

Research Paper

Evaluation of the Relationship Between Patellar Position With Lower Limb Function and Balance in Athletes With Patellofemoral Pain Syndrome



Sara Asadi¹, *Seyyed Hossein Hosseini², Hassan Daneshmandi¹

1. Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Guilan, Iran.
2. Department of Physical Education, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Guilan, Iran.



Citation Asadi S, Hosseini SH, Daneshmandi H. [Evaluation of the Relationship Between Patellar Position With Lower Limb Function and Balance in Athletes With Patellofemoral Pain Syndrome (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2023; 12(1):90-101. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.1.6>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.1.6>



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

ABSTRACT

Background and Aims Patellofemoral pain syndrome often results from misalignment of the patellofemoral joint that can affect lower limb function. Therefore, the present study investigated the relationship between patellar position and lower limb function and balance in athletes with patellofemoral pain syndrome.

Methods In this exploratory analytical study, 39 male and female athletes with this syndrome with an average age of 25.6±4.7 years were selected by available sampling. Lower limb function and dynamic balance were measured by the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis index (WOMAC) scale and Y balance test, respectively, and patellar position was assessed by digital radiology. The Pearson correlation test was used to analyze the data at a significance level of 0.05.

Results The results showed that the position of the patella was significantly associated with lower limb function and dynamic balance (P<0.01). Accordingly, lower limb function on the WOMAC scale had a significant positive relationship with patellar tilt angle and patellar congruence angle (P=0.001). Also, dynamic balance showed a significant negative relationship with patellar tilt angle (P=0.007) and patellar congruence angle (P=0.002).

Conclusion According to the results of the present study, the higher the tilt angle and patellar homogeneity, the weaker, the lower limb function and dynamic balance. Therefore, it is suggested that the position of the patella should always be considered and corrected to improve performance and balance and promote the record of sports activities of athletes with this disorder and facilitate their return to sports.

Keywords Patellofemoral pain, Athletes, Patellar position, Function, Balance

Received: 28 May 2021

Accepted: 15 Jun 2021

Available Online: 21 Mar 2023

* Corresponding Author:

Seyyed Hossein Hosseini

Address: Department of Physical Education, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Guilan, Iran.

Tel: +98 (912) 2804755

E-Mail: hoseini.papers@gmail.com

Extended Abstract

Introduction

Patellofemoral pain syndrome is one of the most common causes of knee pain in athletes, which often causes an inability to do daily activities and participate in sports. Improper alignment and abnormal patella movement are important causes of this syndrome. On the other hand, it has been proven that the main mechanism of patellofemoral pain is related to overuse of the patellofemoral joint, often seen in athletes. Therefore, due to the prevalence of such disorders in the athlete's community, and on the other hand, the increasing expansion of sports activities among young people, the research gap and the need to conduct research focused on musculoskeletal disorders in this population are felt. Therefore, the current study aimed to investigate the relationship between the position of the patella and lower limb function and balance in athletes with patellofemoral pain syndrome.

Materials and Methods

The statistical population of this exploratory analytical research is all athletes with patellofemoral pain syndrome living in Gilan Province, Iran. The samples were selected by the available sampling method from the athletes referred to the physiotherapy and orthopedic clinics who met the inclusion criteria and were willing to participate in the research. Among the 115 affected male and female athletes, 76 lacked the conditions to participate in the study. Finally, 39 volunteer athletes from indoor sports, including futsal, basketball, handball, and volleyball (22 women and 17 men), were purposefully selected.

The inclusion criteria were as follows: the presence of anterior knee pain or pain around or behind the patella and the aggravation of this pain when doing activities such as going up and down the stairs, sitting for a long time, or squatting; 2) presence of patellofemoral pain symptoms for more than 6 months; having a pain intensity equal to or greater than 3 based on the visual analogue scale (VAS); membership in one of the sports clubs of Gilan Province and having a sports experience of at least 6 years; and being between 20 and 30 years old. The exclusion criteria were as follows: history of knee surgery in the last year; the presence of neurological disorders such as vestibular system defects, pregnancy, anterior knee bursitis, patellar tendonitis, Osgood-Schlatter disease, or other known pathological conditions in the knee joint, inflammatory arthritis of the knee, dislocation of the patella, history of knee joint physiotherapy, shin splint and a stress fracture

in leg bones. The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis index (WOMAC) scale was used to assess functional ability, one of the most widely used questionnaires to evaluate knee joint stiffness and physical function.

The maximum overall score of the questionnaire is 96, with a higher number indicating a higher functional failure and a lower number indicating a better functional ability. Dynamic balance was measured with the Y balance test. First, the subject without shoes stood with one foot on the center of the board. When he or she kept his balance on one leg, he or she directed the reaching sign with the free leg first in the anterior direction, then diagonally to the posterolateral side, and finally to the posteromedial side. Each subject performed the balance test for each direction three times with a 3-minute break between repetitions. The average measurements obtained in three directions were divided by the length of the person's foot and multiplied by 100 to eliminate the effect of the length of the foot on the balance size.

To measure the position of the patella, the subjects were advised to avoid taking painkillers for at least 48 hours before measuring the variables. To image the angular state of the patella bone, including the tilt angle and the congruence angle, we used the GXR-SD digital radiology device manufactured by DRGEM, equipped with American VARIAN tubes, with a resolution of 9 megapixels, with an image output of 800 mA and a 16-bit image depth, equipped with Automatic collimator and AEC system. To image the patellar alignment, the subjects were asked to place the knee in a fixed flexion of 20 degrees (known as Laurin's view) in the supine position. In this situation, the X-ray beam was directed from the bottom to the top (from the ankle to the knee), and radiography was taken using a digital radiology device. To analyze the relationship between the variables, considering the normality of the data distribution (based on the results of the Shapiro-Wilk test), the Pearson correlation test was used at a significance level of 0.05.

Results

According to the present study, among the subjects (39 athletes including 22 women and 17 men), patellofemoral pain syndrome occurred in 30 patients in the knee of the dominant leg and the other 9 patients in the knee of the non-dominant leg. According to Shapiro-Wilk test results, the distribution of all data was normal because the significance level in all variables was greater than 0.05. Therefore, the relationship between the variables was investigated through the parametric statistical test of the Pearson

correlation. Based on the results, the patella's position was significantly associated with lower limb function and dynamic balance ($P < 0.01$). Accordingly, lower limb function on the WOMAC scale had a significant positive relationship with patellar tilt angle and patellar congruence angle ($P = 0.001$). Also, dynamic balance showed a significant negative relationship with patellar tilt angle ($P = 0.007$) and patellar congruence angle ($P = 0.002$).

Conclusion

According to the results of the present study, the higher the tilt angle and patellar homogeneity, the weaker the lower limb function and dynamic balance. Therefore, the present study's results indicate a significant relationship between the position of the patella and the function of the lower limb and dynamic balance in athletes suffering from patellofemoral pain. Therefore, to improve the performance and balance of injured athletes and return these athletes to their initial sports levels, the coaches and specialists in corrective movements and sports rehabilitation are suggested to first screen the position of the patella and, accordingly, to plan to perform special exercises to correct the location of the patella, so that we can hope to improve the record of sports activities of these injured athletes.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The ethical principles were observed following the guidelines of the [Guilan University of Medical Sciences](#) Research Ethics Committee (Ethical Code: IR.GUMS.REC.1397.502).

Funding

This study was extracted from MSc thesis of Asadi, with the guidance of Seyyed Hossein Hosseini and consultation of Hassan Daneshmandi at the Department of Sports Injuries and Corrective exercises, [Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan](#).

Authors' contributions

All authors contributed equally in preparing all parts of the research.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The researchers hereby express their gratitude to all the colleagues, officials, and subjects who helped us conduct the present research. Also, we thank the respected Radiology Clinic of [Pars Special Hospital of Rasht](#) staff and all athletes who helped us in this research.



مقاله پژوهشی

بررسی ارتباط بین موقعیت قرارگیری کشکک با عملکرد اندام تحتانی و تعادل در ورزشکاران با سندرم درد کشکک رانی

سارا اسدی^۱، سید حسین حسینی^۲، حسن دانشمندی^۱

۱. گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، گیلان، ایران.

۲. گروه تربیت بدنی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، گیلان، ایران.

Use your device to scan and read the article online



Citation Asadi S, Hosseini SH, Daneshmandi H. [Evaluation of the Relationship Between Patellar Position With Lower Limb Function and Balance in Athletes With Patellofemoral Pain Syndrome (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2023; 12(1):90-101. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.1.6>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.1.6>

چکیده



مقدمه و اهداف: سندرم درد کشکک رانی غالباً ناشی از تغییرات در راستای مفصل کشکک رانی بوده که می‌تواند عملکرد اندام تحتانی را تحت تأثیر قرار دهد. از این‌رو هدف تحقیق حاضر، ارتباط بین موقعیت قرارگیری کشکک با عملکرد اندام تحتانی و تعادل در ورزشکاران با سندرم درد کشکک رانی بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش تحلیلی اکتشافی، تعداد ۳۹ نفر از زنان و مردان ورزشکار مبتلا به این عارضه با میانگین سن ۲۵/۶±۴/۷ سال به‌روش دردسترس انتخاب شدند. سنجش عملکرد اندام تحتانی و تعادل پویا به‌ترتیب با مقیاس «WOMAC» و تست تعادل ۷ ارزیابی موقعیت قرارگیری کشکک توسط رادیولوژی دیجیتال انجام شد. برای تحلیل داده‌ها، از آزمون همبستگی پیرسون در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج پژوهش نشان داد موقعیت قرارگیری کشکک ارتباط معناداری با عملکرد اندام تحتانی و تعادل پویا دارد (P<۰/۰۱). بر این اساس، عملکرد اندام تحتانی در مقیاس «WOMAC» با زاویه تیلت کشکک و زاویه تجانس کشکک، ارتباط مثبت معناداری داشت (P=۰/۰۰۱). همچنین تعادل پویا با زاویه تیلت کشکک (P=۰/۰۰۷) و زاویه تجانس کشکک (P=۰/۰۰۲)، ارتباط منفی معناداری را نشان داد.

نتیجه‌گیری: مطابق نتایج پژوهش حاضر، هرچه زاویه تیلت و تجانس کشکک بیشتر باشد، عملکرد اندام تحتانی و تعادل پویا ضعیف‌تر خواهد بود؛ از این‌رو پیشنهاد می‌شود به منظور بهبود عملکرد و تعادل و ارتقای رکورد فعالیت‌های ورزشی ورزشکاران مبتلا به این عارضه و تسهیل بازگشت آن‌ها به ورزش، موقعیت قرارگیری کشکک همواره مورد توجه و اصلاح قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: درد کشکک رانی، ورزشکاران، موقعیت قرارگیری کشکک، عملکرد، تعادل

تاریخ دریافت: ۰۷ خرداد ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش: ۲۵ خرداد ۱۴۰۰

تاریخ انتشار: ۰۱ فروردین ۱۴۰۲

* نویسنده مسئول:

سید حسین حسینی

نشانی: رشت، دانشگاه گیلان، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه تربیت بدنی.

تلفن: +۹۸ (۹۱۲) ۲۸۰۴۷۵۵

رایانامه: hoseini.papers@gmail.com

مقدمه

رانی ۲۵ درصد از آسیب‌های مفصل زانو در بین بزرگسالان را به خود اختصاص می‌دهد و فعالیت‌های روزمره افراد را تحت تأثیر قرار می‌دهد و باعث کاهش عملکرد می‌شود [۱۳]. در خصوص علت بروز این سندرم در میان مطالعات پیشین اتفاق نظر وجود دارد، به طوری که نقش کلیدی در ایجاد سندرم درد کشکی رانی را جابه‌جایی کشکک روی شیار قرق‌های ران^۳ بیان کرده‌اند که موجب ایجاد اختلال در نحوه توزیع نیرو و همچنین باعث افزایش بار بر روی مفصل زانو می‌شود [۱۴]. درد مزمن در مفصل کشکی رانی یک مشکل جدی است که می‌تواند باعث محدودیت در حرکت، ایجاد آرتروز و ناتوانی دائمی در افراد شود [۱۵]. بین استئوآرتروز مفصل کشکی رانی و درد کشکی رانی ارتباط وجود دارد [۱۶]. همچنین آسیب کشکی رانی موجب می‌شود افراد مبتلا به درد کشکی رانی زمان زیادی را در ورزش و کار از دست دهند [۱۷]. درد کشکی رانی علاوه بر این که باعث ایجاد درد و کاهش عملکرد می‌شود، باعث بروز تغییرات کینماتیکی و کینماتیکی در سیستم حرکتی می‌شود [۱۸].

مطالعات متعدد حاکی از ارتباط بین درد مفصل کشکی رانی و راستای کشکک در میان ورزشکاران است [۹، ۱۹، ۲۰]. اردوگانگلو و همکاران تعادل پویا، راستای اندام تحتانی و وضعیت عملکردی بیماران مبتلا به سندرم درد کشکی رانی را بررسی کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد در راستای اندام تحتانی تغییراتی ایجاد می‌شود که ممکن است باعث اختلال در تعادل بیماران شود. باین‌حال، آن‌ها تفاوتی در تعادل پویای عملکردی بین پای آسیب‌دیده و پای سالم مشاهده نکردند. این محققان همچنین گزارش کردند تعادل پویا توسط بسیاری از تغییرات کینماتیکی اندام تحتانی مانند لگن و مچ پا تحت تأثیر قرار می‌گیرد [۲۱]. محققان گزارش کرده‌اند که افراد مبتلا به درد کشکی رانی، تعادل پویای ضعیف‌تری در قیاس با افراد بدون این عارضه دارند [۲۲]. بنابراین ضروری است ارتباط بین راستای کشکی رانی با عملکرد اندام تحتانی و تعادل ورزشکاران مورد مطالعه قرار گیرد و مکانیک حرکت و تغییرات پاسچرال و ساختاری مبتلایان بررسی شود.

از طرف دیگر، ثابت شده است که مکانیسم اصلی درد کشکی رانی به پرکاری مفصل کشکی رانی مربوط می‌شود، امری که غالباً در ورزشکاران دیده می‌شود. بنابراین با توجه به شیوع چنین اختلالاتی در جامعه ورزشکاران و از طرفی گسترش روزافزون فعالیت‌های ورزشی در بین جوانان، خلاء تحقیقاتی و نیز ضرورت انجام پژوهش‌هایی متمرکز بر اختلالات عضلانی-اسکلتی این جمعیت به‌وضوح احساس می‌شود.

سندرم درد کشکی رانی^۱ یکی از شایع‌ترین علل دردهای زانو در ورزشکاران به‌ویژه ورزشکاران زن است که اغلب موجب ناتوانی در فعالیت‌های روزمره و شرکت در ورزش می‌شود [۱، ۲]. به دلیل افزایش چشمگیر مشارکت در فعالیت‌های ورزشی چه به صورت تفریحی و یا حرفه‌ای در دهه اخیر، مشکلات مربوط به ورزشکاران از جمله دردها و ناراحتی‌های عضلانی-اسکلتی بیشتر ملموس بوده است و بررسی بیشتری را می‌طلبد. زنان نسبت به مردان در هنگام دویدن، میزان چرخش داخلی ران بیشتری دارند و در فعالیت‌هایی مثل اسکات یک پای، تمایل به ادداکشن ران بیشتری دارند که از دلایل شیوع بیشتر این سندرم در زنان می‌باشد [۳].

علاقه‌مندان زیادی به رشته‌های ورزشی پرتحرک وجود دارند و این رشته‌ها با حرکات مکرر، یکنواخت، پرش‌های کوتاه و اکستنشن و فلکشن‌های مکرر زانو همراه هستند که از جمله عوامل ایجادکننده این سندرم می‌باشند و ورزشکاران برای اجرای تکنیک‌ها و تاکتیک‌های متناسب رشته خود باید بدنشان را در وضعیت متناسب آن قرار دهند، بنابراین ممکن است زانو به‌ویژه مفصل کشکی رانی در چنین ورزشکارانی در معرض آسیب بیشتری قرار داشته باشد [۴].

بررسی درد کشکی رانی از جنبه‌های مختلف بالینی و عملکردی، یکی از محورهای پژوهشی اصلی در میان محققان حیطه‌های پاتومکانیک و پاتوکیزیولوژی بوده است [۵، ۶]. تعدد مطالعات موجود برای درمان این عارضه را شاید بتوان مهر تأییدی بر اظهار نظر دای در خصوص آسیب‌شناسی مفصل کشکی رانی دانست که از آن با عنوان «سیاه چاله ارتوپدی^۲» یاد کرده است [۷]. راستای نامناسب و حرکت غیرطبیعی کشکک از عوامل مهم ایجاد سندرم درد کشکی رانی می‌باشند [۸]. به نظر می‌رسد بدراستایی کشکی رانی بتواند عملکرد حرکتی و تعادل را تحت تأثیر قرار دهد. در تحقیقات پیشین بیان شده است که افراد مبتلا به درد کشکی رانی از تعادل پویای ضعیف‌تری نسبت به گروه غیرمبتلا برخوردار هستند [۹]. همچنین شواهد علمی نشان می‌دهند در افراد مبتلا به این سندرم، درد بر الگوهای حرکت و عملکرد اثر می‌گذارد، به طوری که این افراد از نظر کنترل تعادل حین حرکت، در مقایسه با افراد نرمال عملکرد ضعیف‌تری دارند [۱۰]. سندرم درد کشکی رانی با سختی مفصل در ارتباط است و اغلب باعث کاهش کیفیت زندگی افراد مبتلا می‌شود [۱۱].

مفصل زانو در ثبات و کنترل قامت بدن نقش بسزایی دارد. آسیب به مفاصلی مانند زانو موجب برهم خوردن ثبات، تعادل و راستای صحیح قامت فرد می‌شود [۱۲]. سندرم درد کشکی

3. Trochlear Groove

1. Patellofemoral Pain Syndrome (PFP)
2. Orthopedics black hole

بنابراین تحقیق حاضر درصدد بررسی ارتباط بین موقعیت قرارگیری کشکک با عملکرد اندام تحتانی و تعادل در ورزشکاران مبتلا به سندرم درد کشککی رانی است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر یک پژوهش تحلیلی اکتشافی و از نظر هدف، پژوهشی کاربردی است که در دانشگاه علوم پزشکی گیلان مصوب شد.

جامعه آماری تحقیق حاضر شامل کلیه ورزشکاران مبتلا به سندرم درد کشککی رانی استان گیلان بود. نمونه‌ها به روش در دسترس از بین ورزشکاران مراجعه‌کننده به کلینیک فیزیوتراپی و ارتوپدی که شرایط ورود به مطالعه را داشتند و حاضر به شرکت در تحقیق بودند، انتخاب شدند. پس از توضیحات کامل پیرامون تحقیق توسط آزمونگر، از بین ۱۱۵ نفر مرد و زن ورزشکار مبتلا به سندرم درد کشککی رانی، تعداد ۷۶ نفر شرایط لازم برای حضور در مطالعه را نداشتند و در نهایت ۳۹ ورزشکار داوطلب از رشته‌های سالنی شامل فوتسال، بسکتبال، هندبال و والیبال (۲۲ زن و ۱۷ مرد) به روش هدفمند در دسترس انتخاب شدند. از این تعداد، ۳۰ ورزشکار پای برترشان و ۹ ورزشکار پای غیر برترشان آسیب‌دیده بود. ورزشکاران واجد شرایط شرکت در آزمون، افرادی بودند که حداقل در ۶ ماه منتهی به اجرای آزمون‌ها درد کشککی رانی داشته باشند و این درد بیشتر در اطراف یا پشت کشکک احساس شود و با بالا و پایین رفتن از پله‌ها، نشستن برای مدت طولانی و یا چمباتمه زدن تشدید شود.

معیارهای ورود و از پژوهش

- وجود درد قدامی زانو یا درد در اطراف یا پشت کشکک و تشدید این درد هنگام انجام فعالیت‌هایی مانند بالا و پایین رفتن از پله‌ها، نشستن برای مدت طولانی و یا چمباتمه زدن،
- وجود علائم درد کشککی رانی در طول مدت بیش از ۶ ماه،
- داشتن شدت درد مساوی یا بیشتر از ۳ براساس مقیاس آنالوگ بصری درد^۴،
- عضویت در یکی از باشگاه‌های ورزشی استان گیلان و داشتن سابقه ورزشی حداقل ۶ سال،
- داشتن سن بین ۲۰ الی ۳۰ سال تا احتمال وجود تغییرات غضروفی نباشد [۱۱].

معیارهای خروج از پژوهش

- سابقه جراحی در زانو در یک سال اخیر،
- وجود اختلالات نورولوژیکی مانند نقص در سیستم دهلیزی،
- باردار بودن،
- بورسیت قدام زانو،
- تاندونیت کشکک،
- بیماری

از گودشلاتر و یا سایر وضعیت‌های پاتولوژیکی شناخته‌شده در مفصل زانو، ۷. آرتروزهای التهابی زانو، ۸. دررفتگی استخوان کشکک، ۹. سابقه فیزیوتراپی مفصل زانو، ۱۰. شین اسپلینت و استرس فرکچر در استخوان‌های ساق پا [۱۱].

به منظور انتخاب نمونه‌ها مطابق با معیارهای ورود/حذف آزمودنی‌ها، معاینات بالینی مربوطه را یک فیزیوتراپ و یک پزشک عمومی انجام دادند. پس از انتخاب نمونه‌ها مطابق با معیارهای ورود/خروج، اطلاعات لازم درخصوص هدف و نحوه اجرای پژوهش، اهمیت آن و نکاتی که می‌بایست برای شرکت در این مطالعه از سوی بیماران داوطلب رعایت می‌شد، ارائه شد؛ سپس از هر یک از آن‌ها رضایت‌نامه کتبی جهت اعلام آمادگی برای شرکت در پژوهش دریافت شد.

اندازه‌گیری متغیرها

ابتدا ویژگی‌های پیکرسنجی^۵ و شخصی آزمودنی‌ها شامل قد، وزن، سن، سابقه ورزشی، رشته ورزشی، میزان فعالیت ورزشی و اطلاعاتی در مورد زانوی آن‌ها در فرم جمع‌آوری اطلاعات ثبت شد. در مرحله بعد متغیرهای اصلی پژوهش اندازه‌گیری شد. عملکرد اندام تحتانی و تعادل پویا در سالن ورزشی و راستای زاویه‌ای کشکک در کلینیک رادیولوژی بیمارستان تخصصی پارس رشت اندازه‌گیری شد.

برای ارزیابی عملکرد اندام تحتانی، از مقیاس شاخص استئوآرتروز دانشگاه‌های غربی انتاریو و مک‌مستر «WOMAC»^۶ استفاده شد که یکی از پرکاربردترین پرسش‌نامه‌ها برای ارزیابی خشکی و عملکرد اندام تحتانی است. امتیاز کلی این پرسش‌نامه تا عدد ۹۶ متغیر بود و عدد بالاتر نشان‌دهنده ضعف عملکردی بیشتر و عدد پایین‌تر نشان‌دهنده عملکرد بهتر است [۲۳].

تعادل پویا با آزمون تعادلی ۷ اندازه‌گیری شد. پس از توضیحات لازم برای اجرای این آزمون، آزمودنی بدون کفش با یک پا روی مرکز تخته می‌ایستاد؛ زمانی که تعادل خود را روی یک پا حفظ می‌کرد، نشانه دست‌یابی را با پای آزاد ابتدا در جهت قدامی، سپس به‌طور مورب به سمت خلفی خارجی و در نهایت به سمت خلفی داخلی هدایت می‌کرد (زاویه بین جهات ۹۰، ۱۳۵ و ۱۳۵ درجه بود). اگر آزمودنی در حین ایستادن روی یک پا تعادل خود را از دست می‌داد، پای راهنما هنگام اجرا زمین را لمس می‌کرد، پس از هر بار اجرا در یک جهت قادر به بازگرداندن پای راهنما نبود و یا پاشنه پای تکیه‌گاه از زمین جدا می‌شد، آزمون مجدداً تکرار می‌شد. هر آزمودنی، تست تعادلی را برای هر جهت ۳ بار با

5. Anthropometry

6. Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index

4. Visual Analogue Scale (VAS)

روش‌های تجزیه و تحلیل داده‌ها

در بخش تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک^۷ برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. برای تحلیل رابطه بین متغیرها با توجه به نرمال بودن توزیع داده‌ها (براساس نتایج آزمون شاپیرو ویلک)، از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. سطح معناداری تفاوت‌ها برابر با ۰/۹۵ و میزان آلفا کوچک‌تر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از نسخه ۲۳ نرم‌افزار SPSS انجام شد.

یافته‌ها

آزمودنی‌های پژوهش حاضر، ۳۹ ورزشکار از رشته‌های ورزشی فوتبال، بسکتبال، هندبال و والیبال شامل ۲۲ زن و ۱۷ مرد با سابقه ورزشی بیشتر از ۶ سال بودند. سندرم درد کشککی رانی در ۳۰ نفر از بیماران در زانوی پای برتر و در ۹ نفر دیگر در زانوی پای غیربرتر، رخ داده بود. ویژگی‌های پیکرسنجی آزمودنی‌ها و مقادیر متغیرهای اصلی پژوهش در جدول شماره ۱ گزارش شده است.

براساس نتایج آزمون شاپیرو ویلک (جدول شماره ۲)، توزیع همه داده‌ها نرمال بود، زیرا سطح معناداری در همه متغیرها بیشتر از ۰/۰۵ بود. در نتیجه، بررسی رابطه بین متغیرها از طریق آزمون آماری پارامتریک همبستگی پیرسون انجام شده است.

نتایج آزمون همبستگی پیرسون برای بررسی رابطه بین عملکرد اندام تحتانی و موقعیت قرارگیری کشکک در جدول شماره ۳ گزارش شده است. براساس نتایج این آزمون، عملکرد اندام تحتانی با زاویه تیلت کشکک و زاویه تجانس کشکک، ارتباط مثبت معناداری دارد ($P=0/001$).

همچنین، نتایج آزمون همبستگی پیرسون برای بررسی رابطه بین تعادل پویا و موقعیت قرارگیری کشکک در جدول شماره ۴ گزارش شده است. براساس نتایج این آزمون، تعادل پویا با زاویه تیلت کشکک ($P=0/007$) و زاویه تجانس کشکک ($P=0/002$)، ارتباط معناداری دارد.

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد بین موقعیت قرارگیری کشکک و عملکرد اندام تحتانی در مبتلایان به سندرم درد کشککی رانی، ارتباط مثبت معناداری وجود دارد. به بیان دیگر، زاویه تیلت کشکک و زاویه تجانس کشکک هر یک از ارتباط مثبت معناداری با عملکرد اندام تحتانی برخوردار بودند؛ به عبارت روشن‌تر، زانوهای که دارای زاویه تیلت بیشتری بودند، از عملکرد ضعیف‌تری (نمرات بیشتر در مقیاس WOMAC) نیز برخوردار

فاصله اسراحت ۳ دقیقه‌ای بین تکرارها اجرا می‌کرد. میانگین اندازه‌های به دست آمده در ۳ جهت بر اندازه طول پای فرد تقسیم و در عدد ۱۰۰ ضرب می‌شد تا اثر اندازه طول پا در اندازه تعادل از بین برود.

برای اندازه‌گیری موقعیت قرارگیری کشکک هر یک از آزمودنی‌ها براساس نوبت‌های تعیین شده جهت انجام عکس برداری از مفصل زانو، به کلینیک رادیولوژی مراجعه کردند. به بیماران توصیه اکید شده بود تا حداقل طی ۴۸ ساعت قبل از اندازه‌گیری متغیرها از مصرف داروهای مسکن اجتناب کنند. برای تصویربرداری از وضعیت زاویه‌ای استخوان کشکک شامل زاویه تیلت و زاویه تجانس از دستگاه رادیولوژی دیجیتال مدل GXR-SD ساخت شرکت DRGEM مجهز به تیوب‌های VARIAN آمریکا دارای رزولوشن ۹ مگاپیکسل، با خروجی تصویر ma 800 و با عمق تصویر ۱۶ بیتی، مجهز به کولیماتور اتوماتیک و سیستم AEC جهت کنترل تابش اشعه و جلوگیری از دریافت دز بیش از حد توسط بیمار، استفاده شد. به منظور عکس برداری از راستای کشکک، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا در وضعیت طاق باز، زانو را در فلکشن ثابت ۲۰ درجه (معروف به نمای Laurin) قرار دهند، در این وضعیت پرتو اشعه ایکس از پایین به بالا (از مچ پا به سمت زانو)، هدایت شد و عکس برداری رادیوگرافی با استفاده از دستگاه رادیولوژی دیجیتال صورت گرفت.

برای ارزیابی و تعیین زاویه تیلت کشکک، ابتدا برجسته‌ترین بخش برآمده داخلی و خارجی کشکک تعیین می‌شد. سپس بین کناره برجسته داخلی کشکک و کناره برجسته خارجی آن یک خط ترسیم می‌شد. زاویه تیلت کشکک در واقع زاویه‌ای است که بین خط واصل کناره‌های برجسته داخلی و خارجی کشکک و یک خط افقی فرضی تشکیل می‌شود. این زاویه مقدار انحراف قدامی کشکک از کناره داخلی مفصل کشککی رانی را نشان می‌دهد. هرچه اندازه این زاویه بیشتر باشد، نشان‌دهنده شیفت بیشتر کشکک به سمت جلو است که نشان‌دهنده ضعف عضله پهن داخلی می‌باشد. مقدار تیلت خارجی کشکک تا حداکثر ۵ درجه به صورت نرمال توصیف شده است [۲۴].

برای ارزیابی زاویه تجانس، ابتدا از مرکز شیار دیستال ران ۲ خط به بالاترین نقطه‌های کندیل‌های داخلی و خارجی آن وصل شد؛ زاویه ایجاد شده بین این ۲ خط را زاویه سولکوس ران می‌نامند. سپس، خط وسط این زاویه را ترسیم کرده که خط دیگری از رأس این زاویه به لبه غضروفی تحتانی کشکک وصل می‌شد. زاویه تجانس کشکک زاویه‌ای است که بین این ۲ خط تشکیل می‌شود. مقدار این زاویه اگر در کناره داخلی خط وسط زاویه سولکوس رانی تشکیل شود، به صورت درجات منفی و اگر در کناره خارجی این خط تشکیل شود، به صورت درجات مثبت بیان می‌شود [۲۴].

7. Shapiro-Wilk Test

جدول ۱. ویژگی‌های آنتروپومتریکی و مقادیر متغیرهای اصلی پژوهش (n=۳۹)

متغیر*	میانگین ± انحراف معیار
سن	۲۵/۶ ± ۴/۷
وزن	۶۹/۸ ± ۹/۲
قد	۱۶۹/۸ ± ۱۵/۳
شاخص توده بدن	۲۲/۸ ± ۲/۶
عملکرد اندام تحتانی	۳۶/۱۷ ± ۵/۳
تعادل پویا	۸۳/۹۹ ± ۹/۵
تیلت کشکک	۱۰/۹۷ ± ۱/۶
تجانس کشکک	۶/۸۴ ± ۰/۹

طب توانبخشی

برای کارایی عملکردی مفصل کشککی رانی، حفظ راستای کشکک در داخل ناودان قرقراهی ران ضروری است. شواهد علمی نشان می‌دهد در افراد واجد سندرم درد کشککی رانی، درد بر الگوهای حرکت و عملکرد اثرگذار است، به طوری که افراد مبتلا به این سندرم، در مقایسه با افراد نرمال عملکرد ضعیف‌تری از خود نشان می‌دهند [۲۷]. به علاوه، مطالعات نشان داده‌اند که افراد مبتلا به این اختلال عضلانی اسکلتی در مقایسه با افراد سالم، عضلات چهارسر ضعیف‌تری دارند [۲۸]. به دلیل سفتی ساختارهای خارجی مفصل کشککی رانی و درد و فشار مضاعف متمرکز بر سطح خارجی مفصل، بیماران مبتلا به سندرم درد کشککی رانی، هنگام اجرای فعالیت بدنی از قبیل فعالیت‌های روزمره دچار محدودیت و اختلال عملکرد می‌شوند [۲۹].

بر اساس تحقیقات انجام‌شده، با انحراف کشکک به خارج، بر لبه خارجی مفصل کشککی رانی فشار مضاعفی وارد و درد ایجاد می‌شود [۳۰]. این درد، خود مانعی بر سر راه عملکرد بهینه اندام تحتانی بیماران در فعالیت‌های مختلف می‌باشد [۳۱]. ناکاگاو و همکاران، هم‌راستا با یافته‌های این تحقیق، ظرفیت عملکردی کمتری را برای مبتلایان به سندرم درد

بودند. همچنین عملکرد زانوهای که از زاویه تجانس بیشتری برخوردار بودند، نیز ضعیف‌تر بود.

افزایش تیلت جانبی کشکک باعث افزایش فشار تماسی مفصل، باریکی فضای مفصلی و ناپایداری ایستای کشکک شده و با پیشرفت این سندرم و افزایش شدت درد همراه شده است [۲۵] و به‌عنوان علامتی برای افزایش فشار جانبی مفصل کشککی رانی در نظر گرفته می‌شود. ممکن است تیلت کشکک از طریق انتشار نامناسب نیرو در مفصل کشککی رانی منجر به افزایش درد و کاهش عملکرد شود. محققین نشان داده‌اند هنگامی که کشکک در وضعیت تیلت قرار دارد، تنش‌های مفصل کشککی رانی افزایش می‌یابد [۲۴]. زاویه تجانس کشکک به‌عنوان اندازه‌ای از شاخص عدم هم‌ترازی که منجر به نیمه دررفتگی مفصل کشککی رانی می‌شود، در نظر گرفته می‌شود [۲۶]. افزایش زاویه تجانس کشکک منجر به ناپایداری کشکک و تیلت به سمت جانب و یا ایجاد هر دو می‌شود و احتمال وقوع دررفتگی داخلی را افزایش می‌دهد. معمولاً با انتقال داخلی بیش‌ازحد برجستگی درشت‌نی همراه خواهد بود. این تغییرات در راستای کشکک از تأثیراتی منفی بر عملکرد اندام تحتانی برخوردار است [۲۵].

جدول ۲. نتایج آزمون شاپیرو ویلک (n=۳۹)

متغیر	آماره	سطح معناداری*
عملکرد	۰/۸۹۳	۰/۳۱۷
تعادل	۰/۶۱۷	۰/۲۰۹
تیلت	۰/۹۰۶	۰/۱۲۷
تجانس	۰/۷۳۹	۰/۱۸۵

* معناداری در سطح P > ۰/۰۵

طب توانبخشی

جدول ۳. نتایج آزمون همبستگی پیرسون بین عملکرد اندام تحتانی و موقعیت قرارگیری کشکک (n=۳۹)

متغیر	ضریب همبستگی	معناداری*
تیلت کشکک	۰/۶۰۸	۰/۰۰۱
تجانس کشکک	۰/۶۳۹	۰/۰۰۱

* همبستگی در سطح $P < 0.05$ معنادار است.

طب توانبخشی

باتوجه به این که ضعف عضلانی، عدم انعطاف پذیری و مشکلات کنترل حرکتی همگی در حفظ تعادل نقش دارند، بنابراین دور از انتظار نیست که افراد مبتلا به سندرم درد کشکک رانی از عملکرد تعادلی ضعیف تری برخوردار باشند [۲۵]، زیرا ضعف عضلانی و کاهش قدرت عضلات کوادریسپس در این افراد تأیید شده است [۲۸]. نتایج مطالعه 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 سندرم درد کشکک رانی است و این افراد برای حفظ تعادل خود با تغییر در واکنش‌های تعادلی وضعیت‌های بدون درد را انتخاب می‌کنند که این امر موجب محدود شدن عملکرد تعادلی آن‌ها می‌شود [۳۶].

گفته می‌شود حس عمقی مفصل زانو که یکی از مهم‌ترین سیستم‌های حسی در کنترل تعادل است، در افراد مبتلا به درد کشکک رانی و استئوآرتریت نسبت به افراد سالم، ضعیف‌تر است. به نظر می‌رسد اختلال در حس عمقی، کنترل حرکتی بدن را تحت تأثیر قرار دهد و با افت واکنش‌های تعادلی همراه باشد [۳۷]. به علاوه، محمدی و همکاران در پژوهشی بر روی ۳۰ ورزشکار زن مبتلا به سندرم درد کشکک رانی و ۳۰ ورزشکار زن غیرمبتلا، نشان دادند استقامت عضلات ثبات‌دهنده کمری لگنی به‌ویژه عضلات قدامی تنه (عضلات شکم) در زنان مبتلا به‌طور معناداری کمتر از زنان سالم می‌باشد [۳۸]. بنابراین باتوجه به تحقیقات یادشده، درد کشکک رانی ممکن است با کاهش عملکرد حس عمقی و کاهش استقامت عضلات ثبات‌دهنده قدامی، تعادل پویای افراد را کاهش دهد.

سیتاکر و همکاران تعادل ایستا را در بیماران مبتلا به سندرم درد کشکک رانی بررسی مطالعه قرار کردند. نتایج نشان داد در زانوی مبتلا به این سندرم تعادل ایستای تک پا و قدرت چهارسر کاهش و زاویه Q افزایش یافته است. آن‌ها

کشککی رانی در مقایسه با افراد سالم گزارش کردند [۲۸]. پایا و همکاران نیز در تحقیقی، نشان دادند افراد مبتلا به درد کشککی رانی دارای ظرفیت عملکردی کمتر، اوج گشتاور عضلانی کمتر و عملکرد کمتر فلکسورها و اکستنسورهای زانو در مقایسه با افراد سالم هستند و بنابراین تقویت این عضلات باید در توانبخشی این بیماران مورد ملاحظه قرار گیرد [۳۲]. شروف و پانهال نیز نشان دادند عملکرد اندام تحتانی در مبتلایان به درد قدامی زانو به‌طور منفی تحت تأثیر قرار می‌گیرد [۲۹].

مبری و همکاران در مقایسه توانایی عملکردی زانو بین زنان هندبالیست سالم و مبتلا به درد کشککی رانی نشان دادند عملکرد مفصل زانوی زنان هندبالیست مبتلا به درد کشککی رانی به‌طور معناداری ضعیف‌تر از گروه کنترل سالم بود [۳۳]. باین‌حال، برخلاف نتایج تحقیق حاضر، یافته‌های کارمونا و همکاران نشان داد عملکرد زانوی افراد مبتلا و غیرمبتلا به درد کشککی رانی، باهم تفاوت چندانی ندارد [۳۴]، لیکن آن‌ها در مطالعه خود فقط از بیمارانی استفاده کردند که از راستای نرمال کشکک برخوردار بودند. باوجود این براساس نتایج، بیماران پژوهش حاضر همگی از زاویه تیلت و زاویه تجانس بیشتری در زانوی مبتلا برخوردار بودند که حاکی از انحراف خارجی کشکک و به نوعی دررفتگی خارجی کشکک می‌باشد. این تفاوت در موقعیت کشکک بین آزمودنی‌های این پژوهش با پژوهش کارمونا و همکاران یقیناً می‌تواند ظرفیت عملکردی بیماران را تحت تأثیر قرار دهد و تفاوت‌های نتایج آن‌ها را توجیه کند.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد بین موقعیت قرارگیری کشکک و تعادل پویا در مبتلایان به سندرم درد کشککی رانی، ارتباط منفی معناداری وجود دارد؛ به عبارت دیگر، هرچه زاویه تیلت و زاویه تجانس کشکک بیشتر باشد، تعادل پویای این بیماران کمتر خواهد بود.

جدول ۴. نتایج آزمون همبستگی پیرسون بین تعادل پویا و موقعیت قرارگیری کشکک (n=۳۹)

متغیر	ضریب همبستگی	معناداری*
تیلت کشکک	-۰/۴۹۹	۰/۰۰۷
تجانس کشکک	-۰/۵۲۷	۰/۰۰۲

* همبستگی در سطح $P < 0.05$ معنادار است.

طب توانبخشی

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی گیلان در نظر گرفته شده و کد اخلاق به شماره IR.GUMS.REC.1397.502 دریافت شده است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان نامه خانم سارا اسدی با راهنمایی آقای دکتر سید حسین حسینی و مشاوره آقای دکتر حسن دانشمندی گروه حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان می‌باشد.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از پرسنل محترم کلینیک رادیولوژی بیمارستان تخصصی پارس شهرستان رشت و تمامی ورزشکاران که در این تحقیق ما را یاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین از تمامی همکاران، مسئولان و همچنین آزمودنی‌های پژوهش تشکر و تقدیر می‌شود.

رابطه‌ای بین درد، زاویه Q و تعادل ایستای تک‌پا مشاهده نکردند، درحالی‌که بین قدرت چهار سر و تعادل ایستا و نیز بین راستای اندام تحتانی و تعادل ایستا رابطه معناداری گزارش کردند [۳۹]. اردوگانگلو و همکاران تعادل پویا، راستای اندام تحتانی و وضعیت عملکردی بیماران مبتلا به سندرم درد کشککی رانی را بررسی کردند. آن‌ها ۶۲ فرد مبتلا به سندرم درد کشککی رانی یک‌طرفه را مورد مطالعه قرار دادند و متغیرها را در هر ۲ پای آن‌ها بررسی کردند. آن‌ها نشان دادند، در راستای اندام تحتانی تغییراتی ایجاد می‌شود که ممکن است باعث اختلال در تعادل بیماران شود. باین‌حال، تفاوتی بین تعادل پویای عملکردی در پای آسیب‌دیده و پای سالم مشاهده نکردند. همچنین گزارش کردند تعادل پویا توسط بسیاری از تغییرات کینماتیکی اندام تحتانی مانند لگن و مچ پا تحت تأثیر قرار می‌گیرد [۲۱].

مبری و همکاران در تحقیقی نشان دادند در همدبالیست‌های مبتلا به درد کشککی رانی، توانایی کنترل پاسچر استاتیک و کنترل پاسچر دینامیک در جهات خلفی، خلفی خارجی، خارجی و قدامی خارجی به‌طور معناداری کمتر از گروه سالم بود. آن‌ها این نتیجه را به ضعف عضلات رویه آنترومدیال مفصل زانو (رکتوس فموریس و وستوس مدیالیس) یا سفتی عضلات رویه پوسترولترال مفصل زانو (همسترینگ و وستوس لترالیس) در بیماران مبتلا به درد کشککی رانی، نسبت دادند [۳۳]. 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 و اختلال در مکانیسم‌های تعادلی در بیماران مبتلا به درد کشککی رانی باشد.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج پژوهش حاضر بر وجود رابطه قابل توجه موقعیت قرارگیری کشکک با عملکرد اندام تحتانی و تعادل پویا در ورزشکاران مبتلا به درد کشککی رانی دلالت می‌کند. از این‌رو به مربیان و متخصصان حرکات اصلاحی و توان‌بخشی ورزشی پیشنهاد می‌شود به منظور بهبود عملکرد و تعادل ورزشکاران آسیب‌دیده و بازگرداندن این ورزشکاران به سطوح اولیه ورزشی، ابتدا وضعیت قرارگیری کشکک را غربال‌گری کنند و تمریناتی در جهت اصلاح وضعیت قرارگیری کشکک به کار گیرند تا بتوانند به ارتقای رکورد فعالیت‌های ورزشی این ورزشکاران آسیب‌دیده امیدوار باشند.

References

- [1] Crossley KM, van Middelkoop M, Callaghan MJ, Collins NJ, Rathleff MS, Barton CJ. 2016 patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 2: Recommended physical interventions (exercise, taping, bracing, foot orthoses and combined interventions). *British Journal of Sports Medicine*. 2016; 50:844-52. [DOI:10.1136/bjsports-2016-096268] [PMID] [PMCID]
- [2] Witvrouw E, Callaghan MJ, Stefanik JJ, Noehren B, Bazett-Jones DM, Willson JD, et al. Patellofemoral pain: Consensus statement from the 3rd International Patellofemoral Pain Research Retreat held in Vancouver, September 2013. *British Journal of Sports Medicine*. 2014; 48(6):411-4. [DOI:10.1136/bjports-2014-093450] [PMID]
- [3] Boling M, Padua D, Marshall S, Guskiewicz K, Pyne S, Beutler A. Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2010; 20(5):725-30. [DOI:10.1111/j.1600-0838.2009.00996.x] [PMID] [PMCID]
- [4] Shiravi MA, Bagheri H, Hadian MR, Talebian S, Goharpi S. [Study of causes of patellofemoral pain syndrome in taekwondo athletes compared with non-athletes (Persian)]. *Journal of Medical Council of Islamic Republic of Iran*. 2008; 26(4):486-92. [Link]
- [5] 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. Paper presented at: 31st International Conference on Biomechanics in Sports. 29 August 2013; Taipei, Taiwan. [Link]
- [6] 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. Paper presented at: 32th International Conference of Biomechanics in Sports. 12 –16 July 2014; Johnson City, USA. [Link]
- [7] Dye SF, Vaupel GL. The pathophysiology of patellofemoral pain. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*. 1994; 2(3):203-10. [Link]
- [8] Song CY, Lin JJ, Jan MH, Lin YF. The role of patellar alignment and tracking in vivo: The potential mechanism of patellofemoral pain syndrome. *Physical Therapy in Sport*. 2011; 12:140-7. [DOI:10.1016/j.ptsp.2011.02.008] [PMID]
- [9] Callaghan MJ, Oldham JA. The role of quadriceps exercise in the treatment of patellofemoral pain syndrome. *Sports Medicine*. 1996; 21(5):384-91. [DOI:10.2165/00007256-199621050-00005] [PMID]
- [10] Chester R, Smith TO, Sweeting D, Dixon J, Wood S, Song F. The relative timing of VMO and VL in the aetiology of anterior knee pain: A systematic review and metaanalysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2008; 9:64. [DOI:10.1186/1471-2474-9-64] [PMID] [PMCID]
- [11] Waryasz GR, McDermott AY. Patellofemoral pain syndrome (PFPS): A systematic review of anatomy and potential risk factors. *Dynamic Medicine*. 2008; 7:9. [DOI:10.1186/1476-5918-7-9] [PMID] [PMCID]
- [12] Quatman CE, Hewett TE. The anterior cruciate ligament injury controversy: Is "valgus collapse" a sex-specific mechanism? *British Journal of Sports Medicine*. 2009; 43(5):328-35. [DOI:10.1136/bjism.2009.059139] [PMID] [PMCID]
- [13] Maffulli N. Anterior knee pain: An overview of management options. In: Puddu G, Giombini A, Selvanetti A, editors. *Rehabilitation of sports injuries*. Berlin: Springer; 2001. [DOI:10.1007/978-3-662-04369-1_12]
- [14] Wu CC, Chen MC, Tseng PY, Lu CH, Tuan CC. Patellar malalignment treated with modified knee extension training: An electromyography study. *Gait & Posture*. 2018; 62:440-4. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2018.04.005] [PMID]
- [15] MacIntyre NJ, Hill NA, Fellows RA, Ellis RE, Wilson DR. Patellofemoral joint kinematics in individuals with and without patellofemoral pain syndrome. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 2006; 88(12):2596-605. [DOI:10.2106/JBJS.E.00674] [PMID]
- [16] Utting MR, Davies G, Newman JH. Is anterior knee pain a predisposing factor to patellofemoral osteoarthritis? *The Knee*. 2005; 12(5):362-5. [DOI:10.1016/j.knee.2004.12.006] [PMID]
- [17] Sherman SL, Plackis AC, Nuelle CW. Patellofemoral anatomy and biomechanics. *Clinics in Sports Medicine*. 2014; 33(3):389-401. [DOI:10.1016/j.csm.2014.03.008] [PMID]
- [18] Noehren B, Sanchez Z, Cunningham T, McKeon PO. The effect of pain on hip and knee kinematics during running in females with chronic patellofemoral pain. *Gait & Posture*. 2012; 36(3):596-9. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2012.05.023] [PMID]
- [19] Dutton RA, Khadavi MJ, Fredericson M. Update on rehabilitation of patellofemoral pain. *Current Sports Medicine Reports*. 2014; 13(3):172-8. [DOI:10.1249/JSR.0000000000000056] [PMID]
- [20] Sheehan FT, Derasari A, Fine KM, Brindle TJ, Alter KE. Q-angle and J-sign: Indicative of maltracking subgroups in patellofemoral pain. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2010; 468(1):266-75. [DOI:10.1007/s11999-009-0880-0] [PMID] [PMCID]
- [21] Erdoganoglu Y, Pepe M, Kaya D, Tagrikulu B, Aksahin E, Aktekin CN. Lower extremity alignment due to patellofemoral syndrome and dynamic postural balance. *Journal of Orthopaedic Surgery*. 2020; 28(1):2309499019900819. [DOI:10.1177/2309499019900819] [PMID]
- [22] Aminaka N, Gribble PA. Patellar taping, patellofemoral pain syndrome, lower extremity kinematics, and dynamic postural control. *Journal of Athletic Training*. 2008; 43(1):21-8. [DOI:10.4085/1062-6050-43.1.21] [PMID] [PMCID]
- [23] Jain S, Wasnik S, Hegde C, Mittal A. High-flexion mobile-bearing knees: Impact on patellofemoral outcomes in 159 patients. *The Journal of Knee Surgery*. 2014; 27(2):113-7. [DOI:10.1055/s-0033-1353987] [PMID]
- [24] Lin YF, Lin JJ, Cheng CK, Lin DH, Jan MH. Association between sonographic morphology of vastus medialis obliquus and patellar alignment in patients with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2008; 38(4):196-202. [DOI:10.2519/jospt.2008.2568] [PMID]

- [25] Hunter DJ, Zhang YQ, Niu JB, Felson DT, Kwok K, Newman A, et al. Patella malalignment, pain and patellofemoral progression: The Health ABC Study. *Osteoarthritis Cartilage*. 2007; 15(10):1120-7. [DOI:10.1016/j.joca.2007.03.020] [PMID] [PMCID]
- [26] Houghton KM. Review for the generalist: Evaluation of anterior knee pain. *Pediatric Rheumatology*. 2007; 5:8. [DOI:10.1186/1546-0096-5-8] [PMID] [PMCID]
- [27] 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(3):252-63. [DOI:10.1016/j.math.2008.02.007] [PMID]
- [28] 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(3):133-9. [DOI:10.1016/j.ptsp.2011.04.004] [PMID]
- [29] Shroff R, Panhale V. Effect of anterior knee pain on lower extremity functions in young adults. *International Journal of Health Sciences & Research*. 2014; 4(12):223-9. [Link]
- [30] Bolgia LA, Boling MC. An update for the conservative management of patellofemoral pain syndrome: A systematic review of the literature from 2000 to 2010. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2011; 6(2):112-25. [PMID] [PMCID]
- [31] Sanchis-Alfonso V. Biomechanical bases for anterior knee pain and patellar instability In: Sanchis-Alfonso V, Ávila-Carrasco C, Prat-Pastor JM, Atienza CM, Cuñat E, editors. *Anterior knee pain and patellar instability*. Berlin: Springer; 2011. [Link]
- [32] Piazza L, Vidmar MF, Oliveira LFB, Pimentel GL, Libardoni TC, Santos GM. Isokinetic evaluation, pain and functionality of subjects with patellofemoral pain syndrome. *Fisioterapia e Pesquisa*. 2013; 20(2):130-5. [DOI:10.1590/S1809-29502013000200006]
- [33] Mobarra T, Hojjat S, Rahimi A. [Comparison of knee functional ability and static and dynamic postural control between female handball players with patellofemoral pain and healthy female handball players (Persian)]. *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences*. 2016; 21(4):94-106. [Link]
- [34] Carmona JM, Cabral, CMN, Marques, AM. Tibial rotations during step up exercise do not change knee extensor activity in the patellofemoral pain syndrome. Paper presented at: ²⁷ International Conference on Biomechanics in Sports; 17-21 August 2009; Limerick, Ireland. [Link]
- [35] Spiers Sh. Comparison of the effects of aquatic and land-based balance training programs on the proprioception of college-aged recreational athletes [MSc thesis]. Texas: The university of Baylor; 2010. [Link]
- [36] Lihavainen K, Sipilä 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. *The Journals of Gerontology: Series A*. 2010; 65(9):990-6. [DOI:10.1093/gerona/gkq052] [PMID]
- [37] 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*. 2005; 23(1):46-53. [DOI:10.1016/j.orthres.2004.06.008] [PMID]
- [38] Mohamadi, E, Rajabi R, Alizadeh MH. The comparison of the lumbopelvic stabilizer muscle endurance in female athletes with and without patellofemoral pain syndrome. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*, 2013; 9(3):424-434. [DOI:10.22122/jrrs.v9i3.766]
- [39] Citaker S, Kaya D, Yuksel I, Yosmaoglu B, Nyland J, Atay OA, et al. Static balance in patients with patellofemoral pain syndrome. *Sports Health*. 2011; 3(6):524-7. [DOI:10.1177/1941738111420803] [PMID] [PMCID]