Archive of SID

An Investigation of the Lower Extremity Kinematics During stair ambulation in people with patellofemoral pain syndrome: A Systematic Review

Yalfani A[1], Ahmadi M.H[2], Gandomi F[3], Bigdeli N[2]

Abstract

Purpose: Patellofemoral pain (PFPS) is considered as one of the most common reasons of knee pain with unknown cause and numerous biomechanical factors. Since patients report pain and functional constraints 5 to 8 years after treatment, therefore investigation of the lower limb kinematics during stair ambulation is necessary to determine compensatory mechanisms and the effectiveness of treatment interventions. The aim of the present review is to investigate the lower extremity kinematics during stair ambulation in people with PFPS.

Methods: The search articles from various databases Pubmed, Science Direct, Elsevier, Springer and articles about the years 2000 up to 2018 were extracted. To extract the articles, the following keywords have been used: PFPS, Hip adduction، Rear foot eversion, Flexion knee. Finally, 1200 articles were found and after reviewing the abstract and titles of articles, 240 articles were selected for the next review. Then, considering the main subject of the present study and inclusion/ exclusion criteria, 10 articles were selected for final investigation.

Results: The 10 extracted articles examined the kinematics of three sections: proximal, local, and distal during stair descent in PFPS patients.

Conclusion: According to the results of this study, changes in lower extremity kinematics during stairs ambulation will ultimately lead to an increase of reaction force and pressure in PFJ, which is one of main causes of development and pathology of PFPS Therefore, treatment interventions that comprehensively address changes in kinematics resulted in greater effectiveness in improving clinical symptoms for a long time.

Keywords: Flexion knee, Rear foot eversion, Hip adduction, Patellofemoral pain syndrome

Received: 2019.07.13 Accepted: 2019.08.29

بررسی کینماتیک اندام تحتانی هنگام بالا رفتن و پایین آمدن از پله در افراد مبتلا به سندروم درد پاتلوفمورال: مقاله مروری

علی یلفانی[۱]، محمدرضا احمدی[۲]، فرزانه گندمی [۳]، ناهید بیگدلی[۲]

هدف: سندروم درد پاتلوفمورال (Patellofemoral Pain، PFPS) یکی از رایج‌ترین دلایل زانو درد معرفی شده است، که علت آن ناشناخته مانده و عوامل بیومکانیکی متعددی برای آن، گزارش شده است. از آنجایی که بیماران ۵ الی ۸ سال پس از درمان، درد و محدودیت عملکرد را گزارش می‌دهند، بنابراین، بررسی کینماتیک اندام تحتانی برای تعیین مکانیسم‌های جبرانی و اثربخشی بهتر مداخلات درمانی امری ضروری به نظر می‌رسد. هدف از مطالعه مروری حاضر، بررسی کینماتیک اندام تحتانی هنگام بالارفتن و پایین آمدن از پله در افراد مبتلا به PFPS است.

روش بررسی: در این مطالعه، جستجوی مقالات از بانک‌های اطلاعاتی PubMed، Google Scholar، Elsevier، Springer آغاز شد و مقالات مربوط به سال، ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ میلادی استخراج شدند. برای استخراج مقالات از کلید واژهای: PFPS، Hip adduction ، Rear foot eversion ، Flexion knee استفاده شد؛ که در نهایت ۱۲۰۰ مقاله یافت شد. پس از بررسی چکیده

www.SID.ir

Archive of SID

و عنوان مقالات، ۲۴۰ مقاله برای بررسی بعدی انتخاب شدند، سپس با توجه به موضوع اصلی مطالعه حاضر، و معیارهای ورود و خروج، ۱۰ مقاله برای بررسی نهایی انتخاب شدند.

یافته ها: ۱۰ مقاله استخراج شده، کینماتیک سه بخش پرگزیمال، لوکال، دیستال را طی پایین آمدن از پله در بیماران PFPS بررسی کردند.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج مطالعات، تغییرات کینماتیکی اندام تحتانی در هنگام بالارفتن و پایین آمدن از پله، در نهایت به افزایش نیروی عکس‌العمل و فشار مفصل پاتلوفمورال منجر می‌شود، که از دلایل اصلی توسعه و ایجاد PFPS است. بنابراین مداخلات توانبخشی که بصورت جامع تغییرات کینماتیکی ایجاد شده را مورد توجه قرار دهند از اثربخشی بیشتری در بهبود علائم بالینی برای مدت زمان طولانی برخوردار خواهند بود.

کلمات کلیدی: سندروم درد پاتلوفمورال، آدداکشن ران، فلکشن زانو، اورشن بخش خلفی پا
نویسنده مسئول: محمدرضا احمدی، mohammadreza.ahmadi189@gmail.com، ORCID: 0000-0002-1098-431x
آدرس: همدان بلوار شهید احمدی روشن دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی
۱- استاد گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۲- کارشناس ارشد گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۳- استادیار گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

مقدمه

در کشور انگلستان روزانه بیش از ۱۰۰،۰۰۰ مراقبت اولیه در زمینه درمان بیماری های مرتبط با دردهای اسکلتی عضلانی انجام می‌شود که سالانه یک زیان اقتصادی ۷/۴ میلیون پوندی را به دلیل غیبت از کار برای اقتصاد این کشور به دنبال دارد (۱). زانو درد دومین بیماری شایع مرتبط با دردهای اسکلتی عضلانی بوده و سندروم درد پاتلوفمورال (PFPS؛ Patellofemoral Pain)، به عنوان یکی از رایج‌ترین دلایل درد زانو معرفی شده است که حدود ۲۵ الی ۴۰ ٪ از تمامی آسیب های زانو را به خود اختصاص داده و از جمله دلایل مراجعه افراد به کلینیک‌های ارتوپدی و طب ورزشی می‌باشد (۳ ،۱،۲). بارزترین نشانه های PFPS، درد در قسمت قدامی یا خلفی کشکک می باشد که در فعالیت هایی مانند: بالا و پایین رفتن از پله، نشستن های طولانی مدت، دویدن، پریدن و فعالیت هایی که مستلزم خم‌شدن زانو و افزایش فعالیت عضلات چهارسر رانی است، افزایش می‌یابد (۵ ،۴). شیوع سالانه PFPS در افراد عادی ۲۲/۷ ٪ می‌باشد (۶)، به طوری که از هر ۱۰۰۰ نفر ۲۲ نفر به PFPS مبتلا می شوند (۷). به طور کلی میزان شیوع PFPS در زنان ۲/۲۳ برابر نسبت به مردان بیشتر است و در سنین ۱۸ الی ۳۵ سال ۱۳٪ شیوع بالاتری دارد (۸). با گذشت زمان در ۷۴٪ از بیماران مبتلا به PFPS محدودیت در فعالیت های بدنی یا کناره گیری از میادین ورزشی گزارش شده است (۱۰ ،۹). نکته قابل توجه دیگر این است که، PFPS یکی از مهم‌ترین عواملی است که در آینده زمینه ابتلاء به استئوآرتریت (Osteoarthritis) مفصل زانو را در این افراد فراهم می‌سازد (۱۱). عوامل خطرزای داخلی PFPS، شامل کشش بیش از حد کشکک به سمت خارج، افزایش زاویه Q (زاویه تشکیل شده بین دو خط خار خاصره قدامی فوقانی به مرکز کشکک و خط وصل کننده بین مرکز کشکک و برجستگی درشت نی)، عدم تعادل در قدرت عضلات پهن داخلی و پهن خارجی می‌باشد. عوامل خارجی، شامل تغییرات کینماتیکی (Kinematic) اندام تحتانی و فعالیت های فیزیکی با مدت زمان بالا است (۱۲)؛ با این حال، یکی از رایج ترین فرضیات علت وقوع PFPS که مورد تایید کارشناسان قرار گرفته است، افزایش فشار و نیروی عکس‌العمل در مفصل پاتلوفمورال (PFJ) می‌باشد، که با کینماتیک غیر نرمال اندام تحتانی مرتبط است (۱۴، ۱۳). در چهارمین بیانیه اجماع بین‌المللی

www.SID.ir

Archive of SID

PFPS کارشناسان عوامل بیومکانیکی را به سه دسته: عوامل پروگزیمال (Proximal) (آدداکشن و چرخش داخلی ران)، لوکال (Local) (کاهش خم‌شدن زانو) و دیستال (Distal) (افزایش اِورشن قسمت خلفی پا) تقسیم کردند (۱۴). با توجه به موارد مذکور چندین فرضیه نظری پاتومکانیک PFPS را بیان کردند (۱۵)، به این صورت که، عوامل پروگزیمال شامل ضعف عضلانی یا اختلال در فعالیت عضلات ران است که در فعالیت های زنجیره حرکتی بسته باعث افزایش آدداکشن و چرخش داخلی ران می شود، که در نهایت با افزایش زاویه Q، آبداکشن زانو و بدراستایی کشکک همراه بوده و به توسعه ی PFPS کمک می‌کند (۱۷، ۱۶). فاکتورهای لوکال، مربوط به ضعف، اختلال در فعالیت عضلات چهارسر رانی، کاهش خم-شدن زانو و کاهش اوج گشتاور اکستنسوری زانو می باشد، که ممکن است یک مکانیسم جبرانی برای کاهش درد، نیروی فشاری و نیروی عکس‌العمل در PFJ باشد (۱۹، ۱۸)، اما از طرفی این مکانیسم ممکن است به تغییرات کینماتیکی در صفحه فرونتال مانند: آدداکشن و چرخش داخلی ران و اِورشن قسمت خلفی پا منجر شود (۲۰). مطالعات مربوط به عوامل دیستال به طور تخصصی به چگونگی مشارکت پا و مچ‌پا در توسعه PFPS می پردازند که محققین توجه اندکی به آن داشته اند (۲۱). نتایج مطالعات نشان دهنده این است که در هنگام بالارفتن و پایین آمدن از پله افزایش اورشن مفصل ساب‌تالار در مرحله ایستایی با افزایش چرخش داخلی درشت-نی و در نتیجه چرخش داخلی و آدداکشن ران همراه است که به توسعه PFPS کمک می‌کند (۲۳، ۲۲). این در حالی است که، بالارفتن و پایین آمدن از پله یکی از رایج ترین فعالیت های عملکردی روزانه بوده (۲۴) و نسبت به سایر وظایف عملکردی، بیشتر نیازمند کنترل اندام تحتانی در صفحه فرونتال (Frontal) است که با در نظر گرفتن این موضوع می‌توان از آن برای شناسایی اختلالات و الگوهای حرکتی غیر نرمال در افراد مبتلا به PFPS استفاده نمود (۲۵). از سوی دیگر بالارفتن و پایین آمدن از پله با افزایش نیروی فشاری در PFJ، بارگذاری بر سیستم اسکلتی عضلانی، عود کردن نشانه‌ها و گزارش درد همراه است که می تواند به دلیل الگوی حرکتی غیر نرمال و تغییرات کینماتیکی اندام تحتانی باشد، و در نتیجه مفاصل اندام تحتانی را مستعد آسیب سازد (۱۶). علیرغم موارد مذکور، علت وقوع PFPS ناشناخته مانده و عوامل بیومکانیکی متعددی برای آن گزارش شده است (۲۷، ۲۶). از آنجایی که تاکنون یک درمان قطعی برای PFPS مشخص نشده (۲۸) و معمولا ۵۶/۷٪ بیماران ۵ الی ۸ سال پس از درمان محدودیت عملکردی و درد را گزارش می کنند (۲۹)، بنابراین بررسی کینماتیک اندام تحتانی هنگام بالارفتن و پایین آمدن از پله، برای تعیین مکانیسم های جبرانی در الگوی حرکتی این افراد، جهت تعیین استراتژی توانبخشی بهتر یک امری ضروری است (۲۷). بنابراین، هدف محقق از تدوین این مقاله مروری، بررسی کینماتیک اندام تحتانی هنگام بالارفتن و پایین آمدن از پله در افراد مبتلا به PFPS، جهت تدوین استراتژی های توانبخشی هدفمند و اثرگذار بوده است.

روش بررسی

مطالعه مروری حاضر با جستجوی جامع و با استفاده از بانک-های اطلاعاتی PubMed، Science Direct، Google Scholar، Elsevier، Springer در بهمن ماه سال ۱۳۹۷ آغاز شد و تا اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۸ ادامه یافت. مقالات منتشر شده از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ میلادی مورد جستجو قرار گرفت. برای استخراج مقالات از کلید واژه‌های: PFPS، Hip adduction، Rear foot eversion، Flexion knee استفاده شد. روند بررسی و خروج مقالات در چهار مرحله انجام شد. مرحله اول: نتیجه جستجو، یافتن نزدیک به ۱۲۰۰ مقاله در پایگاه های ذکر شده بود، مرحله دوم: پس از بررسی عنوان و چکیده مقالات یافت شده ۲۴۰ مقاله برای بررسی بعدی انتخاب شدند که شامل مقالاتی بود که به بررسی کینماتیک اندام تحتانی در حالت دویدن، راه رفتن، فرود – پرش، بالارفتن و پایین آمدن از پله پرداخته بودند. سپس متن کامل تمام مقالات بررسی شد و پاتومکانیک مشترک و دلایل کینماتیکی و کینتیکی این پاتومکانیک ها بررسی و تجزیه و تحلیل شدند. مرحله سوم: با توجه به معیارهای ورود و خروج و موضوع اصلی مطالعه حاضر ۲۰۰ مقاله از روند بررسی خارج شدند که شامل: مقالات مروری، گزارشات موردی و مقالاتی که به بررسی کینماتیک اندام

www.SID.ir

Archive of SID

تحتانی در حالت دویدن، راه رفتن، فرود - پرش پرداخته بودند و ۴۰ مقاله برای بررسی در مرحله بعدی برگزیده شد. مرحله چهارم: از بین ۴۰ مقاله منتخب ۳۰ مقاله به بررسی کینماتیک سگمنتال های (Segmental) اندام تحتانی قبل و بعد از مداخلات درمانی (تیپینگ، بریس، کفی طبی و تمرین درمانی) پرداخته بودند. نتایج آزمایشات قبل از مداخلات بررسی و ثبت شدند و سپس این مقالات از روند بررسی خارج شدند و در نهایت ۱۰ مقاله که منحصرا به بررسی کینماتیک اندام تحتانی در هنگام بالارفتن و پایین آمدن از پله پرداخته بودند برای مرحله آخر انتخاب شد. معیارهای ورود: شامل مقالاتی بود که به بررسی کینماتیک اندام تحتانی (ران، زانو، پا) هنگام بالارفتن یا پایین آمدن از پله در افراد مبتلا به PFPS بصورت مطالعه مقطعی پرداخته بودند. معیارهای خروج شامل: گزارشات موردی، مقالات مروری، مقالات غیرمرتبط با موضوع مطالعه حاضر، مقالات کارآزمایی بالینی، مطالعات حیوانی یا جسد و مقالاتی که تنها مقدمه ای از آن ها در دسترس بود از روند بررسی خارج شدند.

یافته‌ها

پس از بررسی کامل متن ۱۰ مقاله مرتبط با موضوع مطالعه، که برای بررسی نهایی انتخاب شده بودند، نتایج آن مقالات، در جدول ۱ به صورت جزئی تشریح شده است. این مطالعات کینماتیک غیر نرمال اندام تحتانی (پروگزیمال، لوکال، دیستال) را در هنگام پایین آمدن از پله بررسی کردند.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف محقق از تدوین این مقاله مروری، بررسی کینماتیک اندام تحتانی هنگام بالارفتن و پایین آمدن از پله در افراد مبتلا به PFPS، جهت تعیین استراتژی‌های توانبخشی هدفمند و اثرگذار می باشد.

نتایج مطالعات نشان می دهد که در ۵۲ درصد از افراد مبتلا به PFPS هنگام بالارفتن و پایین آمدن از پله حداقل دو تغییر کینماتیکی در اندام تحتانی وجود دارد که از این مقدار ۲۴٪ مربوط به تغییرات کینماتیکی پروگزیمال- لوکال، ۱۶٪ لوکال – دیستال و ۱۲٪ پروگزیمال- دیستال می باشد که با افزایش درد و کاهش سطح عملکرد ارتباط مستقیمی دارد، اما با این حال ممکن است که تعداد این تغییرات در بین این افراد متفاوت (۲ یا ۳ تغییر کینماتیکی) باشد (۳۰). بر اساس سیستم زنجیره حرکتی، اختلال ارتوپدیکی و یا ناهنجاری به وجود آمده در یک بخش از بدن به بخش های دیگر نیز منتقل می‌شود و آن ها را متأثر می سازد (۳۱). درک بیومکانیک اندام تحتانی امری ضروری می باشد، چرا که پاتومکانیک زنجیره ای که بین سگمنتال های اندام تحتانی ایجاد می‌گردد، ممکن است در وقوع برخی آسیب ها از جمله: PFPS، پارگی رباط صلیبی قدامی و سندروم ایلیوتبیال‌باند (Iliotibial band syndrome) موثر باشد (۳۲). تغییرات کینماتیکی اندام تحتانی، در افراد مبتلا به PFPS در نهایت باعث افزایش نیروی عکس‌العمل و فشار در PFJ می شود؛ که از مهم ترین علل توسعه و ایجاد PFPS است (۱۴، ۱۳). در نهایت این مکانیسم روند تخریبی مفصل PFJ و درشت‌نی - رانی را تسریع می‌کند و در آینده به استئوآرتریت مفصل زانو منجر می‌شود. نتایج نهایی از تجزیه و تحلیل مقالات در سه بخش پروگزیمال، لوکال و دیستال تشریح گردید.

پروگزیمال

بر اساس نتایج مطالعات، در افراد مبتلا به PFPS نسبت به افراد سالم هنگام بالارفتن و پایین آمدن از پله افزایش آدداکشن و چرخش داخلی ران مشاهده شده است که می‌تواند به دلیل ضعف، تاخیر در شروع و مدت زمان اندک فعالیت عضله سرینی‌میانی و دیگر عضلات آبداکتور ران (Abductor hip) یا یک مکانیسم جبرانی برای حفظ مکانیک طبیعی مفصل زانو در صفحه ساجیتال (Sagittal) باشد، که با اختلال کنترل حرکت ران در صفحه فرونتال همراه است و منجر به افزایش زاویه Q و در نهایت باعث افزایش فشار و تغییر در بیومکانیک PFJ می‌شود (۳۳) بدین صورت که افزایش ۱۰٪ در زاویه Q می‌تواند ۴۵٪ نیروی فشاری در PFJ را افزایش دهد که معمولا زاویه Q بیش از ۲۰ الی ۳۰ درجه را با PFPS مرتبط دانسته‌اند (۳۴). به طور کلی آدداکشن ران شاخصی برای پیش بینی میزان شدت درد و سطح عملکرد است و چرخش داخلی ران عامل اولیه کشش کشکک به سمت خارج و افزایش فشار در PFJ می باشد (۳۵) به طوری که ۵ درجه چرخش داخلی ران از موقعیت خنثی

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: خلاصه نتایج مطالعات

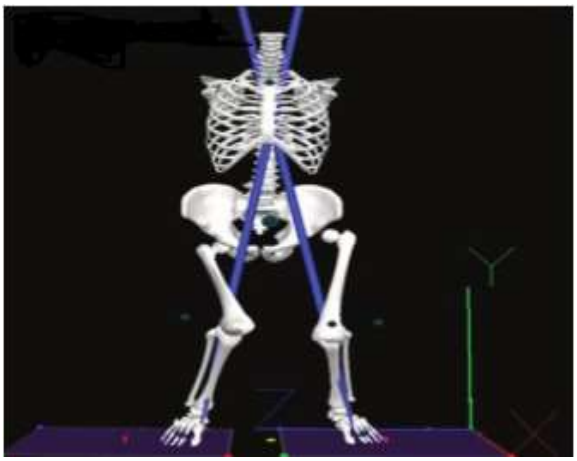
نویسنده و رفرنس ارجاع	حجم نمونه	حالت آزمایش	سگمنتال‌های اندازه‌گیری شده	نتیجه
de Oliveira Silva و همکاران (۲۳)	۳۶ نفر	بالارفتن از پله	آدداکشن ران، فلکشن زانو ، اورشن قسمت خلفی پا	افزایش آدداکشن ران و اورشن قسمت خلفی پا و کاهش فلکشن زانو مشاهده شد.
Ferrari و همکاران (۳۲)	۲۵ نفر	بالا رفتن از پله	آدداکشن ران، فلکشن زانو ، اورشن قسمت خلفی پا	افزایش آدداکشن ران و اورشن قسمت خلفی پا و کاهش فلکشن زانو مشاهده شد.
de Oliveira Silva و همکاران (۳۹)	۲۹ نفر	بالا رفتن از پله	فلکشن زانو	کاهش فلکشن زانو مشاهده شد.
Crossley و همکاران (۱۹)	۴۸ نفر	بالا رفتن و پایین آمدن از پله	فلکشن زانو	کاهش فلکشن زانو مشاهده شد.
Nakagawa و همکاران (۳۳)	۴۰ نفر	پایین آمدن از پله	ران و زانو	افزایش آدداکشن و چرخش داخلی ران و والگوس دینامیک زانو مشاهده شد.
Glaviano و همکاران (۵۱)	۱۶ نفر	پایین آمدن از پله	ران و زانو	افزایش آدداکشن ران و والگوس دینامیک زانو مشاهده شد.
Grenholm و همکاران (۴۵)	۱۷ نفر	پایین آمدن از پله	ران، زانو، پا	افزایش آدداکشن ران، کاهش فلکشن زانو و افزایش پلانتار فلکشن پا مشاهده شد.
Almeida و همکاران (۲۲)	۳۴ نفر	پایین آمدن از پله	ران، زانو، پا	افزایش چرخش داخلی درشت نی و اورشن قسمت خلفی پا مشاهده شد.
Ferreira و همکاران (۳۵)	۳۷ نفر	بالا رفتن از پله	ران و پا	افزایش چرخش داخلی ران و اورشن قسمت خلفی پا مشاهده شد.
McKenzie و همکاران (۴۶)	۱۰ نفر بیمار ۱۰ نفر سالم	بالارفتن و پایین آمدن از پله	ران، زانو، پا	افزایش آدداکشن و چرخش داخلی ران، افزایش فلکشن زانو و افزایش چرخش داخلی پا مشاهده شد. نتیجه متناقض در پارامتر فلکشن زانو بدین شرح است که: در این مطالعه اندازه کف پله کمتر بوده که موجب افزایش شیب پله می شود؛ در نتیجه افزایش فلکشن زانو ممکن است مکانیسمی برای جلوگیری از سقوط باشد؛ به این صورت که افزایش فلکشن زانو باعث افزایش تدریجی گشتاور خارجی فلکشن زانو می‌شود و بصورت تدریجی باعث افزایش انقباض اکسنتریک عضله چهارسر رانی شده و از سقوط بدن جلوگیری می‌کند.

۲۲ درصد سطح تماس PFJ را کاهش داده و در نهایت ۲۶ درصد نیروی فشاری در قسمت خارجی PFJ را افزایش می دهد (۳۶). در نتیجه تغییر زاویه Q، مکانیسم اکستنسوری مفصل زانو مختل می‌گردد و منجر به مهار و ضعف عضله چهار سر رانی می شود. به دنبال این فرایند تعادل بین نیروهای اعمال شده عضلات چهارسر رانی به کشکک تغییر کرده و حرکت آن در شیار بین کندیلی ران هنگام خم‌شدن و بازشدن مفصل زانو در فعالیت‌های زنجیره حرکتی بسته با فشار زیادی مواجه می‌شود، که در نهایت به درد و اختلالات اسکلتی عضلانی منتهی می شود (۳۵).

www.SID.ir

Archive of SID

از دیگر عوامل موثر در کاهش گشتاور اکستنسوری (Extensor moment) در افراد مبتلا به PFPS کاهش تواتر گام برداری و سرعت حرکت می‌باشد به طوری که، در حین بالارفتن از پله ۱۴٪ و در هنگام پایین آمدن از پله ۲۴٪ کاهش تواتر گام‌برداری مشاهده شده است (۳۶ ۳۳). کاهش گشتاور اکستنسوری مفصل زانو در افراد مبتلا به PFPS با تغییرات کوچک در کینماتیک مفصل زانو (به طور متوسط ۴/۵ درجه در هنگام بالارفتن از پله و ۰/۰۹ درجه در هنگام پایین آمدن از پله) رخ می دهد (۱۹). کاهش تواتر در هر دو حالت بالارفتن و پایین آمدن از پله در افراد مبتلا به PFPS نسبت به افراد سالم گزارش شده است؛ با این حال هنگام پایین آمدن از پله تفاوت قابل توجهی نسبت به افراد سالم گزارش شده در صورتی که در هنگام بالارفتن از پله اختلاف قابل توجهی بین افراد مبتلا به PFPS و افراد سالم مشاهده نشده است. کاهش سرعت حرکت هنگام بالارفتن و پایین آمدن از پله ممکن است یک عملکرد حفاظتی برای کاهش فعالیت عضلات چهارسررانی، گشتاور وارده بر مفاصل اندام تحتانی، بارگذاری و نیروی عکس‌العمل در PFJ باشد (۳۶، ۳۵). با وجود تغییرات ایجاد شده در تواتر گام برداری و سرعت حرکت، طول گام هنگام بالارفتن یا پایین آمدن از پله ثابت بوده و هیچ گونه تغییری در آن مشاهده نشده است (۱۹، ۱۸). علاوه بر موارد مذکور افزایش آدداکشن و چرش داخلی ران باعث جابه‌جایی زانو به سمت داخل شده و در نهایت منجر به والگوس دایناميک مفصل زانو (Dynamic knee valgus; DNV) می شود (تصویر ۱). DNV، به عنوان ترکیبی از حرکات و چرخش در اندام تحتانی شامل آدداکشن و چرخش داخلی ران، آبداکشن زانو، چرخش داخلی و جابجایی قدامی درشت نی و اورژن مچ پا تعریف شده است (۳۷) که با میزان گشتاور آبداکتوری وارد بر این مفصل ارتباط مستقیمی دارد و به افزایش نیروی عکس‌العمل و فشار PFJ منجر می شود (۳۸) به طوری که یک افزایش ۱۰٪ در زاویه والگوس مفصل زانو ۴۵٪ فشار PFJ را افزایش می‌دهد (۳۹). بنابراین مکانیزم پایه ای که در هنگام فعالیت های عملکردی موجب افزایش DNV می شود، به طور عمده میزان حرکت مفصل ران در صفحه فرونتال است (۴۰). کنترل DNV در صفحه فرونتال هنگام فعالیت های پویا یک امر بسیار ضروری است، زیرا با اعمال استرس افزایش یافته بر ساختار غیرفعال و توزیع غیر طبیعی بار در اطراف PFJ همراه است، که در نتیجه به توسعه روند تخریبی یا وقوع PFPS منجر می شود (۴۱،۴۲). از آنجایی که تغییرات کینماتیکی مفصل زانو در صفحه فرونتال ممکن است سبب اختلال در کنترل وضعیت بدنی شود، DNV ممکن است یک مکانیسم جبرانی دیگری جهت برقراری ثبات اندام تحتانی و اجتناب از ترس باشد. علاوه بر این، DNV می تواند بر قسمت پروگزیمال و دیستال نیز تاثیرگذار باشد؛ به این صورت که در قسمت پروگزیمال باعث ضعف کنترل عصبی عضلانی عوامل پروگزیمال یا ضعف عضلات ران، و در قسمت دیستال باعث پرونیشن‌پا گردد. در نتیجه آدداکشن ران و DNV، ناحیه تماس PFJ را کاهش داده؛ که در نهایت با افزایش فشار و نیروی عکس العمل در قسمت خارجی PFJ همراه است (۵۱، ۳۹). تعریف واژه بارگذاری در PFJ از طریق نیروی عکس العمل در PFJ تعیین می شود، که هنگام بالارفتن و پایین آمدن از پله یک نیروی فشاری افزایش یافته بین کشکک و شیار بین کندیلی ران اعمال می گردد (۳۷). نیروی عکس العمل PFJ، یک نیروی برابر و در جهت مخالف برآیند دو نیروی تاندون عضله چهار سر رانی و نیروی تاندون کشککی می باشد و در هنگام بالا رفتن و پایین آمدن از پله به ۳ الی ۴ برابر وزن بدن می رسد (۵۰). مقدار نیروی عکس العمل در PFJ، به مقدار نیروی عضلات چهارسر رانی و زاویه خم شدن مفصل زانو وابسته است که جهت کاهش نیروی عکس‌العمل در PFJ یکی یا هر دو این پارامترها باید به حداقل رسد (۳۶).



تصویر ۱: آدداکشن و چرخش داخلی ران و والگوس دایناميک زانو را نشان می دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

لوکال

کاهش خم شدن مفصل زانو در مرحله ایستایی میانی ممکن است یک مکانیسم جبرانی جهت کاهش نیاز به فعالیت عضلات چهارسر رانی، کاهش درد، فشار و بار در PFJ باشد، اما با این حال، کاهش فعالیت عضلات چهارسررانی باعث کاهش جذب شوک فعال در انقباض اکسنتریک عضلات چهارسر رانی می شود که در نتیجه با افزایش نیروی عکس-العمل عمودی زمین و افزایش بارگذاری در مفاصل اندام تحتانی همراه است (۳۸، ۳۷)؛ و زمینه شیوع بیماری های مفصلی، پیشرفت تغییرات تخریبی و استئوآرتریت مفصل درشت‌نی - رانی و PFJ را مهیا می سازد (۳۹، ۳۷). با گذشت زمان، این مکانیسم جبرانی، ممکن است به یک الگوی حرکتی از پیش برنامه ریزی شده تبدیل شود و به عود علائم کمک کند، زیرا بیمار به طور مداوم مفصل زانو را تحت فشار بیشینه قرار می دهد (۳۷، ۳۶)، در راستای این موضوع نتایج مطالعات نشان داده است که افراد مبتلا به استئوآرتریت مفصل زانو قبل از مرحله ابتلا به عارضه در معرض بارگذاری شدید و مکرر اندام تحتانی هستند (۳۷)؛ با توجه به این موضوع می توان از این نظریه که بیان می‌کند افراد مبتلا به PFPS در آینده مستعد ابتلا به استئوآرتریت مفصل زانو هستند حمایت کرد (۴۳). از دیگر دلایل ذکر شده در مورد کاهش خم شدن مفصل زانو نقص در کنترل عصبی حرکتی در هنگام بالارفتن و پایین آمدن از پله است که به تاخیر در فعال سازی همزمان عضله پهن داخلی نسبت به پهن خارجی منجر می شود (۱۹). فعالیت همزمان این دو عضله در هنگام بالارفتن و پایین آمدن از پله منجر به کشش طبیعی کشکک در شیار بین کندیلی ران می شود و اختلال در فعال سازی همزمان این دو عضله منجر به کشش غیر طبیعی کشکک به سمت خارج شده و باعث افزایش فشار در قسمت خارجی PFJ می شود. این تاخیر در فعالیت همزمان عضله پهن داخلی نسبت به پهن خارجی و کاهش خم‌شدن مفصل زانو در هنگام پایین آمدن از پله نسبت به بالارفتن از پله بیشتر است (۴۴، ۱۹).

دیستال

ساختار و عملکرد مچ پا و پا به هنگام جذب نیرو و اعمال فشار، تأثیر زیادی بر روی بخش های بالاتر اندام تحتانی دارد و اولین اجزایی هستند که در هنگام برخورد پا با زمین از نیروی عکس العمل زمین کاسته و از انتقال قسمت اعظمی از فشار به سایر اجزای زنجیره حرکتی جلوگیری می کنند (۴۵). بر اساس نتایج مطالعات در افراد مبتلا به PFPS هنگام بالارفتن و پایین آمدن از پله افزایش اورشن قسمت خلفی پا گزارش شده است، که با افزایش فشار کف‌پایی در قسمت داخلی پا و تغییر در نیروی عکس‌العمل عمودی زمین همراه است (۴۷، ۴۶). اورشن بیش از حد قسمت خلفی پا هنگام بالارفتن و پایین آمدن از پله ممکن است منجر به چرخش غیر طبیعی درشت نی به سمت داخل شود که احتمالا به انتقال فشار بیشتر در ساختار زانو و تغییر در کشش کشکک منجر می شود (۴۸). بخش قدامی پا اولین قسمتی است که هنگام بالارفتن و پایین آمدن از پله با سطح اتکا تماس می یابد و یک نقش جذب بار دارد، بنابراین مفاصل مچ پا و پا باید قادر به سازگاری و حرکت بالایی باشند و در فاز حمایتی مقدار قابل توجهی از انرژی و بار را جذب کرده و بین مفاصل دیگر توزیع کند (۴۴، ۲۲). در افراد مبتلا به PFPS در تماس اولیه پا هنگام بالارفتن و پایین آمدن از پله افزایش اورشن قسمت خلفی و چرخش پا به سمت خارج گزارش شده است که در هنگام پایین آمدن از پله به طور معناداری در فاز بارگذاری ایجاد می گردد (۲۲). افزایش میزان پلانترفلکشن مشاهده شده پای در حال نوسان قبل از برخورد با سطح در هنگام پایین آمدن از پله می‌تواند در جهت خاتمه به کاهش سرعت حرکت، جبران کاهش خم‌شدن زانو و در نتیجه کاهش بارگذاری بر مفصل زانو در مرحله ایستایی باشد (۴۳، ۲۲). به علت اتصال استخوان تالوس به درشت‌نی، افزایش اورشن قسمت خلفی پا در مرحله ایستایی میانی هنگام بالارفتن و پایین آمدن از پله منجر به چرخش داخلی درشت نی می شود؛ و به دنبال آن یک مکانیسم جبرانی بصورت چرخش داخلی و آدداکشن ران ایجاد می‌گردد که باعث افزایش زاویه Q و در نهایت به افزایش فشار در PFJ منجر می‌شود. (۴۸، ۱۵). بنابراین تجویز اُرتز (Orthosis) جهت کنترل پرونیشن بیش از حد پا، به نوبه خود باعث محدود کردن میزان چرخش درشت‌نی و ران می شود که از متغیرهای کینماتیکی مرتبط با بارگذاری PFJ هستند (۴). همچنین اورشن بیش از حد قسمت خلفی پا در مرحله ایستایی میانی باعث تاخیر در

www.SID.ir

Archive of SID

چرخش خارجی درشت نی شده که باعث عکس العمل جبرانی در مفصل درشت نی - رانی می‌شود و ممکن است علائم PFPS را ایجاد کند، بدین صورت که برای رسیدن به اکستنشن (Extension) کامل مفصل زانو در مرحله ایستایی میانی، درشت نی باید نسبت به ران چرخش خارجی داشته باشد تا حرکت کافی برای مکانیسم اسکریوهوم (Mechanism Screw Home Knee) به وجود آید و اکستنشن مفصل زانو انجام شود (۴۹)، اما با وجود چرخش داخلی و تاخیر در چرخش خارجی درشت‌نی یک مکانیسم جبرانی که شامل چرخش داخلی ران است انجام می گردد تا اکستنشن مفصل زانو انجام شود، اما این عمل فقط برای مفصل درشت نی - رانی مفید خواهد بود زیرا در PFJ با کشش خارجی کشکک همراه است که باعث افزایش زاویه Q و فشار در قسمت خارجی PFJ می‌شود (۵۱، ۴). پس بنابراین عوامل مرتبط با چرخش داخلی ران می‌تواند چندین عامل باشد که یکی از این عوامل اورشن غیر طبیعی قسمت خلفی پا است (۲۱،۴۶، ۴). با توجه به نتایج مطالعات، تمامی تغییرات کینماتیکی اندام تحتانی، در افراد مبتلا به PFPS در نهایت باعث افزایش نیروی عکس العمل و فشار در PFJ می‌شود؛ که از مهم ترین علل توسعه و ایجاد PFPS است که در نهایت روند تخریبی مفصل PFJ و درشت نی - رانی را تسریع می‌کند و در آینده به استئوآرتریت مفصل زانو منجر می‌شود. در تصویر ۲ نمایی کلی از کینماتیک غیر نرمال ران، زانو، پا نشان شده است. از آنجایی که تاکنون درمانی قطعی برای PFPS مشخص نشده و بیماران پس از گذشت ۵ الی ۸ سال بعد از دوره درمانی درد و محدودیت عملکردی را گزارش می دهند؛ متخصصین توانبخشی می بایست تغییرات کینماتیکی اندام تحتانی شامل: افزایش آدداکشن و چرخش داخلی ران، کاهش خم شدن زانو و اورشن قسمت خلفی را مورد توجه قرار دهند، تا اثربخشی بهینه مداخلات درمانی برای مدت زمان طولانی حاصل شود. با توجه به نتایج مطالعات عوامل پروگزیمال در توسعه و ایجاد PFPS تاثیر بسزایی نسبت به عوامل لوکال و دیستال دارد، بنابراین عوامل پرگزیمال باید در روند مداخلات توانبخشی بیشتر مورد توجه متخصصان قرار گیرد.

تصویر ۲: نمایی کلی از کینماتیک غیر نرمال پروگزیمال، لوکال، دیستال

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای محمدرضا احمدی، به راهنمایی آقای دکتر علی یلفانی می‌باشد که از ایشان جهت راهنمایی بنده در نگارش این مقاله کمال تشکر را دارم.

منابع

1. Smith BE, Selfe J, Thacker D, Hendrick P et al. Incidence and prevalence of patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. PloS one 2018; 13(1): 15-35.

2. Witvrouw E, Callaghan MJ, Stefanik JJ, Noehren B et al. Patellofemoral pain: consensus statement from the 3rd International Patellofemoral Pain Research Retreat held in Vancouver, September 2013. Br J Sports Med 2014; 48(6): 411-444.

3. Song CY, Huang HY, Chen SC, Lin JJ et al. 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; 18(4): 388-393.

www.SID.ir

Archive of SID

4. Barton CJ, Menz HB, Levinger P, Webster KE et al. Greater peak rearfoot eversion predicts foot orthoses efficacy in individuals with patellofemoral pain syndrome. British journal of sports medicine 2011; 45(9): 697-701.

5. Glaviano NR, Saliba S. Relationship between lower-extremity strength and subjective function in individuals with patellofemoral pain. Journal of sport rehabilitation 2018; 27(4): 327-333.

6. Dey P, Callaghan M, Cook N, Sephton R et al. A questionnaire to identify patellofemoral pain in the community: an exploration of measurement properties. BMC musculoskeletal disorders 2016; 17(1):237-250.

7. Boling M, Padua D, Marshall S, Guskiewicz K et al. Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. Scandinavian journal of medicine & science in sports 2010; 20(5): 725-830.

8. Roush JR, Bay RC. Prevalence of anterior knee pain in 18–35 year-old females. International journal of sports physical therapy 2012; 7(4): 396-405.

9. Nimon G, Murray D, Sandow M, Goodfellow J. Natural history of anterior knee pain: a 14-to 20-year follow-up of nonoperative management. Journal of Pediatric Orthopaedics 1998; 18(1): 118-128.

10. F Fairbank JC, Pynsent PB, van Poortvliet JA, Phillips H. Mechanical factors in the incidence of knee pain in adolescents and young adults. The Journal of bone and joint surgery. British volume 1984; 66(5): 685-715.

11. Hinman RS, Lentzos J, Vicenzino B, Crossley KM. Is patellofemoral osteoarthritis common in middle-aged people with chronic patellofemoral pain?. Arthritis care & research 2014; 66(8): 1252-1270.

12. 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(3): 290-305.

13. de Oliveira Silva D, Magalhães FH, Pazzinatto MF, Briani RV et al. Contribution of altered hip, knee and foot kinematics to dynamic postural impairments in females with patellofemoral pain during stair ascent. The Knee 2016; 23(3): 376-381.

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

15. Barton CJ, Levinger P, Crossley KM, Webster KE. The relationship between rearfoot, tibial and hip kinematics in individuals with patellofemoral pain syndrome. Clinical biomechanics 2012; 27(7): 702-735.

16. Magalhães E, Fukuda TY, Sacramento SN, Forgas A et al. A comparison of hip strength between sedentary females with and without patellofemoral pain syndrome. journal of orthopaedic & sports physical therapy 2010; 40(10): 641-667.

17. Bolgla LA, Malone TR, Umberger BR, Uhl TL. Hip strength and hip and knee kinematics during stair descent in females with and without patellofemoral pain syndrome. journal of orthopaedic & sports physical therapy 2008; 38(1): 12-22.

18. Aminaka N, Pietrosimone BG, Armstrong CW, Meszaros A. Patellofemoral pain syndrome alters neuromuscular control and kinetics during stair ambulation. Journal of electromyography and kinesiology 2011; 21(4): 645-651.

19. Crossley KM, Cowan SM, Bennell KL, McConnell J. Knee flexion during stair ambulation is altered in individuals with patellofemoral pain. Journal of Orthopaedic Research 2004; 22(2): 267-274.

20. Croosley km.is patellofemoral osteoarthritis a common sequela of patellofemoral pain. British Journal of Sports Medicine 2014; 48(2): 46-48.

21. Powers CM. The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy 2003; 33(11): 639-646.

www.SID.ir

Archive of SID

22. de Almeida Novello A, Garbelotti Jr S, dos Anjos Rabelo ND, Ferraz AN et al. Descending stairs: Good or bad task to discriminate women with patellofemoral pain?. Gait & posture 2018; 65: 26-32.

23. de Oliveira Silva D, Barton CJ, Pazzinatto MF, Briani RV et al. Proximal mechanics during stair ascent are more discriminate of females with patellofemoral pain than distal mechanics. Clinical biomechanics 2016; 35: 56-61.

24. Riener R, Rabuffetti M, Frigo C. Stair ascent and descent at different inclinations. Gait & posture 2002; 15(1): 32-44.

25. Salsich GB, Brechter JH, Powers CM. Lower extremity kinetics during stair ambulation in patients with and without patellofemoral pain. Clinical Biomechanics 2001; 16(10): 906-912.

26. Liikavainio T, Bragge T, Hakkarainen M, Karjalainen PA et al. Gait and muscle activation changes in men with knee osteoarthritis. The Knee 2010;17(1): 69-76.

27. Lankhorst NE, Bierma-Zeinstra SM, van Middelkoop M. Factors associated with patellofemoral pain syndrome: a systematic review. Br J Sports Med 2013; 47(4): 193-206.

28. Willson JD, Petrowitz I, Butler RJ, Kernozek TW. Male and female gluteal muscle activity and lower extremity kinematics during running. Clinical Biomechanics 2012; 27(10): 1052-1067.

29. Van der Heijden RA, Lankhorst NE, Van Linschoten R, Bierma-Zeinstra SM, Van Middelkoop M. Exercise for treating patellofemoral pain syndrome: an abridged version of Cochrane systematic review. Eur J Phys Rehabil Med 2016; 52(1): 110-133.

30. Hollman JH, Ginos BE, Kozuchowski J, Vaughn AS et al. Relationships between knee valgus, hip-muscle strength, and hip-muscle recruitment during a single-limb step-down. Journal of sport rehabilitation. 2009; 18(1): 104-117.

31. Powers CM. The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. journal of orthopaedic & sports physical therapy 2010; 40(2): 42-51.

32. Ferrari D, Briani RV, de Oliveira Silva D, Pazzinatto MF, et al. Higher pain level and lower functional capacity are associated with the number of altered kinematics in women with patellofemoral pain. Gait & posture 2018; 60: 268-272.

33. Nakagawa TH, Serrão FV, Maciel CD, Powers CM. Hip and knee kinematics are associated with pain and self-reported functional status in males and females with patellofemoral pain. International journal of sports medicine 2013; 34(11): 997-1002.

34. Haim A, Yaniv M, Dekel S, Amir H. Patellofemoral pain syndrome: validity of clinical and radiological features. Clinical Orthopaedics and Related Research. 2006; 451: 223-238.

35. Ferreira AS, de Oliveira Silva D, Briani RV, Ferrari D et al. Which is the best predictor of excessive hip internal rotation in women with patellofemoral pain: Rearfoot eversion or hip muscle strength? Exploring subgroups. Gait & posture 2018; 62: 366-371.

36. Fok LA, Schache AG, Crossley KM, Lin YC, Pandy MG. Patellofemoral joint loading during stair ambulation in people with patellofemoral osteoarthritis. Arthritis & Rheumatism 2013; 65(8): 2059-2069.

37. Bell DR, Padua DA, Clark MA. Muscle strength and flexibility characteristics of people displaying excessive medial knee displacement. Archives of physical medicine and rehabilitation 2008; 89(7): 1323-1338.

38. de Oliveira Silva D, Briani RV, Pazzinatto MF, Ferrari D, et al. Reduced knee flexion is a possible cause of increased loading rates in individuals with patellofemoral pain. Clinical Biomechanics 2015; 30(9): 971-1005.

39. Ahmadi M, Yalfani A, Gandomi F, Rashid K. The Effect of Twelve Week Neurofeedback Training on Perceptual Pain Intensity, Fear of Pain, Pelvic Drop, and Dynamic Knee Valgus Index in Men with Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized

www.SID.ir

Archive of SID

Double-Blind Clinical Trial. Sadra Medical Journal 2020; 8(2): 151-164. [Persian]

40. Waiteman MC, Briani RV, Pazzinatto MF, Ferreira AS et al. Relationship between knee abduction moment with patellofemoral joint reaction force, stress and self-reported pain during stair descent in women with patellofemoral pain. Clinical Biomechanics 2018; 59: 110-116.

41. Robinson RL, Nee RJ. Analysis of hip strength in females seeking physical therapy treatment for unilateral patellofemoral pain syndrome. Journal of orthopaedic & sports physical therapy 2007; 37(5): 232-238.

42. Yalfani A, Ahmadi M, Gandomi F. The Effects of 12-Weeks of Sensorimotor Exercise on Pain, Strength, Pelvic Drop, and Dynamic Knee Valgus in Males with Patellofemoral Pain Syndrome. Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal 2020; 10(3): 159-168.

43. Utting MR, Davies G, Newman JH. Is anterior knee pain a predisposing factor to patellofemoral osteoarthritis? The knee 2005; 12(5): 362-375.

44. Grabiner MD, Koh TJ, Draganich LF. Neuromechanics of the patellofemoral joint. Medicine and science in sports and exercise 1994; 26: 10-20.

45. Grenholm A, Stensdotter AK, Häger-Ross C. Kinematic analyses during stair descent in young women with patellofemoral pain. Clinical Biomechanics 2009; 24(1): 88-94.

46. McKenzie K, Galea V, Wessel J, Pierrynowski M. Lower extremity kinematics of females with patellofemoral pain syndrome while stair stepping. journal of orthopaedic & sports physical therapy 2010; 40(10): 625-632.

47. Aliberti S, Costa MS, Passaro AC, Arnone AC, Sacco IC. Medial contact and smaller plantar loads characterize individuals with Patellofemoral Pain Syndrome during stair descent. Physical Therapy in Sport 2010; 11(1): 30-34.

48. Tiberio D. The effect of excessive subtalar joint pronation on patellofemoral mechanics: a theoretical model. Journal of orthopaedic & Sports physical Therapy 1987; 9(4): 160-165.

49. Lee TQ, Anzel SH, Bennett KA, Pang D, Kim WC. The influence of fixed rotational deformities of the femur on the patellofemoral contact pressures in human cadaver knees. Clinical orthopaedics and related research 1994; 8(3): 69-74.

50. Mostamand j. Physical therapies for subjects with patellofemoral pain syndrome: A review study. Journal of research in rehabilitation sciences 2011; 7(4): 588-598.

51. Glaviano NR, Saliba S. Association of altered frontal plane kinematics and physical activity levels in females with patellofemoral pain. Gait & posture 2018; 1(65): 86-98.

www.SID.ir