Journal of Anesthesiology and Pain Summer 2021, Vol 12, NO 2

Comparison of the effects of external instruction exercises in combination with hip-knee strengthening on gait kinematics in patients with patellofemoral pain syndrome: a randomized clinical trial

Fatemeh Aghakeshizadeh[1*], Amir Letafatkar[2]

1. *MSc, Department of Biomechanics and Sport Injuries, School of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University of Tehran, Tehran, Iran*
2. *Assistant Professor, Department of Biomechanics and Sport Injuries, School of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University of Tehran, Tehran, Iran*

ABSTRACT

Aims and Background: Patellofemoral pain syndrome is one of the most common musculoskeletal disorders, and is related to biomechanical factors of the lower extremities. The purpose of this study was to compare the effect of hip and knee strengthening with external instruction exercises on the lower extremity kinematics in patients with Patellofemoral pain syndrom.

Materials and Methods: 50 men and women with Patellofemoral pain syndrom (18 to 45 years) participated in this study. Subjects were assigned to experimental (n = 25) and control (n = 25) groups. Evaluation of gait kinematics was conducted using two-dimensional video camera. Subjects in the control group received hip and knee strengthening exercises and in the experimental group performed hip and knee strengthening with external instruction exercise for six weeks. Independent and dependent T-tests were used for statistical analysis.

Findings: The results of the statistical tests showed that addition of external focus instruction on hip and knee strengthening exercises affected the lower extremity kinematics of Patellofemoral pain syndrom subjects and significantly improved the lower extremity kinematics ($p \leq 0.05$).

Conclusion: Hip and knee strengthening with external instructions exercises seem to be more effective in improving gait kinematics than exercises that focus solely on strengthening the hip and knee muscles.

Keywords: Patellofemoral pain syndrome, Strengthening exercises, Feedback, Lower extremity kinematics

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-10-17]

Please cite this paper as:

Aghakeshizadeh F, Letafatkar A[Comparison of the effects of external instruction exercises in combination with hip-knee strengthening on gait kinematics in patients with patellofemoral pain syndrome: a randomized clinical trial(Persian)]. J Anesth Pain 2021;12(2):92-103.

Corresponding Author: Fatemeh Aghakeshizadeh, MSc, Department of Biomechanics and Sport Injuries, School of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University of Tehran, Tehran, Iran
Email: fatemeaghakeshii@gmail.com

فصلنامه علمی پژوهشی بیهوشی و درد، دوره ۱۲، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰

مقایسه تاثیرات دستورالعمل‌های تمرکز خارجی در ترکیب با تقویت ران– زانو بر کینماتیک راه رفتن بیماران مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال: کارآزمایی بالینی تصادفی شده

فاطمه آقاکشی‌زاده[1*]، امیر لطافت کار[2]

۱. کارشناسی ارشد، گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۲. استادیار، گروه بیومکانیک و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

تاریخ دریافت:۱۳۹۹/۵/۲۷ **تاریخ بازبینی:۱۴۰۰/۲/۹** **تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۱/۲۷**

چکیده

زمینـه و هـدف: سـندرم درد پاتلوفمـورال یکـی از شـایع تریـن اختـلالات اسـکلتی عضلانـی می‌باشـد و بـا عوامـل بیومکانیکـی انـدام تحتانـی مرتبـط می‌باشـد. هـدف مطالعـه حاضـر، مقایسـه تاثیـر تمرینـات تقویتـی ران و زانـو بـه همـراه دسـتورالعمل تمرکـز خارجـی بـر کینماتیـک افـراد دارای سـندرم پاتلوفمـورال می‌باشـد.

مـواد و روش‌هـا: ۵۰ مـرد و زن مبتـلا بـه سـندرم پاتلوفمـورال (۱۸ تـا ۴۵ سـال) در ایـن تحقیق شـرکت کردنـد. افـراد در دو گروه تجربـی(n=۲۵) و کنتـرل(n =۲۵) تقسـیم شـدند. ارزیابـی کینماتیـک راه رفتـن افـراد بـه وسـیله دوربیـن فیلمبـرداری بـه صـورت دو بعـدی صـورت گرفـت. سـپس افـراد در گـروه کنتـرل تمرینـات تقویتـی ران و زانـو و در گـروه تجربـی تمرینـات تقویتـی ران و زانـو بـه همـراه تمرکـز خارجـی را بـه مـدت شـش هفتـه انجـام دادنـد. آزمون‌هـای آمـاری تـی وابسـته و مسـتقل جهـت تجزیـه و تحلیـل آمـاری اسـتفاده شـد.

یافته‌هـا: نتایـج آزمون‌هـای آمـاری نشـان داد کـه افـزودن دسـتورالعمل تمرکـز خارجـی بـر تمرینـات تقویتـی ران و زانـو بـر کینماتیـک انـدام تحتانـی افـراد دارای سـندرم پاتلوفمـورال تاثیـر داشـته و بـه طـور معنـاداری باعـث بهبـود کینماتیـک انـدام تحتانـی شـده اسـت($p \geq ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیـری: بـه نظـر می‌رسـد تمرینـات تقویتـی ران و زانـو بـه همـراه تمرکـز خارجـی در بهبـود کینماتیـک افـراد موثرتـر از تمریناتـی می‌باشـد،که صرفـا بـر تقویـت عضـلات ران و زانـو تمرکـز دارنـد.

واژه‌های کلیدی: سندرم درد پاتلوفمورال، تمرینات تقویتی، بازخورد، کینماتیک اندام تحتانی

مقدمه

سـندرم درد پاتلوفمـورال شـایع‌ترین وضعیـت ارتوپـدی اسـت کـه متخصصـان و تراپیسـت‌ها در مراکـز پزشـکی ورزشـی بـا آن مواجـه می‌شـوند[1]. ایـن سـندرم چنـد عاملـی اسـت و شـامل عوامـل لـوکال و گلوبـال می‌باشـد، عوامـل لـوکال ماننـد مکانیـک تغییـر یافتـه مفصـل پاتلوفمـورال و عوامـل گلوبـال

نویسنده مسئول: فاطمه آقاکشی‌زاده، کارشناسی ارشد، گروه بیومکانیک و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
پست الکترونیک: fatemeaghakeshii@gmail.com

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-10-17]

مانند افزایش اداکشن و چرخش داخلی ران در طول فعالیت‌های همراه با تحمل وزن[۲]. اختلال پاتلوفمورال که بیشتر در نتیجه آناتومی غیرطبیعی (بدراستایی استخوانی و آسیب بافت نرم) ایجاد می‌شود، زمینه‌ای را برای اختلالات بیومکانیکی بیشتر (مال-ترکینگ پتلا) فراهم می‌کند[۳]. همچنین تغییرات در کینتیک وکینماتیک ممکن است منجر به افزایش بارهای وارده به سرتاسر مفصل پاتلوفمورال شود، که نهایتا باعث درد پاتلوفمورال می‌شود[۵،۴].

درد پاتلوفمورال علاوه بر ایجاد درد و کاهش عملکرد، باعث بروز تغییرات کینتیکی و کینماتیکی در سیستم حرکتی می‌شود. تعدادی از تحقیقات تغییراتی را در کینماتیک ران و زانو در افراد مبتلا به درد پاتلوفمورال نشان داده‌اند[۴،۶،۷]، که شامل افزایش اداکشن ران[۶]، چرخش داخلی ران[۷]، ابداکشن زانو[۶]، و کاهش زاویه فلکشن زانو[۷] در مقایسه با افراد سالم در طول فعالیت‌های عملکردی می‌باشد.

هم چنین بسیاری از مشخصات غیرنرمال کینماتیک راه رفتن در ایجاد درد مشارکت دارند[۸]. افزایش چرخش داخلی ران و اداکشن در طی راه رفتن می‌تواند ریسک فاکتوری برای توسعه درد پاتلوفمورال باشد[۴،۹،۱۰]. کینماتیک ران و زانو در صفحه فرونتال و ترانسورز (افزایش اداکشن و چرخش داخلی ران و چرخش داخلی زانو) می‌تواند استرس مفصل پاتلوفمورال را از طریق تغییر مکانیک مفصل پاتلوفمورال و کاهش فضای بین پتلا و ران تحت تاثیر قرار دهد[۱۱].

درک صحیح از چگونگی تاثیر کینماتیک اندام تحتانی بر مفصل پاتلوفمورال امری مهم به شمار می‌آید[۱۰]. برای ثمر بخش بودن مداخله وارد شده باید هنگام تجویز مداخلات درمانی بر فاکتورهای زمینه‌ای ایجاد این سندرم تمرکز کرد[۱۲]. تا به امروز مطالعات متعددی تاثیرگذاری تمرینات تقویتی اعم از تقویت کوادریسپس[۱۳]، تقویت ران[۱۴] و همچنین تقویت عضلات ران و زانو[۱۵] را در درمان سندرم پاتلوفمورال نشان داده‌اند. مطالعات دیگرنشان داده‌اند که تمرینات تقویتی ران و کوادریسپس موجب نتایج بهتری در مقایسه با تقویت عضلات کوادریسپس به تنهایی می‌شود[۱۶،۲].

با این حال تحقیقات نشان می‌دهد که علی رغم بهبود بالینی، تقویت عضلات به تنهایی برای تغییر کینماتیک افراد سالم یا افراد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال کافی نیست[۱۸،۱۷]. بر این اساس محققان شروع به استفاده از بازخورد جهت اصلاح الگوهای حرکتی تغییر یافته در این افراد کردند. مطالعات نشان می‌دهد که استفاده از بازخورد در حین بازآزموی حرکت در ترکیب با درمان توانبخشی مفید است[۲۳-۱۹،۱۲].

همراستا با تحقیقات پیشین صورت گرفته در زمینه بازخورد و آموزش در سندرم پاتلوفمورال، تحقیق حاضر بر آن است تا تاثیر افزوده شدن بازخورد خارجی بر تمرینات روتین(تمرینات مقاومتی ران و زانو) را مورد بررسی و مقایسه قرار دهد. پیش فرض محقق بر این است که اضافه کردن بازخورد خارجی به تمرینات تقویتی ران و زانو اثربخشی بیشتری نسبت به تمرینات تقویتی در بهبود کینماتیک افراد دارای درد پاتلوفمورال دارد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر از نوع تحقیقات کارآزمایی بالینی، دو سو کور می‌باشد. این مطالعه در سامانه اخلاق در پژوهش علوم زیستی دانشگاه خوارزمی بررسی و کد تایید آن به کد شماره IR.KHU.REC.1398.034 قبل از اجرای تحقیق اخذ گردید. بعد از آن بصورت آینده نگر در سایت کارآزمایی بالینی ایران در تاریخ ۲۰۲۰-۰۱-۰۵ و شماره IRCT20150503022068N3 ثبت گردید. بیماران طی بیانه‌ای از مرکز سلامت و تندرستی دانشگاه گردآوری شدند. بیماران با دامنه سنی ۱۸ تا ۴۵ سال که حائز شرایط ورود به تحقیق بودند در ارزیابی اولیه شرکت کردند. قبل از شروع تحقیق، از آزمودنی‌های تحقیق رضایت نامه کتبی شرکت در تحقیق اخذ شد.

حجم نمونه با استفاده از داده‌های تحقیق مشابه کلارک و همکاران(۲۰۰۰) با δ=۹۴ N.m σ =۱۴۱ و سطح توان

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-10-17]

۸۰ درصد و سطح آلفای ۰/۰۵، با در نظر گرفتن احتمال ریزش ۱۰ درصد، ۲۵ نفر در هر گروه تخمین زده شد[۲۴]. برای شناسایی افراد مبتلا به درد پاتلوفمورال از آزمون کلارک[۲۵] استفاده شد. معیار ورود آزمودنی‌ها به تحقیق شامل درد جلوی زانو به مدت حداقل ۳ ماه[۲۶]، مثبت شدن تست کلارک[۲۷]، افزایش درد در حداقل دو فعالیت، بالا و پایین رفتن از پله، اسکوات، زانو زدن، نشستن‌های طولانی مدت[۲۶] و درد هنگام لمس بخش داخلی یا خارجی پتلا[۲۶] بود.

آزمودنی‌ها در صورت داشتن شرایط زیر از ادامه روند مطالعه حذف می‌شدند: سابقه جراحی اندام تحتانی[۲۶]، بیماری قلبی[۲۶]، اختلال عصبی[۲۶]، آسیب‌های ناحیه زانو و ران[۲۶]، بارداری[۲۶]، استئوآرتریت و آرتریت روماتوئید[۲۶] هم چنین افرادی که دارای تفاوت طول ساق پا بیشتر از یک سانتی متر در حالت خوابیده از خار خاصره قدامی فوقانی تا قوزک داخلی بودند از مطالعه کنار گذاشته شدند[۲۶].

پس از ارزیابی اولیه بیماران، تصادفی سازی بر اساس بلوک‌های چهارگانه انجام شد. یک سری اعداد متوالی که به وسیله جدول اعداد در کامپیوتر تولید شده بودند بطور تصادفی در پاکت‌های مات قرار داده شدند. یک نفر بلایند به بیماران و گروه‌های مداخله‌ای، تصادفی سازی و انتساب اعداد به گروه‌ها (گروه کنترل (تمرینات تقویتی ران و زانو، n =۲۵)، گروه تجربی (تمرینات تقویتی ران و زانو به همراه دستورالعمل تمرکز خارجی، n =۲۵)) را انجام داد. همچنین بیماران در هر گروه نسبت به نحوه تصادفی‌سازی و مداخله انجام شده در گروه‌های دیگر بلایند بودند. سپس دستورالعمل مداخلات و تمرینات بصورت جداگانه برای هر گروه توضیح داده شد.

به منظور آنالیز راه رفتن آزمودنی‌ها مارکرهایی جهت ردیابی مسیر حرکت، بر روی لندمارک‌های مورد نظر چسبانده شد و حرکات در صفحات ساجیتال و فرونتال با استفاده از دوربین فیلم‌برداری دیجیتال (SONY®, Model No:DCR-SX44E, Made In JAPAN) ضبط شدند.

پس از یک ثانیه ایستادن جهت کالیبراسیون، آزمودنی‌ها فعالیت راه رفتن به مدت ۲۰ ثانیه (تقریبا ۳۰ گام) با سرعت خود انتخابی، را بر روی تردمیل انجام دادند. یک دوره گرم کردن ۲ دقیقه‌ای جهت سازگاری با تردمیل و سرعت انتخاب شده و هم چنین رسیدن به یک سطح پایدار راه رفتن قبل از ۲۰ ثانیه جمع اوری داده انجام شد. بعد از اشنایی ازمودنی‌ها با راه رفتن روی تردمیل ۱۰ گام متوالی از اندام مورد نظر انتخاب و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت[۲۸].

اولین برخورد پا با زمین بصورت بصری و از طریق جلو بردن فریم به فریم ویدیوی ضبط شده تعیین شد و به عنوان اولین باری که پا زمین را لمس می‌کند تعریف شده است[۲۹]. هم چنین فاز میداستنس به عنوان لحظه‌ای که زانوی اندام در حال نوسان در مجاورت زانوی اندام در فاز استنس قرار می‌گیرد تعریف شد[۳۰].

در صفحه فرونتال، زاویه افتادگی لگن مقابل، زاویه بین خط افقی که از خار خاصره قدامی فوقانی پای در فاز استنس شروع می‌شود و یک خط دوم که خار خاصره قدامی فوقانی پای در حال نوسان و استنس را به متصل می‌کند، تعریف می‌شود. زاویه اداکشن فمورال، زاویه‌ی بین خط افقی است که از خار خاصره قدامی فوقانی پای در فاز استنس شروع می‌شود و یک خط دوم که خار خاصره قدامی فوقانی پای در فاز استنس را با مرکز مفصل زانو متصل می‌کند. زاویه اداکشن ران در فاز میداستنس به عنوان تفاوت بین زاویه اداکشن فمورال و زاویه افت لگن مقابل محاسبه شد[۳۱].

در صفحه ساجیتال، زاویه فلکشن زانو در اولین برخورد پا با زمین به عنوان زاویه بین خط ایجاد شده توسط تروکانتر بزرگ و اپی کندیل جانبی استخوان ران، و یک خط دیگر که از اتصال اپی کندیل استخوان ران و قوزک خارجی تشکیل می‌شود، تعریف شده است[۲۹].

زاویه فلکشن ران در اولین برخورد پا با زمین زاویه بین خط تشکیل شده توسط مفصل آکرومیوکلویکل و تروکانتر بزرگ، و خط دوم که از اتصال تروکانتر بزرگ به اپی

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-10-17]

کندیل خارجی ران ایجاد می‌شود، تعریف می‌شود[۳۳]. داده‌های ویدئویی ضبط شده با استفاده از بسته نرم‌افزاری کینوا مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت[۲۶]. تمرینات دو روز پس از تست گیری اولیه شروع شد. بیماران در هر دو گروه تمرینات را به مدت شش هفته، هفته‌ای سه جلسه و هر جلسه به مدت ۴۵ دقیقه انجام می‌دادند. در هر گروه در ابتدای هر جلسه تمرین‌های مربوطه توسط محقق به طور کامل توضیح داده می‌شد و سپس آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه گرم کردن را انجام داده، بعد ۳۰ دقیقه تمرینات مربوطه را انجام می‌دادند و در پایان ۵ دقیقه سرد کردن توسط محقق انجام می‌شد. جلسات تمرینی در هر گروه توسط یک آزمونگر واحد اداره می‌شد. از بیماران خواسته شده بود در بین جلسات تمرینی در هیچ برنامه تمرینی دیگر شرکت نکنند. و در طی دو هفته اول اگر بیماران در طی اجرای حرکت درد شدیدی را گزارش می‌کردند از شدت حرکت کاسته می‌شد تا بیمار حرکت را به راحتی و بدون درد انجام دهد. شدت تمرینات در ابتدای هفته اول بر اساس حداکثر قدرت بیشینه برای هر فرد محاسبه شد. همچنین محاسبه شدت در ابتدای هفته سوم و پنجم نیز به همین روال تکرار شد. بیماران تمرینات را با شدت و تعداد ست پایین ولی با تعداد تکرار بالا شروع کردند. شدت تمرینات هر هفته با استفاده از وزنه مچ پا و تراباند افزایش می‌یافت ولی تعداد ست‌ها و تکرارها هر دو هفته یکبار تغییر می‌یافت بدین صورت که از تعداد تکرارها کاسته شده و به تعداد ست‌ها افزوده می‌شد. پروتکل تمرینات مطالعه حاضر بر اساس مطالعات بالدون و همکاران[۱۵]، ریل و همکاران[۳۴] و اسکالی و همکاران[۱۶] سازماندهی شده است. هدف اصلی از انجام تمرینات افزایش قدرت عضلات ران و زانو همچنین بهبود کنترل حرکتی اندام تحتانی حین اجرای حرکات بود. از بازخورد خارجی جهت اصلاح اداکشن ران و حرکات تنه در گروه تجربی استفاده شد. گروه کنترل فقط تمرینات تقویتی ران و زانو دریافت می‌کردند و هیچ گونه بازخوردی جهت اصلاح حرکت در این گروه ارائه نمی‌شد. بازخورد خارجی در طول جلسه تمرینی و همزمان با اجرای حرکت جهت آشنایی آزمودنی با حرکات و راستای صحیح اندام تحتانی تجویز می‌شد. در بازخورد خارجی محقق در حین اجرای تمرینات با استفاده از دست خود و تراباند در طول اجرای حرکت به بیمار به منظور اصلاح الگوی حرکت اشتباه بازخورد می‌داد. مثلا برای افراد آموزش داده می‌شد "از به اداکشن رفتن ران جلوگیری کن"، "از چرخش داخلی ران ممانعت کن" و یا "تنه خود را در راستای صحیح نگه دار".

متغیرهای تحقیق در دو بخش آمار توصیفی و استنباطی در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ تجزیه‌وتحلیل شد. مقادیر P برابر ۰/۰۵ یا کمتر از نظر آماری معنی دار در نظر گرفته شد. از آمار توصیفی به منظور توصیف داده‌های هر گروه و تعیین شاخص‌های گرایش از مرکز(میانگین و انحراف استاندارد) برای همه متغیرها و اطلاعات دموگرافیک آزمودنی‌ها استفاده شد. از آزمون شاپیرو-ویلک برای سنجش نرمال بودن توزیع داده‌ها و از آزمون تی وابسته برای مقایسه میانگین اطلاعات جمع‌آوری شده از متغیرهای کینماتیک در پیش و پس از آزمون درون هر گروه، و هم چنین از آزمون تی مستقل برای مقایسه برون گروهی متغیرهای فوق استفاده شد.

یافته‌ها

اختلاف آماری معناداری بین گروه‌ها از نظر مشخصات دموگرافیک وجود نداشت(جدول ۱).

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-10-17]

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها

متغیر	گروه بازخورد (n=۲۵)	گروه کنترل (n=۲۵)	P
سن، سال	۲۸/۶۴±۷/۶۸	۲۸/۸۸±۶/۵۲	۰/۹۰
قد، سانتی متر	۱۶۴/۵۶±۳/۵۹	۱۶۳/۵۶±۳/۷۸	۰/۳۴
وزن،کیلوگرم	۶۴/۱۵±۵/۵۷	۶۳/۵۰±۴/۳۴	۰/۶۴

اختلاف معنادار آماری بین دو گروه مشاهده نشد.

تفاوت معنادار درون گروهی در پیش آزمون و پس آزمون زاویه فلکشن زانو و ران در گروه کنترل وجود نداشت($p \leq ۰/۰۵$).اختلاف معنادار درون گروهی در زاویه فلکشن ران (p=۰/۰۲) و فلکشن زانو (p=۰/۰۱) در گروه بازخورد مشاهده شد(جدول۲).

در زاویه اداکشن ران در هر دو گروه کنترل (p=۰/۰۴) و بازخورد (p=۰/۰۱) تفاوت معنادار درون گروهی در پس آزمون نسبت به پیش آزمون مشاهده شد(جدول۲).

جدول ۲. مقایسه نمرات کینماتیک راه رفتن

متغیر	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	P درون گروهی	درصد تغییرات	اندازه اثر	P بین‌گروهی
زاویه فلکشن ران (درجه)	بازخورد (n=۲۵)	۲۱/۳±۴/۷	۱۱/۴±۲/۲	۰/۰۲ *	↓ ٪۴۷/۷	۰/۷۹	۰/۰۱ *
	کنترل (n=۲۵)	۱۸/۲±۸/۸	۱۷/۳±۳/۴	۰/۰۶	↓ ٪۸	۰/۲۳	
زاویه فلکشن زانو (درجه)	بازخورد (n=۲۵)	۶/۲±۸/۵	۱۶/۳±۳/۳	۰/۰۱ *	↑ ٪۱۳۹/۷	-۰/۸۵	۰/۰۱ *
	کنترل (n=۲۵)	۹/۳±۱/۸	۱۰/۳ ± ۲/۳	۰/۰۹	↑ ٪۱۲/۱	-۰/۱۵	
زاویه اداکشن ران (درجه)	بازخورد (n=۲۵)	۱۸/۲±۳/۷	۷/۱ ± ۵/۶	۰/۰۱ *	↓ ٪۵۹	۰/۹۲	۰/۰۲ *
	کنترل (n=۲۵)	۱۵/۲±۸/۹	۱۱/۳ ± ۲/۵	۰/۰۴ *	↓ ٪۲۹/۱	۰/۵۸	

تفاوت معنی‌دار(*)

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-10-17]

اختلاف بین گروهی در زوایای فلکشن ران (p=۰/۰۱)، فلکشن زانو (p=۰/۰۱) و اداکشن ران (p=۰/۰۲) در پس آزمون معنادار بود (جدول ۲).

بحث

هدف مطالعه حاضر بررسی تاثیر تمرینات تقویتی ران و زانو به همراه دستورالعمل تمرکز خارجی بر کینماتیک راه رفتن افراد مبتلا به سندرم درد پاتلوفمورال بود. نتایج یافته‌های ما بیانگر آن است که پروتکل تمرینی که شامل تمرینات تقویتی عضلات مفصل ران و زانو به همراه بازخورد خارجی در مورد راستای صحیح اندام تحتانی می‌باشد، مؤثرتر از برنامه درمانی است که به تقویت عضلات ران و زانو بدون استفاده از دستورالعمل‌های بازخورد می‌پردازد.

یافته مهم مطالعه حاضر این هست که بعد از ۶ هفته شرکت در برنامه‌های تمرینی درصد تغییرات درون گروهی زوایای فلکشن ران(۴۷/۷٪) و زانو(۱۳۹/۷٪) در گروه بازخورد خارجی بیشتر و میزان موفقیت در درمان در مقایسه با گروه کنترل بیشتر بود. با این وجود میزان فلکشن ران و زانو در گروه کنترل در انتهای تمرینات تغییر نکرده بودند. همچنین هر دو گروه از نظر آماری بعد از شرکت در برنامه‌های تمرینی پیشرفت‌های مهمی را در زاویه اداکشن ران تجربه کردند اما باید توجه داشت که درصد تغییرات درون گروهی متغیرهای فوق بعد از ۶ هفته مداخله برای گروه دریافت کننده بازخورد خارجی(۵۹ ٪) بیشتر بود.

یافته‌های مطالعه حاضر اهمیت آموزش و مدیریت الگوهای حرکتی را براساس علائم بیماران برجسته می‌کند. که باید توسط پزشکان و متخصصین ورزش برای کاهش علائم و توانمندسازی بیماران با راهکارهای مدیریت حرکات مفاصل مورد توجه قرار گیرد. نتایج ما نباید پزشکان را از تجویز تمرینات تقویتی برای هدف قرار دادن سازوکارهای مورد نظر دلسرد کند. بلکه یافته‌های مطالعه ما بر نقش اصلی آموزش و بازخورد مناسب تأکید می‌کند.

ویلی و دیویس (۲۰۱۱) طی تحقیقی درباره اثربخشی برنامه تمرینی که شامل تقویت مفصل ران و آموزش حرکت مختص اسکوات تک پا بود، نشان دادند با وجود تغییرات نسبتاً زیاد در قدرت ران، کینماتیک دویدن به طور قابل توجهی تغییر نکرد. در زمان دویدن کاهش اداکشن ران و افتادگی جانبی لگن مشاهده نشد. این نشان می‌دهد که برنامه‌های تقویتی به تنهایی ممکن است برای تغییر الگوهای حرکتی غیر طبیعی که ممکن است با آسیب همراه باشد، کافی نباشد. و خاطر نشان کردند که برای تغییر این الگوهای حرکتی نامناسب احتمالا مداخلات نروماسکولار که مختص فعالیت هستند پیشرفت بهتری را نسبت به مداخله تقویتی تنها داشته باشد[۱۴]. که با یافته‌های مطالعه ما همراستا می‌باشد. با این تفاوت که در مطالعه ما کینماتیک راه رفتن مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین با یافته‌های اسنیدر(۲۰۰۹) و همکاران که کینماتیک اندام تحتانی را حین دویدن مورد بررسی قرار داده بودند همخوان می‌باشد[۱۸]. بازخورد آنی روشی است که به شرکت کنندگان این امکان را می‌دهد حرکات خود را به منظور انجام تغییرات فوری بیومکانیکی اصلاح کنند[۱۹]. انواع مختلف بازخورد آنی قبلاً در مطالعات متعدد استفاده شده است و اثربخشی آن مورد تایید قرار گرفته است[۱۹-۱۲،۲۳].

در مطالعه ما از بازخور خارجی جهت اصلاح الگوی حرکتی استفاده شد. نتایج نشان داد که بازخورد به طور موفقیت آمیزی بیومکانیک راه رفتن را تغییر می‌دهد، که با مطالعه نوهرن و همکاران (۲۰۱۰) همخوان می‌باشد. آنها کاهش معنادار کلی در کینماتیک صفحه فرونتال به دنبال آموزش و بازخورد در دوندگان با درد پاتلوفمورال نشان دادند. علاوه بر این بیان کردند که اصلاحات در پیگیری یک ماهه ادامه داشت[۲۳]. همچنین در دوندگان با درد پاتلوفمورال، ویلی و همکاران(۲۰۱۲) بعد از بازخورد از طریق آینه کاهش قابل توجهی در فاز استنس در اداکشن ران، افتادگی جانبی لگن و چرخش داخلی ران

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-10-17]

مشاهده کردند. تغییرات در اداکشن ران در پیگیری یک ماهه قابل توجه باقی مانده است[۲۱].

ناگانو و همکارانش (۲۰۱۱) از افزایش زاویه فلکشن زانو به دنبال شرکت در برنامه پرش و تعادل خبر دادند. آنها نتیجه گرفتند که افزایش فلکشن زانو ممکن است فشار رباط صلیبی قدامی را کاهش دهد، که به نوبه خود خطر آسیب رباط صلیبی قدامی را کاهش می‌دهد[۳۵].

مونرو و هرینگتون(۲۰۱۴) گزارش کردند پروتکل بازخورد ساده نشان داده شده در این مطالعه منجر به بهبود بیشتر، زوایای صفحه فرونتال در حین حرکت دراپ جامپ بعد از یک برنامه تمرینی چهار هفته‌ای دراپ جامپ شده است. علاوه بر این، هیچ تغییری در زوایای صفحه فرونتال در گروه کنترل بین آزمون‌های پایه و تکرار مشاهده نشده است، که این باعث افزایش اعتبار تغییرات در گروه‌های بازخورد می‌شود. همچنین نشان می‌دهد که کاهش قابل توجه در زوایای صفحه فرونتال در گروه بازخورد به دلیل خستگی یا اثرات یادگیری نبوده بلکه می‌تواند به وضوح به یک تغییر در تکنیک در نتیجه پروتکل بازخورد نسبت داده شود[۲۲].

نتایج این مطالعات آینده نگر نشان می‌دهد که مکانیک غیرطبیعی اندام تحتانی ممکن است نقشی در پیشرفت درد پاتلوفمورال داشته باشد. بنابراین، بازخورد آنی در این بیماران یک مداخله بالقوه امیدوارکننده برای بهبود بالینی است.

مطالعات مکانیکی قبلی نشان می‌دهد که بکارگیری غیر طبیعی ابداکتور ران در زنان مبتلا به درد پاتلوفمورال وجود دارد. مطالعات در مورد بازآموزی راه رفتن در زنان مبتلا به درد پاتلوفمورال با این نتیجه که تغییر در الگوهای فعال‌سازی عضله گلوتئوس مدیوس با تغییرات مکانیک مفصل ران در حین دویدن همراه است. گلوتئوس مدیوس ابداکتور اولیه لگن و تثبیت کننده صفحه فرونتال لگن است. ممکن است دونده‌ها کنترل عصبی عضلانی این عضله را تغییر داده و به تسهیل در اداکشن ران و افتادگی لگن در نتیجه افزایش تأخیر و کاهش مدت زمان فعال شدن عضله گلوتئال بوده است[۳۶،۳۷].

لذا بازخورد می‌تواند ابزاری سریعتر و ساده تر برای ایجاد تغییراتی باشد که خطر آسیب سندرم پاتلوفمورال را کاهش می‌دهد، که احتمال اصلاح الگوهای حرکتی تغییر یافته را بالا می‌برد. علاوه بر این، استفاده از بازخورد برای دستیابی به پیشرفت‌های کوتاه مدت قبل از مداخله تمرینی ممکن است به پیشرفت‌های حتی بیشتر از هر یک از روش‌ها بطور مجزا منجر شود.

نتایج مطالعات پیشین همراستا با یافته‌های مطالعه ما نشان دهنده تاثیر مثبت استفاده از بازخورد در اصلاح کینماتیک تغییر یافته در افراد مبتلا به درد پاتلوفمورال می‌باشد[۱۹-۲۳].

در مطالعه ما محدودیت‌هایی نیز وجود داشته است. در مطالعه حاضر تاثیر پروتکل‌های تمرینی بر متغیرهای مورد نظر بصورت کوتاه مدت ارزیابی شده است. بنابراین، اثرات بلند مدت این برنامه قابل تعیین نیست. لذا مطالعه‌ای که تاثیرات مداخلات استفاده شده در این مطالعه را در بلندمدت مورد بررسی قرار دهد، ضروری بنظر می‌رسد. علاوه بر این، در این مطالعه حرکات در صفحه فرونتال و ساجیتال مورد بررسی قرار گرفته است و لازم است در مطالعات اینده تاثیر این مداخلات در حرکات صفحه ترنسورز نیز سنجیده شود. همچنین از دوربین فیلمبرداری دو بعدی جهت ضبط و ارزیابی داده‌های کینماتیکی اندام تحتانی در صفحه فرونتال و ساجیتال استفاده شد. اگرچه مطالعات مختلف اعتبار حرکات در صفحات فرونتال و ساجیتال را قابل استناد نشان داده است. با این حال توصیه می‌شود در مطالعات اینده از موشن انالایز سه بعدی جهت ارزیابی کیماتیک اندام تحتانی استفاده شود.

نتیجه‌گیری

تقویت عضلات اطراف مفصل ران و زانو و اصلاح راستای داینامیک تنه و اندام تحتانی می‌تواند منجر به بهبود کینماتیک اندام تحتانی بیماران مبتلا به درد پاتلوفمورال شود. تمرینات تقویتی ران و زانو به همراه دستورالعمل

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-10-17]

تمرکز خارجی درباره کنترل حرکتی می‌تواند باعث بهبود کینماتیک شود. و می‌تواند در بیماران دارای درد پاتلوفمورال مورد استفاده قرار گیرد. لذا با توجه به نتایج مطالعه ما، پیشنهاد می‌شود استفاده از بازخورد به وسیله تراپیست بعنوان یک شیوه درمانی موثر در ترکیب با سایر روش‌های درمانی جهت توانبخشی بیماران در مراکز درمانی مورد توجه قرار گیرد.

قدردانی

از همکاری صمیمانه شرکت‌کنندگان در این مطالعه و تمام کسانی که ما را طی فرایند تحقیق حاضر یاری نمودند و وقت گرانبهای خود را در اختیار ما گذاشتند نهایت تشکر و قدردانی می‌کنیم.

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-10-17]

References

1. Willson JD, Davis IS. Utility of the Frontal Plane Projection Angle in Females With Patellofemoral Pain. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy,2008;38(10):606-615.
2. Nascimento LR, Teixeira-Salmela LF, Souza RB, Resende RA. Hip and Knee Strengthening Is More Effective Than Knee Strengthening Alone for Reducing Pain and Improving Activity in Individuals With Patellofemoral Pain. A Systematic Review With Meta-analysis. In The Journal of orthopaedic and sports physical therapy.2018; 48 (1): 19–31.
3. Sherman SL, Plackis AC, Nuelle CW. Patellofemoral Anatomy and Biomechanics. Clinics in Sports Medicine. 2014;33(3):389-401.
4. Powers MC. The Influence of Altered Lower-Extremity Kinematics on Patellofemoral Joint Dysfunction: A Theoretical Perspective. J Orthop Sports Phys Ther.2003; 33:11.
5. Lee TQ, Anzel SH, Bennett KA et al. The influence of fixed rotational deformities of the femur on the patellofemoral contact pressures in human cadaver knees. Clin Orthop.1994; 302:69–74.
6. Huberti H, Hayes W. Patellofemoral contact pressures. The influence of q-angle and tendofemoral contact. J Bone Joint Surg Am. 1984;66(5):715-724.
7. Lee TQ, Morris G, Csintalan RP. The influence of tibial and femoral rotation on patellofemoral contact area and pressure. The Journal of orthopaedic and sports physical therapy. 2003;33(11):686-693.
8. Almonroeder, Thomas G.; Benson, Lauren C. Sex differences in lower extremity kinematics and patellofemoral kinetics during running. In Journal of sports sciences.2017; 35 (16): 1575-1581.
9. Tiberio D. The effect of excessive subtalor joint pronation on patellofemoral
10. mechanics: a theoretical model. J Orthop Sports Phys Ther 1987;9:160–5.
11. Powers CM, Ward SR, Fredericson M et al. Patellar kinematics during weight-bearing and non-weight-bearing movements in persons with patellar subluxation. J Orthop Sports Phys Ther.2003; 33:639–646.
12. Kendal FP, MCCreary EK, Provance PG. Muscle Testing and Function. 4th ed. Baltimore, MD: Williams & Wilkins;1993.
13. Song C-Y, Huang H-Y, Chen S-C, Lin J-J, 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;18(4):388-93
14. Bolgla LA, Earl-Boehm J, Emery C, Hamstra-Wright K, Ferber R. Pain, Function, And Strength Outcomes For Males And Females With Patellofemoral Pain Who Participate In Either A Hip/Core- Or Knee-Based Rehabilitation Program. In International journal of sports physical therapy.2016; 11 (6):926–935.
15. Willy RW, Davis IS. The effect of a hip-strengthening program on mechanics during running and during a single-leg squat. J Orthop Sports Phys Ther. 2011;41(9):625-32.
16. Baldon RD, Serrão FV, Scattone Silva R, Piva SR. Effects of functional stabilization training on pain, function, and lower extremity biomechanics in women with patellofemoral pain. A randomized clinical trial. In The Journal of orthopaedic and sports physical therapy.2014; 44 (4), 240-A8.
17. Scali K, Roberts J, McFarland M, Marino K, Murray L. Is Multi-Joint Or Single Joint Strengthening More Effective In Reducing Pain And Improving Function In Women With Patellofemoral Pain Syndrome? A Systematic Review And Meta-Analysis. In Intl J Sports Phys Ther.2018; 13 (3): 321–334.
18. dos Anjos Rabelo ND, Costa LO, de Lima BM, dos Reis AC, Bley AS, Fukuda TY, Lucareli PR. Adding motor control training to muscle strengthening did not substantially improve the effects on clinical or

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-10-17]

kinematic outcomes in women with patellofemoral pain. A randomised controlled trial. In Gait & posture.2017; 58:280–286.

19. Snyder KR, Earl JE, O'Connor KM, Ebersole KT. Resistance training is accompanied by increases in hip strength and changes in lower extremity biomechanics during running. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2009;24:26-34.
20. Salsich GB, Graci V, Maxam DE. The effects of movement pattern modification on lower extremity kinematics and pain in women with patellofemoral pain. In The Journal of orthopaedic and sports physical therapy.2012; 42 (12):1017–1024.
21. Jeon H, Thomas AC. Efficacy of Feedback on Running Gait Retraining in Patients With Patellofemoral Pain. A Critically Appraised Topic. In International Journal of Athletic Therapy and Training.2019; 24 (1):9–14.
22. Willy RW, Scholz JP, Davis IS. Mirror gait retraining for the treatment of patellofemoral pain in female runners. In Clinical biomechanics (Bristol, Avon).2012; 27 (10): 1045–1051.
23. Munro A, Herrington L.The effect of videotape augmented feedback on drop jump landing strategy: Implications for anterior cruciate ligament and patellofemoral joint injury prevention, The Knee. 2014; 21(5):891-895.
24. Noehren B, Scholz J, Davis IS. The effects of real-time gait retraining on hip kinematics, pain and function in subjects with patellofemoral pain syndrome. Br J Sports Med. 2010;45:691-696.
25. Clark DI, Downing N, Mitchell J, Coulson L, Syzpryt EP, Doherty M. Physiotherapy for anterior knee pain: a randomised controlled trial. Ann Rheum Dis. 2000;59:700-704.
26. Sameer D, Difior JP, Burton M, Mines B. Management of patellofemoral pain syndrome. Arn Fam physician. 2007; 75: 194-202.
27. Dos Reis AC, Correa JC, Bley AS, Rabelo ND, Fukuda TY, Lucareli PR. Kinematic and Kinetic Analysis of the Single-Leg Triple Hop Test in Women With and Without Patellofemoral Pain. In The Journal of orthopaedic and sports physical therapy.2015; 45 (10): 799–807.
28. de Oliveira Silva D, Briani RV, Pazzinatto MF, Ferrari D, Aragão FA, de Azevedo FM. Reduced knee flexion is a possible cause of increased loading rates in individuals with patellofemoral pain. In Clinical biomechanics (Bristol, Avon).2015; 30 (9): 971–975.
29. Ferber R, Kendall KD, Farr L. Changes in knee biomechanics after a hip-abductor strengthening protocol for runners with patellofemoral pain syndrome. In Journal of athletic training. 2011; 46 (2): 142–149.
30. Dingenen B, Barton C, Janssen T, Benoit A, Malliaras P. Test-retest reliability of two-dimensional video analysis during running. In Physical therapy in sport: official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine. 2018a; 33: 40–47.
31. Pipkin A, Kotecki K, Hetzel S, Heiderscheit B. Reliability of a Qualitative Video Analysis for Running. In The Journal of orthopaedic and sports physical therapy. 2016; 46 (7): 556–561.
32. Dingenen B, Staes FF, Santermans L, Steurs L, Eerdekens M, Geentjens J, Peers KH, Thysen M, Deschamps K. Are two-dimensional measured frontal plane angles related to three-dimensional measured kinematic profiles during running? In Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine. 2018b; 29: 84–92.
33. Schurr SA, Marshall AN, Resch JE, Saliba SA. Two-dimensional video analysis is comparable to 3d motion capture in lower extremity movement assessment. In International journal of sports physical therapy. 2017; 12 (2): 163–172.
34. Dingenen B, Malfait B, Nijs S, Peers KH, Vereecken S, Verschueren SM, Staes FF. Can two-dimensional

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-10-17]

video analysis during single-leg drop vertical jumps help identify non-contact knee injury risk? A one-year prospective study. In Clinical biomechanics (Bristol, Avon). 2015; 30 (8): 781–787.

35. Riel H, Matthews M, Vicenzino B, Bandholm T, Thorborg K, Rathleff M. Feedback Leads to Better Exercise Quality in Adolescents with Patellofemoral Pain. In Medicine and science in sports and exercise.2018; 50 (1): 28–35.
36. Nagano Y, Ida H, Akai M, Fukubyashi T. Effects of jump and balance training on knee kinematics and electromyography of female basketball athletes during a single limb drop landing: pre-post intervention study. Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol. 2011;3(1):14.
37. Willson J, Kernozek T, Arndt R, Reznichek D, Straker S. Gluteal muscle activation during running in females with and without patellofemoral pain syndrome. Clin. Biomech. 2011;26, 735–740.
38. Cowan SM, Crossley KM, Bennell KL. Altered hip and trunk muscle function in individuals with patellofemoral pain. Br. J. Sports Med. 2009;43, 584–588.

[Downloaded from jap.iums.ac.ir on 2026-10-17]