

## The effect of closed kinetic chain exercises on reducing pain in women with patellofemoral syndrome

**Received:**

2024/04/24

**Accepted:**

2024/06/15

**Online ISSN**

3060-7078

**Leila.Saburi**

MSc in Sport Biomechanics,  
Faculty of Educational  
Sciences and Psychology,  
University of Mohaghegh  
Ardabili, Ardabil, Iran.

**Abbas Meamarbashi**

Professor in sport  
biomechanics, Faculty of  
Educational Sciences and  
Psychology, University of  
Mohaghegh Ardabili, Ardabil,  
Iran.

**Mohsen Barghamadi**

Associate Professor in sport  
biomechanics, Faculty of  
Educational Sciences and  
Psychology, University of  
Mohaghegh Ardabili, Ardabil,  
Iran.

**amir fatollahi**

Department of ,  
biomechanics, Faculty of  
Physical Education and  
Sports Sciences, University of  
Mohaghegh Ardabili, Ardabil,  
Iran.

\*Correspondence:

**amir fatollahi**

Email:

amiraf14618@gmail.com

[orcid/0000-0002-0192-4358](https://orcid.org/0000-0002-0192-4358)

### ABSTRACT

**Purposes:** The aim of the current research was the effect of closed kinetic chain exercises on reducing pain in women with patellofemoral syndrome

**Materials and Methods:** The current research was semi-experimental type. In the above study, 30 women were divided into two groups of 15 people, including the group with patellofemoral syndrome and the healthy group. The inclusion criteria of the subjects in the group with patellofemoral syndrome was pain above three, and the exclusion criteria included having a history of surgery, joint replacement, artificial limb, and neuromuscular diseases. Both groups performed closed chain exercises that included regular squats, wall squats, ball squats, regular lunges, claw point flex, isometric foot wall exercises, hip bridges, and planks for eight weeks and three sessions per a week and total twenty four sessions. Before and after the intervention, the amount of pain was measured using the analogue pain scale (vas) and the maximum oxygen consumption was measured using the Rockburt one-mile test. For statistical analysis of the data, spss software version 23 and covariance test and paired t-test were used at a significant level ( $P < 0.05$ ).

**Results:** The findings of the research showed that there was a significant decrease in the amount of pain in the group with patellofemoral syndrome after closed kinetic chain exercises ( $p = 0.001$ ). On the other hand, there was a significant increase in the maximum oxygen consumption in the healthy group ( $p = 0.001$ ).

**Conclusion:** Closed kinetic chain exercises reduce pain in people with patellofemoral syndrome and increase maximum oxygen consumption in healthy girls.

**Keywords:** Patellofemoral pain syndrome, maximum oxygen consumption, closed kinetic chain.

**Extended abstract**

**Background:** Patellofemoral syndrome is described as pain behind or in front of the knee (1). This pain is exacerbated by running and activities that involve bending the knee. Patellofemoral syndrome is reported to be 25-40% of all knee injuries (2). Although patellofemoral syndrome affects all social groups, it has a higher prevalence in teenagers and young people (3). The incidence rate of patellofemoral syndrome injury is reported to be 22.7% in the general population and 28.9% in the youth population (4). Patients with patellofemoral syndrome reduce knee flexion in an attempt to reduce patellofemoral joint reaction forces and pain. This is a compensatory mechanism to reduce pain, but it also causes shock absorption and degenerative changes in the knee joint. The clinical use of closed kinetic chain exercises has increased significantly over the past few years. One of the reasons for increasing attention to these exercises in the rehabilitation community is that these exercises simulate and repeat many practical movements and also these exercises put less pressure on the patellofemoral joint in the functional range of movement (11). As a result, the aim of this research was to investigate the effect of closed kinetic chain exercises on pain reduction and maximum oxygen consumption of women with patellofemoral syndrome.

**Methodology:** The current research was a semi-experimental and laboratory type, which was conducted in two stages: pre-test and post-test. The statistical population included all female students of Mohaghegh Ardabili University and the statistical sample of the research included 30 people in two groups of 15 people with patellofemoral syndrome and healthy. Rockburt test was used to measure the maximum effective oxygen consumption. The level of pain was assessed using a visual analog scale. Both variables were measured in two phases before and after the intervention exercises. Kinetic closed chain exercises were performed by two groups after measuring dependent variables for eight weeks. Closed kinetic chain exercises were performed for eight weeks and three sessions per week, for a total of twenty-four sessions. The exercises included regular squats, ball squats, wall squats, regular lunges, hip bridges, isometric wall leg exercises, and pointe flex toes. Before performing the test, the subjects were familiarized with the method of performing the exercises. Before performing closed kinetic chain exercises, a 10-minute warm-up was performed. In subjects with patellofemoral syndrome, the average knee flexion range was used for performing the exercise ( $>45^\circ$ ) in squat movements, and as the patient's pain decreased during the sessions, the knee flexion range was increased. Each squat lasted 10 seconds and a 5-second rest was given between each squat. No restrictions were placed on the execution of the exercise for any of the subjects for performing the other exercises. Also, the number of sets and repetitions, considering that the statistical sample in the two groups of women were non-athletes, low sets and repetitions (three sets with ten repetitions) were used to start the exercises and as the patient's ability increased, the sets and repetitions were increased (three sets with twenty-five repetitions). If pain occurred, the exercise was stopped. The exercises were performed in three sets of ten in the first and second weeks, in three sets of fifteen in the third and fourth weeks, in three sets of twenty in the fifth and sixth weeks, and in three sets of twenty in the seventh and eighth weeks. SPSS version 23 software was used for statistical analysis of data. Paired t-test was used to compare the results within the group and ANOVA test was used to compare the results between the groups.

**Results:** Comparison of the mean pain levels showed a significant difference between the healthy and patellofemoral syndrome groups ( $P=0.001$ ). The results of the study did not show a significant difference in maximal oxygen consumption between the two groups ( $P>0.05$ ). The results of the study showed a significant decrease in pain levels in the patellofemoral syndrome group at the post-test stage ( $P=0.001$ ).

Comparison of the results within the group showed a significant increase in maximal oxygen consumption in the healthy group at the post-test stage after closed kinetic chain exercises ( $P=0.001$ ). The patellofemoral syndrome group did not show a significant difference in maximal oxygen consumption ( $P<0.05$ ).

The aim of the current research was to evaluate the effect of kinetic chain exercises on the amount of pain and maximum oxygen consumption in young women with patellofemoral syndrome and healthy women. The results showed that closed kinetic chain exercises for 8 weeks have significant results in reducing the pain of people with patellofemoral syndrome and increasing the maximum oxygen consumption in healthy people.

**Conclusion:** According to research findings, closed kinetic chain exercises in eight weeks for twenty-four sessions reduced pain and increased maximum oxygen consumption. Therefore, according to these cases, closed kinetic chain exercises can be a suitable solution for people with patellofemoral syndrome to reduce pain to return to sports and improve the quality of life of these people.

**Keywords:** Patellofemoral pain syndrome, maximum oxygen consumption, closed kinetic chain

### **Acknowledgments**

The authors of this article express their gratitude to the respected staff of Mohaghegh Ardabili University and the subjects who cooperated in this research.

References

## تاثیر تمرینات زنجیره جنبشی بسته بر کاهش درد زنان مبتلا به سندرم پاتلوفمورال

چکیده	<p><b>تاریخ ارسال:</b> ۱۴۰۳/۰۲/۰۲</p> <p><b>تاریخ پذیرش:</b> ۱۴۰۳/۰۳/۲۶</p> <p>شاپا الکترونیکی ۳۰۶۰-۷۰۷۸</p>
<p><b>مقدمه:</b> هدف تحقیق حاضر تاثیر تمرینات زنجیره جنبشی بسته بر کاهش درد زنان مبتلا به سندرم پاتلوفمورال بود.</p> <p><b>روش تحقیق:</b> تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی بود. در مطالعه فوق ۳۰ زن در دو گروه ۱۵ نفری شامل گروه مبتلا به سندرم پاتلوفمورال و سالم تقسیم شدند. معیار ورود آزمودنی‌ها در گروه مبتلا به سندرم پاتلوفمورال درد بالای عدد سه بود و معیارهای خروج شامل داشتن سابقه جراحی، تعویض مفصل، اندام مصنوعی و بیماری‌های عصبی عضلانی بود. هر دو گروه تمرینات زنجیره بسته جنبشی را که شامل تمرینات اسکوات معمولی، اسکوات با دیوار، اسکوات با توپ، لانچ معمولی، پنجه پوینت فلکس تمرین ایزومتریک پا با دیوار، پل باسن و پلانک بود به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته و بیست و چهار جلسه انجام دادند. قبل و بعد از مداخله میزان درد با استفاده از مقیاس آنالوگ اسکیل درد (vas) و حداکثر اکسیژن مصرفی با استفاده از تست یک مایلی راکبورت اندازه گیری شد. برای تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزار spss نسخه ۲۳ و آزمون کواریانس و تی زوجی در سطح معنی داری (<math>P &lt; 0.05</math>) استفاده شد.</p> <p><b>یافته‌ها:</b> یافته‌های پژوهش نشان داد کاهش معنی داری در میزان درد گروه مبتلا به سندرم پاتلوفمورال بعد از تمرینات زنجیره جنبشی بسته وجود دارد (<math>p = 0.001</math>). از طرفی افزایش معنی داری در حداکثر اکسیژن مصرفی در گروه سالم وجود داشت (<math>p = 0.001</math>).</p> <p><b>نتیجه گیری:</b> تمرینات زنجیره جنبشی بسته باعث کاهش درد در افراد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال و افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی در دختران جوان سالم می‌گردد.</p> <p><b>واژگان کلیدی:</b> سندرم درد پاتلوفمورال، حداکثر اکسیژن مصرفی، زنجیره جنبشی بسته.</p>	<p><b>لیلا صبوری</b> گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.</p> <p><b>عباس معمارباشی</b> گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.</p> <p><b>محسن برغمندی</b> گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.</p> <p><b>امیر فتح‌اللهی</b> گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه محقق اردبیلی</p>
	<p>* نویسنده مسئول: امیر فتح‌اللهی ایمیل: amiraf14618@gmail.com <a href="https://orcid.org/0000-0002-0192-4358">orcid/0000-0002-0192-4358</a></p>

**مقدمه:**

سندرم پاتلوفمورال<sup>۱</sup> به عنوان درد پشت یا جلوی زانو توصیف می‌شود (۱). این درد با دویدن و انجام فعالیت‌هایی که شامل خم کردن زانو هستند، بیشتر می‌شود. میزان بروز آسیب سندرم پاتلوفمورال ۲۵ تا ۴۰ درصد از تمام آسیب‌های زانو گزارش شده است (۲). سندرم پاتلوفمورال اگر چه همه گروه‌های جمعیتی را تحت تاثیر قرار می‌دهد اما شیوع بالاتری در نوجوانان و جوانان دارد (۳). میزان بروز آسیب سندرم پاتلوفمورال در جمعیت عمومی ۲۲/۷ درصد و در جمعیت جوانان و نوجوانان ۲۸/۹ درصد گزارش شده است (۴). سندرم پاتلوفمورال با ایجاد خلل در فعالیت‌هایی مانند چمپاتمه زدن، بالا و پایین رفتن از پله‌ها و نشستن طولانی مدت مشخص می‌شود زیرا این فعالیت‌ها فشار را در مفصل پاتلوفمورال افزایش می‌دهند (۵). از علل ایجاد سندرم پاتلوفمورال می‌توان به تاخیر در شروع فعالیت عضلات پهن داخلی مایل و پهن خارجی<sup>۲</sup> جابه جایی غیر طبیعی کشکک، سفتی بافت‌های نرم زانو و پرونیشن بیش از حد مفصل ساب تالار و کاهش حس عمقی مفصل زانو اشاره کرد (۶). مطالعات نشان داده‌اند سندرم پاتلوفمورال در نتیجه جابه چایی کشکک ظاهر می‌شود، به این معنی که به جای متمرکز شدن در استخوان ران، در طول فلکشن زانو به سمت جانبی جابه جا شده و باعث افزایش فشار روی مفصل پاتلوفمورال و بافت نرم اطراف کشکک می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که افزایش استرس روی مفصل پاتلوفمورال موجب استئو آرتروز می‌گردد (۷). در اطراف یا پشت کشکک، ضعیف شدن عضلات اکستنسور زانو و علائم مرتبط با آن معمولاً عملکرد زانو را کاهش می‌دهند و محدودیت در فعالیت‌های روزانه و شغلی را به دنبال دارد که بر کیفیت زندگی و جنبه‌های اجتماعی فرد تاثیر می‌گذارد (۸). در طول فلکشن زانو، افزایش نیرو و بار روی مفصل کشکک رانی اتفاق می‌افتد که در طول فعالیت‌های ورزشی افزایش می‌یابد (۹). بیماران مبتلا به سندرم پاتلوفمورال، با هدف کاهش نیروی عکس‌العمل مفصل پاتلوفمورال و درد، فلکشن زانو را کاهش می‌دهند این یک مکانسیم جبرانی برای کاهش درد است اما این مکانسیم باعث جذب شوک و تغییرات دژنراتیو در مفصل زانو می‌شود (۱۰).

شواهد فیزیوتراپی امروزه به طور قوی از تقویت عضله چهار سر ران به عنوان یک استراتژی موثر برای بهبود عملکرد کلی زانو در بیماران مبتلا به سندرم پاتلوفمورال حمایت می‌کنند. تمرینات پروگزیمال لگن نیز به طور موثری درد کشکک رانی را بهبود می‌بخشند و عملکرد زانو را در مقایسه با تمرینات زانو به تنهایی بهبود می‌بخشد (۲). استفاده بالینی از تمرینات زنجیره جنبشی بسته طی چند سال گذشته به میزان قابل توجهی افزایش یافته است. از دلایل افزایش توجه به این تمرینات در جامعه توانبخشی این است که این تمرینات بسیاری از حرکات کاربردی را شبیه سازی و تکرار می‌کنند و همچنین این تمرینات فشار کمتری را به مفصل پاتلوفمورال در محدوده عملکردی حرکت وارد می‌کنند (۱۱). در زنجیره جنبشی بسته یک مفصل نمی‌تواند بدون حرکت قابل پیش بینی در سایر مفاصل اتفاق بیافتد. تحقیقات نشان داده‌اند تمرینات زنجیره جنبشی بسته برای مفصل زانو می‌تواند با انقباض همزمان عضلات چهار سر ران و همسترینگ باعث کاهش جابه جایی کشکک و بهبود ثبات مفصل شود. همچنین این تمرینات باعث انقباض عضله چهار سر ران شده که شبیه به فعالیت عضلانی است که در طول تحمل وزن در راه رفتن رخ می‌دهد (۱۲). حداکثر اکسیژن مصرفی حداکثر توانایی دستگاه انتقال اکسیژن برای بازسازی atp به صورت هوازی را نشان می‌دهد و به صورت میلی لیتر اکسیژن مصرفی به ازای وزن بدن در دقیقه بیان می‌شود (۱۳). در زمینه حداکثر اکسیژن مصرفی افراد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال مطالعات اندکی صورت گرفته است لذا برای بیان تغییرات حداکثر اکسیژن مصرفی افراد دارای سندرم پاتلوفمورال مطالعات زیادی لازم است. میزان اکسیژن مصرفی در ابتلا به سندرم پاتلوفمورال تاثیری ندارد ولی با کاهش علائم سندرم پاتلوفمورال می‌توان در میزان حداکثر اکسیژن مصرفی افراد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال بهبودهایی مشاهده کرد. یک

<sup>1</sup> – patellofemoral pain syndrome

<sup>2</sup> – Oblique vastus medialis in relation to vastus lateralis

برنامه توانبخشی با کیفیت بالا و با استفاده از تمرینات خاص کلید بازگشت ایمن به فعالیت‌های ورزشی است. در نتیجه هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر تمرینات زنجیره بسته جنبشی بر کاهش درد و حداکثر اکسیژن مصرفی زنان مبتلا به سندرم پاتلوفمورال بود.

### روش تحقیق:

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی و آزمایشگاهی بود که پس از اخذ موافقت کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه محقق اردبیلی (IR.UMA.REC.1402.066) در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون انجام شد. جامعه آماری شامل کلیه دانشجویان دختر دانشگاه محقق اردبیلی و نمونه آماری تحقیق شامل ۳۰ زن در دو گروه ۱۵ نفری مبتلا به سندرم پاتلوفمورال و سالم با میانگین سنی ۲۴ سال ( $24/86 \pm 4/94$ ) در گروه سالم و ( $24/13 \pm 4/05$ ) در گروه مبتلا به سندرم پاتلوفمورال بود. گروه مطالعه همگی فاقد شکستگی در اندام تحتانی و پارگی رباط بودند و حداقل یک سال از درد کشکی رنج میبردند. حجم نمونه با استفاده از نرم افزار جی پاور براساس سطح اطمینان ۹۵ درصد و ۸۰ درصد توان آزمون انتخاب گردید (۱۴). از معیارهای ورود می‌توان به داشتن درد بالای عدد سه در افراد دارای سندرم پاتلوفمورال و نداشتن هیچ گونه درد در گروه سالم اشاره کرد. همچنین سابقه درد در افراد دارای سندرم پاتلوفمورال بالای دو ماه در نظر گرفته شد. معیارهای خروج شامل سابقه جراحی اندام تحتانی به ویژه تعویض مفصل، سابقه شکستگی اندام تحتانی، داشتن سابقه پارگی رباط صلیبی، داشتن زخم‌های دیابتی در کف پا و داشتن مشکلات عصبی عضلانی بود. آزمودنی‌ها با رضایت آگاهانه در این تحقیق شرکت کردند.

قبل از اجرای پژوهش در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون قد، وزن و سن آزمودنی‌ها اندازه گیری شد. در مطالعه فوق برای اندازه‌گیری میزان درد و حداکثر اکسیژن مصرفی از مقیاس آنالوگ بصری و دستگاه اندازه‌گیری ضربان قلب پولار استفاده شد. مقیاس آنالوگ بصری شامل یک خط کش ۱۰ میلی متری است. برای اندازه‌گیری میزان درد از آزمودنی خواسته شد از عدد صفر تا هفت میزان دردی که تجربه می‌کند را گزارش کند (۱۲). بنابراین حداکثر دردی که آزمودنی می‌توانست داشته باشد عدد ۷ و عدد صفر به معنای بدون درد در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری حداکثر اکسیژن مصرفی از تست یک مایلی راکبورت استفاده شد. برای این منظور قبل از اجرای تست راکبورت سیستم پولار به سینه آزمودنی بعد از خیس کردن نوار دستگاه نصب شد در ادامه آزمودنی‌ها در ابتدای مسیر یک مایلی که از قبل تعیین شده بود قرار گرفتند و با علامت رو مسیر یک مایلی را با سرعت انتخابی پیمودند. در پایان مسیر آزمودنی بلافاصله میزان ضربان قلب و مدت زمانی که مسیر را طی کرده اعلام کرد. مراحل فوق قبل و بعد از انجام هشت هفته تمرینات زنجیره جنبشی بسته بلافاصله اندازه گیری شد. دستگاه برای محاسبه حداکثر اکسیژن مصرفی از فرمول زیر استفاده گردید (۱۵):

$$\dot{V}O_2 = (3.2649 \times \text{زمان}) + (6.315 \times \text{جنس}) - (0.3877 \times \text{سن}) - (0.17 \times \text{وزن}) - 132.853 - (0.1565 \times \text{ضربان قلب})$$

بعد از مراحل اندازه‌گیری متغیرهای وابسته در مرحله پیش آزمون تمرینات زنجیره جنبشی بسته به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته و در کل بیست و چهار جلسه انجام شد. تمرینات شامل، اسکوات معمولی، اسکوات با توپ، اسکوات با دیوار، لانچ معمولی، پل باسن، تمرین ایزومتریک پا با دیوار و پنجه پوینت فلکس بود. قبل از اجرای آزمون آزمودنی‌ها با نحوه اجرای تمرینات آشنا شدند. قبل از اجرای تمرینات زنجیره جنبشی بسته، گرم کردن به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. در افراد دارای سندرم پاتلوفمورال در حرکات اسکات از دامنه فلشکن متوسط زانو برای اجرای تمرین استفاده شد ( $<45^\circ$ ) و با کاهش درد بیمار طی جلسات دامنه فلشکن زانو افزایش می‌یافت. هر اسکات ۱۰ ثانیه طول کشیده و ۵ ثانیه استراحت بین هر اسکات داده شد. برای اجرای سایر

تمرینات محدودیت در اجرای تمرین برای هیچ کدام از آزمودنی‌ها گذاشته نشد. همینطور میزان ست‌ها و تکرارها با توجه به اینکه نمونه آماری در دو گروه زنان غیر ورزشکار بودند از ست‌ها و تکرارهای پایین (از سه ست با ده تکرار) برای شروع تمرینات استفاده شد و با افزایش توانایی بیمار ست‌ها و تکرارها افزایش (سه ست با بیست و پنج تکرار) یافت. در صورت ایجاد درد بالاتر از عدد سه تمرین متوقف می‌گردید. تمرینات در هفته اول و دوم در سه ست ده تایی، در هفته سوم و چهارم در سه ست پانزده تایی، در هفته پنجم و ششم در سه بیست تایی و در هفته هفتم و هشتم در سه ست بیست و پنج تایی انجام شد. برای تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزار spss نسخه ۲۳ استفاده شد. از آزمون شاپیروویلیک برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. برای مقایسه بین گروهی نتایج در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون از آزمون کوواریانس و برای مقایسه درون گروهی نتایج از تی زوجی استفاده گردید. سطح معنی داری در هر دو آزمون کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

### یافته‌ها

مشخصات آزمودنی‌ها بعد از بررسی‌های لازم در جدول ۱ گزارش شده است. نتایج آزمون شاپیروویلیک نشان می‌دهد که اطلاعات دموگرافیک آزمودنی‌ها شامل قد، وزن، سن و شماره کفش از توزیع نرمال برخوردار است.

جدول شماره ۱- اطلاعات دموگرافیک آزمودنی‌ها

متغیر	گروه مبتلا به سندرم پاتلوفمورال	گروه سالم
وزن	۶۲/۱۴ ± ۱۱/۷۹	۵۴/۴۰ ± ۷/۴۸
قد	۱۶۳/۰۷ ± ۵/۳۵	۱۶۲/۴۰ ± ۵/۵۳
سن	۲۴/۱۳ ± ۴/۰۵	۲۴/۸۶ ± ۴/۹۴

مقایسه میانگین میزان درد (جدول شماره ۲)، تفاوت معنی داری را بین دو گروه سالم و مبتلا به سندرم پاتلوفمورال نشان داد ( $P=۰/۰۰۱$ ). نتایج پژوهش تفاوت معنی داری را در حداکثر اکسیژن مصرفی بین دو گروه نشان نداد ( $P>۰/۰۰۵$ ).

جدول شماره ۲- نتایج مقایسه بین گروهی (گروه سالم و مبتلا به سندرم پاتلوفمورال) میزان درد و حداکثر اکسیژن مصرفی

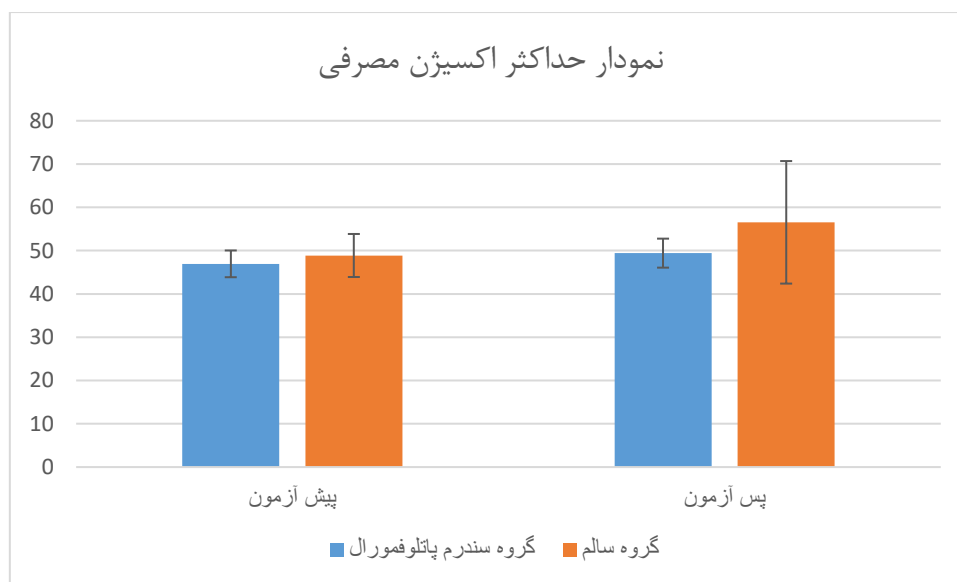
متغیر	DF	میانگین مجذور	F	سطح معنی داری
حداکثر اکسیژن مصرفی	۱	۲۳/۹۷	۱/۳۷	۰/۲۵۲
میزان درد	۰	-	-	۰/۰۰۱

نتایج پژوهش کاهش معنی داری را در میزان درد در گروه مبتلا به سندرم پاتلوفمورال در مرحله پس آزمون نشان داد ( $P=۰/۰۰۱$ ) (جدول ۳).

جدول شماره ۳- نتایج مقایسه درون گروهی میزان درد در گروه سندرم پاتلوفمورال

گروه سندرم پاتلوفمورال		
پیش آزمون	پس آزمون	سطح معنی داری
۴/۶۷±۱/۲۷	۲/۷۰±۱/۳۰	*./۰۰۱

براساس نمودار ۱ مقایسه نتایج درون گروهی نشان داد که افزایش معنی داری در حداکثر اکسیژن مصرفی گروه سالم در مرحله پس آزمون بعد از تمرینات زنجیره جنبشی بسته وجود دارد ( $P=۰/۰۰۱$ ). گروه مبتلا به سندرم پاتلوفمورال در حداکثر اکسیژن مصرفی تفاوت معنی داری را نشان ندادند ( $P>۰/۰۵$ ).



نمودار ۱- مقایسه نتایج درون گروهی حداکثر اکسیژن مصرفی در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون

### بحث:

هدف از تحقیق حاضر ارزیابی تاثیر تمرینات زنجیره جنبشی بسته بر میزان درد و حداکثر اکسیژن مصرفی در زنان جوان مبتلا به سندرم پاتلوفمورال و سالم بود. نتایج نشان داد که تمرینات زنجیره جنبشی بسته به مدت ۸ هفته نتیجه معنی داری در کاهش درد افراد دارای سندرم پاتلوفمورال و افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی در افراد سالم دارد.

محققان در بررسی تاثیر تمرینات زنجیره جنبشی بسته روی کاهش درد و بهبود عملکرد نتیجه گرفتند که تمرینات زنجیره جنبشی بسته باعث کاهش درد و بهبود عملکرد بعد از پنج هفته گردید (۱۱). به علاوه تحقیقی مبتنی بر استفاده از تمرینات زنجیره بسته جنبشی به مدت ۴ هفته روی افراد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال باعث کاهش درد زنان دارای سندرم پاتلوفمورال گردید (۱۶). نتایج این تحقیق در زمینه کاهش درد به نوعی با تحقیق ما همسو می‌باشد. همچنین محققان نشان دادند استفاده از تمرینات تقویت عضلات چهار سر ران مانند تمرین پرس پا در هشت هفته و دو جلسه در هفته باعث کاهش درد و بهبود عملکرد زانو می‌گردد (۱۷). نتایج این تحقیق به دلیل هدف تمرینات زنجیره جنبشی بسته در تحقیقات یعنی تقویت عضلات چهار سر ران و



مدت زمان مشابه اجرای تمرینات با نتایج ما همسو می‌باشد. محققان در تحقیقی با استفاده از تمرینات راست کردن انتهای زانو در زنجیره بسته جنبشی و باز روی زنان مبتلا به سندرم پاتلوفمورال در مدت ۵ هفته نتیجه معناداری در کاهش درد و بهبود عملکرد عضلات چهار سر ران گرفتند (۱۸). همچنین نتایج ما با تحقیقی مبتنی بر استفاده از تمرینات زنجیره جنبشی بسته در هشت هفته و سه جلسه در هفته به دلیل استفاده از پروتکل، مدت زمان یکسان و نتیجه گیری مبتنی بر کاهش درد همسو می‌باشد (۱۹). در مطالعه‌ای محققان در کنار تمرینات زنجیره جنبشی بسته و باز از نوار چسب نیز استفاده کردند و کاهش معنی داری در میزان درد در طی این تمرینات حاصل شد (۲۰). به نظر می‌رسد استفاده از نوار چسب و تنها تمرینات زنجیره جنبشی بسته تاثیر مفیدی در کاهش درد و تقویت عضلات چهار سر و تثبیت کشکک داشته باشد. در تحقیقی دیگر تمرینات زنجیره بسته جنبشی شامل پرس پا در ۸ هفته و دو جلسه در هر هفته در افراد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال باعث کاهش درد و بهبود عملکرد زانو و تقویت عضلات چهار سر ران گردیده است (۱۷). نتایج این تحقیق نیز به دلیل مشابه بودن مکانیک تمرینات با تحقیق ما همسو می‌باشد. در تحقیقی محققان نشان دادند که انجام هشت هفته تمرینات هوازی شامل تمرینات ایروبیکی باعث افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی در زنان می‌شود (۲۱). نتایج این تحقیق تمرینات ایروبیکی از جمله تمرینات زنجیره جنبشی بسته هستند و جنسیت زن استفاده شده در تحقیق همسو است. در تحقیقی دیگر محققان از تمرینات تناوبی شامل دویدن در سرعت‌های متفاوت به مدت ۸ هفته استفاده کردند و نتیجه گرفتند که این تمرینات باعث افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی در افراد نظامی می‌گردد (۱۳). نتایج این تحقیق نیز به دلیل اینکه دویدن جزو تمرینات زنجیره جنبشی بسته است با نتایج ما همسو می‌باشد. همچنین محققان نشان دادند که دوازده هفته تمرین تناوبی دویدن و تمرین استقامتی باعث افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی روی نوجوانان سالم چاق می‌گردد (۲۲). نتایج این تحقیق به نوعی با تحقیق ما همسو می‌باشد.

### نتیجه گیری:

براساس یافته‌های تحقیق، تمرینات زنجیره جنبشی بسته در هشت هفته به مدت بیست و چهار جلسه باعث کاهش درد و افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی گردید. بنابراین با توجه به این موارد، تمرینات زنجیره جنبشی بسته می‌تواند راهکار مناسبی برای افراد دارای سندرم پاتلوفمورال در کاهش درد برای بازگشت به تمرینات ورزشی و بهبود کیفیت زندگی این افراد باشد.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از عوامل محترم دانشگاه محقق اردبیلی و آزمودنی‌هایی که در این تحقیق همکاری کردند تشکر و قدر دانی می‌نمایند.

## منابع:

- Zamboti CL, Silva RAd, Gobbi C, Shigaki L, Macedo CdSG. Analysis of pain, functional capacity, muscular strength and balance in young women with Patellofemoral Pain Syndrome. *Fisioterapia em Movimento*. 2017;30:433-41.
- Alammari A, Spence N, Narayan A ,Karnad SD, Ottayil ZC. Effect of hip abductors and lateral rotators' muscle strengthening on pain and functional outcome in adult patients with patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2023;36(1):35-60.
- Albornoz-Cabello M, Ibáñez-Vera AJ, Barrios-Quinta CJ, Lara-Palomo IC, Cardero-Durán MdlÁ, Espejo-Antúnez L. Effects of Radiofrequency Diathermy Plus Therapeutic Exercises on Pain and Functionality of Patients with Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Clinical Medicine*. 2023;12(6):2348.
- Manojlović D, Zorko M, Spudić D, Šarabon N. Strength, flexibility and postural control of the trunk and lower body in participants with and without patellofemoral pain. *Applied Sciences*. 2022;12(7):3238.
- Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Peers K, Vanderstraeten G. Open versus closed kinetic chain exercises for patellofemoral pain. *The American journal of sports medicine*. 2000;28(5):687-94
- Zamboti CL, Silva RAd, Gobbi C, Shigaki L, Macedo CdSG. Analysis of pain, functional capacity, muscular strength and balance in young women with Patellofemoral Pain Syndrome. *Fisioterapia em Movimento*. 2017;30:433-41.
- Alammari A, Spence N, Narayan A ,Karnad SD, Ottayil ZC. Effect of hip abductors and lateral rotators' muscle strengthening on pain and functional outcome in adult patients with patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2023;36(1):35-60.
- Albornoz-Cabello M, Ibáñez-Vera AJ, Barrios-Quinta CJ, Lara-Palomo IC, Cardero-Durán MdlÁ, Espejo-Antúnez L. Effects of Radiofrequency Diathermy Plus Therapeutic Exercises on Pain and Functionality of Patients with Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Clinical Medicine*. 2023;12(6):2348.
- Manojlović D, Zorko M, Spudić D, Šarabon N. Strength, flexibility and postural control of the trunk and lower body in participants with and without patellofemoral pain. *Applied Sciences*. 2022;12(7):3238.
- Logan CA, Bhashyam AR, Tisosky AJ, Haber DB, Jorgensen A, Roy A, et al. Systematic review of the effect of taping techniques on patellofemoral pain syndrome. *Sports health*. 2017;9(5):456-61.
- Kaya D, Citaker S, Kerimoglu U, Atay OA, Nyland J, Callaghan M, et al. Women with patellofemoral pain syndrome have quadriceps femoris volume and strength deficiency. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2011;19:242-7.
- Vicente Basanta E. A pain-coping approach for chronic patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial. 2020.
- 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;21(1):1-11.
- Dar G, Saposhnik A, Finestone AS, Ayalon M. The Effect of Load Carrying on Gait Kinetic and Kinematic Variables in Soldiers with Patellofemoral Pain Syndrome. *Applied Sciences*. 2023;13(4):2264.
- Yalfani A, Ahmadi M. Patients with patellofemoral pain exhibiting decrease vertical ground reaction force compared to healthy individuals during weight bearing tasks: A systematic reviews and meta-analysis. *Iranian Journal of Public Health*. 2023;52(2):254.
- Witvrouw E, Lysens R, Bellemans J, Peers K, Vanderstraeten G. Open versus closed kinetic chain exercises for patellofemoral pain. *The American journal of sports medicine*. 2000;28(5):687-94.
- Chang W-D, Huang W-S, Lee C-L, Lin H-Y, Lai P-T. Effects of open and closed kinetic chains of sling exercise therapy on the muscle activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis. *Journal of physical therapy science*. 2014;26(9):1363-6.

- Nice. Comparison of the effect of intermittent and continuous aerobic exercise program on maximum oxygen consumption, body mass index and body fat percentage of officer students. *military medicine* 2022;15(4):245-51.
- Mazaheri M, Motealleh A. Evaluating electromyographic activity of vastus medialis obliquus ,vastus lateralis, and hamstrings in women with patellofemoral pain syndrome. 2020.
- Kumar N, Sharma S. Effect of Tobacco Chewing on VO2 max. *Med Sportiva*. 2011;7:3.
- Mustafa M, Fatima I, Tariq A, Fazal MI, Jamal MN, Sarfraz AH. Comparison between the Effect of Closed Kinetic Chain and Open Kinetic Chain exercises in the strengthening of Vastus Medialis Obliquus in subjects with Patello-Femoral Pain Syndrome-a randomized control trial. *Pakistan Journal of Medical & Health Sciences*. 2022;16(06):185.-
- Cabral CMN, de Oliveira Melim AM, Sacco IdCN, Marques AP, editors. Effect of a closed kinetic chain exercise protocol on patellofemoral syndrome rehabilitation. *ISBS-Conference Proceedings Archive*; 2007.
- Abtahi E, Majdoleslam B, Abdolahi I, Rahgozar M. Onset Latency of Vastus Medialis Obliquus and Vastus Lateralis in Patients with Patellofemoral Pain Syndrome: Open or Closed Chain Terminal Knee Extension Exercise. *Journal of Kerman University of Medical Sciences*. 2010;17(4):307-15.
- Ramazzina I, Pogliacomini F, Bertuletti S, Costantino C. Long term effect of selective muscle strengthening in athletes with patellofemoral pain syndrome. *Acta Biomed*. 2016;87(Suppl 1):60-8.
- Somes S, Worrell TW, Corey B, Lngersol CD. Effects of patellar taping on patellar position in the open and closed kinetic chain: a preliminary study. *Journal of Sport Rehabilitation*. 1997;6(4):299-308.
- Emadian, Omid S., Toloui, Zadeh Mera, Farhadpour, Sonia. Investigating the effect of aerobic exercises in morning and evening on lipid profile, body mass index, body fat percentage and maximum oxygen consumption in overweight women. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences (JMUMS)*. 2017;26(145).
- Zakoi, Iman, Pour and, Zadeh A., Rifat, Qaisi Baha. The effect of twelve weeks of combined training (aerobic-resistance) on the plasma levels of ghrelin and obstatin in obese adolescents. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2016;22(141):91-103.