# Comparison of knee functional ability and static and dynamic postural control between female handball players with patellofemoral pain and healthy female handball players

**Mobarra T., MSc[1], Hojjat Sh., PhD[2], Rahimi A., PhD[3]**
1. MSc in sport biomechanics; Islamic Azad University of Karaj, (Corresponding Author), Tel:+98-21-66652467, edu.manag@gmail.com
2. Assistant Professor, Department of physical education, Islamic Azad University of Karaj, Karaj, Iran.
3. Associate Professor, Department of physical education, Islamic Azad University of Karaj, Karaj, Iran.

## ABSTRACT

**Background and Aim:** The aim of this study was to compare knee functional ability and static and dynamic postural control in healthy female handball players and female handball players with patellofemoral pain.

**Materials and Methods:** This non-experimental and case-control study included 25 female handball players with PFP syndrome and 25 healthy female handball players. WOMAC scale and universal goniometer were used for assessment of knee function and range of motion of the knee joint. We used Sharpend Romberg and SEBT tests for measurement of static and dynamic postural control. Using SPSS version 21, data were analyzed by kolmogorov-Smirnov and independent t –tests. $p \leq 0.05$ was considered significant.

**Results:** Knee function was significantly weaker in the patients with PFP than the healthy control group (P=0.001). In PFP group, flexion range of motion was significantly more (P=0.002) and extension range of motion (P=0.005), static postural control (P=0.001) and dynamic postural control in posterior (P=0.002), posterolateral (P=0.001), lateral (P=0.001) and anterolateral (P=0.006) directions were significantly less than those in the healthy subjects. But, there were no significant differences between the two groups in relation to dynamic postural control in anterior, anteromedial, medial and posteromedial directions (P>0.05).

**Conclusion:** Negative changes in knee functional ability and static postural control and dynamic postural control in lateral and posterior directions in the women with PFP, can be attributed to weakness and atrophy of the knee anteromedial muscles or stiffness of the knee posterolateral muscles. Hence, in rehabilitation of PFP patients, the strengthening of the anteromedial muscles and stretching of the posterolateral muscles of the knee should be considered essential.

**Keywords:** Female handball players, PFP syndrome, Functional ability, Static and dynamic postural control.

**Received:** Jan 2, 2016 **Accepted:** May 9, 2016

[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-22 ]

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان / دوره بیست و یکم / مهر و آبان ۱۳۹۵/۱۰۶-۹۴

# مقایسه توانایی عملکردی زانو و کنترل پوسچر استاتیک و دینامیک در زنان هندبالیست سالم و مبتلا به درد پاتلوفمورال

**طاهره مبری[۱]، شهلا حجت[۲]، علیرضا رحیمی[۳]**

۱. کارشناس ارشد بیومکانیک ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران (مولف مسوول)؛ تلفن: ۶۶۶۵۲۴۶۷-۰۲۱، tahereh_mobarra@yahoo.com

۲.استادیار گروه تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران.

۳. دانشیار گروه تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران.

## چکیده

**زمینه و هدف:** هدف از انجام تحقیق حاضر، مقایسه توانایی عملکردی زانو و کنترل پوسچر استاتیک و دینامیک در زنان هندبالیست سالم و مبتلا به درد پاتلوفمورال بود.

**روش بررسی:** در تحقیق مورد-شاهدی حاضر، تعداد ۲۵ زن هندبالیست مبتلا به سندروم PFP و ۲۵ زن هندبالیست سالم در تحقیق حاضر شرکت کردند. از مقیاس WOMAC و گونیامتر یونیورسال، جهت ارزیابی عملکرد و دامنه حرکتی مفصل زانو، و تست‌های شارپند رومبرگ و SEBT، جهت ارزیابی کنترل پوسچر استاتیک و دینامیک آزمودنی‌ها استفاده شد. داده‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف و t مستقل در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ آنالیز گردید.

**یافته‌ها:** عملکرد مفصل زانوی زنان هندبالیست مبتلا به PFP بطور معنی‌داری ضعیف‌تر از گروه کنترل سالم، بود($p=۰/۰۰۱$). در گروه PFP، دامنه حرکتی فلکشن بطور معنی‌داری بیشتر ($p=۰/۰۰۲$) و دامنه حرکتی اکستنشن ($p=۰/۰۰۵$)، توانایی کنترل پوسچر استاتیک($p=۰/۰۰۱$)، و کنترل پوسچر دینامیک در جهات خلفی($p=۰/۰۰۲$)، خلفی خارجی($p=۰/۰۰۱$)، خارجی($p=۰/۰۰۱$) و قدامی خارجی($p=۰/۰۰۶$)، بطور معنی‌داری کمتر از گروه سالم بود. اما در کنترل پوسچر دینامیک جهات قدامی، قدامی داخلی، داخلی و خلفی داخلی، تفاوت معنی‌داری بین گروه سالم و مبتلا به PFP مشاهده نشد($p>۰/۰۵$).

**نتیجه‌گیری:** تغییرات منفی در توانایی عملکردی زانو و کنترل پوسچر استاتیک و دینامیک در جهات خلفی و خارجی در زنان مبتلا به PFP را می‌توان به ضعف و آتروفی عضلات رویه آنترومدیال مفصل زانو یا سفتی عضلات رویه پوسترولترال این مفصل نسبت داد. از این رو، در توانبخشی مبتلایان به سندروم PFP، تقویت عضلات آنترومدیال و کشش عضلات پوسترولترال زانو حائز اهمیت زیادی است.

**واژگان کلیدی:** زنان هندبالیست، سندروم PFP، توانایی عملکردی، کنترل پوسچر استاتیک و دینامیک.

وصول مقاله:۹۴/۱۰/۱۳ اصلاحیه نهایی:۹۵/۱۱/۱۷ پذیرش:۹۵/۲/۲۰

[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-22 ]

**مقدمه**

سندروم درد پاتلوفمورال [1] (PFPS)، دردی است در ناحیه قدامی زانو و پشت پاتلا یا اطراف آن که از تغییرات فیزیکی و بیومکانیکی در مفصل پاتلوفمورال ناشی می‌گردد. شیوع این عارضه در بین نوجوانان و جوانان بیشتر بوده و در زنان دو برابر مردان و در ورزشکاران ۴ برابر غیرورزشکاران، گزارش شده است (۱). این سندروم به عنوان مسئله‌ای جدی مطرح شده زیرا شرکت در ورزش‌ها و فعالیت‌های روزانه ممکن است تا حد زیادی تحت تاثیر این درد قرار گیرد و درد پاتلوفمورال مزمن ممکن است منجر به تخریب و استئوآرتریت مفصل شود (۲). علیرغم شیوع بالای PFPS، مکانیسم زمینه‌ای آن هنوز بطور کامل شناخته نشده است. مبتلایان در فعالیت هایی همچون اسکات، زانو زدن، بالارفتن یا پایین آمدن از پلکان، دویدن و پریدن یا پس از نشستن طولانی‌مدت، غالبا از یک درد در جلوی زانو یا پشت پاتلا شکایت دارند (۳). نشانه عمده این عارضه، درد است و این شرایط به طور کلی به اختلال در عملکرد منجر می شود. درد پاتلوفمورال اغلب اوقات، زمانی شروع می شود که بار مفصل پاتلوفمورال به طور ناگهانی افزایش می‌یابد (۲). اگر چه در مورد اتیولوژی درد پاتلوفمورال اتفاق نظر کلی وجود ندارد و فرآیند پاتولوژیک خاصی در ارتباط با آن شناخته نشده است، اما در مطالعات گوناگون عوامل مختلفی شامل بیومکانیک غیرطبیعی اندام تحتانی و افزایش زاویه Q (۴و۵)، ایمبالانس عضلانی و ضعف عضلات اطراف زانو بویژه وستوس مدیالیس (۶و۷)، و پرکاری مفصل (۲) ذکر شده است.

برای توضیح علت درد پاتلوفمورال تئوریهای متعددی پیشنهاد شده که شامل تئوریهای بیومکانیکی، عضلانی، و استفاده مفرط [2] است. لیکن عموماً مطابق آنچه که از مرور مقالات بدست می آید این سندروم، اختلالی چندعاملی [3] است (۸). اختلالات بیومکانیکی اندام تحتانی از قبیل ژنووالگوم بیش از حد، چرخش های بیش از اندازه تیبیا و یا اختلالات بافت نرم از جمله ضعف عضله پهن داخلی مایل، سفتی عضله پهن خارجی، سفتی باند ایلیوتیبیال و... می تواند روند درد پاتلوفمورال را تسهیل کند (۸). وجود درد در ناحیه پاتلا که با صدای کریپیتاسیون همراه است از علایم این سندرم می باشد. درد با افزایش فعالیت تشدید و با استراحت کاهش می یابد. فعالیت هایی همچون دوزانو نشستن، چهار زانو نشستن و بالا و پایین رفتن از پله ها باعث افزایش درد می گردند (۱). عدم درمان این سندروم ممکن است منجربه کندرومالاسی پاتلا یا استئوآرتریت زانو گردد (۲).

در ایران محققان پیشنهاد کرده‌اند که درد پاتلوفمورال یکی از شایع‌ترین علل دردهای قدامی زانو در ورزشکاران زن است و لذا ضروری است شیوع این سندروم در رشته های ورزشی مختلف مورد مطالعه قرار گرفته و مکانیک حرکت و تغییرات پوسچرال و ساختاری مبتلایان با افراد سالم مقایسه گردد (۹). به دلیل افزایش چشمگیر مشارکت زنان در فعالیت های ورزشی چه به صورت تفریحی و یا حرفه‌ای در دهه اخیر مشکلات مربوط به این بخش عظیم جامعه از جمله دردها و ناراحتی های عضلانی - اسکلتی بیشتر ملموس بوده و نیاز به بررسی بیشتر را می‌طلبد. بررسی PFPS از جنبه‌های مختلف بالینی و عملکردی، یکی از محورهای پژوهشی اصلی درمیان محققان حیطه‌های بیومکانیک و پاتوکینزیولوژی بوده است (۱۱و۱۰). تعدد مطالعات موجود برای درمان این عارضه را شاید بتوان مهر تاییدی بر اظهار نظر دای در خصوص آسیب شناسی مفصل پاتلوفمورال دانست که از آن با عنوان «سیاه چاله ارتوپدی [4]» یاد کرده است (۱۲).

از طرف دیگر، ثابت شده است که مکانیسم اصلی درد پاتلوفمورال به پرکاری مفصل پاتلوفمورال مربوط است،

1. Patellofemoral pain syndrome
2. Over Use
3. Multi Factorial
4. Orthopedics black hole



[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-22 ]

امری که غالبا در ورزشکاران دیده می‌شود (۸). بنابراین به شدت این نیاز احساس می شود که تفاوت های ساختاری و عملکردی مبتلایان به PFPS و گروه های کنترل سالم در میان ورزشکاران ایرانی مشخص شود. چراکه بدون اطلاع از این تفاوت‌ها، مجاب کردن سرویس‌های خدماتی برای درمان این بیماری و عوارض آن امری دشوار به نظر می رسد. اطلاع از آمار مربوط به شیوع این مشکل در ورزشکاران فقط منحصر به اطلاعات اپیدمیولوژیک نمی باشد بلکه با دانستن میزان ابتلا به این سندروم و شیوع آن در رشته های مختلف ورزشی اهمیت بکار بردن روش‌های مختلف درمانی برای این بیماری و کنترل فاکتورهای زمینه ساز آن مشخص می گردد تا با درمان درد و بهبود عملکرد ورزشکاران بتوان رکورد فعالیت های ورزشی آن ها را افزایش داد.

با توجه به تحرک و جنبش زیاد بازیکنان هندبال و لزوم بکارگیری بیش از حد مفصل پاتلوفمورال و تیبیوفمورال، و از طرفی، شیوع بالای درد پاتلوفمورال در جوانان فعال به ویژه زنان ورزشکار، مطالعه آسیب ها و اختلالات ناشی از پرکاری مفاصل در چنین ورزش هایی ضروری به نظر می رسد. با توجه به منابع در دسترس به نظر می رسد، اطلاعات اندکی در خصوص عملکرد مفصل و کنترل پوسچر استاتیک و دینامیک افراد مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال -به ویژه ورزشکاران هندبالیست- وجود دارد، از این رو هدف از این مطالعه توانایی عملکردی و کنترل پوسچر استاتیک و دینامیک دختران هندبالیست سالم و مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال بود.

## روش بررسی

نوع تحقیق و آزمودنی‌ها

تحقیق حاضر به لحاظ روش، از نوع تحقیقات غیرتجربی و مورد- شاهدی و با توجه به هدف، از نوع تحقیقات کاربردی می باشد. از بین زنان هندبالیست مراجعه‌کننده به کلینیک فیزیوتراپی دایر در مرکز تحقیقات پزشکی ورزشی که توسط یک متخصص فیزیوتراپی شاغل در آن مرکز، مبتلا به PFP تشخیص داده شدند، تعداد ۲۵ زن هندبالیست به روش هدفمند، بطوری که شرایط ورود به مطالعه را داشته و حاضر به شرکت در مطالعه بودند، انتخاب گردیدند. یک گروه زن هندبالیست سالم ۲۵ نفری نیز پس از اخذ رضایتنامه، انتخاب شدند. ورزشکاران مذکور همگی عضو باشگاه های هندبال استان تهران با حداقل ۳ سال سابقه ورزشی بوده و طی یک سال گذشته، ۳ جلسه در هفته تمرین کرده و مدت زمان هر جلسه تمرین آن ها ۹۰ دقیقه بوده است. ورزشکاران مبتلا به این سندروم افرادی بودند که حداقل در ۳ ماه منتهی به اجرای آزمون ها درد قدامی زانو داشته باشند و این درد بیشتر در اطراف یا پشت پاتلا و در زانوی برتر احساس شود و با بالا و پایین رفتن از پله ها، نشستن برای مدت طولانی و یا چمباتمه زدن بیشتر گردد. همچنین، داشتن سن بین ۲۰ الی ۳۰ سال و شدت درد مساوی یا بیشتر از ۳ بر اساس مقیاس VAS، از دیگر معیارهای ورود به تحقیق بودند. بعلاوه، ظهور و ایجاد درد زانو به دنبال تروما، سابقه جراحی در یک سال گذشته، وجود اختلالات نورولوژیکی مانند نقص در سیستم دهلیزی، قرار داشتن در دوره حاملگی، فقدان شاخص توده بدنی (BMI) نرمال[1]، و اختلالات عضلانی- اسکلتی از قبیل بورسیت قدام زانو، تاندونیت پاتلار، آرتریت های التهابی زانو، دررفتگی استخوان پاتلا، شین اسپلیت و استرس فراکچر در استخوان های اندام تحتانی، از جمله دلایل اصلی حذف بیماران از تحقیق بودند.

اندازه‌گیری‌ها

برای ارزیابی عملکرد مفصل زانو از مقیاس WOMAC استفاده شد که یکی از پرکاربردترین پرسشنامه ها جهت ارزیابی خشکی و عملکرد مفصل زانو است. امتیاز کلی این

۱- براساس درجه بندی سازمان بهداشت جهانی، افرادی که BMI آنها بین ۲۰ تا ۲۵ باشد، در محدوده نرمال قرار می‌گیرند.



[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-22 ]

پرسشنامه تا عدد ۹۶ متغیر بوده و عدد بالاتر نشان‌دهنده ضعف عملکردی بیشتر و عدد پایین‌تر نشان‌دهنده عملکرد بهتر، است (۱۳).

برای اندازه‌گیری دامنه حرکتی فلکشن/ اکستنشن زانو، از گونیامتر یونیورسال ۳۶۰ درجه محصول شرکت MSD ساخت کشور بلژیک استفاده شد. جهت اندازه‌گیری دامنه اکستنشن زانو، آزمودنی به حالت طاقباز روی یک تخت معاینه قرار گرفته و مفصل آنکل روی یک بالش نسبتا سفت قرار گرفت، سپس از آزمودنی خواسته شد تا بطور فعالانه پا را ۳ بار راست کند. آزمونگر دقت می‌کرد که آزمودنی عضلات کوادریسپس خود را برای باز کردن زانو و حرکت زانو به سمت میز، منقبض نماید. سپس آزمونگر زاویه زانو را با استفاده از گونیامتر اندازه‌گیری می‌کرد. زاویه ۱۸۰ درجه نشان‌دهنده اکستنشن کامل و زاویه بیشتر از آن نشان‌دهنده هایپراکستنشن است. برای اندازه‌گیری دامنه حرکتی فلکشن، از آزمودنی خواسته شد تا پای خود را بدون استفاده از نیروی کشش دستها تا حد امکان به سمت باسن خود نزدیک کند. سپس آزمونگر زاویه زانو را با استفاده از گونیامتر اندازه‌گیری می‌کرد.

کنترل پوسچر استاتیک آزمودنی ها با استفاده از آزمون شارپند رومبرگ[1] اندازه گیری شد (۱۴). آزمودنی در مربعی به ضلع یک متر با پای برهنه طوری می ایستاد که یکی از پاها جلو و پای دیگر عقب قرار گیرد. پاشنهٔ پای جلو به پنجهٔ پای عقب می‌چسبید و دست ها به صورت ضربدر روی سینه قرار می گرفت (شکل ۱). خطاهای این آزمون عبارت بود از: جدا شدن دست ها از سینه، باز شدن چشم ها، جدا شدن پاشنهٔ پای جلو از پنجهٔ پای عقب و از دست دادن تعادل. در لحظه ای که هر کدام از این خطاها اتفاق می افتاد آزمون به پایان می‌رسید و زمان به دست آمده ثبت می‌شد. آزمون با چشمان بسته انجام می‌شد و در نهایت زمان به دست آمده برای هر فرد ثبت می گردید.



شکل ۱. آزمون شارپند رومبرگ برای اندازه‌گیری کنترل پوسچر استاتیک

برای برآورد توانایی کنترل پوسچر دینامیک آزمودنی‌ها از تست عملکرد تعادلی ستاره استفاده شد (۱۴). آزمون ستاره، آزمونی عملکردی است که از یک پای ایستا و بیشترین فاصلهٔ دستیابی با پای دیگر تشکیل شده است. این آزمون دارای هشت جهت است که با یکدیگر زاویهٔ ۴۵ درجه می‌سازند. آزمونگر نحوه اجرای آزمون عملکردی ستاره ای را به طور کامل برای آزمودنی ها توضیح داد و خطاهایی را که ممکن است در طی آزمون توسط آزمودنی انجام شود را مطرح کرد. این خطاها عبارت بود از: پای اتکا از وسط شبکه ستاره‌ای برداشته شود، تعادل فرد در طول هر بار عمل دستیابی کم شود، وضعیت شروع و برگشت نتواند برای یک ثانیه کامل حفظ گردد، پای آزمودنی در هر نقطه روی خط تماس پیدا کند در حالی که وزن بدن روی پای اتکا تحمل می‌شود. پس از ارائه توضیحات لازم درخصوص نحوه اجرای تست بوسیله آزمونگر، آزمودنی‌ها ابتدا تمرینات کششی ویژه عضلات کوادریسپس، همسترینگ، گاستروکنمیوس و سولئوس را به مدت ۵ دقیقه انجام داده، سپس هر آزمودنی پای آسیب‌دیده خود را در مرکز ستاره

1. Sharpend Romberg



[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-22 ]

ترسیم شده توسط محقق قرار داده و با پای دیگر عمل دستیابی را برای هر جهت انجام می‌داد (شکل ۲) و به حالت طبیعی روی دو پا برمی‌گشت. آزمودنی‌ها هر یک از جهت-ها را ۳ بار انجام داده و بین هر بار ۳ ثانیه استراحت و بین هر پا نیز ۵ دقیقه استراحت می‌کردند، سپس میانگین فاصله دستیابی در سه بار تلاش محاسبه شده و بر حسب درصدی از طول پا برای هر یک از جهات ۸ گانه بیان می‌شد زیرا طول پای افراد بر فاصله دستیابی آنها اثر گذار است (۱۴). هر آزمودنی ۶ بار این آزمون را تمرین می‌کرد تا روش اجرای آزمون را فراگیرد. پای آسیب‌دیده آزمودنی تعیین شد تا چنانچه پای راست آسیب دیده باشد، آزمون در خلاف جهت عقربه های ساعت و اگر پای چپ آسیب دیده باشد آزمون در جهت عقربه های ساعت انجام شود.

پس از جمع آوری داده های تحقیق، طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف، تعیین شد. برای مقایسه متغیرها بین دو گروه در صورت غیرطبیعی بودن توزیع داده ها، از آزمون یو مان ویتنی و در صورت طبیعی بودن توزیع داده ها، از آزمون t مستقل استفاده گردید. سطح معنی داری، $P<0/05$ در نظر گرفته شد.



شکل ۲. تست تعادلی ستاره برای اندازه‌گیری کنترل پوسچر دینامیک (جهت قدامی)

**یافته‌ها**

از میان آزمودنی‌های گروه مبتلا به درد پاتلوفمورال (PFP)، ۸۰ درصد (۲۰ نفر) راست پا و ۲۰ درصد (۵ نفر) چپ پا بودند. در گروه سالم، ۸۸ درصد آزمودنی‌ها (۲۲ نفر) راست‌پا و ۱۲ درصد آنها (۳ نفر) چپ پا بودند. مدت زمان ابتلا به PFP در گروه بیمار، ۹/۵۷ ماه و میزان درد آنها در مقیاس VAS، ۶/۱۷ بود. مشخصات دموگرافیک و ورزشی آزمودنی‌ها در جدول ۱ گزارش شده است. مطابق این جدول، در هیچیک از متغیرهای دموگرافیک و ورزشی، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه وجود ندارد($P>0/05$). به عبارتی دیگر، دو گروه به لحاظ مشخصات دموگرافیک و ورزشی، همگن بودند.



[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-22 ]

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک و ورزشی آزمودنی‌ها

| ویژگی | گروه PFP (n =۲۵) | گروه سالم (n =۲۵) | t | سطح معنی‌داری |
|---|---|---|---|---|
| سن (سال) | ۲۵/۶۳ ± ۲/۸۱ | ۲۶/۸۴ ± ۲/۸۳ | -۴/۷۷۵ | ۰/۴۲۷ |
| وزن (kg) | ۶۱/۵۵ ± ۴/۳۸ | ۶۰/۸۲ ± ۵/۱۴ | ۲/۳۲۳ | ۰/۸۳۹ |
| قد (cm) | ۱۶۴/۱۸ ± ۸/۲۷ | ۱۶۶/۰۹ ± ۸/۱۹ | -۳/۸۰۹ | ۰/۳۱۸ |
| شاخص توده بدن ($kg/cm^2$) | ۲۲/۴۵ ± ۲/۲۹ | ۲۱/۶۸ ± ۲/۳۶ | ۲/۸۴۲ | ۰/۷۷۴ |
| سابقه ورزشی (سال) | ۷ ± ۱/۴۴ | ۶/۵ ± ۱/۲۵ | ۳/۷۱۲ | ۰/۵۱۱ |
| میزان تمرین هفتگی (ساعت) | ۴/۷۵ ± ۰/۶۳ | ۴/۹۰ ± ۰/۶۱ | ۴/۱۰۸ | ۰/۵۸۰ |

نتایج مربوط به بررسی نرمال بودن توزیع داده‌های متغیرهای وابسته تحقیق، در جدول ۲ ارائه شده است. براساس این جدول، توزیع کلیه داده‌ها نرمال بود ($P>۰/۰۵$). لذا برای تحلیل استنباطی داده‌ها، از آزمون‌های پارامتریک استفاده شد.

جدول ۲. نتایج آزمون کلموگروف- اسمیرنوف تک‌نمونه‌ای برای متغیرهای وابسته

| آماره | عملکرد زانو | دامنه حرکتی | تعادل استاتیک | تعادل دینامیک |
|---|---|---|---|---|
| Z کلموگروف اسمیرنوف | ۰/۶۸۴ | ۰/۳۲۸ | ۰/۱۹۹ | ۰/۳۱۷ |
| سطح معنی‌داری | ۰/۷۲۲ | ۰/۴۶۳ | ۰/۳۶۵ | ۰/۵۸۷ |

جدول ۳. نتایج آزمون t مستقل برای مقایسه عملکرد، دامنه حرکتی و کنترل پوسچر استاتیک بین دو گروه

| متغیر | گروه | انحراف معیار ± میانگین | اختلاف میانگین | t | df | سطح معنی‌داری |
|---|---|---|---|---|---|---|
| عملکرد† مفصل زانو* | PFP | ۳۹/۱۵ ± ۶/۳۳ | ۳۰/۸۱ | ۸/۳۷۲ | ۴۸ | ۰/۰۰۱ |
| | سالم | ۸/۳۴ ± ۱/۶۲ | | | | |
| دامنه فلکشن زانو* | PFP | ۱۴۳/۸۷ ± ۱۱/۶۵ | ۱۰/۷۱ | ۵/۲۸۶ | ۴۸ | ۰/۰۰۲ |
| | سالم | ۱۳۳/۱۶ ± ۱۱/۳۹ | | | | |
| دامنه اکستنشن زانو* | PFP | ۱/۲۷ ± ۰/۲۱ | -۳/۱۱ | -۲/۵۱۷ | ۴۸ | ۰/۰۰۵ |
| | سالم | ۴/۳۸ ± ۰/۶۷ | | | | |
| کنترل پوسچر استاتیک* | PFP | ۱۵/۸۴ ± ۳/۱۹ | -۲۵/۳۲ | ۱۱/۴۹۷ | ۴۸ | ۰/۰۰۱ |
| | سالم | ۴۱/۱۶ ± ۷/۴۱ | | | | |
| میانگین تعادل دینامیک | PFP | ۸۷/۳۳ ± ۹/۱۷ | -۹/۵۲ | ۶/۵۱۳ | ۴۸ | ۰/۰۰۳ |
| | سالم | ۹۶/۸۵ ± ۱۰/۸۵ | | | | |

†: مقادیر بیشتر، نشان‌دهنده عملکرد ضعیف‌تر و مقادیر کمتر نشان‌دهنده عملکرد بهتر می‌باشد.

*: تفاوت معنی‌دار بین دو گروه

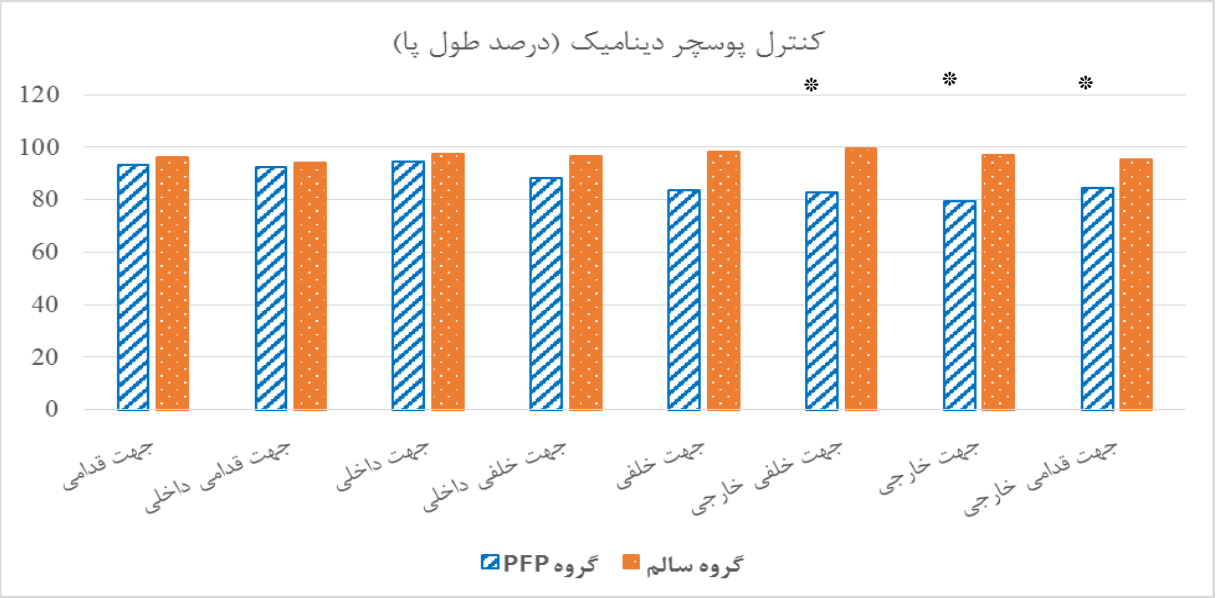


[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-22 ]

عملکرد، دامنه حرکتی فلکشن/ اکستنشن مفصل زانو و کنترل پوسچر استاتیک بین دو گروه ورزشکاران مبتلا به PFP و ورزشکاران سالم در جدول ۳ مقایسه شده است.

مطابق با جدول ۳، عملکرد مفصل زانوی دختران هندبالیست مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال بطور معنی‌داری ضعیف‌تر از گروه کنترل سالم، است($p=۰/۰۰۱$). همچنین، چنانکه از این جدول پیداست، در گروه مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال، دامنه حرکتی فلکشن بطور معنی‌داری بیشتر ($p=۰/۰۰۲$) و دامنه حرکتی اکستنشن بطور معنی‌داری کمتر ($p=۰/۰۰۵$) از گروه کنترل سالم است. بعلاوه، براساس اطلاعات این جدول، بین کنترل پوسچر استاتیک($p=۰/۰۰۱$) و میانگین کنترل پوسچر دینامیک($p=۰/۰۰۳$) دختران هندبالیست مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال و گروه کنترل سالم، تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

بعلاوه نتایج مقایسه کنترل پوسچر دینامیک دو گروه در هر یک از جهت‌های ۸ گانه آزمون تعادل ستاره، در شکل ۳ به طور شماتیک به تصویر کشیده شده است.




شکل ۳. مقایسه کنترل پوسچر دینامیک در جهات ۸گانه تست تعادل ستاره بین دختران هندبالیست مبتلا به PFP و گروه سالم. *: تفاوت معنی‌دار بین دو گروه

چنانکه شکل ۳ نشان می‌دهد، کنترل پوسچر دینامیک ورزشکاران مبتلا به PFP در جهات خلفی ($p=۰/۰۰۲$)، خلفی خارجی ($p=۰/۰۰۱$)، خارجی ($p=۰/۰۰۱$) و قدامی خارجی ($p=۰/۰۰۶$)، بطور معنی‌داری کمتر از گروه سالم است؛ اما در جهات قدامی، قدامی داخلی، داخلی و خلفی داخلی، بین کنترل پوسچر دینامیک دو گروه تفاوتی وجود ندارد ($p>۰/۰۵$).

## بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که عملکرد مفصل زانوی دختران هندبالیست مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال ضعیف‌تر از گروه کنترل سالم، بود. شواهد علمی نشان می دهد در افراد مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال، درد بر الگوهای حرکت و عملکرد اثرگذار است (۱۵)؛ به طوری که افراد مبتلا، در مقایسه با افراد نرمال عملکرد ضعیف‌تری از خود نشان می‌دهند (۱۷و۱۶). بعلاوه، ارتباط عملکرد



[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-22 ]

مفصل پاتلوفمورال با عضلات پهن داخلی مایل [1](VMO) و عمودی [2](VML) اثبات شده است (۱۸). مطالعات نشان داده‌اند که افراد مبتلا به این اختلال، در مقایسه با افراد سالم، عضلات کوادریسپس ضعیف‌تری دارند(۱۹، ۲۰).

سفتی ساختارهای خارجی مفصل پاتلوفمورال از قبیل باند ایلیوتیبیال [3](ITB)، وستوس لترالیس [4](VL)، همسترینگ خارجی و نیز عضلات گلوتئال می‌تواند منجر به فشار بیش از حدی به مفصل پاتلوفمورال و در نتیجه درد این مفصل شود. در نتیجه، چنین بیمارانی هنگام اجرای فعالیت بدنی از قبیل فعالیت های روزمره، دچار محدودیت و اختلال عملکرد هستند (۲۲). بعلاوه، در بیماران مبتلا به درد پاتلوفمورال، کاهش معنی دار گشتاور عضلات اکستنسور زانو در مقایسه با گروه سالم گزارش شده است (۲۵)، که این کاهش گشتاور اکستنسور زانو احتمالا مکانیسمی حمایتی برای کاهش نیروی عکس العمل مفصل پاتلوفمورال و لذا کاهش بار وارده به این مفصل خواهد بود. لیکن، این امر می‌تواند عامل موثری در کاهش عملکرد این بیماران در مقایسه با افراد سالم باشد.

نتایج این بخش از پژوهش، با یافته‌های پیوا و همکاران ، ناکاگاوا و همکاران ، خیام‌باشی و همکاران ، شروف و پانهال ، داتون و همکاران، فربر و همکاران و سونگ و همکاران همخوانی دارد (۲۴-۱۹و۳). همچنین، پایازا و همکاران در تحقیقی نشان دادند که افراد مبتلا به PFPS دارای ظرفیت عملکردی کمتر، اوج گشتاور عضلانی کمتر و عملکرد کمتر فلکسورها و اکستنسورهای زانو در مقایسه با افراد سالم هستند (۲۶). شروف و پانهال نیز در پژوهشی نشان دادند که عملکرد اندام تحتانی در مبتلایان به درد قدامی زانو بطور منفی تحت تاثیر قرار می گیرد (۲۲).

با این حال، نتایج تحقیق حاضر با یافته های چیو و همکاران ناهمسو بود لیکن این محققان از دو زیرگروه از بیماران PFP یکی با سفتی عضله پهن خارجی و دیگری با کندرومالاسی پاتلا استفاده کرده و یک گروه کنترل سالم را مورد مقایسه قرار ندادند.

نتایج تحقیق حاضر، همچنین نشان داد که در دختران هندبالیست مبتلا به درد پاتلوفمورال، دامنه حرکتی فلکشن زانو، بیشتر اما دامنه حرکتی اکستنشن زانو، کمتر از گروه ورزشکاران سالم، بود. این یافته می‌تواند به ضعف عضلات کوادریسپس و سفتی عضلات همسترینگ مبتلایان به این عارضه نسبت داده شود. زیرا ضعف کوادریسپس می‌تواند آزادی تحرک بیشتری را درطی فلکشن فراهم کرده و سفتی همسترینگ نیز محدودیت بیشتری را درطی عمل اکستنشن زانو ایجاد می‌نماید. محققان، ضعف و ناکارآمدی عملکردی عضلات کوادریسپس (۱۹) و سفتی و کوتاهی همسترینگ (۲۸و۱۹) را در افراد مبتلا به درد پاتلوفمورال گزارش کرده‌اند. در پژوهش دیگری پیشنهاد شده است که کاهش در انعطاف‌پذیری ساختارهای بافت نرم اطراف پاتلا از قبیل رتیناکولوم خارجی، تنسور فاسیا لاتا، همسترینگ، گاستروکنمیوس و رکتوس فموریس، عامل تعیین کننده‌ای در اتیولوژی سندروم PFP می‌باشد(۲۸). بنابراین، مطالعات گذشته حاکی از وجود ارتباط بین انعطاف‌ناپذیری عضلات ران و درد زانومی‌باشند. از طرفی، دامنه حرکتی بیشتر فلکشن در مبتلایان به PFP-چنانکه در پژوهش حاضر دیده شد- سبب افزایش بازوی اهرم تیبیا و ران می‌شود که نیازمند قدرت کوادریسپس بیشتری برای مقاومت در برابر گشتاور فلکشن ناشی از وزن بدن است. همچنین، ویلسون نشان داد که زنان مبتلا به PFP دامنه حرکتی اکستنشن کمتر و دامنه حرکتی فلکشن، آداکشن و آبداکشن هیپ بیشتری در قیاس با گروه سالم دارند (۲۹). استینبرگ و همکاران نیز نشان دادند که رقصنده‌های زن جوان با دامنه حرکتی کمتر در چرخش خارجی هیپ، پلانتارفلکشن آنکل، آبداکشن و

1. Vastus medialis oblique
2. Vastus medialis longus
3. Iliotibial band
4. Vastus lateralis



[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-22 ]

اکستنشن هیپ، به احتمال کمتری دچار این سندروم می-شوند و گروهی که کمترین میزان علائم PFP را داشتند، دامنه حرکتی محدودی در مفاصل هیپ و آنکل نشان دادند (۳۰). بعلاوه، نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های لورنز و همکاران، که دامنه حرکتی کمتری را برای چرخش داخلی تیبیا و اکستنشن زانو و دامنه حرکتی بیشتری را برای چرخش خارجی تیبیا در مبتلایان به PFP گزارش کردند (۳۱)، همسو بود.

برخلاف پژوهش حاضر، خوشرفتار یزدی و مکاران (۲۰۱۴) و تامی و کارلسون تفاوتی را بین دامنه حرکتی مبتلایان به PFP و گروه سالم گزارش نکردند (۳۳و ۳۲). اگرچه این نتایج با یافته‌های تحقیق حاضر در تناقض است، لیکن تحقیق حاضر با پژوهش‌های مذکور تفاوت‌هایی دارد. آزمودنی-های تحقیق خوشرفتار یزدی و همکاران اغلب مرد و آزمودنی‌های پژوهش تامی و کارلسون همگی مرد بودند درحالیکه آزمودنی‌های پژوهش حاضر، همگی زن بودند. بعلاوه، آزمودنی‌های این محققان (۱۵ نفر) بطور قابل توجهی کمتر از پژوهش حاضر (۲۵ نفر) بودند که می‌تواند درستی و تعمیم‌پذیری نتایج را تحت تاثیر قرار دهد. همچنین تامی و کارلسون از افراد غیرورزشکار و غیرفعال استفاده کردند؛ درحالیکه گزارش شده است که سندروم PFP بیشتر ورزشکاران را تحت تاثیر قرار می‌دهد و ورزش در سطوح بالا، از تاثیر بیشتری بر سفتی عضلات رویه خارجی مفصل زانو برخوردار است (۱).

مطابق نتایج پژوهش حاضر، توانایی کنترل پوسچر استاتیک دختران هندبالیست مبتلا به درد پاتلوفمورال از گروه کنترل سالم، کمتر بود. این یافته را می‌توان به کنترل عصبی-عضلانی تغییریافته بیماران مذکور و ایمبالانس عضلانی اطراف مفصل زانو، نسبت داد. تحقیقات نشان داده است که در این دسته از بیماران، بین عضلات قدامی و خلفی و نیز بین عضلات کناره‌های خارجی و داخلی مفصل زانو، یک ایمبالانس عضلانی وجود دارد که می‌تواند عامل موثری بر کاهش توانایی کنترل پوسچر باشد (۳۴). بعلاوه، گزارش شده است که درد مفصلی و کسر قدرت عضلانی می‌تواند تعادل استاتیک را در مبتلایان به PFPS تحت تاثیر قرار دهد (۲۹). اطلاعات رسیده از گیرنده‌های بینایی، شنوایی و حس عمقی به سیستم عصبی مرکزی، در حفظ تعادل بسیار مهم‌اند و وجود اختلال در هر یک از سیستم‌های کنترلی، می تواند افزایش نوسانات پوسچرال و کاهش تعادل را به همراه داشته باشد (۳۵). به نظر می‌رسد درد قدامی زانو نقش مهمی در اختلال در کنترل پوسچر داشته و موجب بروز الگوی راه رفتن غیرطبیعی شود (۱۷).

نتایج این بخش از تحقیق با یافته‌های کورش‌فرد و همکاران ، آمیناکا و گریبل، پیوا و همکاران، یلفانی و رئیسی و سیتاکر و همکاران همخوانی دارد (۳۶و۱۹و۱۷و۱۶و۱۴). همچنین در تحقیقی دیگر، درد زانو از جمله عوامل مؤثر در ایجاد اختلال تعادلی وضعیت ایستاده روی یک پا عنوان شده است (۳۷). سیتاکر و همکاران در پژوهشی نشان داده‌اند که در پای آسیب‌دیده مبتلایان به PFPS، تعادل استاتیک و قدرت عضلات کوادریسپس کمتر و زاویه Q بیشتر از پای سالم آنهاست؛ همچنین این محققان رابطه معنی‌داری بین قدرت کوادریسپس و همسترینگ و تعادل استاتیک گزارش کردند(۳۶).

با توجه به اینکه ضعف عضلانی، عدم انعطاف‌پذیری و مشکلات کنترل حرکتی همگی در حفظ تعادل نقش دارند، بنابراین دور از انتظار نیست که افراد مبتلا به سندروم PFP از عملکرد تعادلی ضعیف‌تری برخوردار باشند (۳۵)؛ زیرا ضعف عضلانی و کاهش قدرت عضلات کوادریسپس در این افراد تایید شده است (۲۰). نتایج مطالعه‌ای پیشین نشان داده است که ضعف عضلانی و اختلال در سازوکار اکستنسوری زانو عامل انحراف پاتلا از راستای اصلی خود و بروز درد در افراد مبتلا به PFP است و این افراد برای حفظ تعادل خود با تغییر در واکنش های تعادلی،



[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-22 ]

وضعیت‌های بدون درد را انتخاب می کنند که این امر موجب محدود شدن عملکرد تعادلی آن‌ها می شود (۱۶).
براساس نتایج پژوهش حاضر، توانایی کنترل پوسچر دینامیک در جهات خلفی، خلفی خارجی، خارجی و قدامی خارجی، در گروه مبتلا به درد پاتلوفمورال کمتر از گروه سالم بود. این نتیجه می‌تواند به ضعف عضلات آنترومدیال مفصل زانو از جمله رکتوس فموریس و وستوس مدیالیس در بیماران مبتلا به PFP نسبت داده شود. زیرا چنانکه تحقیقات نشان داده‌اند در مبتلایان به این عارضه، مقدار فعالیت الکتریکی و زمان پاسخ رفلکسی عضله وستوس مدیالیس کمتر از عضله وستوس لترالیس (۳۴و۳) و در گروه عضلانی کوادریسپس کمتر از گروه عضلانی همسترینگ (۳۳و۲۸و۱۹) می‌باشد. به نظر می‌رسد این عدم تعادل در فعالیت الکتریکی بین عضلات رویه‌های قدامی و خلفی و نیز بین عضلات رویه‌های داخلی و خارجی مفصل زانو، از مهمترین عوامل ضعف در سیستم کنترل پوسچر و اختلال در مکانیسم‌های تعادلی در بیماران مبتلا به PFP، باشد.
بعلاوه، گفته می‌شود حس عمقی مفصل زانو که یکی از مهم ترین سیستم های حسی در کنترل تعادل است، در افراد مبتلا به PFP و استئوآرتریت نسبت به افراد سالم، ضعیفتر است. به نظر می‌رسد اختلال در حس عمقی، کنترل حرکتی بدن را تحت تاثیر قرار داده و افت واکنش‌های تعادلی را به همراه داشته باشد (۳۹). بعلاوه، محمدی و همکاران در پژوهشی روی ۳۰ ورزشکار زن مبتلا به سندروم درد پاتلافمورال و ۳۰ ورزشکار زن غیرمبتلا، نشان دادند که استقامت عضلات ثبات دهنده کمری لگنی بویژه عضلات شکم در زنان مبتلا بطور معنی‌داری کمتر از زنان سالم می‌باشد (۴۰). بنابراین با توجه به تحقیقات فوق الذکر، PFP ممکن است با کاهش عملکرد حس عمقی و کاهش استقامت عضلات ثبات دهنده قدامی، تعادل دینامیک افراد را کاهش دهد.

اطلاعات در دسترس نشان می دهد که مطالعهٔ مستقیمی در زمینهٔ تاثیر سندروم درد قدامی زانو بر تعادل زنان هندبالیست انجام نشده است. با این وجود، برخی پژوهش‌ها به طور غیرمستقیم تعادل دینامیک افراد مبتلا به PFPS را کمتر از گروه کنترل گزارش کرده‌اند (۱۷). از جمله، این محققان به مطالعه حس عمقی این بیماران پرداخته و با نشان دادن ضعف حس عمقی این بیماران، چنین نتایجی را استنباط کرده‌اند. محققان دیگری همچون لولیل و همکاران و لیهاوین و همکاران از وجود رابطه بین درد عضلانی اسکلتی مزمن با اختلال تعادل و ریسک افتادن در افراد مسن خبر داده اند (۴۲و۴۱). نتایج پژوهش دیگری حاکی از تعادل دینامیک کمتر در افراد مبتلا به PFP در مقایسه با گروه کنترل است (۴۳).
بطور کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد که عملکرد مفصل زانو، کنترل پوسچر استاتیک و کنترل پوسچر دینامیک در جهات خلفی، خلفی خارجی، خارجی و قدامی خارجی در دختران هندبالیست مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال ضعیف‌تر از دختران سالم، بود. همچنین، در دختران هندبالیست مبتلا به درد پاتلوفمورال، دامنه حرکتی فلکشن زانو بیشتر و دامنه حرکتی اکستنشن زانو کمتر از گروه کنترل سالم، بود. این نتایج را بطور کلی می‌توان به اتخاذ یک وضعیت محتاطانه در هنگام انجام فعالیت‌های بدنی برای غلبه بر درد مفصل، ضعف و آتروفی عضلات ناحیه آنترومدیال زانو از جمله رکتوس فموریس و وستوس مدیالیس و نیز سفتی و کوتاهی عضلات رویه پوستروللترال مفصل از جمله همسترینگ خارجی، وستوس لترالیس و گلوتئوس مدیوس، نسبت داد.
با وجود نتایج قابل توجه پژوهش حاضر، یکی از محدودیت‌های موجود، عدم بکارگیری آزمودنی‌هایی از هر دو جنس و از رده‌های سنی مختلف، بود. احتمالا اجرای مطالعه‌ای روی هر دو جنس و نیز مقایسه رده‌های سنی مختلف می‌توانست به دقت تعمیمی نتایج کمک بیشتری



[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-22 ]

نماید. بعلاوه، در پژوهش حاضر راستای مفصل زانو و زاویه Q مورد مقایسه قرار نگرفت. به نظر می‌رسد مطالعه این عوامل اطلاعات بیشتر و دقیق‌تری را درخصوص مکانیسم سندروم PFP عرضه کند.

در تحقیق حاضر، بیماران PFPS، دارای اختلالاتی در عملکرد و دامنه حرکتی مفصل زانو در مقایسه با افراد سالم بودند. بنابراین مشارکت در تمرینات عملکردی اندام تحتانی، می‌تواند در بهبود عملکرد و دامنه حرکتی این بیماران مفید واقع گردد. همچنین، با توجه به اختلالات در مکانیسم‌های تعادلی بیماران مذکور، شرکت در برنامه‌های تمرینی ویژه بهبود تعادل استاتیک و دینامیک این بیماران از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد.

## نتیجه گیری

اختلال در کنترل پوسچر دینامیک در جهات خلفی و خارجی در پژوهش حاضر، به ضعف عضلات نواحی آنترومدیال مفصل زانو نسبت داده شده است. بنابراین، به مراکز توانبخشی و فیزیوتراپی پیشنهاد می‌شود در مواجهه با چنین بیمارانی، تقویت عضلات نواحی قدامی و داخلی مفصل زانو را به عنوان بخش مهمی از پروتکل‌های درمانی خود مدنظر داشته باشند.

## تشکر و قدردانی

بدینوسیله از مسئولین محترم مرکز تحقیقات پزشکی ورزشی دانشگاه علوم پزشکی تهران و فدراسیون هندبال جمهوری اسلامی ایران، قدردانی می گردد.

**Reference**

1. Lin F, Wilson NA, Makhsous M. In vivo patellar tracking induced by individual quadriceps components in individuals with patellofemoral pain. J Biomech 2010; 43: 235–241.
2. Myer GD, Ford KR, Stasi SL, Foss KD, Micheli LJ, Hewett TE. High knee abduction moments are common risk factors for patellofemoral pain (PFP) and anterior cruciate ligament (ACL) injury in girls: Is PFP itself a predictor for subsequent ACL injury? Br J Sports Med 2015; 49:118-22.
3. Song CY, Huanga HY, Chenb SC, Lin JJ, Chang AH. Effects of femoral rotational taping on pain, lower extremity kinematics, and muscle activation in female patients with patellofemoral pain. Journal of Science and Medicine in Sport, 2015 In Press.
4.Salsich GB, Perman WH. Tibiofemoral and patellofemoral mechanics are altered at small knee flexion angles in people with patellofemoral pain. J Sci Med Sport 2013;16:13-7.
5. Sheehan FT, Derasari A, Fine KM, Brindle TJ, Alter KE. Q-angle and J-sign: indicative of maltracking subgroups in patellofemoral pain. Clin Orthop Relat Res 2010;468: 266–75.
6. Cavazzuti L, Merlo A, Orlandi F, Campanini I. Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. Gait & Posture 2010; 32:290–295.
7. Fabiana RG, Fabio MA, Neri A. Effects of electrical stimulation of vastus medialis oblique in PFPS patients with patellofemoral pain syndrome: an electromyographic analysis. Rev Bras Fisioter 2010; 14: 477-82.
8. Dutton RA, Khadavi MJ, Fredericson M. Update on rehabilitation of patellofemoral pain. Curr Sports Med Rep 2014; 13:172-8.
9. Nejati P, Forugh B, Moeineddin R, Nejati M. Patellofemoral pain syndrome in Iranian female athletes. JAUMS 2008; 6: 177-81.
10. Yang CH, Huang JJ, Guo LY, Liang CC. Joint mobilization changes activations in gluteus and vasti muscles during functional activities in people without and with patellofemoral pain syndrome. 31 International Conferences on Biomechanics in Sports, Taipei, Taiwan, 2013, July 07 –11.



[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-22 ]

11. Berry T, Barnes A, Hanley P, Wheat J. Effect of pain on hip and knee kinematics during a prolonged run in female runners with patellofemoral pain syndrome. 32 International Conference of Biomechanics in Sports, Johnson City, TN, USA, 2014, July 12 –16.
12. Dye SF. The pathophysiology of patellofemoral pain syndrome. Paper presented at the 48th Annual National Athletic Trainers' Association Meeting and Symposium, Salt Lake City, UT. 1997.
13. Jain S, Wasnik S, Hegde C, Mittal A. High-flexion mobile-bearing knees: impact on patellofemoral outcomes in 159 patients. J Knee Surg 2014; 27:113-7.
14. Yalfani A, Raisi Z. Comparison of two methods quadriceps muscle strengthening on land and in the water on pain, function, static and dynamic balance in females with patellofemoral pain syndrome. Sport Medicine Studies 2013; 5: 91-108.
15. Syme G, Rowe P, Martin D, Daly G. Disability in patients with chronic patellofemoral pain syndrome: A randomised controlled trial of VMO selective training versus general quadriceps strengthening. Manual Therapy 2009; 14: 252-263.
16. Kourosh Fard N, Alizade MH, Kahrizi S. The Comparison of dynamic balance in female futsal players with and without patellofemoral pain syndrome. Journal of Sport Medicine 2009; 1: 55-68.
17. Aminaka N, Gribble PA. Patellar taping, patellofemoral pain syndrome, lower extremity kinematics, and dynamic postural control. J Athl Train 2008; 43: 21–28.
18. Carlson K, Smith M. A cadaveric analysis of the vastus medialis longus and obliquus and their relationship to patellofemoral joint function. Res J Biological Sci 2012; 1: 70-73.
19. Piva SR, Fitzgerald GK, Delitto A. Predictors of pain and function outcome after rehabilitation in patients with patellofemoral pain syndrome. J Rehabil Med 2009; 41:604–12.
20. Nakagawa TH, Baldon Rde M, Muniz TB, Serrão FV. Relationship among eccentric hip and knee torques, symptom severity and functional capacity in females with patellofemoral pain syndrome. Physical Therapy in Sport 2012; 12:133-139.
21. Khayambashi K, Mohammadkhani Z, Ghaznavi K, Lyle MA, Powers CM. The effects of isolated hip abductor and external rotator muscle strengthening on pain, health status, and hip strength in females with patellofemoral pain: a randomized controlled trial. J Orthop Sports Phys Ther 2012; 42:22-9.
22. Shroff R, Panhale V. Effect of anterior knee pain on lower extremity functions in young adults. Int J Health Sci Res 2014; 4:223-229.
23. Dutton RA, Khadavi MJ, Fredericson M. Update on rehabilitation of patellofemoral pain. Curr Sports Med Rep 2014; 13:172-8.
24. Ferber R, Bolgla L, Earl-Boehm JE, Emery C, Hamstra-Wright K. Strengthening of the hip and core versus knee muscles for the treatment of patellofemoral pain: a multicenter, randomized controlled trial. J Athl Train 2015; 50:366-77.
25. Kuriki HU, Azevedo FM, Filho RFN, Alves N. Onset of quadriceps activation and torque variation during stair ascent in individuals with patellofemoral pain. ConScientiae Saúde 2012; 11:642-650.
26. Piazza L, Vidmar MF, Oliveira LFB, Pimentel GL, Libardoni TC, Santos GM. Isokinetic evaluation, pain and functionality of subjects with patellofemoral pain syndrome. Fisioter Pesqui 2013; 20:130-135.
27. Chiu JK, Wong YM, Yung PS, Ng GY. The effects of quadriceps strengthening on pain, function, and patellofemoral joint contact area in persons with patellofemoral pain. Am J Phys Med Rehabil 2012; 91: 98-106.



[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-22 ]

28. Hudson Z, Darthuy E. Iliotibial band tightness and patellofemoral pain syndrome: a case-control study. Man Ther 2009; 14:147-51.
29. Willson JD, Davis IS. Lower extremity strength and mechanics during jumping in women with patellofemoral pain. J Sport Rehabil 2009; 18:76-90.
30. Steinberg N, Siev-Ner I, Peleg S, Dar G, Zeev A, and Hershkovitz I. Joint range of motion and patellofemoral pain in dancers. Int J Sports Med 2012; 33: 561–566.
31. Lorenz D, & Reiman M. The role and implementation of eccentric training in athletic rehabilitation: tendinopathy, hamstring strains, and ACL reconstruction. International Journal of Sports and Physical Therapy 2011; 6: 27-44.
32. Khoshraftar Yazdi N, Mehdikhani M, Zimmermann E. Comparison of range of motion of knee and hip in athletes with and without patellofemoral pain syndrome. Journal of Research in Applied Sciences 2014; 1: 70-77.
33. Thomee R, Karlson J. Patellofemoral pain syndrome in young women, a clinical analysis of alignment, common symptoms and functional activity level. Scandinavian of Medicine and Science in Sports 1999; 5: 237-244.
34. Wong YM & Ng GYF. Resistance training alters the sensorimotor control of vasti muscles. Journal of Electromyography and Kinesiology 2010; 20:180-184.
35. Spiers Sh. Comparison of the effects of aquatic and land-based balance training programs on the proprioception of college-aged recreational athletes. Master of Science degree Thesis, The University of Baylor.
36. Citaker S, Kaya D, Yuksel I, Yosmaoglu B, Nyland J. Static balance in patients with patellofemoral pain syndrome. Sports Physical Therapy 2011;3:524-27.
37. Hunt MA, McManus FJ, Hinman RS, Bennell KL. Predictors of single-leg standing balance in individuals with medial knee osteoarthritis. Arthritis Care & Research 2011; 62:496-500.
38. Rahimi M, Salavati M, Ebrahimi I, Mohammadi L. Evaluation of comparison of hamstring and rectus femoris muscles stiffness and peak torque between anterior knee pain patients and healthy subjects. Modern Rehabilitation 2013; 7: 21-28.
39. Bennell K, Wee E, Crossley K, Stillman B, Hodges P. Effects of experimentally-induced anterior knee pain on knee joint position sense in healthy individuals. Journal of Orthopaedic Research 2007; 23:46-53.
40. Mohamadi E, Rajabi R, Alizadeh MH. The comparison of the lumbopelvic stabilizer muscle endurance in female athletes with and without patellofemoral pain syndrome. Research in Rehabilitation Sciences 2014; 9: 424-34.
41. Levelille SG, Jones RN, Kiely DK, Hausdorff JM,Shmerling RH, Guralnik JM. Chronic musculoskeletal pain and the occurrence of falls in an older population. JAMA 2010; 302:2214-21.
42. Lihavainen K, Sipila S, Rantanen T, Sihvonen S, Sulkava R, Hartikainen S. Contribution of musculoskeletal pain to postural balance in community-dwelling people aged 75 years and older. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2011; 65:990-6.
43. Goto S. The effect of patellofemoral pain syndrome on the hip and knee neuromuscular control on dynamic postural control task. 2009, Master of Science degree Thesis, The University of Toledo.

[ Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2026-11-22 ]