد، که ثبات مفصل را بهبود می‌بخشد [۳۱]. افزایش عملکرد حرکتی در گروه تعدیل وزن ۳/۴ و ۱/۲ نسبت به گروه تعدیل وزن ۱/۴ وزن بدن و بدون تعدیل وزن به صورت معنی‌داری بیشتر بود. ولی تفاوت معنی‌داری در گروه‌های تعدیل وزن ۱/۲ و ۳/۴ وزن بدن تعدیل وزن مشاهده نشد. همچنین تفاوت معنی‌داری بین گروه تعدیل وزن ۱/۴ با گروه بدون تعدیل وزن مشاهده نشد. گزارش شده است که تمرینات ورزشی ورودی آوران را از دوک عضلانی و سایر گیرنده‌های مکانیکی مفصل، تاندون و کپسول فعال می‌کند که می‌تواند از انتقال سیگنال‌های درد توسط لایه های شاخ خاکستری پشتی نخاع جلوگیری کند. همچنین تمرینات ورزشی با تحریک گیرنده‌های عمقی مفصل، تعادل و ثبات مفصل را بهبود می بخشد [۳۱]. این گیرنده ها سیگنال های حسی را به نورون های حرکتی گاما ارائه می‌دهند. با توجه به یافته‌های ما می‌توان گفت که برای بهبود عملکرد حرکتی نیاز به تعدیل وزن حداقل ۵۰ درصد وزن بدن در تمرینات اصلاحی با هدف تقویت عضلات زانو و لگن می‌باشد که استرس ناشی از وزن بدن بر پایین تنه برداشته شود. تحقیقات قبلی نیز نشان داده‌اند که مداخلات تمرینی در شرایط کاهش وزن بدن بر پایین‌تنه از جمله تمرینات ورزشی در محیط آب نیز می‌تواند موجب کاهش وزن و بهبود عملکرد حرکتی در افراد مبتلا به PFPS شود [۳۵، ۳۶]. توکل و همکاران نیز در پژوهششان نشان دادند که با کاهش فشار وزن از طریق تمرین در استخر، امتیاز حرکتی که با استفاده از عملکرد تعادل سنجیده شد، در قسمت‌های عمیق استخر بیشتر بود [۳۷] ؛ این نتایج نشان‌دهنده نیاز به کاهش وزن در هنگام مداخلات تمرینی در افراد مبتلا به PFPS می‌باشد که می‌تواند با استفاده از وسایل جانبی برای مهار و کاهش وزن انجام شود.

نتیجه گیری

در مجموع نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هشت هفته مداخلات تمرینی با تعدیل وزن و بدون تعدیل وزن موجب کاهش درد و بهبود عملکرد حرکتی در زنان مبتلا به PFPS شد. یافته‌های پژوهش حاضر ثابت کرد که دریافت مداخلات تمرینی مبتنی بر تقویت عضلات زانو و لگن می‌تواند به بیماران PFPS با بهبود درد و عملکرد زانو کمک کند. می‌توان گفت که یک دوره تمرین منتخب عملکردی با هدف تقویت عضلات لگن و زانو منجر به بهبود عملکرد حرکتی در افراد مبتلا به PFPS می‌شود و این بهبود عملکرد حرکتی با کاهش درد زانو همراه است. در مجموع با توجه به نتایج می‌توان گفت که تمرینات عملکردی با هدف تقویت مفصل لگن و زانو اثر مثبتی بر بهبود عملکرد زانو و کاهش درد در افراد مبتلا به PFPS دارد و تعدیل وزن حداقل ۵۰ درصد موجب کاهش استرس مکانیکی بر زانو می‌شود و در نتیجه به خاطر کاهش درد درک شده هنگام تمرین، انجام تمرینات برای بیماران مبتلا به PFPS تسهیل می‌شود که می‌تواند با کاهش درد زانو بر بهبود عملکرد زانو در PFPS موثر باشد. با توجه به نتایج تحقیق ما پیشنهاد می‌شود که در برنامه بازتوانی افراد مبتلا به PFPS به تقویت مفاصل زانو و لگن توجه شود و برای انجام بهتر تمرینات از وسایل حمایتی برای کاهش استرس ناشی از وزن بر زانو استفاده شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در تمام مراحل تحقیق حاضر اصول اخلاقی رعایت شده است.

حامی مالی

مقاله حاضر هیچ حامی مالی نداشته است و تمامی هزینه های تحقیق توسط پژوهشگر تامین شده است.

مشارکت نویسندگان

مقاله حاضر توسط شهین میرپور شیرخدا نگارش شده است.

تعارض منافع

تعارض منافعی وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

از تمامی کسانی که درتحقیق حاضر همکاری کرده‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود.

References

[1] Yañez-Álvarez A, Bermúdez-Pulgarín B, Hernández-Sánchez S, Albornoz-Cabello M. Effects of exercise combined with whole body vibration in patients with patellofemoral pain syndrome: a randomised-controlled clinical trial. BMC musculoskeletal disorders. 2020 Dec;21:1-1. [10.1186/s12891-020-03599-2] [PMID]

[2] Villafañe JH, Bissolotti L, La Touche R, Pedersini P, Negrini S. Effect of muscle strengthening on perceived pain and static knee angles in young subjects with patellofemoral pain syndrome. Journal of exercise rehabilitation. 2019 Jun;15(3): 454. [10.12965/jer.1938224.112] [PMID]

[3] Lee JH, Kim S, Heo J, Park DH, Chang E. Differences in the muscle activities of the quadriceps femoris and hamstrings while performing various squat exercises. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation. 2022 Jan 21;14(1):12. [10.1186/s13102-022-00404-6] [PMID]

[4] Glaviano NR, Saliba S. Differences in gluteal and quadriceps muscle activation during weight-bearing exercises between female subjects with and without patellofemoral pain. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2022 Jan 1; 36(1):55-62. [10.1519/JSC.0000000000003392] [PMID]

[5] Alba-Martín P, Gallego-Izquierdo T, Plaza-Manzano G, Romero-Franco N, Núñez-Nagy S, Pecos-Martín D. Effectiveness of therapeutic physical exercise in the treatment of patellofemoral pain syndrome: a systematic review. Journal of physical therapy science. 2015;27(7):2387-90. [10.1589/jpts.27.2387] [PMID]

[6] Crossley, K.M., van Middelkoop, M., Callaghan, M.J., Collins, N.J., Rathleff, M.S. and Barton, C.J., 2016. 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). *British journal of sports medicine*, *50*(14), pp.844-852.. [10.1136/bjsports-2016-096268] [PMID]

[7] Collins NJ, Barton CJ, Van Middelkoop M, Callaghan MJ, Rathleff MS, Vicenzino BT, Davis IS, Powers CM, Macri EM, Hart HF, de Oliveira Silva D. 2018 Consensus statement on exercise therapy and physical interventions (orthoses, taping and manual therapy) to treat patellofemoral pain: recommendations from the 5th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Gold Coast, Australia, 2017. British journal of sports medicine. 2018 Sep 1;52(18):1170-8. [10.1136/bjsports-2018-099397] [PMID]

[8] Lack S, Barton C, Sohan O, Crossley K, Morrissey D. Proximal muscle rehabilitation is effective for patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. British journal of sports medicine. 2015 Nov 1;49(21):1365-76. [10.1136/bjsports-2015-094723] [PMID]

[9] Rostami Zalani F, Sahebalzamani M, Daneshjoo A. Examination of Strengths Exercise in Patellofemoral Pain Syndrome with emphasize on Weakness, Lumbar-Pelvic Girdle Muscles and Quadriceps: Narrative Review Articles 2010-2020. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation. 2021 Nov 22;10(3):97-112.

[10] De Vasconcelos GS, Nunes GS, Barton CJ, Munhoz RF, da Silva ME, Pisani GK, Luz BC, Serrão FV. Adding muscle power exercises to a strength training program for people with patellofemoral pain: protocol of a randomized controlled trial. Trials. 2021 Dec;22:1-1. [10.1186/s13063-021-05748-x] [PMID]

[11] Yang JS, Fredericson M, Choi JH. The effect of patellofemoral pain syndrome on patellofemoral joint kinematics under upright weight-bearing conditions. PLoS One. 2020 Sep 30;15(9):e0239907. [10.1371/journal.pone.0239907] [PMID]

[12] PAULOS L, ANDREWS JR. Anterior cruciate ligament strain and tensile forces for weight-bearing and non–weight-bearing exercises: a guide to exercise selection. journal of orthopaedic & sports physical therapy. 2012 Mar;42(3):209. [10.2519/jospt.2012.3768] [PMID]

[13] Cortesi M, Giovanardi A, Fantozzi S, Borra D, Gatta G. Aquatic therapy after anterior cruciate ligament surgery: A case study on underwater gait analysis using inertial and magnetic sensors. Int. J. Phys. Ther. Rehabil. 2016;2.

[14] Zaki HM, Abd-Elhamid MI. The Effect of A Suggested Aquatic and functional exercises-Based program on Rehabilitation of Anterior Crutiate Ligament (ACL) after Endoscopic Surgical intervention among football players. International Journal of Sports Science and Arts. 2017 Jun 1;4(004):71-92.

[15] Niknam N, Shojaedin SS, Hadadnezhad M. Effect of eight weeks of standard training and functional stabilization on pain and functional movement in women with patellofemoral pain. Journal of Gorgan University of Medical Sciences. 2020 Jun 10;22(2):49-57.

[16] Albornoz-Cabello M, Barrios-Quinta CJ, Barrios-Quinta AM, Escobio-Prieto I, Cardero-Durán MD, Espejo-Antunez L. Effectiveness of tele-prescription of therapeutic physical exercise in patellofemoral pain syndrome during the COVID-19 pandemic. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021 Feb;18(3):1048. [10.3390/ijerph18031048] [PMID]

[17] Yalfani A. The effect of eight weeks of Aquatic therapy with patella taping on pain, motor function and unstable balance in women with the patellofemoral pain syndrome. Feyz Medical Sciences Journal. 2018 Jun 10;22(3):309-17.

[18] Araújo CG, Macedo CD, Ferreira D, Shigaki L, da Silva RA. Mcconnell's patellar taping does not alter knee and hip muscle activation differences during proprioceptive exercises: A randomized placebo-controlled trial in women with patellofemoral pain syndrome. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2016 Dec 1;31:72-80. [10.1016/j.jelekin.2016.09.006] [PMID]

[19] Motealleh A, Mohamadi M, Moghadam MB, Nejati N, Arjang N, Ebrahimi N. Effects of core neuromuscular training on pain, balance, and functional performance in women with patellofemoral pain syndrome: a clinical trial. Journal of chiropractic medicine. 2019 Mar 1;18(1):9-18. [10.1016/j.jcm.2018.07.006] [PMID]

[20] Barton CJ, de Oliveira Silva D, Patterson BE, Crossley KM, Pizzari T, Nunes GS. A proximal progressive resistance training program targeting strength and power is feasible in people with patellofemoral pain. Physical Therapy in Sport. 2019 Jul 1;38:59-65. [10.1016/j.ptsp.2019.04.010] [PMID]

[21] 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. [10.1177/0363546519830644] [PMID]

[22] Crossley KM, van Middelkoop M, Barton CJ, Culvenor AG. Rethinking patellofemoral pain: prevention, management and long-term consequences. Best Practice & Research Clinical Rheumatology. 2019 Feb 1;33(1):48-65. [10.1016/j.berh.2019.02.004] [PMID]

[23] Collado H, Fredericson M. Patellofemoral pain syndrome. Clinics in sports medicine. 2010;29(3):379-98. [10.1016/j.csm.2010.03.012] [PMID]

[24] Constantinou A, Mamais I, Papathanasiou G, Lamnisos D, Stasinopoulos D. Comparing hip and knee focused exercises versus hip and knee focused exercises with the use of blood flow restriction training in adults with patellofemoral pain. European journal of physical and rehabilitation medicine. 2022 Apr;58(2):225. [10.23736/S1973-9087.22.06691-6] [PMID]

[25] Chiu JK, Wong YM, 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 Feb 1;91(2):98-106. [10.1097/PHM.0b013e318228c505] [PMID]

[26] Neal B, Bartholomew C, Barton C, Morrissey D, Lack S. 63 Numerous treatments are efficacious for patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis.

[27] Dischiavi SL, Wright AA, Tarara DT, Bleakley CM. Do exercises for patellofemoral pain reflect common injury mechanisms? A systematic review. Journal of science and medicine in sport. 2021 Mar 1;24(3):229-40. [10.1016/j.jsams.2020.09.001] [PMID]

[28] Winters M, Holden S, Lura CB, Welton NJ, Caldwell DM, Vicenzino BT, Weir A, Rathleff MS. Comparative effectiveness of treatments for patellofemoral pain: a living systematic review with network meta-analysis. British journal of sports medicine. 2021 Apr 1;55(7):369-77. [10.1136/bjsports-2020-102819] [PMID]

[29] Manojlović D, Kozinc Ž, Šarabon N. Trunk, hip and knee exercise programs for pain relief, functional performance and muscle strength in patellofemoral pain: systematic review and meta-analysis. Journal of Pain Research. 2021 May 26:1431-49. [10.2147/JPR.S301448] [PMID]

[30] Wallis JA, Roddy L, Bottrell J, Parslow S, Taylor NF. A systematic review of clinical practice guidelines for physical therapist management of patellofemoral pain. Physical therapy. 2021 Mar 1;101(3):pzab021. [10.1093/ptj/pzab021] [PMID]

[31] Raju A, Jayaraman K, Nuhmani S, Sebastian S, Khan M, Alghadir AH. Effects of hip abductor with external rotator strengthening versus proprioceptive training on pain and functions in patients with patellofemoral pain syndrome: A randomized controlled trial. Medicine. 2024 Feb 16;103(7):e37102. [10.1097/MD.0000000000037102] [PMID]

[32] Almeida GP, França FJ, Magalhães MO, Burke TN, Marques AP. Q-angle in patellofemoral pain: relationship with dynamic knee valgus, hip abductor torque, pain and function. Revista brasileira de ortopedia. 2016 Mar;51:181-6. [10.1016/j.rboe.2016.01.010] [PMID]

[33] Dolak KL, Silkman C, McKeon JM, Hosey RG, Lattermann C, Uhl TL. Hip strengthening prior to functional exercises reduces pain sooner than quadriceps strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized clinical trial. journal of orthopaedic & sports physical therapy. 2011 Aug;41(8):560-70. [10.2519/jospt.2011.3499] [PMID]

[34] Salles JI, Velasques B, Cossich V, Nicoliche E, Ribeiro P, Amaral MV, Motta G. Strength training and shoulder proprioception. Journal of athletic training. 2015 Mar 1;50(3):277-80. [10.4085/1062-6050-49.3.84] [PMID]

[35] Fang B, Kim YH, Choi MY. Effects of high-intensity aquatic or bicycling training in athletes with unilateral patellofemoral pain syndrome. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022 Apr 13;19(8):4675. [10.3390/ijerph19084675] [PMID]

[36] Babakhani F, Roomiany S, Khamoshian K, Rezaei J. Effect of aquatic and land-based exercise programs on the pain and motor function of weight lifters with patellofemoral pain syndrome. Journal of Kermanshah University of Medical Sciences. 2015 Sep 20;19(4).

[37] Tavakol A, Daneshjoo A, Sahebozamani M. Effect of six weeks shallow and deep water exercises on static balance and pain of girls with patellofemoral pain. Rehabilitation Medicine. 2018;5(3):111-8.