Changing the index of Functional Movement Screen Patterns in Girls with Patellofemoral Pain Syndrome after Eight Weeks of Pilates Exercises

Rahimi F[1], Ghasemi B[2], Rahimi M[3]

Abstract

Purpose: Patellofemoral pain occurs in the anterior part of the knee (around and behind the patella) and in activities such as sitting and long walks, going up and down stairs, and squatting. Exercise therapy is one of the basic strategies in the treatment of this syndrome, and Pilates is one of the training methods in which the central muscles of the trunk are called in all its movements and then the target muscles are challenged. Functional movement Screen (FMS) is a tool to identify the quality of movement patterns and this test can be effective in predicting and recognizing the defects of basic patterns. Additionally, improving this index can indicate the effectiveness of an exercise program. Therefore, the aim of this study was to evaluate the effect of 8 weeks of Pilates training on the overall and individual scores of the FMS index in girls with Patellofemoral pain syndrome.

Methods: In the present quasi-experimental study, 30 female students with Patellofemoral pain syndrome (mean age of 25.4 ± 4.9 years, height 161.8 ± 4.9 cm, weight 61.3 ± 5.2 kg) were randomly divided into two groups of control and pilates training. Subjects with a history of 6 months of pain in the anterior part of the knee and diagnosis and approval of a physician were included in the present study. All subjects were evaluated in the pre-test and post-test using FMS tools. The exercise program consisted of 8 weeks, three sessions per week, and each session lasted 45-60 minutes of selected pilates exercises. Data were analysed by SPSS software using Mann-Whitney and Wilcoxon statistical methods and interpreted at a significance level of 0.05.

Results: The results of the present study showed that pilates training caused better performance with a significant difference in the overall FMS index (p=0.001) than the control group. Examination of the results of individual FMS tests showed that Pilates training compared to the control group improved the indicators of the pattern of Hurdle step (p=0.002), Straight-leg raise (p=0.015), Trunk stability push up (p=0.001) and Rotational stability (p=0.001). However, no significant differences were observed in Deep squat (p=0.249), In-line lunge (p=0.555) and Shoulder mobility (p=0.751) tests between the two groups.

Conclusion: Based on the results, pilates training has significantly improved the functional movement Screen (FMS) index and some of its subtests in girls with Patellofemoral pain syndrome. Therefore, it is recommended that trainers and people with this syndrome use pilates exercises to improve their motor function.

Keywords: Pilates, Functional Movement Screen, Patellofemoral Pain Syndrome, Girls

Received: 2021.01.19 Accepted: 2021.10.10

تغییرات شاخص الگوهای غربالگری حرکتی عملکردی دختران مبتلا به سندروم درد کشککی-رانی بعد از هشت هفته تمرینات پیلاتس

فاطمه رحیمی[۱]، بهنام قاسمی[۲]، مصطفی رحیمی[۳]

هدف: سندروم درد کشککی-رانی در قسمت قدامی زانو (اطراف و پشت کشکک) و در فعالیت هایی نظیر نشستن و پیاده روی-های طولانی مدت، بالا و پایین رفتن از پله، اسکات و چمباتمه زدن ظاهر می شود. ورزش درمانی یکی از راهکارهای اساسی در درمان این سندروم می باشد و در این بین، ورزش پیلاتس از جمله روش های تمرینی است که در همه‌ی حرکات آن عضلات مرکزی تنه فراخوانی شده و سپس عضلات هدف را به چالش می کشد. شاخص غربالگری حرکتی عملکردی (Functional

Movement Screen; FMS) ابزاری برای شناسایی کیفیت الگوهای حرکتی می باشد و استفاده از این آزمون می تواند در پیش بینی و شناخت نقص الگوهای پایه موثر باشد و همچنین بهبود این شاخص می تواند نشان دهنده‌ی اثر بخشی یک برنامه تمرینی باشد. بنابراین هدف این مطالعه بررسی تاثیر ۸ هفته تمرین پیلاتس بر نمرات کلی و انفرادی شاخص FMS در دختران مبتلا به سندروم درد کشککی-رانی بود.

روش بررسی: در مطالعه ی نیمه تجربی حاضر نمونه آماری ۳۰ نفر از دانشجویان دختر مبتلا به سندروم درد کشککی- رانی، با میانگین سن ۴/۹ ± ۲۵/۴ سال، قد ۴/۹ ± ۱۶۱/۸سانتی متر، وزن ۵/۲ ± ۶۱/۳ کیلوگرم بودند که با روش نمونه گیری تصادفی به دو گروه کنترل و تمرین پیلاتس تقسیم شدند. نمونه ها با داشتن سابقه‌ی ۶ ماه درد در قسمت قدامی زانو و تشخیص و تایید پزشک وارد مطالعه حاضر شدند. تمام آزمودنی ها در مرحله پیش و پس آزمون با ابزار FMS مورد ارزیابی قرار گرفتند. برنامه- ی گروه تمرین شامل ۸ هفته، سه جلسه در هفته و هر جلسه به مدت ۴۵-۶۰ دقیقه از تمرینات منتخب پیلاتس همراه با تنفس های بین دنده ای بود. داده ها با نرم افزار SPSS و با روش آماری من ویتنی (Mann–Whitney) و ویلکاکسون (Wilcoxon) تجزیه و تحلیل و در سطح معنی داری ۰/۰۵ تفسیر شدند.

یافته ها: نتایج مطالعه ی حاضر نشان داد، تمرین پیلاتس نسبت به گروه کنترل باعث عملکرد بهتر و تفاوت معنی داری در شاخص کلی FMS (p=۰/۰۰۱) می شود. در بررسی نتایج آزمون های انفرادی FMS مشخص شد که تمرین پیلاتس در مقایسه با گروه کنترل باعث بهبود شاخص های الگوی گام برداشتن از روی مانع (p=۰/۰۰۲)، بالا آوردن فعال پا (p=۰/۰۱۵)، شنا پایداری تنه (p=۰/۰۰۱) و پایداری چرخشی (p=۰/۰۰۱) می شود. با این وجود، تفاوت معنی داری در آزمون دیپ اسکات (p=۰/۲۴۹)، لانچ (p=۰/۵۵۵) و دامنه حرکتی شانه (p=۰/۷۵۱) بین دو گروه مشاهده نشد.

نتیجه گیری: بر اساس نتایج به دست آمده روش تمرینی پیلاتس باعث بهبود معنی دار شاخص غربالگری حرکتی عملکردی (FMS) و برخی از آزمون های زیر مجموعه آن در دختران مبتلا به سندروم دردکشککی-رانی شده است. بنابراین پیشنهاد می شود مربیان و افراد مبتلا به این سندروم از تمرینات پیلاتس برای بهبود عملکرد حرکتی خود استفاده نمایند.

کلمات کلیدی: پیلاتس، غربالگری حرکتی عملکردی، سندروم درد کشککی-رانی، دختران

نویسنده مسئول: مصطفی رحیمی، mostafa.rahimi20@gmail.com، ORCID:0000-0002-1592-2601

آدرس: شهرکرد، دانشگاه شهرکرد، دانشکده علوم انسانی، گروه علوم ورزشی

۱- کارشناسی ارشد حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

۲- دانشیار حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

۳- استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

مقدمه

مفصل زانو از نظر آناتومیکی و بیومکانیکی بزرگترین و پیچیده ترین مفصل دو محوره ی بدن است که نقش مهمی در فعالیت های عملکردی روزانه ایفا می کند (۱). مفصل کشککی- رانی مستعد آسیب های مرتبط با دردهای قدامی زانو می باشد. یکی از دردهای مرتبط با بخش قدامی زانو سندروم درد کشککی-رانی (Patellofemoral Pain Syndrome; PFPS) می باشد (۲). PFPS یکی از شایع ترین اختلالات مفصلی که باعث ایجاد دردهای ناحیه ی قدامی زانو می باشد (۳). این سندروم به ویژه در جوانان و به صورت شایع تر در زنان جوان می باشد. برخی از مطالعات نشان می دهد که شیوع این سندروم در زنان دو برابر بیشتر از مردان می باشد (۶-۴، ۲). ویژگی اصلی PFPS درد در داخل و ناحیه ی قدامی زانو می باشد که با خم شدن زانو حین فعالیت های تحمل وزن تشدید می شود (۵). درد اغلب در هنگام انجام فعالیت های عملکردی روزانه برای مثال چهارزانو زدن، دوزانو نشستن، بالا و پایین رفتن از پله ها، راه رفتن طولانی مدت گزارش شده است (۷). دلایل قطعی ایجاد این سندروم هنوز مشخص نشده است و در واقع به علت ناشناخته بودن ماهیت و مکانیسم PFPS این آسیب به عنوان یک معمای ناشناخته برای پزشکان و

متخصصان معرفی شده است. از دلایلی که در اکثر مطالعات به آن اشاره شده می توان به ویژگی های آناتومی و بیومکانیکی همانند افزایش زاویه چهارسررانی بیشتر از ۲۰ درجه (به ویژه در زنان به علت پهنای لگن)، جابه جایی -های استخوان کشکک، پرونیشن مفصل مچ پا، صاف بودن کف پا و همچنین عوامل عضلانی از جمله ضعف عضلانی و سفتی ساختارهای اطراف زانو و عدم تعادل عضلانی به ویژه عضله پهن مایل داخلی، کاهش قدرت عضلات دورکننده ران به ویژه سرینی میانی، کاهش انعطاف پذیری عضلات چهار سر مچ پا نام برد (۸-۱۳). امروزه بر خلاف مطالعات گذشته که به ارزیابی ساختارهای دیستال و اطراف زانو می پرداختند، در مطالعات جدید به نقش عضلات پروگزیمال و ثبات مرکزی اشاره کرده اند و چنین بیان می کنند که مبتلایان به PFPS دارای کاهش قدرت و فعالیت الکتریکی عضلات مرکزی، کاهش استقامت عضلات ثبات دهنده ی تنه، کاهش حس عمقی عضلات خم کننده تنه و همچنین کاهش دامنه حرکتی در دورسی فلکشن مچ پا هستند (۱۷-۱۴). در مطالعات انجام شده، تحقیقات نشان می دهد مبتلایان PFPS، به دلیل اثر گذاری درد بر فعالیت های روزانه از کیفیت زندگی پایینی برخوردار هستند (۱۸،۱۹).

تا کنون آزمون های عملکردی مختلفی برای شناسایی و ارزیابی الگوهای حرکتی افراد مبتلا به سندروم PFPS استفاده شده است. اسکوات کامل، اسکوات تک پا، پایین آمدن تک پا از پله، بالا آوردن فعال پا، لانج خطی قدامی، پرس تک پا، تست های تعادلی مانند تست لک لک و ستاره- ای، چمباتمه زدن، انعطاف پذیری کشش به جلو نمونه هایی از آزمون های عملکردی ویژه این افراد می باشد (۲۴-۲۰). شناخت این آزمون ها و ارزیابی های حرکتی می تواند طول درمان را کاهش داده و باعث تسریع روند بهبودی شود. در این زمینه، روش غربالگری حرکتی عملکردی (Functional Movement Screen; FMS)، ابزاری جهت ارزیابی الگوهای حرکتی شامل قدرت، تحرک، هماهنگی و ثبات مرکزی می باشد. این آزمون شامل ۷ الگوی حرکتی (اسکوات، گام برداشتن از مانع، لانج قدامی، بالا آوردن مستقیم پا، شنای پایداری تنه، ثبات چرخشی تنه) می باشد (۲۷-۲۵). Conroy و همکاران (۲۸) در گزارشی از PFPS چنین عنوان کرده اند که ارزیابی های حرکتی می تواند در شناسایی افراد در معرض خطر آسیب کشککی-رانی کمک کرده و نقص های حرکتی این افراد را شناسایی کند (۲۸). دو ابزار معرفی شده توسط این تحقیق برای ارزیابی عملکرد حرکتی افراد مبتلا به سندروم درد کشککی-رانی شامل FMS و آزمون تعادل Y می باشد. این چنین بیان می شود که پزشکان با استفاده از اطلاعات ارزشمند این تست ها می توانند خطر آسیب، اختلالات حرکتی، پیش آگاهی بیماران مبتلا به درد کشککی رانی را شناسایی کرده و مداخلات لازم را در برنامه توانبخشی این افراد بگنجانند (۲۸).

در مطالعات گذشته، پژوهشگران به این نتیجه رسیده- اند که افراد مبتلا به PFPS دارای ضعف در عضلات مرکزی تنه نسبت به افراد سالم می باشند و تقویت عضلات مرکزی تنه می تواند یک راهبرد مهم در توانبخشی و بهبود درد در افراد مبتلا به این سندروم باشد (۳۰، ۲۹). Earl و Hoch (۳۱) در مطالعه‌ای نشان داد که یک برنامه تمرینی ۸ هفته‌ای با تمرکز بر تقویت و بهبود کنترل عضلانی، عضلات مرکزی تنه و ران باعث بهبود درد، عملکرد در زنان مبتلا به سندروم PFPS می شود (۳۱). در این راستا، یکی از روش های تقویت عضلات مرکزی که مورد تایید و استفاده ی پزشکان و متخصصان و همچنین برای توانبخشی اختلالات اسکلتی عضلانی مورد استفاده قرار گرفته است، ورزش پیلاتس می باشد (۳۲). پیلاتس یا همان روش علم کنترل بدن یک سیستم آمادگی جسمانی و روانی است که قدرت جسمانی، انعطاف پذیری و هماهنگی را افزایش می دهد و همچنین موجب کاهش فشار، افزایش تمرکز روانی و حمایت از یک مفهوم توسعه سلامت می شود (۳۳). اصول تمرینات پیلاتس به طور کلی شامل تمرکز بر عمق بدن و درگیر کردن عضلات عمقی، تمرکز، تنفس، هماهنگی و روان بودن اجرای حرکات می باشند. Joseph Pilates مبدع این ورزش معتقد بود عدم تعادل عضلات، الگوهای حرکتی طبیعی را تغییر می دهد و باعث ایجاد حرکات جبرانی و بروز آسیب می شود. همچنین افراد می توانند از طریق تقویت عضلات مرکزی بدن، از آسیب ناشی از عدم تعادل عضلانی جلوگیری کنند. پیلاتس همچنین بیان می کند مرکز شروع حرکات از ناحیه ی عمقی و مرکز بدن می باشد (۳۵، ۳۴). تمرین پیلاتس تاکید بسیاری بر این مرکز قدرت دارد و آن را مرکز فیزیکی بدن در نظر می گیرد که از آن کلیه ی حرکت های پیلاتس

جریان می یابد و بسیاری از این حرکات بر همین اساس طراحی شده اند و این نیاز وجود دارد که فعالیت مرکز قدرت به طور یکنواخت در سراسر یک تمرین معین حفظ شود. اگر مرکز قدرت به درستی به کار رود، اندام ها باید قابلیت انتقال به روش هماهنگ تر و اتصال بیشتر را داشته باشند (۳۷، ۳۶).

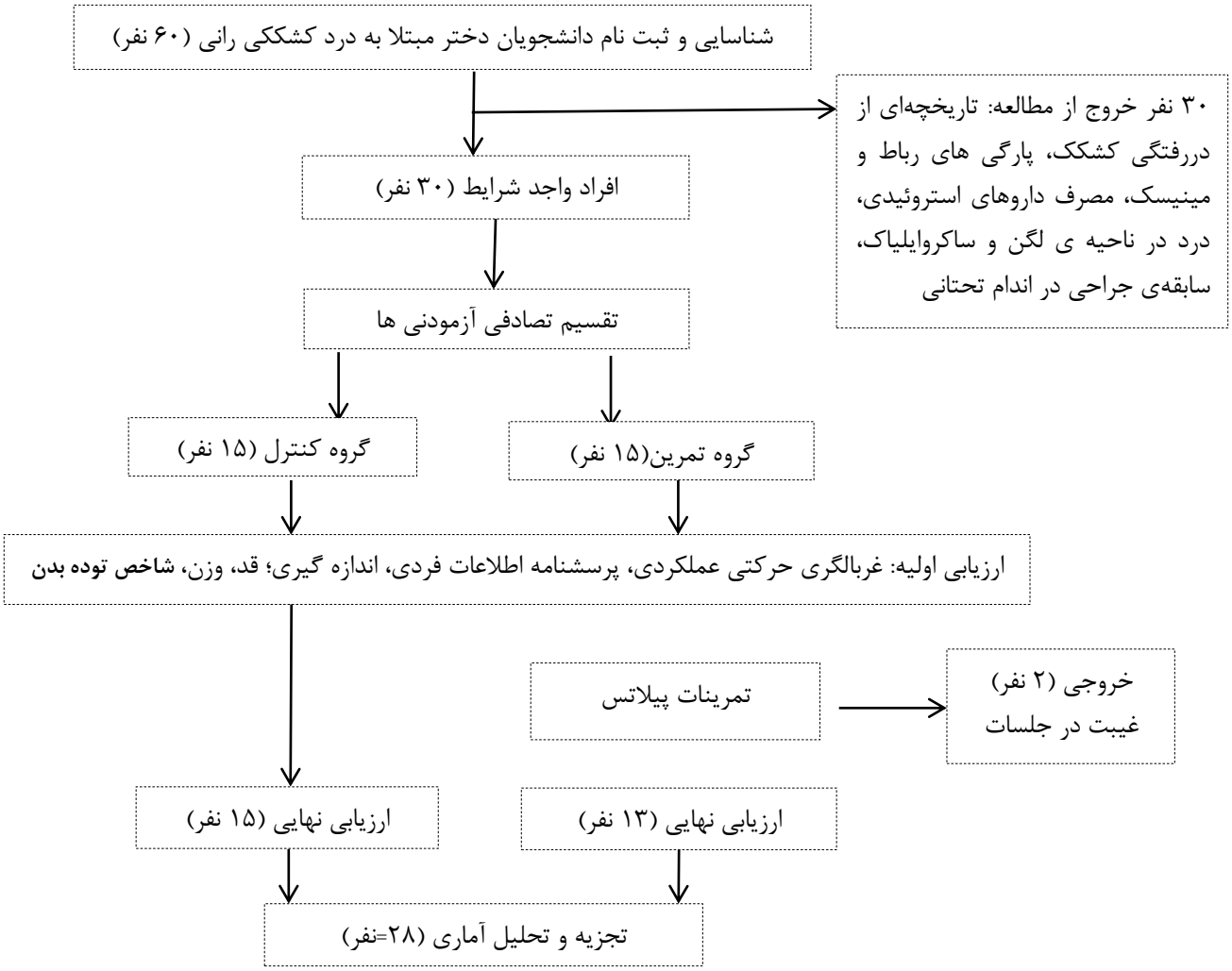
از آنجایی که یکی از مشکلات افراد مبتلا به سندروم PFPS ضعف عضلات پروگزیمال مفصل زانو، ضعف عضلات مرکزی می باشد و علاوه بر این، عدم تعادل عضلات اندام تحتانی باعث تغییر الگوهای حرکتی عملکردی و به طور بالقوه باعث افزایش خطر آسیب های اندام تحتانی می شود (۳۵)، از این رو، تمرینات پیلاتس با تاکید بر راستای طبیعی ستون فقرات، تراز صحیح لگن و همچنین تقویت ناحیه ی مرکزی بدن و بهبود هماهنگی و تعادل احتمالاً می تواند تاثیر مفیدی بر این سندروم داشته باشد. بنابراین هدف این مطالعه بررسی تاثیر ۸ هفته تمرین پیلاتس بر شاخص الگوهای انفرادی و کلی FMS در دختران مبتلا به سندروم PFPS می باشد.

روش بررسی

پژوهش حاضر یک مطالعه کاربردی است و بر اساس روش، نیمه تجربی می باشد و طرح مطالعه پیش آزمون و پس آزمون و با گروه کنترل انجام شده است. آزمودنی های این تحقیق شامل دختران غیر ورزشکار مبتلا به درد کشککی-رانی بودند که حداقل ۶ ماه سابقه‌ی ورزشی نداشته و ورزش نمی کردند. در ابتدا تعداد نمونه با استفاده از نرم- افزار G*Power بررسی شده و بر اساس اندازه اثر ۰/۸، خطای آلفای ۰/۰۵ و توان آماری ۰/۹۵، تعداد نمونه‌ی آماری ۳۰ نفر مشخص شد. پس از فراخوان و اعلام آمادگی افراد و پس از بررسی معیارهای ورود و معاینه پزشک و بعد از ریزش برخی از آزمودنی ها تعداد نمونه ها به ۳۰ نفر رسید (نمودار ۱). در زمان مطالعه نیز ۲ نفر از آزمودنی ها گروه تمرین به دلیل غیبت بیش از حد از مطالعه کنار گذاشته شدند، بنابراین نمونه پژوهش را ۲۸ نفر از دانشجویان دختر غیر ورزشکار، مبتلا به درد کشککی-رانی تشکیل دادند. معیارهای ورود به این مطالعه؛ داشتن سابقه‌ی حداقل ۶ ماه درد در قسمت قدامی زانو یا پشت کشکک، بروز درد در حداقل دو حالت از وضعیت های بالا و پایین رفتن از پله ها، چهار زانو زدن، دویدن های طولانی، پریدن و همچنین مثبت بودن تست کلارک (Clark test) و در نهایت تشخیص و تایید پزشک ارتوپد بود (۳۸). معیارهای خروج شامل تاریخچه ای از دررفتگی کشکک، پارگی های رباط و مینیسک، مصرف داروهای استروئیدی، درد در ناحیه‌ی لگن و ساکروایلیاک و سابقه‌ی جراحی در اندام تحتانی بود (۳۹) (نمودار ۱). قبل از شروع ارزیابی و انجام پروتکل از همه ی افراد رضایت نامه اخذ شد.

آزمودنی ها سه روز قبل از شروع مداخله مورد ارزیابی و غربالگری حرکتی عملکردی (FMS) قرار گرفتند. از افراد خواسته شد بعد از ۷ دقیقه راه رفتن و تمرینات کششی با توجه به تصویر نمایشی، و توضیحات شفاهی آزمونگر الگوهای حرکتی عملکردی را انجام دهند، مطابق با روش امتیاز دهی هر کدام از الگوهای حرکتی ۳ مرتبه توسط شرکت کنندگان اجرا گردید. آزمونگر، حرکت و اجرای الگوهای حرکتی افراد را از ۳ نمای قدامی، خلفی و جانبی مورد ارزیابی قرار داد و همچنین در طول اجرا افراد را هدایت نمی کرد. امتیاز هر آزمون در دامنه ۳ (اجرای بی-نقص الگوی حرکتی)، ۲ (اجرای الگوی حرکتی به همراه حرکات جبرانی)، ۱ (اجرای ناقص الگوی حرکتی) و صفر (اجرای همراه درد) در برگه مخصوص درج شد. در نهایت مجموع امتیازهای ۷ آزمون بین ۰ تا ۲۱ برای هر نفر محاسبه گردید. FMS، شاخص کیفیت الگوهای حرکتی عملکردی را در افراد ارزیابی می کند و عدم تقارن، ضعف و بی ثباتی عضلات را شناسایی می کند (۴۰). ابزار FMS شامل هفت آزمون از الگوهای حرکتی عملکردی (اسکات عمیق، گام برداشتن از روی مانع، لانج خطی، تحرک-پذیری شانه، بالا آوردن مستقیم پا، شنای پایداری تنه و پایداری چرخشی و همچنین دارای سه تست تشخیصی درد در (چرخش داخلی شانه، خم شدن و بازشدن ستون فقرات) می باشد. آزمون های (اسکوات، گام برداشتن از مانع و لانچ قدامی)، سه سطح پیشرفته از الگوهای حرکتی عملکردی-اند (۲۷-۲۵).

همچنین چهار الگوی حرکتی بعدی (بالا آوردن مستقیم پا، تحرک پذیری شانه، شنای پایداری تنه، ثبات چرخشی تنه) به عنوان الگوهای اولیه معرفی شده اند. این ابزار به عنوان یک روش کم هزینه برای شناسایی و پیش بینی آسیب و اختلالات ورزشی، عدم تقارن الگوهای حرکتی، ثبات و تحرک مفاصل معرفی شده است (۲۷-۲۵)



نمودار ۱: مراحل انجام پژوهش

(تصویر ۱). امتیاز دهی هر یک از الگوهای حرکتی بین ۰-۳ و امتیاز کلی FMS از ۲۱ محاسبه می شود. نمره های بالاتر در هر الگوی حرکتی نشان دهنده ی عملکرد و ثبات بیشتر و نمره های پایین تر نشان دهنده ی عملکرد و ثبات کمتر و در نتیجه احتمال بیشتر وقوع آسیب می باشد. مطالعات گزارش کرده اند افرادی که نمره ی کلی کمتر از ۱۴ کسب می کنند بیشتر در معرض ریسک آسیب های عضلانی- اسکلتی قرار دارند (۲۷-۲۵).

آزمودنی های گروه تمرین، پروتکل تمرینات پیلاتس را به مدت ۸ هفته، سه جلسه در هفته و به صورت یک جلسه در میان، هر جلسه حدود ۴۵ – ۶۰ دقیقه تمرینات انتخاب شده را انجام دادند. برنامه تمرینی شامل سه بخش بود. بخش اول گرم کردن که به مدت ۷-۱۰ دقیقه با تنفس بین دنده ای، راه رفتن و تمرینات کششی برگرفته از تمرینات پیلاتس بدن خود را جهت اجرای برنامه اصلی تمرین آماده می کردند. در بخش دوم تمرینات اصلی به مدت ۳۵-۴۵ دقیقه انجام می شد. نکته اصلی در اجرای این تمرینات شروع حرکات از وضعیت های پایه و ساده شده ی حرکت، توجه به ۸ اصل اساسی تمرینات پیلاتس بخصوص هماهنگی دم و بازدم هنگام اجرای حرکات و حفظ راستای تنه (خنثی سازی ستون فقرات) بود. بخش سوم نیز شامل سردکردن و اجرای حرکات آرام کششی به مدت ۵-۷ دقیقه بود (۴۳-۴۱) (جدول ۱).

آنالیز آماری بر روی تفاضل داده های پس آزمون و پیش آزمون انجام شد و به دلیل عدم توزیع نرمال داده ها از آزمون های غیر پارامتریک من ویتنی (Mann-Whitney) برای مقایسه بین گروهی و آزمون ویلکاکسون (Wilcoxon) برای مقایسه درون گروهی استفاده شد. محاسبات آماری از طریق نرم افزار آماری SPSS ویرایش ۲۵ انجام شد و سطح معنی داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

تصویر ۱: آزمون غربالگری حرکتی عملکردی (FMS) و زیر آزمون ها

یافته ها

آزمودنی های شرکت کننده در این مطالعه دارای میانگین سن ۴/۹ ± ۲۵/۴ سال، قد ۴/۹ ± ۱۶۱/۸ سانتی متر، وزن ۵/۲ ± ۶۱/۳ کیلوگرم بودند. در جدول ۲ ویژگی های جسمانی و فیزیولوژیک آزمودنی ها در دو گروه کنترل و تمرین پیلاتس به صورت جداگانه نشان داده شده است.

داده های مربوط به نمره کلی FMS و آزمون های انفرادی آن در مرحله پیش آزمون و پس آزمون و همچنین مقدار اختلاف این دو مرحله به صورت میانگین و انحراف استاندارد در هر گروه در جدول ۳ ارائه شده است.

نتایج آزمون آماری نشان داد که تفاوت معنی داری در نمره کلی شاخص FMS بین دو گروه وجود دارد (p=۰/۰۰۱). همچنین در بررسی تفاوت های درون گروهی نیز مشاهده شده که نمرات گروه تمرین به طور معنی داری افزایش یافته است (p=۰/۰۰۱)، درحالی که در گروه کنترل تغییری وجود نداشت (p=۰/۱۵۷). در بررسی نتایج آزمون-های انفرادی مشخص شد که در آزمون های گام برداشتن از روی مانع (p=۰/۰۰۲)، بالا آوردن فعال پا (p=۰/۰۱۵)، شنا پایداری تنه (p=۰/۰۰۱) و پایداری چرخشی (p=۰/۰۰۱) تفاوت معنی داری بین دو گروه کنترل و تمرین پیلاتس وجود دارد. با این وجود، تفاوت معنی داری در آزمون دیپ اسکات (p=۰/۲۴۹)، لانچ (p=۰/۵۵۵) و دامنه حرکتی شانه (p=۰/۷۵۱) بین دو گروه مشاهده نشد. علاوه بر این، در مقایسه های درون گروهی مشخص شده که در آزمون های دیپ اسکات (p=۰/۰۴۶)، گام برداشتن از روی مانع (p=۰/۰۰۳)، بالا آوردن فعال پا (p=۰/۰۱۱)، شنا پایداری تنه (p=۰/۰۰۲)، پایداری چرخشی (p=۰/۰۰۱)، تمرین پیلاتس باعث افزایش معنی دار نمرات این آزمون ها شده است، در حالی که در گروه کنترل، هیچ یک از این آزمون ها در داده های قبل و بعد تفاوت معنی داری مشاهده نشد.

بحث و نتیجه گیری

هدف از انجام این مطالعه بررسی تغییرات شاخص الگوهای

جدول ۱: پروتکل تمرینات پیلاتس به مدت ۸ هفته در افراد مبتلا به سندروم درد کشککی-رانی

هفته ها	نام تمرینات	توضیحات
هفته اول	Hundred Hundred level 1 Hundred level 2 Hundred level 3	Hundred (حرکت صد): فلکشن مفاصل زانو و هیپ هر دو پا در وضعیت طاقباز همراه با بالا آوردن سر و قرار دادن دست ها به موازات ران می باشد. شروع حرکات ابتدا از وضعیت های پایه‌ی صد و سپس اجرای حرکت اصلی همراه با صد بار تنفس بین دنده ای می باشد.
هفته دوم	تمرینات هفته ۱ + One leg stretch lvl 1 Double leg stretch1/2 clam	One leg stretches: فلکشن مفاصل زانو و هیپ یک پا در وضعیت طاقباز با قرار دادن دست ها در جلوی زانو Double leg stretch1/2: همانند تمرین قبل برای هر دو پا Clam: قرار گرفتن بیمار در وضعیت طاقباز با فلکشن ۹۰ درجه زانوها و بالا آوردن تنه و مفاصل هیپ در حالی که مچ پاها روی تخت حفظ می شود.
هفته سوم	تمرینات هفته ۲ + One leg stretch 2 Shoulder bridge 1	One leg stretch: فلکشن مفاصل زانو و هیپ یک پا در وضعیت طاقباز با قرار دادن دست ها در جلوی زانو Shoulder bridge 1: بیمار به صورت طاقباز خوابیده زانوها را خم کرده و شکم و کمر خود را با تکیه بر شانه ها به صورت پل زدن به بالا می برد.
هفته چهارم	تمرینات هفته ۳ + Shoulder bridge 2	Shoulder bridge 2: بیمار به صورت طاقباز خوابیده زانوها را خم کرده و شکم و کمر خود را با تکیه بر شانه ها به صورت پل زدن به بالا می برد.
هفته پنجم	تمرینات هفته ۴ + Scissors1 One leg kick	Scissors1: قرار گرفتن بیمار در حالت طاقباز همراه با بالا آوردن سر و سینه و حرکت دو پا در خلاف جهت یکدیگر به بالا و پایین One leg kick: قرار گرفتن فرد در وضعیت دمر با اتکای روی ساعدها خم کردن یک زانو و حرکت آن به سمت پایین
هفته ششم	تمرینات هفته ۵ + Scissors 2 Side kick 1	Side kick: قرار گرفتن بیمار در وضعیت خوابیده به پهلو روی سمت سالم و قرار دادن دست ها در پشت سر، بالا آوردن اندام تحتانی یک سمت و دور کردن آن از سمت اندام تحتانی مقابل و باز گرداندن آن به وضعیت شروع
هفته هفتم و هشتم	تمرینات هفته ۶ + Side kick One leg circle	One leg circle: قرار گرفتن بیمار در وضعیت طاقباز و بالا آوردن مستقیم یک پا slr و انجام حرکت چرخشی همراه با صاف نگه داشتن زانو

گرم کردن ۱۵-۱۰ دقیقه شامل: حرکات پایه‌ی پیلاتس ایستاده، تنظیم راستای بدن – تنفس بین دنده ای- راه رفتن روی پنجه‌ی پا- چرخش بازو- بالا بردن تک پا ۹۰ درجه -پیچ ستون فقرات- گرد شدن به پایین مقابل دیوار

سردکردن ۱۰ دقیقه شامل: چرخش ستون فقرات خوابیده پا ۹۰ درجه- تیر و کمان در وضعیت خوابیده و نشسته-باز کردن بازو-کشش ۹۰ درجه ستون فقرات کنار دیوار

حرکات اصلی پروتکل از مدل های ساده‌ی حرکت شروع و در صورت صحیح بودن تکنیک به مدل بالاتر ارتقا پیدا می کرد. زمان تمرینات اصلی ۴۰ دقیقه که در جلسات اول از ۲۰ دقیقه شروع و به تدریج افزایش یافت.

جدول ۲: ویژگی های دموگرافیک آزمودنی ها

متغیر	سن (سال) انحراف معیار+ میانگین	قد (سانتی متر) انحراف معیار+ میانگین	وزن (کیلوگرم) انحراف معیار+ میانگین
گروه کنترل	۲۵/۴ ±۵/۱	۱۶۱/۹ ±۵/۴	۶۱/۶ ±۴/۸
گروه تمرین	۲۵/۴ ±۴/۳	۱۶۱/۶ ±۴/۵	۶۰/۹ ±۵/۸
p- مقدار	۰/۹۹	۰/۹۳	۰/۸۷

سطح معنی داری $p<۰/۰۵$

جدول ۳: نمره کلی FMS و آزمون های انفرادی

متغیر	مرحله گروه	مرحله پیش آزمون انحراف معیار+ میانگین	مرحله پس آزمون انحراف معیار+ میانگین	اختلاف بین پس و پیش آزمون انحراف معیار+ میانگین	p- مقدار	p- مقدار
نمره کلی FMS	کنترل	۸/۶ ± ۱/۴	۸/۸۷ ± ۱/۳۵	۰/۲۷ ± ۰/۷	۰/۱۵۷	۰/۰۰۱ *
	تمرین	۱۰/۵۴ ± ۱/۹۴	۱۵/۶۱ ± ۱/۸۵	۵/۰۸ ± ۱/۶	۰/۰۰۱ *	
دیپ اسکات	کنترل	۱/۲۶ ± ۰/۸	۱/۳۳ ± ۰/۸۲	۰/۰۷ ± ۰/۲۶	۰/۳۱۷	۰/۲۴۹
	تمرین	۱/۵۴ ± ۰/۶۶	۱/۸۵ ± ۰/۶۹	۰/۳۱ ± ۰/۴۸	۰/۰۴۶ *	
گام برداشتن از روی مانع	کنترل	۰/۸۷ ± ۰/۵۲	۱ ± ۰/۳۸	۰/۱۳ ± ۰/۳۵	۰/۱۵۷	۰/۰۰۲ *
	تمرین	۱/۴۶ ± ۰/۵۲	۲/۳۸ ± ۰/۵۱	۰/۹۲ ± ۰/۶۴	۰/۰۰۳ *	
لانج	کنترل	۰/۸۷ ± ۰/۷۴	۱ ± ۰/۵۳	۰/۱۳ ± ۰/۵۲	۰/۳۱۷	۰/۵۵۵
	تمرین	۲/۱۵ ± ۰/۶۹	۲/۱۵ ± ۰/۶۹	۰	۱	
دامنه حرکتی شانه	کنترل	۳ ± ۰	۳ ± ۰/۰	۰	۱	۰/۷۵۱
	تمرین	۲/۹۲ ± ۰/۲۸	۳ ± ۰	۰/۰۸ ± ۰/۲۸	۰/۳۱۷	
بالا آوردن فعال پا	کنترل	۱/۷۳ ± ۰/۵۹	۱/۷۳ ± ۰/۵۹	۰	۱	۰/۰۱۵ *
	تمرین	۱/۴۶ ± ۰/۷۸	۲/۰۸ ± ۰/۲۸	۰/۶۱ ± ۰/۶۵	۰/۰۱۱ *	
شنا پایداری تنه	کنترل	۰/۷۳ ± ۰/۴۶	۰/۶۷ ± ۰/۴۹	-۰/۰۶ ± ۰/۴۷	۰/۵۶۴	۰/۰۰۱ *
	تمرین	۱/۳۱ ± ۰/۸۵	۲/۰۷ ± ۰/۶۴	۰/۷۸ ± ۰/۴۴	۰/۰۰۲ *	
پایداری چرخشی	کنترل	۰/۲۰ ± ۰/۴۱	۰/۱۳ ± ۰/۳۵	-۰/۰۷ ± ۰/۲۶	۰/۳۱۷	۰/۰۰۱ *
	تمرین	۰/۵۴ ± ۰/۵۲	۲/۰۸ ± ۰/۴۹	۱/۵۴ ± ۰/۶۶	۰/۰۰۱ *	

سطح معنی داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است. FMS: غربالگری حرکتی عملکردی

غربالگری حرکتی عملکردی دختران مبتلا به سندروم PFPS بعد از ۸ هفته تمرینات پیلاتس بود. نتایج مطالعه-ی حاضر نشان داد، هشت هفته تمرینات پیلاتس باعث بهبود شاخص الگوهای غربالگری حرکتی عملکردی زنان مبتلا به PFPS می شود. به عبارت دقیق تر، تمرین پیلاتس باعث افزایش ۴۸٪ نمره FMS شده است در حالی که این نمره در گروه کنترل ۳٪ کاهش یافته است. در بررسی نتایج آزمون های انفرادی نیز مشخص شده که در اثر تمرین پیلاتس آزمون های گام برداشتن از روی مانع (افزایش ۶۳٪)، بالا آوردن فعال پا (افزایش ۴۸٪)، شنای پایداری تنه (افزایش ۵۸٪) و پایداری چرخشی (افزایش ۲۸۵٪) بهبود معنی داری نسبت به گروه کنترل داشتند، در حالی که آزمون های اسکات عمیق، لانچ قدامی و تحرک پذیری شانه تغییر معنی داری نکرده است.

نتایج مطالعه‌ی حاضر با مطالعه‌ی Peterson و همکاران (۴۴) همسو می باشد. در این مطالعه چنین گزارش شده است که ۶ هفته تمرینات تقویتی مفصل ران بر بازیکنان دختر سافت بال، توانست باعث افزایش نمره FMS و کاهش درد مفصل کشککی –رانی در افراد مبتلا به PFPS شود (۴۴). همسو با نتایج مطالعه حاضر، Yazici و Mohammadi (۴۱) در مقاله‌ای این گونه بیان کرده اند که تمرینات پیلاتس به مدت ۱۰ هفته بر تست های عملکردی، پرس تک پا و پایین آمدن از پله تاثیر مثبت داشته است و همچنین باعث بهبود فعالیت های روزانه شده است (۴۱). Jae-Ho Yu' و همکاران (۴۵) به تأثیر تمرینات ثبات مرکزی با استفاده از تمرینات پیلاتس بر قدرت عضلات اندام تحتانی و ثبات وضعیت بدنی در افراد سالم پرداختند و به این نتیجه رسیدند که تمرینات ثبات پایداری تنه در تمرینات پیلاتس باعث افزایش قدرت عضلات اندام تحتانی و بهبود ثبات وضعیت بدنی و جلوگیری از اختلالات اسکلتی-عضلانی در کنار بهبود کیفیت زندگی و افزایش مهارت های حرکتی می شود (۴۵). در همین راستا، Kim و Yim (۴۶) در تحقیقی به این نتیجه رسیده اند که نمرات سنجش عملکرد حرکتی

بعد از یک دوره تمرینات اصلاحی در افراد مبتلا به سندروم PFPS بهبود یافته و همچنین نمرات درد که با استفاده از مقیاس دیداری (Visual Analogue Scale) و فعالیت روزانه کیس (Osteoarthritis Outcome Score) افزایش و بهبود پیدا کرده است (۴۶).

بر اساس اطلاعات موجود، آزمون FMS یک آزمون معتبر برای ارزیابی عملکرد حرکتی است. در یک مقاله‌ی مروری چنین بیان شده است که FMS یک آزمون معتبر و مناسب برای شناسایی عدم تقارن الگوهای حرکتی و پیش بینی ریسک فاکتورهای آسیب زا در ورزشکاران دو و میدانی، نظامیان و سایر سازمان های خدمات عمومی می باشد (۴۸، ۴۷). هدف اصلی آزمون FMS به دست آوردن ارزیابی جامعی از سیستم های زنجیره حرکتی در بدن انسان است و با بررسی یکپارچه ی ثبات و تحرک پذیری در اندام ها، الگوهای غلط حرکت را شناسایی می کند. افرادی که امتیاز FMS کمتری کسب می کنند، تعامل کمتری بین تحرک زنجیره های حرکتی و پایداری لازم برای اجرای الگوهای حرکتی آزمون ها دارند و در نتیجه الگوهای حرکتی نامطلوبی برای انجام حرکات اتخاذ می شوند که ثبات حرکت را کاهش می دهند و ممکن است به ریز آسیب های مکرر در اجزای سیستم اسکلتی عضلانی منجر شوند (۴۹). علاوه بر این، FMS آزمونی است که می تواند تعادل، قدرت، انعطاف پذیری، هماهنگی و دامنه حرکتی مفصل را مورد ارزیابی قرار دهد (۴۷). با توجه به توضیحات و شناسایی اهداف تست های FMS، شش تست این آزمون مستقیما با ثبات مرکزی بدن در ارتباط است و نمرات آزمون را تحت تاثیر قرار می دهد (۲۵-۲۷) و با توجه به فلسفه و هدف روش پیلاتس که بر هشت اصل استوار است و از مهم ترین این اصول تمرکز تنفسی و تقویت عضلات مرکزی می باشد، می توان نتیجه گرفت که علت پایین بودن نمرات افراد مبتلا به سندروم پاتلوفمورال مشکلات مفصل زانو و ثبات مرکزی بدن نیز می باشد که با انجام تمرینات پیلاتس و تقویت عضلات مرکزی این تست ها بهبود پیدا کرده است. در این زمینه، نتایج مطالعه رستمی و همکاران (۵۰) بیان می کند که تمرینات تقویتی ثبات مرکزی تنه با نقش کنترلی بر روی تنه، باعث بهبود حرکت در اندام تحتانی و بهبود کارایی مفصل ران شده است، زیرا ثبات مرکزی تنه به عنوان توانایی بدن در حفظ راستای صحیح مجموعه ی کمری–لگنی و ران تعریف می شود (۵۰). بهبود در کنترل حرکت لگن متعاقب انجام تمرینات ثبات مرکزی تنه، موجب کاهش فعالیت عضله کشنده پهن نیام و به دنبال آن کاهش کشش رتیناکولوم (retinaculum) جانب خارجی کشکک از طریق باند ایلیوتیبیال و نهایتا به قرار گرفتن کشکک در مسیر مناسب کمک می کند و از این طریق تماس کشکک با کندیل خارجی ران را کاهش می دهد، بنابراین درد کمتر شده و بهبود عملکرد حرکتی را موجب می شود. علاوه بر این، در این مطالعه عنوان شده است که تمرینات در ناحیه ی مرکزی تنه می تواند دارای اثر بیش تری نسبت به تمرینات صرف بر روی عضلات چهار سر رانی باشد (۵۰).

در تجزیه و تحلیل الگوهای حرکتی FMS، نشان داده-اند که آزمون اسکات عمیق نیازمند بسیاری از حرکت های قدرتی مربوط به اندام تحتانی می باشد. اسکات عمیق، برای ارزیابی دو طرفه و تحرک عملکردی مفاصل ران، زانو و مچ پا به کار می رود. دومین آزمون تحت عنوان گام از روی مانع، به هماهنگی و ثبات مناسب بین مفصل ران و تنه در طول حرکت قدم زدن و نیز توانایی ایستادن روی یک پا نیاز دارد. این آزمون می تواند تحرک عملکردی دو طرفه و ثبات مفصل ران، زانو و مچ پا را ارزیابی کند. آزمون لانج حرکت و ثبات مفصل ران، زانو و مچ پا و انعطاف پذیری عضلات چهار سر رانی را ارزیابی می کند. مشخص شده است که عملکرد ضعیف در این سه آزمون به محدودیت ثبات، محدودیت کنترل حرکتی و تعادل ناکافی مربوط است (۲۷-۲۵). همچنین آزمون تحرک پذیری شانه دامنه-ی حرکتی شانه را به صورت دو طرفه و متقابل ارزیابی می کند و این آزمون به حرکت طبیعی کتف و باز شدن ستون فقرات نیاز دارد. آزمون بالا آوردن مستقیم پا انعطاف پذیری عضلات همسترینگ و دوقلو–نعلی را به صورت فعال ارزیابی می کند و توانایی اجرای این آزمون به انعطاف پذیری عملکردی عضلات همسترینگ، سرینی و نوار لگنی-درشت نی نیاز دارد. آزمون شنای پایداری، ثبات تنه را در صفحه ساجیتال ارزیابی می کند. همچنین آزمون پایداری چرخشی تنه مجموعه‌ی حرکاتی است که به هماهنگی عصبی–عضلانی نیاز دارد و این آزمون ثبات تنه را در ترکیب با حرکات اندام های فوقانی و تحتانی ارزیابی می کند. بنابراین عملکرد ضعیف در این آزمون به ضعف ثبات دهنده های تنه نسبت داده می شود (۲۷-۲۵).

بر اساس مطالعات پیشین، به نظر می رسد تمرین

پیلاتس به واسطه بهبود در هماهنگی عصبی-عضلانی، قدرت و تعادل باعث افزایش امتیاز کلی FMS و آزمون-های گام برداشتن از روی مانع، بالا آوردن فعال پا، شنای پایداری تنه و پایداری چرخشی شده است. در آزمون اسکات عمیق نیز بهبود معنی داری در گروه تمرین مشاهده شد، هر چند تفاوت بین گروهی معنی داری بین گروه تمرین و کنترل مشاهده نشد. با وجود این، عدم بهبود تست های اسکات عمیق، لانج قدامی و تحرک پذیری شانه ممکن است به دلیل کم بودن طول دوره‌ی تمرین و نوع پروتکل تمرینی مورد استفاده باشد، به طوری که اگر طول دوره تمرین بیشتر بود و همچنین تمرینات بیشتری اجرا می شد، این آزمون ها نیز بهبود می یافتند. همچنین معنی دار نبودن تست تحرک پذیری شانه را می توان به کامل بودن امتیاز این تست پیش از غربالگری و پس از آن مربوط بدانیم. تست تحرک پذیری شانه تنها تستی بود که اکثر آزمودنی ها قبل و بعد از انجام پروتکل تقریباً نمره‌ی کامل دریافت کردند.

در مجموع و بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، تمرین پیلاتس به مدت هشت هفته باعث افزایش معنی دار امتیاز کلی و امتیاز برخی از اجزاء آزمون FMS در افراد مبتلا به PFPS شده است. بنابراین پیشنهاد می شود افراد مبتلا به سندروم PFPS از تمرینات پیلاتس به منظور بهبود علمکرد حرکتی خود بهره بگیرند.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد می باشد و با کد IR.SSRI.REC.1399.856 توسط کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی تایید شده است. بدین وسیله از همه آزمودنی هایی که در انجام این پژوهش ما را یاری نمودند، کمال تقدیر و سپاسگزاری را داریم.

منابع

1. Abulhasan J.F, M.J Grey. Anatomy and physiology of knee stability. J Funct Morphol Kinesiol 2017; 2(4): 34.

2. Tramontano M, Pagnotta S, Lunghi C, Manzo C, et al. Assessment and management of somatic dysfunctions in patients with patellofemoral pain syndrome. JOM 2020; 120 (3): 165-173.

3. Pollatos D, Chandolias K, Giordamni M.A, Chalkia A, et al. Review of New Data in Physiotherapeutic Approach to Patellofemoral Pain Syndrome (PFPS). J Biosci 2021; 9(02): 103.

4. Vicente Basanta, E. A pain-coping approach for chronic patellofemoral pain syndrome:a randomized controlled clinical trial 2020.

5. Panayiotou Charalambous, C. Patellofemoral Pain Syndrome, in The Knee Made Easy. Springer cham 2022; 579-588.

6. Hott A, Brox J.I, Pripp A.H, Juel N.G, et al. Predictors of pain, function, and change in patellofemoral pain. Am J Sports Med. 2020; 48(2): 351-358.

7. Lankhorst N.E, S.M. Bierma-Zeinstra, M van Middelkoop. Risk factors for patellofemoral pain syndrome:a systematic review. J Orthop Sports Phys Ther 2012; 42(2): 81-94.

8. Moyano F.R, Valenza M.C, Martin L.M, Caballero Y.C, et al. Effectiveness of different exercises and stretching physiotherapy on pain and movement in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled trial. Clinical rehabilitation 2013; 27(5): 409-417.

9. McNeilan R.J, G.L Jones. Patellofemoral Pain Syndrome, in Orthopedic Surgery Clerkship 2017; 343-345.

10. Prins M.R, P.Van der Wurff. Females with patellofemoral pain syndrome have weak hip muscles: a systematic review. J Physiother 2009; 55(1): 9-15.

11. Willson J.D, Kernozek T.W, Arndt R.L, Reznichek D. A, et al. Gluteal muscle activation during running in females with and without patellofemoral pain syndrome. Clinical biomechanics 2011; 26(7): 735-

740.

12. Ferrari D, Kuriki H. U, Silva C. R, Alves, N, et al. Diagnostic accuracy of the electromyography parameters associated with anterior knee pain in the diagnosis of patellofemoral pain syndrome. Arch. Phys.Med.Rehabil. 2014; 95(8): 1521-1526.

13. Partovi, G ,Ghaffari, S, Madani, Z, Adib, H, et al. Effect of Taping and Quadriceps Strengthening and Hamstring Stretching on Patello-Femoral Pain Syndrome: A Randomized Clinical Trial. J Mazandaran Univ Med Sci 2021; 31(197): 55-64.

14. Peters J.S, Tyson N.L. Proximal exercises are effective in treating patellofemoral pain syndrome: a systematic review. IJSPT 2013; 8(5): 689.

15. Nakagawa, Moriya, É.T, Maciel, C. D, & Serrão F.V. Trunk, pelvis, hip, and knee kinematics, hip strength, and gluteal muscle activation during a single-leg squat in males and females with and without patellofemoral pain syndrome. J Orthop Sports Phys Ther 2012; 42(6): 491-501.

16. Armaki R.H, K. Abbasnia, A. Motealleh. Comparison of Trunk Flexion Proprioception Between Healthy Athletes and Athletes With Patellofemoral Pain. JSR 2020; 30(3): 430-436.

17. Weon Y. S, Ahn, S. H, Kim, J.H, Gwak, G.T, et al. Comparison of Knee Muscle Strength and Ankle Dorsiflexion Range of Motion Between Standing Workers With and Without Patellofemoral Pain Syndrome. Physical Therapy Korea 2020; 27(4): 241-249.

18. Reijnders L, S.A Van de Groes. The quality of life of patients with patellofemoral pain–a systematic review. Acta Orthop Belg 2020; 86: 678-687.

19. Coburn S. L, Barton C. J, FilbayS. R, Hart H. F, et al. Quality of life in individuals with patellofemoral pain: a systematic review including meta-analysis. Phys Ther Sport 2018; 33: 96-108.

20. Manske, R.C, G.J. Davies. Examination of the patellofemoral joint. J Orthop Sports Phys Ther 2016; 11(6): 831.

21. Fredericon, M, K. Yoon. Physical examination and patellofemoral pain syndrome. Am J Phys Med Rehabil 206; 85(3): 234-243.

22. Loudon J.K, Wiesner D, Goist-Foley H. L, Asjes C, et al. Intrarater reliability of functional performance tests for subjects with patellofemoral pain syndrome. J Athl Train 2002; 37(3): 256.

23. Selhorst M, Rice W, Degenhart T , Jackowski M, et al. Evaluation of a treatment algorithm for patients with patellofemoral pain syndrome: a pilot study. IJSPT 2015; 10(2): 178.

24. Mascal C.L, R. Landel, C. Powers. Management of patellofemoral pain targeting hip, pelvis, and trunk muscle function: 2 case reports. J Orthop Sports Phys Ther 2003; 33(11): 647-660.

25. Kiesel K, P.J. Plisky, M.L Voight. Can serious injury in professional football be predicted by a preseason functional movement screen?. NAJSPT 2007; 2(3): 147.

26. Cook G, L Burton, B Hoogenboom. Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 1. NAJSPT 2006; 1(2): 62-72.

27. Cook G, L Burton, B Hoogenboom, Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 2. NAJSPT 2006;1(3):132-139.

28. Conroy M, M Lehr. Clinical Reasoning and Utilization of a Literature Review during the Management of Patellofemoral Syndrome: A Case Report. Res Sports Med 2017; 2(1): 1015.

29. Shirazi Z.R, M.B Moghaddam, A. Motealleh. Comparative evaluation of core muscle recruitment pattern in response to sudden external perturbations in patients with patellofemoral pain syndrome and healthy subjects. Arch Phys Med Rehabil 2014; 95(7): 1383-1389.

30. Chevidikunnan M. F, Al Saif A, Gaowgzeh R. A, Mamdouh K.A .Effectiveness of core muscle strengthening for improving pain and dynamic balance among female patients with patellofemoral pain syndrome. Phys Ther Sci 2016; 28(5): 1518-1523.

31. Earl, J.E, Hoch. A proximal strengthening program improves pain, function, and biomechanics in

women with patellofemoral pain syndrome. Am J Sports Med 2011; 39(1): 154-163.

32. Cruz J. C, Liberali R, Cruz T. M. F. D, Netto M.I.A. The Pilates method in the rehabilitation of musculoskeletal disorders: a systematic review. Fisioterapia em Movimento, 2016; 29: 609-622.

33. Di Lorenzo C.E. Pilates: what is it? Should it be used in rehabilitation? Sports health 2011; 3(4): 352-361.

34. Owsley A. An introduction to clinical Pilates. IJATT 2005; 10(4): 19-25.

35. Laws A, S. Williams, C. Wilson. The Effect of clinical Pilates on functional movement in recreational runners. Am J Sports Med 2017; 38(10): 776-780.

36. de Oliveira L.C, R.G de Oliveira, D.A. de Almeida Pires-Oliveira. Effects of Pilates on muscle strength, postural balance and quality of life of older adults: a randomized, controlled, clinical trial. Phys Ther Sci 2015; 27(3): 871-876.

37. Phrompaet S, Paungmali A, Pirunsan U, Sitilertpisan P. Effects of pilates training on lumbo-pelvic stability and flexibility. As JSM 2011; 2(1): 16.

38. Heintjes E. M, Berger M.Y, Bierma-Zeinstra S, Bernsen R.M.D, et al. Exercise therapy for patellofemoral pain syndrome (Cochrane Review). Cochrane Database of Systematic Reviews 2003; (4):1-1.

39. Zamboti C.L, Silva R.A. D, Gobbi C, ShigakiL, et al. Analysis of pain, functional capacity, muscular strength and balance in young women with Patellofemoral Pain Syndrome. Physical Therapy in Movement 2017; 30: 433-441.

40. O'Harra T. Relating Functional Movement Screen (FMS) Scores to Cross-Country Ski Performance. 2020, Alaska Pacific University.

41. Yazici A.G, M. Mohammadi.The effect of pilates exercise on improvement of functional tests in young male with patello-femoral pain syndrome. IJSETS 2017; 3(2): 39-43.

42. Razmi V, M. Soleimanifarrokh. The effect of 8 weeks pilates training on the treatment of patellofemoral pain syndrome. International journal of research pedagogy and technology in education and movement sciences 2013; 2(04).

43. Levine B, B Kaplanek, W.L. Jaffe. Pilates training for use in rehabilitation after total hip and knee arthroplasty: a preliminary report. Clin Orthop Relat Res 2009; 467(6): 1468-1475.

44. Peterson K, T. Palmer. Can Less PFPS Pain Leads to Higher FMS Scores? Undergraduate Scholarly Showcase 2019.

45. Yu J.H, G.C. Lee. Effect of core stability training using pilates on lower extremity muscle strength and postural stability in healthy subjects. Isokinetics and exercise science 2012; 20(2): 141-146.

46. Kim J.-e, J. Yim. Selective Functional Movement Assessment (SFMA)-based therapeutic corrective exercises reduces knee joint pain in a patient with patellofemoral pain syndrome after pregnancy (case study). Int J Biol Sci 2016; 8(6): 83-92.

47. Safarzadeh M, Daneshjoo A. H, Hosseinpor A, & Bamorovat F. Relationship between functional movement screen whit risk factors and its ability to predict sport injuries. J Paramed Sci 2019; 8(1): 83-92.

48. Teyhen D.S, Shaffer S.W, Lorenson C. L, Halfpap J.P, et al. The functional movement screen: a reliability study. J Orthop Sports Phys Ther 2012; 42(6): 530-540.

49. Shahrzad Zandi, Mohammad Hosein Mirzarah, Hamideh Montazeri Taleghani. injury in Recreational Sports Using Functional Movement Screening Tests J Sports Sci. Med 2018; 9(2): 259-268. [Persian]

50. Rostami zalani F, Rahnama N, Mahdavinejad R, karimi M T, et al. The Effect of Strengthen Core Stability and Quadriceps Muscle Strengthening Training on Pain and Function in Patients with Patellofemoral Pain Syndrom jornal of Iran. J. Babol Univ. Medical Sci 2018; 25(5): 79-90. [Persian]