Comparison the Effect of Selected Lower Extremity Movement Pattern and Traditional Exercises on Pain and Quality of Life in Male Athletic with Patellofemoral Pain Syndrome

Ashraf M.J [1], Sahebozamani M [2], Daneshjoo AH[3], Korooshfard N[4]

1- Ph.D Student Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sports Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
2- Full Professor, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sports Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
3- Associate Professor, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sports Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
4- Assistant Professor, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sports Science, Shiraz University, Shiraz, Iran

Received: 2023.10.09 Accepted:2023.12.15

Abstract

Purpose: Disruption in biomechanics and kinematics of the lower extremity is one of the causes of knee patellofemoral pain syndrome. The purpose of this study was Comparison the effect of selected lower extremity movement pattern and traditional exercises on pain and quality of life in male athletic with patellofemoral pain syndrome.

Methods: The Present research was semi-experimental and pre-test and post-test.The statistical population of this research is men aged 18-28 years old with patellofemoral pain in Shiraz city who referred to Hadi sports medicine clinic. A number of 30 people from the aforementioned community were randomly and available purposefully selected and randomly placed in two movement pattern groups (15 people) and traditional (15 people). Each group had their own exercises for eight weeks, three sessions each week, and each session lasted 60 minutes. Before and after the training period, pain and quality of life were measured using visual pain measurement scale (VAS) and quality of life (SF-36), respectively. To were analyze the data, statistical test of variance was used for covariance data at a significant level ($p<0.05$).

Results: The results showed that the exercise program for correcting the movement pattern of the lower extremity significantly improved the level of pain (ES=0.7, $p<0.05$ and $F_{(1,28)}=15.32$) and quality of life ($p<0.005$ and $F_{(1,28)}=27.02$, ES=0.6). Also, the results showed that the traditional exercise program significantly improved the pain level (ES=0.5, $p<0.05$, and $F_{(1,28)}=8.24$) and quality of life (ES=0.4, $p<0.05$, $F_{(1,28)}=27.02$). The exercise program was effective in both groups, but the exercises in the movement pattern group were more effective on pain and quality of life than the traditional group.

Conclusion: The biomechanics of the lower extremity are disturbed in patients with patellofemoral pain syndrome, and the exercises performed on these people should cause changes in the biomechanics of the lower extremity and finally align the joints.

Keywords: Patellofemoral pain, Lower extremity biomechanics, Quality of life.

مقایسه اثر تمرینات منتخب اصلاح الگوی حرکتی اندام تحتانی و سنتی بر درد و کیفیت زندگی ورزشکاران مرد مبتلا به درد کشککی-رانی

محمدجواد اشرف[۱]، منصور صاحب‌الزمانی[۲]، عبدالحمید دانشجو[۳]، نگار کوروش فرد[۴]

هدف: اختلال در کینماتیک و بیومکانیک اندام تحتانی یکی از دلایل ایجادکننده سندرم درد کشککی-رانی زانو می‌باشد. هدف این تحقیق مقایسه اثر تمرینات منتخب اصلاح الگوی حرکتی اندام تحتانی و سنتی بر درد و کیفیت زندگی ورزشکاران مرد مبتلا به درد

Copyright © 2023 Mashhad University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

► **Please cite this article as:** Ashraf M.J, Sahebozamani M, Daneshjoo AH, Korooshfard N. Comparison the Effect of Selected Lower Extremity Movement Pattern and Traditional Exercises on Pain and Quality of Life in Male Athletic with Patellofemoral Pain Syndrome. **JPSR** 2024; 13(1): 7-17. **DOI:** 10.22038/JPSR.2024.74367.2534

کشککی-رانی بود.

روش بررسی: پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی و به صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. جامعه آماری تحقیق حاضر را مردان ۲۸-۱۸ ساله مبتلا به درد کشککی-رانی شهر شیراز می‌باشد که به کلینیک پزشکی ورزشی هادی مراجعه نمودند. تعداد ۳۰ نفر از جامعه مذکور به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه تمرینات الگوی حرکتی اندام تحتانی (۱۵ نفر) و تمرینات سنتی (۱۵ نفر) قرار گرفتند. هر گروه به مدت هشت هفته هر جلسه به مدت ۶۰ دقیقه تمرینات خاص خود را انجام دادند. قبل و بعد از دوره‌ی تمرینات درد و کیفیت زندگی به ترتیب با استفاده از مقیاس اندازه‌گیری بصری درد (Visual Analog Scale; VAS) و کیفیت زندگی (Quality of Life; SF-36) اندازه‌گیری شد. جهت تجزیه و تحلیل داده ها، از آزمون آماری کواریانس (Covariance) در سطح معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) استفاده شد.

یافته ها: نتایج نشان داد که برنامه تمرینات اصلاح الگوی حرکتی اندام تحتانی موجب بهبود معنی‌داری در میزان درد ($ES=۰/۷$ و $p<۰/۰۵$ و $F_{(۱و۲۸)}=۱۵/۳۲$) و کیفیت زندگی ($ES=۰/۶$ و $p<۰/۰۰۵$ و $F_{(۱و۲۸)}=۲۷/۰۲$) شد. همچنین نتایج نشان داد که برنامه تمرینات سنتی موجب بهبود معنی‌داری در میزان درد ($ES=۰/۵$ و $p<۰/۰۵$ و $F_{(۱و۲۸)}=۸/۲۴$) و کیفیت زندگی ($ES=۰/۴$ و $p<۰/۰۰۵$ و $F_{(۱و۲۸)}=۲۷/۰۲$) شد. برنامه تمرینی در هر دو گروه موثر بوده ولی تمرینات در گروه الگوی حرکتی بر درد و کیفیت زندگی موثرتر از گروه سنتی بود.

نتیجه گیری: تمرینات بایستی موجب تغییراتی در بیومکانیک اندام تحتانی و راستای قرارگیری مفاصل باشد. کاردرمانان و فیزیوتراپ‌ها می‌توانند از نتایج تحقیق حاضر برای افراد مبتلا به درد کشککی-رانی بهره ببرند.

کلمات کلیدی: درد کشککی-رانی، بیومکانیک اندام تحتانی، کیفیت زندگی.

نویسنده مسئول: محمدجواد اشرف، ashraf_javad777@email.com، ORCID: 0000-0002-6789-7751

آدرس: شیراز، خیابان تاچارا، خیابان دینکانی،کوچه ۱۵، فرعی ۶

۱. دانشجوی دکتری گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه باهنر کرمان، کرمان، ایران.

۲- استاد گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه باهنر کرمان، کرمان، ایران

۳- دانشیار گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه باهنر کرمان، کرمان، ایران

۴- استادیار گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

مقدمه

سندرم درد کشککی_رانی (Patellofemoral Pain Syndrome; PFPS) یکی از شایع ترین مشکلات ارتوپدی زانو بین ورزشکاران و جوانان به خصوص زنان است (۱). علت این بیماری کاملاً شناخته شده نیست به همین دلیل در بعضی از مواقع بیمار و جراح ارتوپد به دلیل ناامیدی باعث می‌شود که ورزشکار به درمان ورزشی خود پایان دهد (۲). شیوع این بیماری در زنان دو برابر مردان ذکر شده است که در میان ورزشکاران این نسبت برعکس می شود و در میان مردان جوان ورزشکار شایع تر است (۳). محققان در یک مقاله مروری با بررسی ۱۳۶ مقاله در ایالت متحده آمریکا، استرالیا و اروپا میزان شیوع درد کشککی-رانی را ۲۵ درصد در جمعیت عمومی ورزشکاران معرفی کرده اند (۴). دلایل گوناگونی از جمله عوامل داخلی و خارجی موجب ایجاد سندرم درد کشککی-رانی می‌شود. فاکتورهای داخلی شامل مشکلات ساختاری استخوانی و بافت نرم و فاکتورهای خارجی مثل نوع ورزش و شرایط محیطی است. ترکیبی از متغیرهایی نظیر بیومکانیک غیرطبیعی اندام تحتانی، سفتی بافت نرم، ضعف عضلانی و تمرینات شدید در مورد ورزشکاران ممکن است باعث افزایش فشار بر غضروف و استخوان زیر غضروف شده و درد کشککی_رانی و راستای نامناسب کشکک را ایجاد کند. به دلیل اینکه نیروهای متعددی روی مفصل کشککی_رانی اثرگذار است، ارزیابی و درمان کلینیکی این بیماری همواره مورد بحث است (۵، ۴). مطالعات نشان داده اند که در افراد مبتلا به درد کشککی-رانی این حرکت منظم کشکک رخ نمی دهد و زمینه ساز برخورد با کندیل ران و ایجاد درد است (۶). این نقص حرکتی با انجام مناسب تمرینات قابل برقراری دوباره است (۷).

هایپرموبیلیتی (Hypermobility) و یا نقص در حرکت گلاید مفصل کشککی-رانی با اعمال نیروی بیشتر توسط تنسورفاشیالاتا (Tensor Fasciae Latae) می تواند زمینه ساز بروز درد باشد (۸). نقص حرکتی در مفصل قاپی-ناوی به عنوان عاملی موثر در افت استخوان ناوی و پرونیشن (Pronation) پا مطرح بوده و عملکرد پا را در افراد مبتلا به درد کشککی-رانی تحت تأثیر قرار می دهد (۹). در یک تحقیق موثر بودن تکنیک های موبیلیتی بر مفصل هیپ بر درد افراد مبتلا به درد کشککی-رانی گزارش شده است (۱۰). تکنیک های موبیلیتی (Mobility) مفاصل اندام تحتانی با هدف بهبود دامنه حرکتی کاهش یافته مفصلی و یا سفتی مفاصل در دامنه حرکتی آزاد انجام می شود و در درجه اول با درگیری سیستم عصبی، میزان درد را کاهش می دهند (۱۱). این تکنیک ها با افزایش جنبش‌پذیری مفاصل موجب بهبود گلایدینگ (Gliding) و رولینگ (Rolling) مفصلی، کاهش سفتی عضلات و بهبود عملکردشان خواهد شد (۱۲).

تغییرات بیومکانیکی و الگوهای حرکتی تغییریافته در اندام تحتانی به عنوان یک فاکتور سهیم در انواع دردهای عضلانی-اسکلتی از جمله درد کشککی-رانی پیشنهاد شده است. اخیرا نظریه ای در ارتباط با الگوهای حرکتی اندام تحتانی (۱۵-۱۳) و درد کشککی-رانی پیشنهاد شده است که مجموعه‌ای از کینماتیک های تغییر یافته شامل افزایش اداکشن ران (هیپ) و مدیال روتیشن، افزایش والگوس زانو (ابداکشن) و افزایش لترال روتیشن تیبیا (زانو) را توصیف می‌کند؛ که مجموعا والگوس داینامیک زانو نامیده می شود. بیان شده است که به دلیل اتصال کشکک بین فمور و تیبیا، تغییرات کینماتیک هیپ و زانو بر اساس نظریات گذشته باعث افزایش زاویه عضله چهارسر رانی و نیروهای متعاقب لترال روی مفصل کشککی-رانی می‌شود؛ که منجر به کاهش ناحیه برخورد مفصل کشککی-رانی و افزایش استرس و متعاقب آن درد می‌گردد و موجب تغییر در مسیر حرکت کشکک در هنگام حرکات مفصل زانو می شود. شواهد موجود از ارتباط بین همراستایی تیبیا و فمورال و مکانیسم های مفصل کشککی-رانی تحت وضعیت های استاتیک حمایت می‌کند. به عنوان مثال، افزایش ابداکشن زانو با افزایش استرس مفصل کشککی-رانی مرتبط شده است (۱۶). به طور مشابه نشان داده شده است که افزایش مدیال روتیشن فمورال نسبت به تیبیا با کاهش سطح تماس کشککی-رانی و افزایش استرس مفصل کشککی-رانی مرتبط است (۱۷). مطالعات آینده‌نگر عوامل گوناگون خطرزای بیومکانیکی برای این سندرم از قبیل افزایش مدیال روتیشن هیپ، افزایش لحظه‌ای و ضربه ای ابداکشن زانو را مشخص می‌کند؛ اما هیچ مطالعه ای به طور مستقیم کینماتیک در طی حرکات عملکردی (اسکات و لانژ) و پاسخ درد در آزمودنی ها را بررسی نکرده است (۱۸).

امامی وردی و همکاران (۱۹)، در یک تحقیق به تاثیر تمرینات فیدبک کنترل والگوس زانو بر درد، گشتاور ران و عملکرد در افراد دارای سندروم درد کشککی-رانی پرداختند. تحلیل نتایج این تحقیق نشان داد که تمرینات فیدبکی کنترل والگوس زانو تأثیرات سودمندی در افراد دارای سندرم درد کشککی-رانی داشت؛ که منجر به تغییرات در متغیرهای بیومکانیکی مانند گشتاور اکسنتریک ران، متغیرهای عملکردی، زاویه والگوس زانو و درد شد (۱۹).Kader و همکاران (۲۰)، در یک مقاله با هدف بررسی بی‌ثباتی در استخوان کشکک در افراد مبتلا به درد کشککی-رانی نشان دادند که نقش لیگامان ها در میزان بی‌ثباتی افراد مبتلا به درد کشککی-رانی به عنوان یک مسأله مهم مورد نظر است و توجه به لیگامان کولترال داخلی و درمان مناسب آن در قرار گرفتن راستای کشکک در یک حالت مناسب ضروری به نظر می رسد (۲۰). به نظر می رسد که تمریناتی که در قالب الگوهای عملکردی بوده توانسته بر درد زنان مبتلا به درد کشککی-رانی اثرگذار باشد (۲۱). شاید بتوان علت مهم تر را در تغییرات الگوی حرکتی مفاصل لگنی و حتی مچ پا بررسی نمود (۲۲).

تحقیقات گذشته به صورت ایزوله تنها یک یا نهایتا دو مفصل را در اندام تحتانی در نظر گرفته اند، از طرفی به دلیل تغییرات در بیومکانیک مفاصل اندام تحتانی و با توجه به روند درمانی متفاوت در پیش گرفته شده در تحقیقات اخیر و گزارش نتایج متفاوت، می‌توان گفت که تغییرات در بیومکانیک اندام تحتانی (Lower Limb Biomechanics; LLB) اتفاق می‌افتد. با توجه به تحقیقات اندک صورت گرفته و اینکه تاکنون هیچ تحقیق به بررسی اثرات تمرینی برنامه الگوی حرکتی اندام تحتانی بر افراد مبتلا به سندرم درد کشککی-رانی نپرداخته است و همچنین اینکه برای درمان مناسب‌تر در افراد مبتلا به درد کشککی-رانی بایستی رویکرد چند مفصله بودن را در نظر گرفت. محققان می توانند از نتایج این تحقیق به علت

اینکه کل مفاصل اندام تحتانی را در نظر گرفته، در مطالعات بعدی خود استفاده کنند، لذا تحقیق حاضر به دنبال مقایسه اثر تمرینات منتخب اصلاح الگوی حرکتی اندام تحتانی و سنتی بر درد و کیفیت زندگی (Quality of Life) ورزشکاران مرد مبتلا به درد کشککی-رانی می‌باشد تا به بررسی این موضوع بپردازد که نقش بیومکانیک اندام تحتانی در کاهش درد و بهبود کیفیت زندگی افراد مبتلا به درد کشککی-رانی چیست.

روش بررسی

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی است که به‌صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون اجرا شد. بین کلیه مردان ورزشکار (رشته های مختلف) مبتلا به درد کشککی-رانی مراجعه‌کننده به کلینیک پزشکی ورزشی با دامنه سنی ۲۸-۱۸ سال (۱۸) شهر شیراز، تعداد ۳۰ نفر به صورت هدفمند انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه توزیع شدند: ۱- گروه تجربی اول (الگوی حرکتی) (۱۵ نفر) ۲- تجربی دوم (سنتی) (۱۵ نفر). در تعیین حجم نمونه از نرم افزار G*Power استفاده شد که مقادیر اعمال شده در نرم افزار شامل: اندازه اثر: ۰/۴ توان آزمون: ۰/۹۵ و سطح معناداری: ۰/۰۵ بود. تعداد کل حجم نمونه حاصل ۲۴ نفر محاسبه شد که با توجه به احتمال ریزش ۳۲ نفر انتخاب شدند. معیارهای ورود به تحقیق شامل: مردان ۲۸-۱۸ سال، داشتن مولفه های کلینیکی از درد کشککی_رانی یک طرفه و دو طرفه برای مدت بیشتر از سه ماه، داشتن درد قدامی یا خلفی گزارش شده در حداقل دو مورد از فعالیت هایی مثل: نشستن طولانی‌مدت، بالا و پایین رفتن از پله، اسکات، دویدن و پریدن، وجود درد در طول مقاومت ایزومتریک انقباض عضله‌ی چهارسر رانی، وجود درد همراه با لمس در خط عقبی کشکک، وجود درد در طول اسکات (۱۷). معیارهای خروج از تحقیق شامل: افرادی که قبلا عمل جراحی زانو داشته اند و شرکت‌کنندگان که منتظر عمل جراحی در اندام تحتانی بودند، وجود بی‌ثباتی لیگامان و یا اختلالات داخلی، سابقه‌ی دررفتگی استخوان کشکک و یا نیم در رفتگی آن، خالی کردن زانو، وجود بیماری‌های حاد و مزمن، ازگود شلاتر (Osgood-Schlatter Disease; OSD)، سندرم جانسون (Stevens-Johnson Syndrom; SJS)، آماس کیسه-های مفصلی (۱۸). جهت اندازه‌گیری درد از مقیاس دیداری درد (Visual Ananlog Scale; VAS) که نشان دهنده‌ی درد بیماران در حالت کلی است، استفاده شد. این مقیاس به صورت یک خط ده سانتی‌متری رسم می‌شود و برای درک مفهوم میزان درد توسط بیماران بین صفر تا ده سانتی‌متر درجه‌بندی می‌شود. عدد صفر هیچ گونه دردی را نشان نمی‌دهد، عدد ۱ تا ۳ درد خفیف، عدد ۴ تا ۶ درد متوسط و عدد ۷ تا ۱۰ درد شدید را بیان می‌کند (۲۳). پایایی داخلی آن (Intraclass Correlation Coeficient; ICC) بین ۷۷٪ تا ۷۹٪ برای بیماران مبتلا به سندرم درد کشککی_رانی گزارش شده است. جهت بررسی کیفیت زندگی از پرسشنامه کیفیت زندگی SF-36 استفاده شد (۲۴). این پرسشنامه مقیاسی برای اندازه‌گیری کیفیت زندگی بیماران روانی بوده و جنبه های مهم و خاص زندگی را که از نقطه نظر بیمار دارای اهمیت است تعیین کرده و همچنین ابعاد عینی و ذهنی و بنیادین کیفیت زندگی را در بر می‌گیرد. این پرسشنامه یک ابزار خودسنجی است که توسط خود آزمودنی-ها تکمیل می‌گردد و شامل ۳۶ ماده است. پاسخ به هر سوال با طیف لیکرت پنج تایی (خیلی کم، کم، متوسط، زیاد، خیلی زیاد) درجه بندی می شود. دامنه نمرات بین ۲۶-۱۳۰ است. با توجه به نحوه نمره‌گذاری پرسشنامه (جمع کلی نمرات) نمره بالاتر نشانه کیفیت زندگی پایین تر است. مقیاس کیفیت زندگی سازمان بهداشت جهانی از روایی افتراقی، روایی محتوایی، پایایی آزمون-آزمون مجدد خوبی برخوردار است. این پرسشنامه توسط نجات و همکاران، از زبان اصلی به فارسی برگردان و با زبان اصلی از طریق ترجمه مجدد مطابقت داده شد. اعتبار پرسشنامه با اجرا بر روی ۱۱۶۷ نفر از روش آلفای کرونباخ و همبستگی درون خوشه ای حاصل از آزمون مجدد بالای ۰/۷ به دست آمده است. روایی آزمون در پژوهش انجام شده معتبر گزارش شده است و پرسشنامه روایی، پایایی و عوامل ساختاری قابل قبولی جهت اجرا در جامعه ایرانی را دارا می باشد (۲۴).

پروتکل حاضر یک برنامه تمرینی منتخب از تمرینات الگوی حرکتی اندام تحتانی (جدول ۱) در افراد مبتلا به سندرم درد کشککی-رانی است. این برنامه با ارائه یک رویکرد جامع در اصلاح الگوی حرکتی اندام تحتانی برای مفاصل لگن، زانو و مچ پا به صورت زنجیره حرکتی است. در هر کدام از این مراحل به سه عمل رهاسازی بافت، موبیلیتی مفاصل و انجام تمرینات عملکردی پرداخته شد. هر کدام از دو گروه برنامه تمرینی خاص خود را انجام دادند. این دوره برنامه تمرینی زیر نظر محقق آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی هدایت شد. برنامه تمرینی شامل

جدول ۱: تمرینات گروه تجربی الگوی حرکتی اندام تحتانی (گروه اول)

تمرینات	حرکت	نوبت در هفته / زمان	پیشرفت	پوزیشن درمانگر	پوزیشن بیمار	تصویر
رهاسازی زنجیره مایوفاشیال اندام تحتانی (۲۵)	تکنیک رهاسازی گرستون برای عضلات همسترینگ، پلانتار فلکسور، چهارسر رانی و باند ایلیوتیبیال	۳ بار ۳۰ ثانیه	تا مرحله کاهش درد در هر جلسه	قرارگیری در کنار بدن بیمار برای بافتی که تحت درمان است.	قرارگیری به صورت دمر، طاق باز و از پهلو	
موبیلیتی لگن (۲۵)	تکنیک اول: دیسترکشن دوم: گلاید تحتانی سوم: لترال گلایدینگ چهارم: گلایدینگ قدامی	۳ بار ۳۰-۴۵ ثانیه	تا مرحله کاهش درد در هر جلسه	قرارگیری در کنار بدن بیمار برای بافتی که تحت درمان است.	قرارگیری به صورت دمر، طاق باز	
موبیلیتی زانو (۲۵)	تکنیک اول: گلایدینگ خلفی دوم: گلاید تحتانی سوم: لترال گلایدینگ چهارم: گلایدینگ قدامی	۳ بار ۳۰-۴۵ ثانیه	تا مرحله کاهش درد در هر جلسه	قرارگیری در کنار بدن بیمار برای بافتی که تحت درمان است.	قرارگیری به صورت طاق باز و ایستاده مطابق شکل	
موبیلیتی مچ پا (۲۵)	تکنیک اول: گلایدینگ (تالوس بر مچ پا) دوم: گلاید تحتانی (مچ پا بر تالوس) سوم: لترال گلایدینگ چهارم: گلایدینگ قدامی	۳ بار ۳۰-۴۵ ثانیه	تا مرحله کاهش درد در هر جلسه	قرارگیری در کنار بدن بیمار برای بافتی که تحت درمان است.	قرارگیری به صورت ایستاده و مطابق شکل	

۱۰ دقیقه گرم کردن، ۴۵-۳۰ دقیقه انجام دادن تمرینات اصلی و ۱۰-۵ دقیقه سرد کردن بود.

در گروه کنترل تمرینات سنتی (جدول ۲) برای تقویت عضله چهار سر رانی با دو حرکت متفاوت انجام می شد. در حرکت اول، آزمودنی کنار دیوار ایستاده و از او خواسته می شد به میزان ۳۰ درجه زانوها را خم کند تا میزان کوتاه شدن قد اندازه‌گیری و علامت زنی شود. این علامت برای این آزمودنی تا هشت هفته ثابت بود. بعد با گذاشتن توپ والیبال بین هر دو زانو و در حالتی که اندام تحتانی هیچ چرخش داخلی یا خارجی نداشت و تیوب از زیر هر دو کف پای او رد شده بود و با دو دست گرفته بود، حرکت نیم اسکات (Half Squat; Hs) را انجام می داد (۲۶). دست‌ها در طول انجام حرکت هیچ گونه حرکتی نداشتند و حرکت فقط از زانوهای آزمودنی انجام می شد (۱۶). نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون شاپیر-ویلک (Shapiro-Wilk) مورد بررسی قرار گرفت. از آزمون تی‌همبسته جهت مقایسه داده های درون گروهی و از آزمون تحلیل کوورایانس جهت بررسی متغیر مستقل و پیش‌بین دو گروه در متغیر درد و کیفیت زندگی و با استفاده از بسته نرم‌افزاری SPSS نسخه ۲۳ در سطح معنی‌داری $p<۰/۰۵$ استفاده شد.

اطلاعات مربوط به مشخصات دموگرافیک نمونه‌ها در جدول ۳ آمده است. نتایج آزمون t مستقل نشان داد که هر دو گروه تجربی از نظر ویژگی های دموگرافیک همگن بوده‌اند و بین گروه‌های تمرینی تفاوت معناداری مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). همچنین نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیر-ویلک مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۴).

مقایسه آزمون تی همبسته نشان می دهد که بین قبل و بعد هر دو گروه تمرینی در پیش آزمون و پس آزمون تفاوت وجود دارد ($p<۰/۰۵$). به طوری که بهبودی معناداری در میزان کاهش درد و بهبود کیفیت زندگی در پس آزمون حاصل شد (جدول ۵).

نتایج آزمون تحلیل کوواریانس آزمودنی‌های دو گروه در مورد متغیر درد و کیفیت زندگی در جدول ۶ آمده است. در رابطه با تغییرات بین‌گروهی برای متغیر درد نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود دارد ($ES=۰/۱۸$ و $p<۰/۰۰۵$ و $F_{(۱و۲۸)}=۸/۲۴$). در رابطه با تغییرات بین‌گروهی برای متغیر کیفیت زندگی نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود دارد ($ES=۰/۱۵$ و $p<۰/۰۰۵$ و $F_{(۱و۲۸)}=۲۷/۰۲$). به طوری که

جدول ۲: پروتکل تمرینات سنتی (گروه دوم)

عضلات درگیر	رنگ کش	هفته	تکرار	استراحت	پیشرفت	مدت
چرخاننده خارجی ران (۲۶)	زرد، قرمز	اول و دوم	۳*۸	۲۰ ثانیه بین هر ست	افزایش تکرار به میزان ۵ تا و تغییر رنگ کش	۵ تا ۱۵ دقیقه
	زرد، قرمز سبز،	سوم و چهارم	۴*۱۰	۱۰ ثانیه بین هر ست	افزایش تکرار به میزان ۵ تا و تغییر رنگ کش	۲۰ تا ۳۰ دقیقه
	سبز، آبی و مشکی	پنجم و ششم	۵*۱۲	۱۰ ثانیه بین هر ست	افزایش تکرار به میزان ۵ تا و تغییر رنگ کش	۳۰ تا ۴۵ دقیقه
	مشکی	هفتم و هشتم	۵*۱۵	۱۰ ثانیه بین هر ست	افزایش تکرار به میزان ۵ تا و تغییر رنگ کش	۴۵ دقیقه به بالا

جدول ۳: اطلاعات دموگرافیک آزمودنی‌ها

گروه ها	تمرینات الگوی حرکتی انحراف معیار ± میانگین	تمرینات سنتی انحراف معیار ± میانگین	آماره آزمون	p- مقدار
سن (سال)	۲۶/۴±۴۰/۱۳	۲۵/۷±۵۸/۴۲	۲/۱۴	۰/۶۲۸
قد (سانتی متر)	۱۷۷/۳±۳۰/۱۲	۱۷۲/۴±۱۸/۴۵	۱/۷۷	۰/۵۰۱
وزن (کیلوگرم)	۶۷/۸±۳۲/۷۷	۶۵/۴±۰۵/۰۱	۱/۱۶	۰/۵۱۲
شاخص توده بدنی	۲۱/۲±۰۴/۰۸	۲۲/۳±۰۳/۴	۲/۰۵	۰/۶۰۷

جدول ۴: بررسی نرمالیته بودن با آزمون شاپیرو-ویلک

متغیر	نوبت آزمون	p- مقدار
درد	پیش‌آزمون	۰/۰۶
	پس‌آزمون	۰/۱۲
کیفیت زندگی (SF-36)	پیش‌آزمون	۰/۰۸
	پس‌آزمون	۰/۱۱

* سطح معنی داری p<۰/۰۵

جدول ۵: داده های مربوط به آزمون تی همبسته جهت مقایسه درون گروهی دو گروه

متغیر	نوبت آزمون	گروه سنتی انحراف معیار ± میانگین	گروه سنتی آماره آزمون	گروه سنتی p- مقدار	گروه الگوی حرکتی انحراف معیار ± میانگین	گروه الگوی حرکتی آماره آزمون	گروه الگوی حرکتی p- مقدار
درد	**پیش‌آزمون**	۷/۲±۶۰/۰۴	۰/۸۱	۰/۱۰۶	۸/۱±۱۶/۰۱	۰/۸۹	۰/۱۹
	پس‌آزمون	۵/۱±۳۲/۸۲	۰/۲۹	۰/۰۰۱	۳/۱±۱۶/۴۸	۰/۴۶	۰/۰۰۳
کیفیت زندگی (SF-36)	**پیش‌آزمون**	۴۹/۱±۳۶/۲۷	۰/۳۹	۰/۱۴	۴۸/۱±۲۶/۴۶	۱/۹۷	۰/۱۱
	پس‌آزمون	۴۳/۱±۱۲/۴	۱/۳۴	۰/۰۱۷	۳۲/۱±۱۷/۴۴	۰/۸۵	۰/۰۰۲

جدول ۶: داده های مربوط به آزمون تحلیل کوورایانس جهت بررسی متغیر مستقل و پیش بین جهت دو گروه

متغیر	گروه	میانگین	درجه آزادی	تفاوت میانگین	آماره آزمون	p- مقدار	اندازه اثر
درد	سنتی	۶/۴۵	۱	۱/۲۸	۱۵/۳۲	۰/۰۳۲	۰/۱۵
	الگوی حرکتی	۵/۵	۱	۵/۰۱	۸/۲۴	*۰/۰۰۱	۰/۱۸
کیفیت زندگی (SF-36)	سنتی	۴۵/۱۶	۱	۶//۲	۱۹/۸۱	۰/۰۴	۰/۱۲
	الگوی حرکتی	۴۰/۲۳	۱	۸/۱۳	۲۷/۰۲	*۰/۰۱۲	۰/۱۵

* سطح معنی داری p<۰/۰۵

در پس آزمون درد و کیفیت زندگی آزمودنی های گروه تجربی الگوی حرکتی به طور معنادارتری نسبت به گروه تمرینات سنتی بهبود یافته است.

بحث و نتیجه گیری

هدف این تحقیق مقایسه اثر تمرینات منتخب اصلاح الگوی حرکتی اندام تحتانی و سنتی بر درد و کیفیت زندگی

ورزشکاران مرد مبتلا به درد کشککی-رانی بود. نتایج نشان داد که برنامه تمرینی در هر دو گروه موثر بوده ولی تمرینات در گروه الگوی حرکتی بر درد و کیفیت زندگی موثرتر از گروه سنتی بود. به نظر می‌رسد که ضعف عضلات در اندام تحتانی راستا و کینماتیک طبیعی مفاصل را بر هم زده و موجب بروز درد کشککی-رانی می شود (۲۶). افزایش والگوس داینامیک زانو در طی حرکت اسکات باعث افزایش درد و کاهش والگوس داینامیک زانو باعث کاهش درد شود. همچنین گزارش شده است که والگوس بیش از حد زانو با کاهش قدرت عضلات اطراف ران (مخصوصا ابداکتورها و اکسترنال روتیتورها) ارتباط دارد که این موضوع منجر به آسیب‌های مختلف زانو شامل می‌شود (۲۷). بیومکانیک غلط در اندام تحتانی عامل مهم درد زانو در افراد مبتلا به درد کشککی-رانی است (۲۸). به طوری که وقتی بیومکانیک اندام تحتانی به هم بریزد، مهار عضله چهارسر رانی اتفاق افتاده و قدرت عضله کاهش می یابد (۸).

نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات زیر همخوانی دارد. امامی وردی و همکاران (۱۹)، نشان داد که تمرینات فیدبکی کنترل والگوس زانو تأثیرات سودمندی در افراد دارای سندرم درد کشککی-رانی داشت؛ که منجر به تغییرات در متغیرهای بیومکانیکی مانند گشتاور اکسنتریک ران، متغیرهای عملکردی، زاویه والگوس زانو و درد شد (۱۹). Neal و همکاران (۴)، نشان دادند که فاکتورهای سندرم درد کشککی-رانی زیاد بوده که این ریسک فاکتورها باعث یک راستای نادرست در اندام تحتانی می شوند (۴). Eliot و همکاران (۲۹)، نشان دادند که ترکیب دو برنامه هیپ و زانو راستای مناسب اندام تحتانی و کاهش درد به دلیل کمتر شدن برخورد کشکک به استخوان ران را نشان داده‌اند (۲۹). Earl و همکاران (۳۰) طی یک تحقیق روی ۱۹ زن مبتلا به سندرم درد کشککی-رانی در یک برنامه ورزشی ۸ هفته ای به منظور تقویت عضلات مفصل ران و ناحیه‌ی مرکزی بدن که با هدف تأکید بر نواحی پروگزیمال مفصل زانو و تأثیر آن بر کیفیت زندگی بیماران بود به این نتیجه رسیدند که تمرینات تقویتی و بهبود کنترل عصبی-عضلانی مفصل ران و عضلات مرکزی تأثیر معناداری بر کیفیت زندگی بیماران دارد (۳۰).

تغییرات در عملکرد اندام تحتانی در افراد مبتلا به درد کشککی-رانی وجود دارد (۳۱). به طوری که اگر کینماتیک مناسب اندام تحتانی که در نتیجه راستای مناسب مفصلی برقرار می‌شود، به وجود نیاید، موجب مهار عضله چهار سر رانی می‌شود، این مهار می‌تواند ضعف عضله و کاهش در انقباض حداکثری عضله (Maximum Voluntary Isometric Contraction; MVIC)را به دنبال داشته باشد (۳۲). راستای غلط در مچ پا و کینماتیک غلط آن را به دلیلی برای درد کشککی-رانی نسبت داده‌اند (۳۳، ۳۴). بیومکانیک غلط در لگن دلیلی دیگر برای درد کشککی-رانی می باشد (۱۹). Growel و همکاران (۳۵)، نشان دادند که درد موجب تغییر در اوج گشتاور عضلات و تغییرات بیومکانیکی در افراد مبتلا به درد کشککی-رانی شده است (۳۵). ,Cifrek و همکاران (۱۶)، نشان دادند که با انجام برنامه تمرینی اختصاصی بهبود در میزان درد و عملکرد کینماتیکی اندام تحتانی حاصل شده است (۱۶). بنابراین می توان گفت که راستای غلط موجب تغییر در کینماتیک مفاصل اندام تحتانی و در نهایت سندرم درد کشککی-رانی خواهد شد (۲۵). نقص در عملکرد مناسب عضلات کمربند کمری-لگنی و اثرات آن بر روی راستای اندام تحتانی را می‌توان مشاهده نمود. همچنین عدم راستای مناسب اندام-های تحتانی موجب شده تا محور حرکتی در مرکز مفصلی ران و زانو مختل شده و در نتیجه حرکت مناسب در کشکک فراهم نشود که برای ایجاد این کار وضعیت پوسچرال فرد باید در یک راستای مناسب قرار گرفته باشد (۴۲). Fukuda و همکاران (۳۶)، به بر هم خوردن محور حرکت مفصل در اثر والگوس دینامیک زانو در فاز تحمل وزن اشاره دارد که ضعف عضلات ناحیه پروگزیمال را به عنوان عامل مهم دانسته‌اند. با تقویت عضلات ناحیه کمربند کمری-لگنی مفاصل و مرکز مفصلی در یک کنترل بیشتر قرار دارد. نشان داده شده است که اگر بازخورد حین فرود را برای درست قرار دادن پاها بر روی زمین در افراد مبتلا فراهم شود، با توجه به اینکه راستای مناسب اندام تحتانی و یک مرکز مناسب مفصلی فراهم می‌شود، درد در این افراد کمتر خواهد شد (۳۷). تغییرات در الگوهای حرکتی اندام تحتانی موجب تغییر در بیومکانیک مفاصل و بخصوص زانو خواهد شد (۴). تمرینات الگوی حرکتی اندام تحتانی در تحقیق حاضر در نتیجه برقراری راستای مناسب مفصلی، کنترل بهتر لگن و جلوگیری از نزدیک شدن بیش از حد و چرخش داخلی ران در یک زنجیره حرکتی می‌تواند والگوس دینامیک زانو و میزان افتادگی لگن سمت مقابل را تغییر داده و به دنبال آن موجب کاهش زاویه والگوس دینامیک مبتلایان شود؛ بدین معنی که شاید بتوان گفت که بهبود علائم درد کشککی-رانی که در تحقیق حاضر

نشان داده شد، به دلیل تغییرات کینماتیکی ایجاد شده در اندام تحتانی باشد. در تمرینات گروه سنتی نیز با تقویت عضلات لگنی شامل تقویت عضلات ابداکتور و چرخاننده‌های خارجی مفصل ران از چرخش‌های بیش از حد استخوان ران جلوگیری نموده و موجب کاهش زاویه والگوس دینامیک زانو می‌شود. علت موثر بودن تمرینات در گروه الگوی حرکتی اندام تحتانی درگیر نمودن کل مفاصل اندام تحتانی به صورت همزمان بوده و طبیعتا این موضوع می‌تواند سهم بیشتری در کنترل حرکات مفاصل داشته باشد و علت اثرگذاری بیشتر تمرینات این گروه نیز همین می باشد.

تغییرات در راستای اندام تحتانی موجب تغییراتی در عملکرد عضلات و در نهایت کاهش در میزان فلکشن زانو و تغییراتی در کینماتیک حرکت اندام تحتانی در افراد مبتلا به درد کشککی-رانی می شود (۵). عوامل متعددی می تواند موجب تغییر در بیومکانیک مفاصل اندام تحتانی در سندرم درد کشککی-رانی شود، برای مثال به دلیل ضعف عضلات ناحیه لگن احتمال افزایش در زاویه والگوس دینامیک زانو بیشتر شده و محور حرکتی مفصل در تمامی مفاصل اندام تحتانی با اختلال روبه‌رو می‌شوند (۷). تحقیق مخالفی که نتایج آن با نتایج در تضاد باشد، توسط محقق پیدا نشد.

در تحقیق حاضر به دنبال تمرینات اصلاح الگوی حرکتی فرد، راستای مفاصل اندام تحتانی برقرار شده و این امر برخورد کشکک به استخوان ران و در نتیجه درد را کمتر نموده است. علت برتری این برنامه تمرینی نسبت به تمرینات سنتی در این موضوع است که برنامه تمرینی با تأکید بر الگوی حرکتی تمامی مفاصل اندام تحتانی را درگیر نموده و آن ها را در راستای مناسبی قرار خواهد داد. در مورد تمرینات سنتی تعداد مفاصل درگیر کمتر بوده و بیشتر به مفصل زانو دقت نموده اند، البته منظور از برنامه تمرینات سنتی در تحقیق حاضر تقویت عضلات کمربند لگنی نیز بوده است. راستای مناسب اندام تحتانی زمانی به صورت مناسب برقرار است که کل مفاصل اندام تحتانی بتوانند با هم در یک الگوی حرکتی مناسب ایفای نقش کنند، چه بسا که در تمرینات سنتی ایزوله مورد تمرین قرار داده شده اند. دو عضله پهن داخلی و خارجی در زانو در یک ارتباط سینرژی باید با هم هماهنگ شده و بدون تداخل زمانی بتوانند در یک زمان مناسب نرخ بارگذاری مناسبی را ایجاد کنند (۲۳). راستای مناسب اندام های تحتانی موجب برقراری زمان‌بندی (Timing) مناسب فعالیت عضلات شده و این امر برای حفظ ثبات و راستای صحیح مفصل کشککی-رانی مهم است (۱۹). پیشنهاد می شود که در یک تحقیق شدت تمرینات جهت پیشرفت بیشتر تغییر داده شود و نتایج در مورد زنان با همین دامنه سنی مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به ارتباط موبیلیتی مفاصل اندام تحتانی با راستای قرارگیری مفاصل به صورت صحیح در کنار هم، در یک تحقیق موبیلیتی مفاصل اندام تحتانی انجام شده و نتایج با تحقیق حاضر مقایسه شود.

کلیه نمونه ها از بین مردان ورزشکار رشته های مختلف بوده و محقق نتوانست از یک رشته خاص نمونه گیری انجام دهد. عدم کنترل فعالیت های روزمره، تغذیه، خواب و داروهای مصرفی افراد از محدودیت‌های تحقیق حاضر بود.

بیومکانیک اندام تحتانی در بیماران مبتلا به سندرم درد کشککی-رانی دچار اختلال شده و تمرینات انجام شده بر این افراد باید موجب تغییراتی در بیومکانیک اندام تحتانی و در نهایت راستای قرارگیری مفاصل باشد. نتایج نشان داد که هر دو برنامه تمرینی موجب بهبود درد و کیفیت زندگی بیماران شده است. پیشنهاد می شود که در پروتکل های درمانی سندرم درد کشککی-رانی آیتم های تمرینی جهت تقویت عضلات کمربند کمری-لگنی به همراه تقویت عضلات زانو به صورت تمرین در قالب الگوی حرکتی گنجانده شود.

سپاسگزاری

از کلیه اساتید آسیب شناسی ورزشی و حرکت اصلاحی دانشگاه باهنر کرمان و همچنین از تمامی افراد شرکت کننده در پژوهش حاضر نهایت تشکر را دارم. لازم به ذکر است که تحقیق حاضر با کد اخلاق IR.US.PSYEDU.REC.1402.088 در دانشگاه باهنر کرمان ثبت گردیده است.

نقش نویسندگان

محمد جواد اشرف: جمع آوری داده ها و نگارش متن
دکتر منصور صاحب الزمانی و نگار کوروش فرد: بازبینی متن
دکتر عبدالحمید دانشجو: تحلیل داده ها

منابع مالی

کلیه اعتبارات لازم برای نگارش این متن از ابتدای جمع آوری نمونه ها تا ارسال مقاله بر عهده نویسنده مقاله (محمدجواد اشرف) بوده است.

تعارض منافع

نویسندگان دارای تعارض منافع نمی باشند.

منابع

1. Collins NJ, Barton ChJ, Middelkoop MV, Callaghan MJ, et al. 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. Br J Sports Med 2018; 52(18): 1170-1178.

2. Robertson CJ , Hurley M, Jones F. People's beliefs about the meaning of crepitus in patellofemoral pain and the impact of these beliefs on their behavior: A qualitative study. Musculoskelet Sci Pract 2017; 28: 59-64.

3. Lack S, Barton C, Sohan O, Crossley K, Morrissey D. Proximal muscle rehabilitation is effective for patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. Br J Sports Med 2015; 49(21): 1365-1376.

4. Neal BS, Barton ChJ, Gallie R, O'Halloran P, Morrissey D. Runners with patellofemoral pain have altered biomechanics which targeted interventions can modify: A systematic review and meta-analysis. Gait Posture 2016; (45): 69-82.

5. Baellow A, Glaviano NR, Hertel J, Saliba SA. Lower Extremity Biomechanics during a Drop-Vertical Jump and Muscle Strength in Women with Patellofemoral Pain. J Athl Train 2020; 55(6): 615-622.

6. Orishimo, K.F., Kremenic, I.J., Mullaney, McHugh MP, et al. Adaptations in single-leg hop biomechanics following anterior cruciate ligament reconstruction. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2010; 18(11): 1593-1587.

7. Mackay Grant JK, Sarah SM, Wild CY, Nugent Ep, et al. Mulligan Knee Taping Using Both Elastic and Rigid Tape Reduces Pain and Alters Lower Limb Biomechanics in Female Patients with Patellofemoral Pain. Orthop J Sports Med 2020; 8(5): 2325967120921673.

8. Hart JM, Pietrosimone B, Hertel J, Ingersoll CD. Quadriceps activation following knee injuries: a systematic review. J Athl Train. 2010; (1): 87-97.

9. Dolak KL, Silkman C, McKeon JM, Hosey RG, et al. Hip strengthening prior to functional exercises reduces pain sooner than quadriceps strengthening in

females with patellofemoral pain syndrome: a randomized clinical trial. J Orthop Sports Phys Ther 2011; 41(8): 560-570.

10. Riegger-Krugh C, Keysor JJ. Skeletal malalignments of the lower quarter: correlated and compensatory motions and postures. J Orthop Sports Phys Ther 1996; 23(2): 164-170.

11. Alonazi A, Shahnaz H, Shahnawaz A, Jamal A, et al. Efficacy of Electromyography-Biofeedback Supplementation Training with Patellar Taping on Quadriceps Strengthening in Patellofemoral Pain Syndrome among Young Adult Male Athletes. Int J Environ Res Public Health 2021; 18(9): 4514.

12. Csintalan RP, Schulz MM, Woo J, McMahon PJ, Lee TQ. Gender differences in patellofemoral joint biomechanics. Clin Orthop Relat Res 2002; (402): 260-269.

13. Stefanyshyn DJ, Stergiou P, Lun VMY, Meeuwisse WH, Worobets JT. Knee Angular Impulse as a Predictor of Patellofemoral Pain in Runners. Am J Sports Med 2006; 34(11): 1844-1851.

14. Almangoush A, Alwani A, Alrshood A, Mughrabi M, et al. A systematic review of the effect of open and closed kinetic chain exercises on the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles of patients with patellofemoral pain syndrome, MOJ Yoga Physical Ther 2017; 2(1): 31-40.

15. Chio JK, Wong YM, Young PS, Ng GY. The effect of quadriceps strengthening on pain, Function and patellofemoral joint contact area in persons with patellofemoral pain. Am J Phys Med Rehabil 2012; 91(2): 98-106.

16. Cifrek, M, Medved, V, Tonkovic, S, Ostojic Sl. Surface EMG based muscle fatigue evaluation in biomechanics". Clin Biomech 2009; 24(4): 327-340.

17. Azab AR, Addelbasset WK, Basha MA, Mahmoud WS, et al. Incorporation of Pilates-based core strengthening exercises into the rehabilitation protocol for adolescents with patellofemoral pain syndrome: a randomized clinical trial. Eur Rev Med Pharmacoll Sci 2022; 26(4): 1091-1100.

18. Maher CG, Moseley AM, Sherrington C, Elkins MR, Herbert RD. A description of the trials, reviews, and practice guidelines indexed in the PEDro database. Phys Ther 2008; 88(9): 1068-1077.

19. Emamverdi M, Letafatkar A, Khaleghi Tazji M. The effect of knee valgus control feedback exercise on pain, hip torque and performance variables in participants with patellofemoral pain. J Anesth Pain 2020; 11(1): 85-96. [Persian]

20. Kader DF, Matar HE, Caplan N. Patellofemoral Joint Instability: A Review of Current Concepts. J Orthop Trauma 2016; (6): 1-8.

21. Salsich GB, Yemm B, Steger-May K, Lang CE, Van Dillen LR. A feasibility study of a novel, task-specific movement training intervention for women with patellofemoral pain. Clin Rehabil 2018; 32(2): 179-190.

22. Ramappa AJ, Apreleva M, Harrold FR, Fitzgibbons PG, et al. The effects of medialization and anteromedialization of the tibial tubercle on patellofemoral mechanics and kinematics. Am J Sports Med 2006; 34(5): 749-756.

23. Clifford AM, Dillon S, Hartigan K, Leary HO, Constantinou M. The effects of McConnell patellofemoral joint and tibial internal rotation limitation taping techniques in people with Patellofemoral pain syndrome. Gait Posture 2020; 82: 266-272.

24. Hemingway H, Stafford M, Stansfield S, Shipley M, Marmot M. Is the SF-36 a valid measure of change in population health? Results from the Whitehall II study. BMJ 1997; 315(7118): 1273-1279.

25. Glaviano NR, Saliba S. A ssociation of altered frontal plane kinematics and physical activity levels in females with patellofemoral pain Gait Posture. 2018; (65): 86-88.

26. Khayambashi K, Mohammadkhani Z, Ghaznavi K, Lyle MA, Powers CM. The effect of isolated hip Abductor and external rotator muscle strengthening on pain, health status, and hip strength in female with patellofmoral pain: A randomized controlled trial. J Orthop Sports Phys Ther 2022; 42(1): 22-29. [Persian]

27. Noehren B, Hamill J, Davis I. Prospective evidence for a hip etiology in patellofemoral pain. Med Sci Sports Exerc 2013; 45(6): 1120-1124.

28. Henriksen M, Rosager S, Aaboe J, Graven-Nielsen T, Bliddal H. Experimental knee pain reduces muscle strength. J Pain 2011; 12(4): 460-467.

29. Elliott C, Green F, Hang K, Jolliffe B, McEvoy MP. Systematic Review of the Addition of Hip Strengthening Exercises for Adults with Patellofemoral Pain Syndrome. IJAHSP 2018; 16(4): 1-10.

30. Earl JE, Hoch AZ. A Proximal Strengthening Program Improves Pain, Function, and Biomechanics in Women with Patellofemoral Pain Syndrome. Am J Sports Med 2010; 39(1): 154-163.

31. Powers CM, Witvrouw E, Davis IS, Crossley KM. Evidence-based framework for a pathomechanical model of patellofemoral pain: patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester, UK: part 3. Br J Sports Med 2017; 51(24): 1713-1723.

32. Consuelo Suarez, Saul Anthony Sibayan, Kubo M. Association between lower extremity movement compensations in the presence of PFPS among female collegiate football athletes: a cross sectional study. PJAHS 2020; 3 (1): 26-33.

33. Park J, Chinn DH, Squires AC, Hopkins JT. Experimentally Induced Anterior Knee Pain Immediately Reduces Involuntary and Voluntary Quadriceps Activation. Med Sci Sports Exerc 2012; 44: 943-944.

34. Papadopoulos K, Thom JM, Jones JG, Noyes J, Stasinopoulos D. The Reliability and Meaningfulness of the Anterior Knee Pain and Lower Extremity Functional Scales in Patellofemoral pain Syndrome. The Open Sports Sciences Journal 2013; 6(1): 26-30.

35. Greuel H, Herrington L, Liu A, Jones RK. How does acute pain influence biomechanics and quadriceps function in individuals with patellofemoral pain? Knee 2019; 26(2): 330-338.

36. Fukuda TY, Melo WP, Zaffalon BM, Rossetto FM, et al. Hip posterolateral musculature strengthening in sedentary women with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial with 1-year follow-up. J Orthop Sports Phys Ther 2012; 42(10): 823-830.