مجله علوم پزشکی رازی دوره ۲۹، شماره ۷، مهر ۱۴۰۱ http://rjms.iums.ac.ir

مقاله پژوهشی

مقایسه تأثیر ورزش‌های زنجیره باز و بسته در کاهش درد و افزایش عملکرد در بیماران مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال

پانیذ جهانی: دستیار تخصصی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، دانشکده پزشکی، گروه پزشکی ورزشی، بیمارستان حضرت رسول اکرم (ص)، تهران، ایران

علی مظاهری نژاد: دانشیار، دانشگاه علوم پزشکی ایران، دانشکده پزشکی، گروه پزشکی ورزشی، مرکز تحقیقات جراحی‌های کم تهاجمی، بیمارستان حضرت رسول اکرم (ص)، تهران، ایران (*نویسنده مسئول)

mazaherinezhad@gmail.com

آذر معزی: دانشیار، دانشگاه علوم پزشکی ایران، دانشکده پزشکی، گروه پزشکی ورزشی، بیمارستان حضرت رسول اکرم (ص)، تهران، ایران

هومن انگورانی: دانشیار، دانشگاه علوم پزشکی ایران، دانشکده پزشکی، گروه پزشکی ورزشی، بیمارستان حضرت رسول اکرم (ص)، تهران، ایران

محمد ماندگار نجف آبادی: دستیار تخصصی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، دانشکده پزشکی، گروه پزشکی ورزشی، بیمارستان حضرت رسول اکرم (ص)، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: علی‌رغم دستیابی به شواهد بالینی در مورد اثربخشی دو برنامه تمرینی زنجیره حرکتی بسته (CKC) و زنجیره حرکتی باز (OKC) در درمان سندرم درد پاتلوفمورال (PFPS)، تاکنون تأثیرگذاری بیشتر یکی از این دو روش مشخص نگردیده است. ازاین‌رو، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی و مقایسه اثر درمانی تمرین‌های OKC و CKC بر شدت درد و عملکرد بیماران مبتلا به PFPS انجام شد.

روش کار: از بین ۱۱۷ نفر مراجعه‌کننده به کلینیک پزشکی ورزشی بیمارستان رسول اکرم، شصت و چهار بیمار مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال با توجه به معیارهای ورود وارد مطالعه شدند و به‌طور تصادفی در دو گروه مداخله شامل ۳۲ نفر جهت برنامه ورزشی OKC و ۳۲ نفر جهت برنامه ورزشی CKC تقسیم شدند که به مدت ۲۴ جلسه (۳ بار در هفته) برنامه‌های ورزش‌درمانی را انجام دادند. بیماران از نظر شدت درد و عملکرد، در بدو مراجعه و یک ماه و دو ماه بعد ارزیابی شدند. تست‌های عملکردی انجام شده شامل تست ۶ دقیقه راه رفتن (6MW test)، تست برخاستن و راه رفتن (TUG) و تست نشست و برخاست (test Sit-up) بود.

یافته‌ها: بر اساس نتایج این مطالعه کاهش واضحی در سطح درد در هر دو گروه مشاهده شد و تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های OKC و CKC وجود نداشت. همچنین پرسشنامه‌های KUJALA و FIQ در هر دو گروه بهبود قابل‌توجهی را در توانایی‌های عملکردی بیماران پس از انجام تمرین‌ها نشان دادند؛ اما در دو گروه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین این نتیجه در تست‌های عملکردی تکرار شد.

نتیجه‌گیری: انجام تمرین‌های OKC یا CKC با در نظر گرفتن ارزیابی‌های انجام شده طی ۸ هفته بدون اولویت منجر به بهبود قابل توجهی در شدت درد و بهبود عملکردی شدند، بنابراین هر دو به‌عنوان پروتکل‌های توان‌بخشی در بیماران مبتلا به PFPS بسیار توصیه می‌شوند.

تعارض منافع: گزارش نشده است.

منبع حمایت‌کننده: حامی مالی ندارد.

کلیدواژه‌ها

تمرین‌های زنجیره حرکتی بسته، تمرین های زنجیره حرکتی باز، سندرم درد پاتلوفمورال

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۱۰

تاریخ چاپ: ۱۴۰۱/۰۷/۰۹

شیوه استناد به این مقاله:

Jahani P, Mazaherinezhad A, Moezy A, Angoorani H, Mandegar Najafabadi M. A Comparative Study of Open versus Closed Kinetic Chain Exercise Effects on Pain and Function of Patients with Patellofemoral Pain Syndrome. Razi J Med Sci. 2022;29(7):1-10.

*انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-19]

Razi Journal of Medical Sciences. 2022;29(7):1-10. http://rjms.iums.ac.ir

Original Article

A Comparative Study of Open versus Closed Kinetic Chain Exercise Effects on Pain and Function of Patients with Patellofemoral Pain Syndrome

Paniz Jahani: MD, Assistant of Sports Medicine, Department Of Sports and Exercise Medicine, School of Medicine, Hazrat-E Rasool General Hospital, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
Ali Mazaherinezhad: Associate Professor of Sports Medicine, Minimally Invasive Surgery Research Center, Department of Sports and Exercise Medicine, School of Medicine, Hazrat-E Rasool General Hospital, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran (* Corresponding author) mazaherinezhad@gmail.com
Azar Moezy: Associate Professor of Sports Medicine, Department of Sports and Exercise Medicine, School of Medicine, Hazrat-E Rasool General Hospital, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
Hooman Angoorani: Associate Professor of Sports Medicine, Department of Sports and Exercise Medicine, School of Medicine, Hazrat-E Rasool General Hospital, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
Mohammad Mandegar Najafabadi: MD, Assistant of Sports Medicine, Department of Sports and Exercise Medicine, School of Medicine, Hazrat-E Rasool General Hospital, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Background & Aims: Patellofemoral pain syndrome (PFPS) is one of the common causes of anterior knee pain, which is related to the intrinsic and extrinsic risk factors that affect the patellofemoral (PF) joint interface. The common causes of PFPS are: PF joint overloading, a disorder of patellar and femoral articular surface, knee muscular imbalance and weakness, an increase of Q angle, excessive subtalar pronation. This pathological chain can produce excessive compressive stress on the patellofemoral joint surface that causes nagging pain that significantly affects patients' quality of life (QOL) and disability. The main factor of the therapeutic approach in conservative treatment of PFPS is exercise therapy including restoration of power balance quadriceps, improvement of the range of motion, as well as prevention of unequal compressive stresses on the PF joint. Generally, two exercise-based plans: Open kinetic chain (OKC) and closed kinetic chain exercises (CKC), have been employed for managing PFPS. It has been claimed that CKCs may provide more sensory feedback that could be effective in controlling joint stresses compared to OKCs. Quadriceps muscle actuates separately leading to an increase in PF compression stress; whereas muscular co-contraction occurs in CKCs that enhance joint stability and mitigate joint pain.
Despite the existence of some clinical evidence of the effectiveness of the two exercise programs in the treatment of PFPS, there is a scarcity of scientific reports showing which method is most effective. The present study aimed to compare the therapeutic effect of the OKC and CKC exercises on the pain and functional statement in patients with PFPS.
Methods: This study was designed as a randomized clinical trial with ethical approval of the Research Ethics Committee of Iran University of Medical Sciences. It was conducted on 64 patients with PFPS who were referred to the Clinic of Sports Medicine in Rasoul-e-Akram hospital in Tehran, Iran. Inclusion criteria were: 1) age between 18-70 years, 2) pain in the anterior knee for at least two months with pain intensity equal to or higher than three based on the visual analog scale (VAS), 3) three or more positive clinical signs in the following tests: Clarke's sign, McConnell test, Nobel compression test, Waldron test, and patella in medial or lateral positions, 4) pain arose in at least two of the following situations: Resisted contraction of the quadriceps, squatting, prolonged sitting or kneeling, descending or ascending stairs, 5) normal mental state and 6) not participating in sports programs and physical therapy in the recent three months. On the other hand, exclusion criteria were: 1) history of previous surgery or injury in the knee, 2) history of acute traumatic injuries, 3) history of knee locking, 4) history of patellar dislocation or knee osteoarthritis, 5) history of knee intra-articular injection in the past six months, 6) Osgood-Schlatter disease, 7) unwillingness to participate in the study; 8) uncompleted evaluation programs; 9) any damage to the knee joint during the study and 10) using any therapeutic protocols. Therefore, outcome measurements were consisted of anthropometric parameters which were measured by the standard tools, pain intensity by VAS, 6-minute walking test (6MW test), timed up and go (TUG), sit-up test (numbers of sitting and getting up from a chair in 30 seconds), KUJALA anterior knee pain questionnaire and Functional Index Questionnaire (FIQ) for assessment of lower extremity function. The outcome

Keywords
Closed kinetic chain exercises,
Open kinetic chain exercises,
Patellofemoral pain syndrome

Received: 01/08/2022
Published: 01/10/2022

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-19]

measurements were carried out at three intervals: The baseline or pre-intervention, the 4th week, and the 8th week. Also, study intervention: A total of 117 patients with PFPS, 64 patients were included and randomly allocated to two groups, with 32 patients in each group. The participants began a 24-session program (three times per week) in each group after the pre-intervention assessment. All groups received the same warm-up exercises. OKC Protocol- the OKC group, received an exercise protocol that consisted of quadriceps setting, straight leg raise (SLR), and knee extension. CKC Protocol- the CKC group, received an exercise protocol that consisted of mini squat, Standing wall sit, and step up. Statistical analysis: The SPSS (version 16; SPSS Inc., Chicago, IL, USA) was reasonably applied to provide the analysis. The normality of data was analyzed using the Kolmogorov-Smirnov test. Independent t-test and repeated measurement were also fulfilled to compare the results over time within and between groups.

Results: Comparing the mean VAS pain score at baseline showed no difference between the OKC and CKC groups. And no difference was revealed in the mean KUJALA anterior knee pain score between the two groups before, one month, and two months after exercises. However, the results for the FIQ test were slightly different. Comparing the mean functional index between the subjects programmed for OKC and CKC exercises, it was presented that the CKC was slightly higher after two months of intervention. Again for the mean 6MW test, TUG test, and sit-up test, the difference was negligible between the two groups.

Conclusion: Findings in the present study showed that by planning both OKC and CKC training programs for eight weeks, a significant improvement in pain intensity and functional expression was achieved. Still, no priorities were determined between the two programs. As indicated by Witvirouw et al., an increase in the torque peak of the functional capacity of knee-related muscles and also pain reduction were found in both exercise groups. In a similar study, excellent results were revealed related to the pain and functionality.Contrary to our observation, Stiene et al., concluded that after an eight-week treatment, the CKC exercises were more effective than the OKC exercises. The above exposed statement suggests that both the OKC and the CKC exercises have been employed to treat the PFPS, but the OKC program seemed more effective in pain relief. Moreover, some studies could not demonstrate a discrepancy between the two exercise types. As indicated in a systematic review no significant differences in improvement of function or reduction of pain were apparent between the two types of exercise in any of the studies. There are significant differences between OKC and CKC protocols regarding action mechanisms and muscular effects. In OKC, a combination in which the terminal joint is free, while in CKC, one in which the terminal joint meets with some considerable external resistance that prohibits or restrains free movement. Also, in OKC, the distal end is opened, whereas, in CKC, the motion of one segment at one joint will produce motion at all other joints in the system in a predictable manner. In CKC exercise, the main basis is an exercise with greater proprioceptive input leading to an increase in proprioceptive ability, increasing joint compressive forces and knee stability, and thus increasing muscular performance. Totally, CKC exercise seemed to be safe because of decreasing shear force and increased muscle co-contraction. Unlikely, some advantages have also been pointed out for OKC versus CKC exercise, including improving strength and increasing ROM at specific joints, correcting strength deficits of specific muscles or joints, and beginning rehabilitation when athletes are not able to perform CKC exercises. It has been demonstrated that OKC and CKC exercises are equally effective in pain reduction and functional improvement. They are strongly recommended as rehabilitation protocols in patients with PFPS. However, why one protocol is superior to another remains controversial and needs further assessment.

Conflicts of interest: None
Funding: None

Cite this article as:

Jahani P, Mazaherinezhad A, Moezy A, Angoorani H, Mandegar Najafabadi M. A Comparative Study of Open versus Closed Kinetic Chain Exercise Effects on Pain and Function of Patients with Patellofemoral Pain Syndrome. Razi J Med Sci. 2022;29(7):1-10.

*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-19]

مقدمه

سندرم درد پاتلوفمورال (PFPS) Patellofemoral Pain Syndrome) یکی از شایع‌ترین علل درد قدامی زانو به ویژه در میان جمعیت جوان فعال با علت‌های متفاوت می‌باشد. اعتقاد بر این است که PFPS با عوامل خطر درونی و بیرونی مؤثر بر مفصل پاتلوفمورال مرتبط است (۱). اضافه بار بر مفصل پاتلوفمورال، اختلال در سطح مفصلی کشکک و استخوان ران، عدم تعادل عضلانی زانو، ضعف عضله چهارسر ران، آتروفی و ضعف عضله مایل داخلی، ساختارهای سفت جانبی مانند ایلیوتیبیال باند، افزایش زاویه Q، پرونیشن ساب تالار بیش از حد و ... شایع‌ترین علل PFPS هستند (۳،۲). این زنجیره علل پاتولوژیک می‌تواند استرس فشاری بیش از حدی را بر روی سطح مفصل کشکک رانی ایجاد کند که باعث درد آزاردهنده می‌شود که به‌طور قابل توجهی بر کیفیت زندگی و ناتوانی بیماران تأثیر می‌گذارد (۴). نتایج این تغییرات پاتولوژیک باعث ایجاد درد در پشت زانو می‌شود که بیشتر در حین انجام فعالیت‌هایی مانند بالا و پایین رفتن از پله‌ها، نشستن طولانی مدت، چمباتمه زدن یا زانو زدن ایجاد می‌گردد (۵). کرپیتاسیون کشکک و تورم از دیگر علائم PFPS هستند. اساس رویکرد درمانی در درمان محافظه‌کارانه PFPS، ورزش‌درمانی شامل بازیابی تعادل قدرت چهار سر ران، بهبود دامنه حرکتی و همچنین جلوگیری از ایجاد فشارهای نابرابر بر روی مفصل پاتلوفمورال است (۶). در مطالعات نشان داده شده که فیزیوتراپی با ارزش‌ترین روش برای توان‌بخشی بیماران مبتلا به PFPS است (۷، ۸).

برخی کارآزمایی‌های بالینی نشان می‌دهند که تقویت عضلات چهارسر ران با ورزش‌درمانی می‌تواند منجر به کاهش درد و همچنین بهبود عملکرد فیزیکی و بهبود کیفیت زندگی شود (۹،۷). به‌طورکلی، دو طرح مبتنی بر تمرین شامل تمرین‌های زنجیره حرکتی باز یا (OKC) Open Kinetic Chainو تمرین‌های زنجیره حرکتی بسته یا (Closed Kinetic Chain (CKC، برای مدیریت PFPS استفاده شده است. تمرین‌های OKC وقتی است که انتهای دیستال اندام آزادانه حرکت می‌کند. در حالی که در تمرین‌های CKC انتهای اندام با سطحی تماس دارد. ادعا شده است که تمرین‌های CKC ممکن است تأثیر بیشتری داشته باشند زیرا که می‌تواند در کنترل فشار وارده بر مفصل در مقایسه با تمرین‌های OKC مؤثرتر باشد. فعال شدن عضله چهار سر ران به‌طور جداگانه منجر به افزایش استرس فشاری بر مفصل پاتلوفمورال می‌شود (۹)، در حالیکه انقباض همزمان عضلانی که در تمرین‌های CKC رخ می‌دهد باعث ثبات مفصلی بیشتر می‌شود (۱۰). در مطالعه‌ای شامل تمرین های زنجیره حرکتی بسته در مقابل زنجیره حرکتی باز در بیماران مبتلا به PFPS، بهبود قابل توجهی در قدرت و عملکرد مشاهده شد، همچنین تمرین‌های زنجیره حرکتی بسته در مقایسه با زنجیره حرکتی باز اثربخشی بیشتر از خود نشان دادند (۱۱). در مرورهای سیستماتیک اخیر، ورزش‌درمانی به عنوان روش درمانی انتخابی با شواهد بالا در بهبود درد و عملکرد این بیماران شناخته شده است (۱۲). با این حال نکات قابل بحثی در رابطه با نوع، مدت و نحوه تجویز نسخه ورزشی برای این بیماران وجود دارد (۱۲) همچنین علیرغم وجود برخی شواهد بالینی مبنی بر اثربخشی هر دو برنامه ورزشی در درمان PFPS به صورت مؤثر، مطالعات کمی در رابطه با تفاوت در میزان اثربخشی آن‌ها انجام شده است. با توجه به شیوع بالای این بیماری در جمعیت جوان و فعال کشور و نبود پروتکل واحد جهت درمان آن، نیاز به بررسی میزان اثربخشی ورزش‌های عنوان شده وجود دارد. ازاین‌رو، مطالعه حاضر با هدف مقایسه میزان اثربخشی ورزش‌های زنجیره باز و زنجیره بسته زانو در کاهش درد و افزایش عملکرد در بیماران مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال انجام گردیده است.

روش کار

این مطالعه به صورت کارآزمایی بالینی تصادفی با کد IRCT۲۰۱۴۰۹۰۷۱۹۰۷۳N۱ است که با تاییدیه اخلاقی کمیته اخلاق پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ایران به شماره‌ی ۹۳-۰۲-۳۰-۲۴۷۴۰-۱۰۴۰۴۳ بر اساس آخرین نسخه اعلامیه هلسینکی طراحی شد. از بین ۱۱۷ بیمار با سندرم درد پاتلوفمورال مراجعه‌کننده به کلینیک پزشکی ورزشی بیمارستان رسول اکرم (ص) تهران، ۶۴ بیمار با معیارهای ورود و خروج زیر وارد مطالعه شدند.

همه شرکت‌کنندگان در صورت وجود معیارهای زیر واجد شرایط در نظر گرفته شدند:

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-19]

۱) سن بین ۱۸ تا ۷۰ سال، ۲) درد قدامی زانو و پشت کشکک برای حداقل دو ماه با شدت درد برابر یا بیشتر از سه بر اساس مقیاس آنالوگ بصری (VAS)، ۳) سه یا چند علامت بالینی مثبت در تست‌های زیر: علامت کلارک، تست مک کانل، تست فشار نوبل، تست والدرون و کشکک در موقعیت‌های داخلی یا جانبی، ۴) درد حداقل در دو مورد از موارد زیر ایجاد شود: مقاومت در برابر انقباض عضلات چهارسر ران، چمباتمه زدن، نشستن یا زانو زدن طولانی مدت، پایین آمدن یا بالا رفتن از پله‌ها، ۵) وضعیت روانی طبیعی، ۶) عدم شرکت در برنامه‌های ورزشی و فیزیوتراپی در سه ماه اخیر. معیارهای خروج شامل موارد زیر بودند:

الف) سابقه جراحی قبلی یا آسیب در زانو و اندام تحتانی، ب) سابقه آسیب تروماتیک حاد، ج) سابقه قفل شدن زانو، د) سابقه دررفتگی کشکک یا استئوآرتریت زانو، ه) سابقه تزریق داخل مفصلی زانو در شش ماه گذشته، و) بیماری اسگود-شلاتر، ز) سابقه بیماری مزمن و هرگونه شرایطی که بر مطالعه تأثیر بگذارد، عدم تمایل به شرکت در مطالعه، ح) برنامه‌های ارزیابی/درمان ناتمام؛ ط) هرگونه آسیب به مفصل زانو در طول مطالعه. ی) استفاده از هر روش درمانی غیر از پروتکل‌های درمانی تجویز شده.

بیماران رضایت‌نامه کتبی فارسی را امضا کردند و موافقت خود را با مطالعه قبل از مداخله اعلام کردند. بیماران توسط روش تصادفی بلوک‌بندی برای تعداد برابر شرکت‌کنندگان در هر گروه به دو گروه CKC وOKC تقسیم شدند. تصادفی سازی شامل هشت بلوک ۶ سلولی به ترتیب تصادفی از سلول‌ها بود.

برای تعیین حجم نمونه از مطالعه ویترو (۱۰) در سال ۲۰۰۰ استفاده شد که شامل ۶۰ نفر در دو گروه ۳۰ نفری بود. با در نظر گرفتن P-value = ۰/۰۵ و آزمون توان ۸۰ درصد، در این پژوهش حجم نمونه با ۶۴ نفر انتخاب شد که به دو گروه مساوی ۳۲ نفره تقسیم شدند.

ارزیابی‌ها به ترتیب شامل: بررسی پارامترهای آنتروپومتریک که با ابزار استاندارد اندازه‌گیری شد، شدت درد با Visual Analogue Scale (VAS)، عملکرد با تست ۶ دقیقه راه رفتن (6MWT) 6 Minute Walk Test بر اساس مسافت طی شده به متر، تست برخاستن و راه رفتن Timed Up And Go (TUG)بر اساس زمان طی مسافت ۳ متری به ثانیه و تست نشست و برخاست (sit-up test) بر اساس تعداد دفعات در ۳۰ ثانیه اندازه‌گیری شد.

از پرسشنامه‌ی شاخص عملکردی (FIQ) Functional Index Questionnaire برای ارزیابی عملکرد اندام تحتانی استفاده شد، این پرسشنامه شامل هشت مورد مربوط به عملکرد زانو است که امتیاز آن از حداقل صفر تا حداکثر ۱۶ متغیر است. علاوه بر آن از پرسشنامه KUJALA نیز استفاده شد، این پرسشنامه ۱۳ حوزه از جمله درد و عملکردهای فیزیکی را بررسی می‌کند و از ۰ تا ۱۰۰ نمره دهی می‌گردد که هر چه امتیاز بالاتر باشد، عملکرد بیمار بهتر است.

اندازه‌گیری‌های پیامدها در ۳ بازه زمانی انجام شد: در ابتدا مراجعه، در هفته چهارم و در هفته هشتم بعد از مداخله.

بیماران به دو گروه ۳۲ نفری در هر گروه تقسیم شدند که ۴ بیمار در ابتدا و ۴ بیمار پس از ۲ ماه در گروه OKC و ۶ بیمار در ابتدا و ۶ بیمار پس از ۲ ماه در گروه CKC در ارزیابی‌ها شرکت نکردند. دلایل اصلی ترک مطالعه، تروما و امتناع از شرکت در جلسه‌های ورزش بود. نمودار روند ارزیابی در شکل ۱ نشان داده شده است.

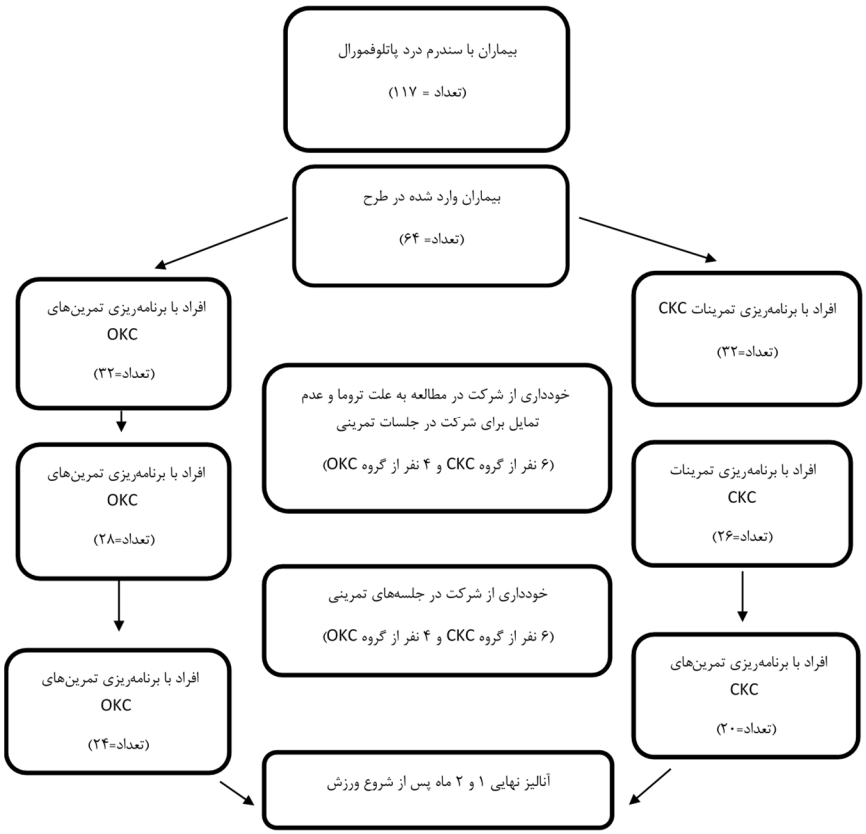
شرکت‌کنندگان پس از ارزیابی‌ها، یک برنامه ۲۴ جلسه‌ای (سه بار در هفته) را در هر گروه آغاز کردند. همه گروه‌ها تمرینات گرم کردن یکسانی را دریافت کردند که شامل پیاده‌روی با سرعت معمول روی سطح صاف به مدت ۱۰ دقیقه همراه با کشش‌های ملایم عضلات چهارسر ران، همسترینگ و ساق پا بود.

پروتکل ورزش‌های گروه OKC شامل quadriceps setting، straight leg raise (SLR) و knee extension بود.

پروتکل ورزش‌های CKC شامل mini squat، standing wall sitو step up بود.

تعداد تکرار هر تمرین، مدت زمان و دفعات تمرین در طول روز در طول دوره مداخله به شرح زیر بود:

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-19]



شکل ۱- نمودار روند ارزیابی

هفته اول (هر تمرین دو بار در روز و هر بار ده بار تکرار و هر حرکت ده ثانیه طول می‌کشید). هفته دوم (روزی سه بار و هر بار ده بار تکرار می‌شد و هر حرکت ده ثانیه طول می‌کشید). هفته سوم (سه بار در روز و هر بار ۱۵ بار تکرار شد و هر حرکت ده ثانیه طول کشید). هفته چهارم (سه بار در روز و هر بار ۱۵ بار تکرار شد و هر حرکت ۱۵ ثانیه طول کشید)؛ و هفته پنجم تا پایان هفته هشتم (تمرین طبق موارد ذکر شده در هفته چهارم ادامه یافت) (۱۳،۱۱).

به منظور یکسان‌سازی داروهای مسکن شرکت کنندگان، از همه بیماران خواسته شد که یک هفته قبل از شروع مطالعه، مصرف داروهای مسکن خود را قطع کنند و استامینوفن با دوز نهایت ۲ گرم در روز تجویز شد تا در صورت درد مصرف شود.

برای انجام تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از SPSS نسخه ۱۶؛ (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) استفاده شد. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت.

همچنین برای مقایسه نتایج در طول زمان در داخل هر گروه و بین گروه‌ها از آزمون t مستقل و ارزیابی مکرر (repeated measure) استفاده شد. مقادیر P ≤۰/۰۵ از نظر آماری معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در مجموع ۶۴ بیمار مبتلا به PFPS وارد مطالعه شدند و به‌طور تصادفی به دو گروه با برنامه‌ریزی تمرین‌های OKC یا CKC تقسیم شدند. به‌طورکلی، ۷۶/۶ درصد از شرکت‌کنندگان زن با میانگین سنی ۱۲/۶ ± ۴۴ /۳ در محدوده ۱۸ تا ۷۰ سال بودند. حدود نیمی از بیماران در محدوده ۴۰ تا ۶۰ سال بودند.

میانگین وزن افراد ۱۴/۶ ± ۷۶/۰ کیلوگرم (محدوده ۵۰ تا ۱۲۴ کیلوگرم)، با میانگین قد ۰/۱ ± ۱/۶ متر

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-19]

(محدوده ۱/۵۰ تا ۱/۸۵ متر) و میانگین شاخص توده بدن (BMI) ۴/۸ ± ۲۷/۹ کیلوگرم بر متر مربع و بین ۱۷/۳ تا ۴۱/۳ کیلوگرم بر متر مربع بود. در مجموع، ۳۵/۹٪ دارای اضافه وزن (شاخص توده بدن بین ۲۹/۹ -

جدول ۱- مقایسه میانگین شاخص عملکردی بین برنامه‌های افراد برای تمرین‌های OKC و CKC

ارزیابی‌ها	گروه با برنامه‌ریزی تمرین‌های OKC (تعداد = ۲۴)		گروه با برنامه‌ریزی تمرین‌های CKC (تعداد = ۲۰)
	مقیاس نمره VAS		
قبل از ورزش	۶/۲۵ ± ۲/۰۳		۶/۹۶ ± ۱/۹۷
یک ماه بعد	۴/۱۱ ± ۱/۶۷		۵/۱۱ ± ۱/۸۱
دو ماه بعد	۲/۰۰ ± ۱/۳۸		۲/۷۰ ± ۱/۴۷
P value *درون گروهی	۰/۰۰۰		۰/۰۰۰
P value *بین گروهی		۰/۰۶۷	
	نمره درد بر اساس پرسشنامه KUJALA		
قبل از ورزش	۵۹/۷۱ ± ۱۳/۴۰		۶۲/۲۸ ± ۱۳/۹۷
یک ماه بعد	۷۱/۸۸ ± ۱۰/۴۳		۷۴/۴۲ ± ۱۲/۷۱
دو ماه بعد	۸۰/۸۹ ± ۱۰/۸۴		۸۲/۹۶ ± ۱۰/۸۰
P value درون گروهی	۰/۰۰۰		۰/۰۰۰
P value بین گروهی		۰/۴۸۸	
	نمره پرسشنامه شاخص عملکردی (FIQ)		
قبل از ورزش	۶/۳۷ ± ۳/۷۷		۷/۶۲ ± ۴/۰۷
یک ماه بعد	۸/۹۰ ± ۳/۲۴		۱۰/۵۰ ± ۳/۴۰
دو ماه بعد	۱۱/۱۴ ± ۲/۲۵		۱۲/۴۶ ± ۲/۲۴
P value درون گروهی	۰/۰۰۰		۰/۰۰۰
P value بین گروهی		۰/۰۹۹	
	تست ۶ دقیقه‌ای راه رفتن (متر)		
قبل از ورزش	۴۳۱/۱۸ ± ۸۴/۹۶		۴۷۰/۱۲ ± ۸۸/۰۴
یک ماه بعد	۴۸۴/۷۸ ± ۶۹/۸۵		۴۷۴/۶۰ ± ۶۴/۴۹
دو ماه بعد	۵۲۵/۰۰ ± ۶۹/۳۵		۵۵۱/۸۰ ± ۹۳/۳۰
P value درون گروهی	۰/۰۰۰		۰/۰۰۰
P value بین گروهی		۰/۱۷۲	
	تست برخاستن و راه رفتن (ثانیه)		
قبل از ورزش	۱۰/۰۰ ± ۲/۵۰		۹/۴۳ ± ۲/۰۰
یک ماه بعد	۸/۶۰ ± ۱/۹۴		۸/۹۳ ± ۲/۲۱
دو ماه بعد	۷/۶۶ ± ۱/۴۹		۷/۷۵ ± ۱/۷۷
P value درون گروهی	۰/۰۰۰		۰/۰۰۰
P value بین گروهی		۰/۷۷۴	
	تست نشست و برخاست		
قبل از ورزش	۹/۸۷ ± ۲/۸۳		۹/۹۳ ± ۲/۵۲
یک ماه بعد	۱۱/۶۵ ± ۲/۷۷		۱۰/۹۳ ± ۲/۷۳
دو ماه بعد	۱۳/۲۵ ± ۲/۶۵		۱۲/۸۵ ± ۲/۱۸
P value درون گروهی	۰/۰۰۰		۰/۰۰۰
P value بین گروهی		۰/۶۷۹	

*p value کمتر و مساوی ۰/۰۵ معنی‌دار است.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-19]

۲۵/۰ متر مربع) و ۳۴/۴٪ چاق (شاخص توده بدنی بیشتر و برابر با ۳۰ متر مربع) بودند.

مقایسه میانگین نمره درد VAS در ابتدا تفاوتی بین گروه OKC و CKC نشان نداد؛ اما میانگین نمره VAS در گروه OKC در مقایسه با گروه CKC در یک ماه کمتر و دو ماه پس از مداخله کمی کمتر بود (جدول ۱). تفاوتی در میانگین نمره درد قدامی زانو KUJALA بین دو گروه قبل و یک و دو ماه بعد از تمرین مشاهده نشد. با این حال، نتایج برای تست FIQ کمی متفاوت است. با مقایسه میانگین شاخص عملکردی بین برنامه‌های افراد برای تمرین‌های OKC و CKC، مشاهده می‌شود که CKC پس از دو ماه مداخله کمی بالاتر است (جدول ۱). باز هم برای تست میانگین 6MWT، تست TUG و تست sit and go تفاوت بین دو گروه ناچیز است (جدول ۱).

بحث

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که هر دو برنامه تمرینی OKC و CKC برای هشت هفته، باعث بهبود قابل‌توجهی در شدت درد و عملکرد شده است، اما هیچ اولویتی بین دو برنامه مشخص نشد.

مرور تحقیقات اخیر منتشر شده در مورد مقایسه اثربخشی این دو برنامه ورزشی بر کاهش درد زانو و همچنین بهبود وضعیت عملکرد عضلانی و مفاصل نتایج مشابهی را در بر داشته است. همانطور که توسط ویترو و همکاران (۲۰۰۰) نشان داده شده است (۱۱) که افزایش در ظرفیت عملکرد عضلات مرتبط با زانو و همچنین کاهش درد در هر دو گروه تمرین‌های زنجیره باز و بسته مشاهده شد. در یک مطالعه مشابه دیگر توسط ویترو و همکاران (۲۰۰۳) (۱۳)، نتایج عالی مربوط به بهبود درد و عملکرد پس از درمان افرادی که درد پاتلوفمورال را با استفاده از هر دو برنامه OKC و CKC گزارش کرده بودند، آشکار شد. یکی از دلایل احتمالی این شباهت در نتایج ممکن است استفاده از پروتکل‌های تمرینی مشابه باشد.

برخلاف مشاهدات ما، اشتین و همکاران (۱۹۹۶) (۱۴) به این نتیجه رسیدند که پس از یک درمان هشت‌هفته‌ای، تمرین‌های CKC در بهبود عملکردی افراد دارای درد پاتلوفمورال مؤثرتر از تمرین‌های OKC بوده است. این نتیجه می‌تواند ناشی از نقش مؤثر تمرینات زنجیره بسته در بهبود ثبات مفصلی، بهبود سیستم عصبی عضلانی، تقویت عضلات و بهبود حس عمقی باشد.

همچنین در مطالعه دیگری توسط مقدم و همکاران (۲۰۱۸) (۱۵) در مقایسه دو پروتکل ورزش‌درمانی، بیماران تحت درمان با پروتکل ورزش‌های زنجیره باز بهبود بیشتری نسبت به زنجیره بسته داشته‌اند. البته مانند مطالعه ما بهبود در هر دو گروه مشاهده شده است. این تفاوت در بین دو پروتکل به اثربخشی بیشتر تمرین‌های زنجیره باز در تقویت ایزوله عضله چهارسر و واستوس مدیالیس داخلی نسبت داده شده است. البته تفاوت در طول مدت انجام تمرینات در بین مطالعه ما (۸ هفته) و مطالعه مقدم (۴ هفته) نیز می‌تواند دلیل این تفاوت در نتیجه‌گیری باشد.

با این وجود برخی از مطالعات نیز اثرات این دو روش ورزشی را با استفاده از روش الکترومیوگرافی ارزیابی کردند. همانطور که توسط استنسدوتر و همکاران (۲۰۰۷) (۱۶) نشان داده شد، الکترومیوگرافی نشان داد که شرکت‌کنندگان مبتلا به PFPS و شرکت‌کننده در تمرین‌های CKC فعالیت بیشتری در عضله چهار سر نشان دادند.

ماهیت ورزش OKC یا CKC به نظر نمی‌رسد یافته‌های متناقضی را در مورد فعال‌سازی عضله واستوس مدیالیس توضیح دهد. علاوه بر این، برخی از مطالعات نتوانستند اختلاف بین این دو نوع تمرین را نشان دهند. همانطور که در یک بررسی سیستماتیک توسط هینتجز و همکاران (۲۰۰۳) نشان داده شده است (۷)، ۱۲ کارآزمایی مورد ارزیابی قرار گرفت که تنها دو مورد از این مطالعات با کیفیت بالا بودند، اما هیچ تفاوت قابل توجهی در بهبود عملکرد یا کاهش درد بین دو نوع ورزش در هیچ یک از مطالعات مشاهده نشد. با این حال تفاوت‌های قابل توجهی بین پروتکل‌های OKC و CKC از نظر مکانیسم‌های عمل و اثرات عضلانی وجود دارد. در OKC، انتهای مفصل آزاد است، در حالی که در CKC، انتهای مفصل با مقاومت خارجی قابل توجهی مواجه

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-19]

می‌شود که حرکت آزاد را ممنوع یا مهار می‌کند (۱۷). همچنین در OKC، انتهای دیستال آزاد است، در حالی که در CKC، حرکت یک قسمت در یک مفصل باعث ایجاد حرکت در سایر مفاصل سیستم به صورت قابل پیش‌بینی می‌شود. تمرین CKC منجر به افزایش توانایی حس عمقی، افزایش نیروهای compressive مفصل و ثبات زانو و در نتیجه افزایش عملکرد عضلانی می‌شود (۱۸). در مجموع، تمرین CKC به دلیل کاهش نیروی shearing و افزایش انقباض عضلانی ایمن به نظر می‌رسد. در شروع توان‌بخشی مخصوصاً زمانی که ورزشکار قادر به انجام تمرین‌های CKC نیست، برخی از مزایای ورزش OKC در مقابل CKC، شامل بهبود قدرت و افزایش Range of Motion (ROM) مفصل مفید است (۱۹). در جمع‌بندی هر دو روش ورزش‌درمانی زنجیره باز و بسته دارای فواید مشخص و قابل مشاهده در بهبود عملکرد عضلات و مفصل زانو و کاهش درد ناشی از سندرم درد پاتلوفمورال می‌باشند.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، نشان داده شده است که تمرین‌های OKC و CKC با در نظر گرفتن انواع ارزیابی‌ها به یک اندازه در کاهش درد و بهبود عملکرد مؤثر هستند؛ بنابراین، این ورزش‌ها به عنوان یک پروتکل توان‌بخشی در بیماران مبتلا به PFPS توصیه می‌شوند. با این حال، چرایی برتری یک پروتکل بر پروتکل دیگر بحث‌برانگیز است و نیاز به ارزیابی‌های بیشتر دارد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان مایلند از مرکز توسعه تحقیقات بالینی بیمارستان رسول اکرم (ص) دانشگاه علوم پزشکی ایران به دلیل پشتیبانی فنی از اجرای پروژه تشکر کنند.

References

1. Crossley KM, Callaghan MJ, van Linschoten R. Patellofemoral pain. BMJ. 2015;351:h3939.
2. Piva SR, Fitzgerald GK, Irrgang JJ, Fritz JM, Wisniewski S, McGinty GT, et al. Associates of physical function and pain in patients with patellofemoral pain syndrome. Arch Phys Med Rehabil. 2009;90(2):285-95.
3. Nori S. Knee Pain ,Michelle Stern and Se Won Lee. In: Tian I, editor. Clinical Diagnosis in Physical Medicine & Rehabilitation: Elsevier; 2021. p. 39-46.
4. Price JL. Patellofemoral syndrome: how to perform a basic knee evaluation. JAAPA. 2008;21(12):39-43.
5. Kettunen JA, Visuri T, Harilainen A, Sandelin J, Kujala UM. Primary cartilage lesions and outcome among subjects with patellofemoral pain syndrome. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2005;13(2):131-4.
6. van der Heijden RA, Lankhorst NE, van Linschoten R, Bierma-Zeinstra SM, van Middelkoop M. Exercise for treating patellofemoral pain syndrome. Cochrane Database Syst Rev. 2015;1:CD010387.
7. Heintjes E, Berger MY, Bierma-Zeinstra SM, Bernsen RM, Verhaar JA, Koes BW. Exercise therapy for patellofemoral pain syndrome. Cochrane Database Syst Rev. 2003(4):CD03472.
8. Gaitonde DY, Ericksen A, Robbins RC. Patellofemoral Pain Syndrome. Am Fam Physic. 2019;99(2):88-94.
9. Lam PL, Ng GY. Activation of the quadriceps muscle during semisquatting with different hip and knee positions in patients with anterior knee pain. Am J Phys Med Rehabil. 2001;80(11):804-8.
10. Wilk KE, Escamilla RF, Fleisig GS, Barrentine SW, Andrews JR, Boyd ML. A comparison of tibiofemoral joint forces and electromyographic activit during open and closed kinetic chain exercises. Am J Sports Med. 1996;24(4):518-27.
11. Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Peers K, Vanderstraeten G. Open versus closed kinetic chain exercises for patellofemoral pain. A prospective, randomized study. Am J Sports Med. 2000;28(5):687-94.
12. Collins NJ, Barton CJ, van Middelkoop M, Callaghan MJ, Rathleff MS, Vicenzino BT, et al. 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. Br J Sports Med. 2018;52(18):1170-8.
13. Witvrouw E, Cambier D, Danneels L, Bellemans J, Werner S, Almqvist F, et al. The effect of exercise regimens on reflex response time of the vasti muscles in patients with anterior knee pain: a prospective randomized intervention study. Scand J Med Sci Sports. 2003;13(4):251-8.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-19]

14. Stiene HA, Brosky T, Reinking MF, Nyland J, Mason MB. A comparison of closed kinetic chain and isokinetic joint isolation exercise in patients with patellofemoral dysfunction. J Orthop Sports Phys Ther. 1996;24(3):136-41.
15. Moghadam ZF, Atri AE, Javaheri SAH. Comparing the Effect of Open and Closed Kinetic Chain Exercises in Patients Suffering From Patellofemoral Pain Syndrome. Int J Basic Sci Med. 2016;1(2):53-7.
16. Stensdotter AK, Hodges P, Ohberg F, Hager-Ross C. Quadriceps EMG in open and closed kinetic chain tasks in women with patellofemoral pain. J Mot Behav. 2007;39(3):194-202.
17. Prokopy MP, Ingersoll CD, Nordenschild E, Katch FI, Gaesser GA, Weltman A. Closed-kinetic chain upper-body training improves throwing performance of NCAA Division I softball players. J Strength Cond Res. 2008;22(6):1790-8.
18. Ellenbecker TS, Davies GJ. Closed kinetic chain exercise: a comprehensive guide to multiple joint exercise: Human Kinetics; 2001.
19. Fitzgerald GK. Open versus closed kinetic chain exercise: issues in rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstructive surgery. Phys Ther. 1997;77(12):1747-54.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2026-11-19]