مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد
دوره سی و یک، شماره هشت، آبان ۱۴۰۲
تاریخ دریافت:۱۴۰۲/۰۲/۱۱
تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۰۷/۰۹

مکانیک و پاتومکانیک اندام تحتانی افراد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال: مطالعه مروری سیستماتیک

محسن برغمدی*[۱]، لیلا صبوری[۱]

مقاله مروری

مقدمه: هدف از مطالعه حاضر، بررسی تحقیقات انجام گرفته بر متغیرهای بیومکانیکی و پاتومکانیک افراد دارای سندرم پاتلوفمورال بود.

روش بررسی: مطالعه حاضر از نوع سیستماتیک بود. کلید واژه‌های مکانیک، پاتومکانیک اندام تحتانی، کینتیک، کینماتیک، مرکز فشار و فعالیت الکترومایوگرافی عضلات اندام تحتانی، سندرم پاتلوفمورال در سایت‌های Google Scholar، Science direct، PubMed، Web of Science و Magiran جست و جو شد. با استفاده از کلیدواژه‌های مطالعه نظر مورد ۱۰۹ مقاله به دست آمد و با توجه به هدف مورد نظر و حذف مقالات تکراری ۴۸ مقاله مورد مطالعه به‌دست آمد و با توجه به هدف مورد نظر در سه قسمت مفصل پاتلوفمورال، متغیرهای فشار کف پایی و عضلات اطراف پاتلوفمورال طبقه‌بندی شد و به لحاظ مکانیک، آسیب، نیروهای وارده بر مفصل، فعالیت الکتریکی عضلات و تجهیزات استفاده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج: استفاده از ارتزها و کفی‌ها در کنار حرکات اصلاحی برای هر دو جنسیت زنان و مردان باعث کاهش جابجایی مرکز فشار در افراد دارای سندرم پاتلوفمورال شد. علت اصلی درد سندرم پاتلوفمورال تاخیر زمانی فعالیت عضلات واستوس مدیالیس و واستوس لترالیس نسبت به یکدیگر است که این عامل باعث جابجایی غیر طبیعی کشکک به سمت جانب و در نتیجه افزایش فشار مفصل کشکک رانی و در نهایت بروز درد می‌گردد. تمرینات زنجیره جنبشی بسته و بیوفید بک باعث تقویت عضلات مذکور شد.

نتیجه‌گیری: آگاهی از عملکرد عناصر مفصل پاتلوفمورال و ارتزها و تمرینات اصلاحی می‌تواند به مکانیک و پاتومکانیک افراد دارای سندرم پاتلوفمورال کمک کند.

واژه‌های کلیدی: مکانیک، پاتومکانیک اندام تحتانی، سندرم پاتلوفمورال

ارجاع: برغمدی محسن ، صبوری لیلا. **مکانیک و پاتومکانیک اندام تحتانی افراد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال: مطالعه مروری سیستماتیک**. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد ۱۴۰۲؛ ۳۱ (۸): ۹۹-۶۸۸۵.

۱- گروه بیومکانیک ورزشی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
*(نویسنده مسئول)؛ تلفن: ۰۹۱۵۳۰۵۸۳۳۹، پست الکترونیکی: barghamadi@uma.ac.ir، صندوق پستی :۵۶۱۹۹۱۱۳۶۷

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-09-28]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i8.13941]

مقدمه

درد پاتلوفمورال، یکی از شایع‌ترین اختلالات اندام تحتانی است که ۲۵٪ از آسیب‌های زانو را تشکیل می‌دهد (۱). درد پاتلوفمورال با درد اطراف زانو و یا جلوی کشکک در حین انجام وظایف خم شدن زانو از جمله، دویدن و راه رفتن مشخص می‌شود. سندرم پاتلوفمورال ممکن است در نتیجه ترکیبی از عوامل بیومکانیکی مانند، سفتی بافت نرم، ضعف عضلانی بیش از حد باشد که این عوامل می‌تواند باعث افزایش استرس غضروفی و استخوان زیر غضروفی و ناهماهنگی ظریف کشکک می‌شود (۲) هم‌چنین افزایش استرس مفصل کشک رانی، که به‌عنوان نیروی واکنش مفصل کشککی رانی در واحد سطح تماس کشکک در برابر استخوان تعریف می‌شود ممکن است باعث ایجاد سندرم درد پاتلوفمورال گردد (۳). به‌علاوه عدم تعادل بین نیروهای عضلات پهن میانی و واستوس جانبی باعث ردیابی غیر طبیعی کشکک می‌شود که منجر به کاهش نواحی تماس و افزایش استرس و درد کشککی رانی می‌شود (۴). ارتباط کم بین دامنه انحراف پشت پا و اداکشن هیپ در افراد دارای سندرم پاتلوفمورال (PFPS) بین اوج انحراف پشت پا و چرخش داخلی تیبیا شناسایی گردید که نشان‌دهنده این است که چرخش تیبیا در اسیب‌شناسی سندرم پاتلوفمورال (PFPS) دخالت دارد (۵). تحقیقات نشان داده‌اند افراد مبتلا به سندرم پانلوفمورال به‌طور مداوم حداکثر فشار برشی و متوسط را حین سطح تماس مفصل پاتلوفمورال در دو زاویه فلکشن ۱۵ و ۴۵ درجه زانو تجربه می‌کنند (۶). محققان گزارش کرده‌اند افراد مبتلا به پاتلوفمورال، افزایش گشتاورهای ابداکتور زانو و چرخاننده خارجی را در پاسخ بارگذاری(loading response) و کاهش گشتاور اکستانسور زانو را هم در پاسخ بارگذاری هم در وضعیت انتقال نشان داده‌اند (۷). هم‌چنین از نظر سینتیکی بیماران مبتلا به سندرم پاتلوفمورال (PFPS) عموما یک گشتاور بازکننده زانوی کاهش یافته را در طول واکنش مفصل (RJ) نشان می‌دهند (۶). هم‌چنین، افراد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال (PFPS) با حرکت غیر طبیعی پلنار مفصل ساب‌تالار در مرحله راه رفتن نیز نیروهای عکس‌العمل زمین (Ground Reaction Force) تغییر یافته را نشان می‌دهد (۸). افراد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال (PFPS) ممکن است دارای حداکثر انحراف پشت پا به سمت داخل و خارج در هنگام ضربه پاشنه باشند (۹). دانش دقیق‌تر از رابطه پیچیده بین کشکک و تروکلئار ممکن است به تشخیص بهتر اختلالات پاتلوفمورال (PF) و در نهایت به انتخاب درمان صحیح کمک کند (۱۰). اگاهی از عوامل بیومکانیکی موثر در سندرم پاتلوفمورال تکنیک‌های درمانی را بهبود می‌بخشد و هم‌چنین بررسی الگوهای حرکتی افراد در مرحله بهبود سندرم پاتلوفمورال (PFPS) به هدایت بیشتر روند توانبخشی و درک اینکه آیا تغییرات به دلیل سطوح بالای درد است یا به عوامل دیگر مرتبط است، کمک خواهد کرد. هدف از تحقیق حاضر بررسی مکانیک و پاتومکانیک اندام تحتانی افراد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال بود.

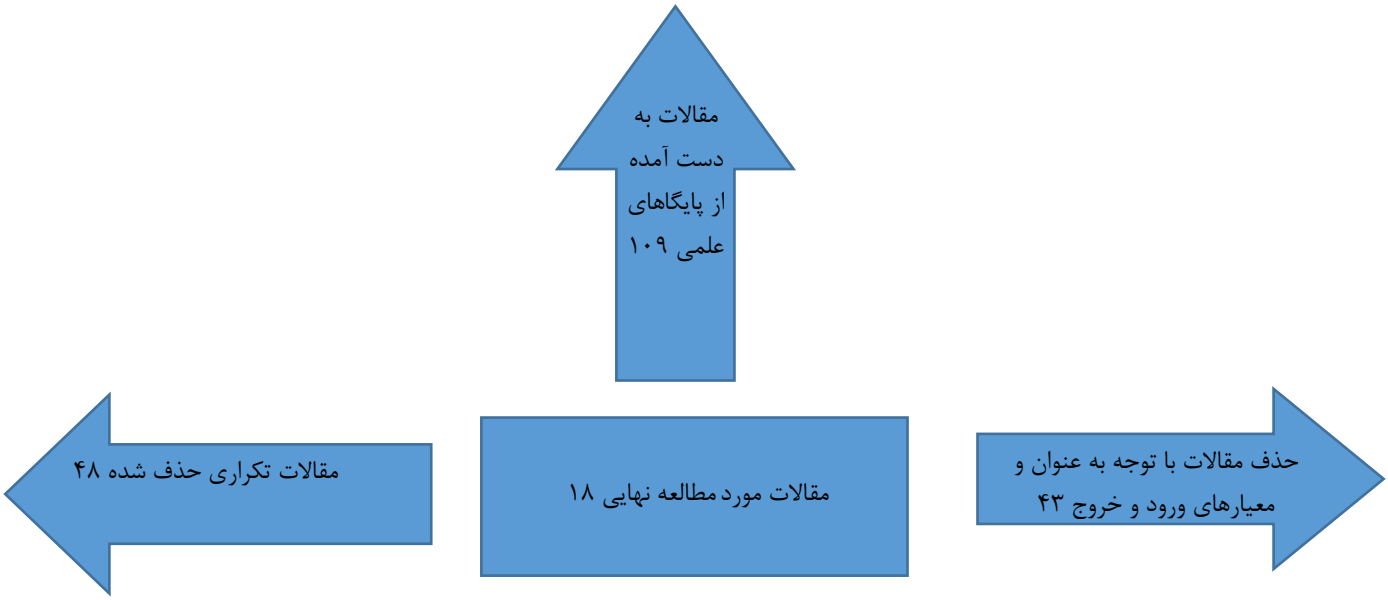
روش بررسی

مطالعات گزارش شده در خصوص مکانیک و پاتومکانیک سندرم پاتلوفمورال به روش مطالعه سیستماتیک انجام شد. جمع‌آوری اطلاعات متناسب با مطالعه، فرآیند مورد نظر در سه مرحله انجام گرفت. مرحله اول، برای این منظور در پایگاه‌های الکترونیکی، Google scholar, Science direct, Pubmed، Magiran، Google، Scopus، WOS با استفاده کلید واژه‌های سندم پاتلوفمورال، مکانیک و پاتومکانیک اندام تحتانی از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳ از تاریخ ۱۰ تا ۱۳ آوریل ۲۰۲۳ مطالعه به عمل آمد. در مرحله دوم معیارهای ورود به مطالعات فارسی و انگلیسی زبان مورد بررسی قرار گرفت. مطالعات و کارآزمایی بالینی که بر روی سندرم پاتلوفمورال، پاتولوژی، پاتومکانیک اندام تحتانی، کینتیک و کینماتیک زانو، به‌صورت تکی و ترکیبی استفاده شد. همه مطالعات دارای گروه کنترل بودند. مجلات استفاده شده دارای ضریب تاثیر بودند. در این مطالعات محدودیت جنسیتی و سن آزمودنی‌ها مورد توجه قرار نگرفت. معیارهای خروج شامل، آسیب‌های اندام تحتانی و سندرم‌ها، مقالات غیر از زبان فارسی و انگلیسی و خارج از محدوده زمانی تعیین شده از مطالعه حذف شدند. در مرحله سوم مقالات

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-09-28]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i8.13941]

به‌دست آمده طبقه‌بندی شد و داده‌های آن‌ها مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. با استفاده از کلیدواژه‌های مطالعه نظر مورد ۱۰۹ مقاله به دست آمد و با توجه به هدف مورد نظر و حذف مقالات تکراری ۴۸ مقاله مورد مطالعه به‌دست آمد (شکل ۱). با توجه به هدف مورد نظر و معیارهای ورود و خروج مقاله در سه قسمت مفصل پاتلوفمورال، متغییرهای فشار کف پایی و عضلات اطراف پاتلوفمورال طبقه‌بندی شد و به لحاظ مکانیک، آسیب، نیروهای وارده بر مفصل، فعالیت الکتریکی عضلات و تجهیزات استفاده در تحقیقات به‌صورت جدول و متن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مطالعات انجام گرفته در زمینه سندرم پاتلوفمورال، کینتیک، کینماتیک، نیروهای وارد بر مفصل زانو، فعالیت الکترومایوگرافی عضلات اندام تحتانی، مکانیک و پاتومکانیک مفصل پاتلوفمورال آسیب دیده و.... بر روی ورزشکاران و غیر ورزشکاران، بدون محدودیت سن و جنسیتی مطالعه قرار گرفت. هم‌ترازی پاتلوفمورال در زانوی سالم بسیار متغیر است.



شکل ۱: روند انتخاب مقالات

نتایج

کینتیک و کینماتیک: متغیرهای کینتیکی و کینیماتیکی مفصل پاتلوفمورال که در مطالعات توضیح داده شد متنوع بوده و یافته‌ها گاهی متناقض بودند. طبق مطالعات انجام گرفته در زمینه بررسی متغیرهای کینتیکی و کینماتیکی در افراد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال، تعداد ۲۰ مقاله به دست آمد که تعداد سه مقاله دارای جنسیت نا معلوم بودند (۱۳-۱۱) و تعداد دو مقاله روی جنسیت مرد (۱۴،۱۵) مطالعه کرده بودند از بین مقالات مذکور تعداد دو مقاله روی هر دو جنسیت تحقیق کرده بودند (۱۶،۱۷) و تعداد پنج مطالعه روی جنسیت زنان تحقیق انجام داده بودند (۲۲-۱۸). از بین ۴۸ مطالعه، ۹ مطالعه از دستگاه صفحه نیرو و دوربین آنالیز حرکت با مدل‌های متفاوت برای بررسی متغیرهای کینتیکی و کینماتیکی حین راه رفتن، دویدن و پرش استفاده کرده بودند که در تعداد هفت مطالعه تاثیر ۵۰٪ داشتند و بقیه مطالعات تاثیر ۸۸/۳۳٪، ۵۲/۱۷٪ داشتند (۱۱،۱۴،۱۵،۱۶،۱۸،۲۳) تعداد سه مطالعه تنها از دوربین برای ارزیابی متغیرهای کینتیکی اندام تحتانی حین دویدن و فرود استفاده کرده بودند (۱۲،۱۵،۲۴). تعداد دو مطالعه از الکترومایوگرافی سطحی (Electromyography) همزمان با بریس و دوربین و صفحه نیرو برای ارزیابی فعالیت EMG عضلات ران و ساق در مرحله ایستادن و در حین پرش رانش استفاده کرده بودند که تاثیر ۵۰٪ داشتند (۱۳،۱۶). اکثر مطالعات به‌دست آمده در زمینه متغیرهای کینتیک و کینماتیک اندام تحتانی افراد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-09-28]
[DOI: 10.18502/ssu.v31i8.13941]

مقایسه‌ای بودند. مطالعات کینتیکی و کینماتیکی روی ۱۰۰ فرد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال در حین راه رفتن و دویدن نشان داد که در والگوس زانو، فلکشن زانو، چرش تیبیا و پرونیشن پا در افراد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال و سالم تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. از بین جامعه آماری مذکور دوندگان زن دارای سندرم پاتلوفمورال استرس کشککی افزایش یافته را نشان دادند و شاخص ضربه به‌طور قابل توجهی در آنان کم‌تر بود، هم‌چنین اوج چرخش خارجی (Eversion) و افت لگن طرف مقابل در کل نسبت به مردان دارای این سندرم بیشتر بود. به علاوه زنان اوج اداکشن لگن بزرگ‌تری را نسبت به مردان داشتند و به علاوه اوج فلکشن زانو در دوندگان مرد دارای سندرم پاتلوفمورال در مقایسه با زنان مبتلا کاهش یافته بود. اوج استرس مفصل پاتلوفمورال (joint Patellofemeoral stress) یکپارچگی زمان تنش مفصل پاتلوفمورال (integral Pfjs_Time) بین دو گروه دوندگان مرد و زن دارای سندرم پاتلوفمورال مشابه بود. زاویه اوج فلکشن زانو و گشتاور اکستنشن خالص زانو بین گروه‌های تفاوتی نداشت. هم‌چنین زنان مبتلا به PFPS چرخش داخلی لگن را زمانی که نیروهای عکس‌العمل زمین بزرگ‌تر بودند نشان دادند. در بین این مطالعات، پژوهشی در حین راه رفتن با استفاده از تجهیزاتی به وزن آزمودنی‌ها افزوده بود که مشاهده گردید زوایای مفصل افزایش پیدا کرد و میانگین گشتاورهای اوج و حمایت دوگانه و حمایت یگانه و سرعت راه رفتن در دو گروه سالم و مبتلا کاهش یافت. هم‌چنین مشاهده گردید که تنها تفاوت در زاویه اداکشن هیپ بدون بار بود. هیچ تفاوتی در هنگام حمل بار مشاهده نشد. تفاوت‌های حرکتی و جنبشی در راه رفتن بین شرایط وزنی و غیر وزنی تشخیص داده شد اما هیچ تاثیری از PFPS نبود (۱۵). هم‌چنین در سه سرعت انتخابی، آهسته و سریع روی تردمیل مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری در اوج استرس بارگذاری مفصل پاتلوفمورال (PFJ) بین دو گروه مبتلا به سندرم پاتلوفمورال و سالم وجود ندارد. هم‌چنین حداکثر استرس بارگذاری مفصل پاتلوفمورال (PFJ) در طول دویدن آهسته در مقایسه با شرایط سریع و انتخابی در هر دو گروه کم‌ترین بود و در زاویه فلکشن تنه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (۱۱،۱۲،۱۵،۱۸،۲۳). چندین مطالعه متغیرهای کینتیکی و کینماتیکی را در حین پرش و فرود بررسی کرده‌اند. در مطالعه‌ای با جامعه آماری ۳۸ نفر در دو گروه شامل افراد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال و افراد سالم محققان متغیرهای مذکور را در حین فرود تک پا از جعبه ۳۰ سانتی‌متری با استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری صفحه نیرو و سیستم آنالیز حرکت شامل هشت دوربین بررسی کردند و مشاهده گردید که گروه مبتلا به‌طور قابل‌توجهی فلکشن مفصل ران، فلکشن زانو، چرخش خارجی مچ پا، ابداکشن بالاتر هیپ، والگوس زانو و پلانتار فلکسور نسبت به گروه کنترل داشت (۱۵). هم‌چنین در مطالعه‌ای دیگر در حین پرش و رانش مشاهده شد که زنان مبتلا فلکشن بیشتر تنه همان طرف، افت لگن طرف مقابل و چرخش داخلی و اداکشن بیشتر لگن، پرونیشن بیشتر مچ پا، گشتاورهای داخلی مفصل ران و مچ پا، گشتاورهای باز کننده داخلی لگن، زانو و مچ پا و فعالیت عضلانی عضلاتی مانند پهن جانبی و عضله سرینی کوچک (Gluteuse Mediuse & Vastus Lateralis) بیشتری نسبت به افراد سالم داشتند (۱۶). هم‌چنین در بررسی قدرت اوج ایزوکنتیک زانو، کینماتیک و کینتیک در اوج نیروی عکس‌العمل عمودی زمین در طی فرود دراپ، گشتاور اوج زانو و قدرت نسبی گروه مبتلا به‌طور قابل‌توجهی ضعیف‌تر از گروه نرمال بود. به علاوه گروه مبتلا گشتاور چرخش داخلی زانو بیشتری نسبت به گروه سالم داشتند (۲۱). هم‌چنین مطالعه‌ای مبنی بر بررسی تاثیر taping بر روی تعادل پویا و میزان درد زنان مبتلا به سندرم پاتلوفمورال، نتیجه گرفتند که استفاده از نوار چسب (Taping) در جهات قدامی، قدامی-داخلی، خلفی- داخلی و قدامی-داخلی و هم‌چنین میزان درد بعد از مداخله بهبود یافت (۲۵).

فشار کف پا: مطالعات انجام گرفته در زمینه فشار کف پا در افراد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال در حین تمرین‌های متعددی در ۱۳ مقاله بررسی شد. تعداد دو مطالعه روی ارزیابی فشار کف پای مردان در حین راه رفتن و چمپاتمه زدن یافت شد (۲۸،۲۹). دو مطالعه روی زنان در زمینه ارزیابی فشار کف پا در

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-09-28]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i8.13941]

حین سه کارآزمایی در حالت تک پا با و بدون باند کشکک و اسکوات به‌دست آمد (۳۰،۳۱). دو مطالعه ترکیبی روی زنان و مردان در حین راه رفتن یافت شد (۲۳،۳۲). در تعداد سه مطالعه جنسیت معلوم نبود (۲۳،۲۸،۳۳). مطالعات مذکور از دستگاه‌های صفحه نیرو و دوربین‌های آنالیز تحلیل حرکت استفاده کرده‌اند که اکثرا تاثیر ۵۰ و ۸۳/۸ درصدی داشتند. در مطالعه‌ای که به بررسی تغییرات موقعیتی جابجایی مرکز فشار در ناحیه قدامی_خلفی (center of pressure in anterior and posterior) بر روی گشتاورهای ران، زانو و مچ پا در حین چمپاتمه زدن در دو پا در جامعه آماری شامل مردان مبتلا به سندرم پاتلوفمورال انجام گرفت، مشاهده کردید که گشتاور اکستنسور زانو به‌طور قابل‌توجهی کوچک‌تر از حالت cop قدامی بود. در حالی که ممان اکستنسور مچ پا به طور قابل توجهی در جابجایی مرکز فشار (Center of pressure) قدامی بزرگ‌تر از وضعیت جابجایی مرکز فشار در ناحیه (Center of pressure) خلفی بود (۲۹). مطالعات در زمینه فشار کف پا حین دویدن و راه رفتن در ۴۱ فرد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال در دو آزمایش متفاوت شامل استفاده از کفش و ارترز کف با گوه‌های جلوی پا و تکیه گاه‌های متفاوت در حین دویدن و راه رفتن روی سطح صاف، نشان دادند که تقریباً همه آرتزها باعث کاهش انتگرال نیرو_زمان (Force- time integral)در متاتارسال دوم و پاشنه داخلی شد. تنها گوه‌های میانی جلوی پا باعث کاهش انحراف در هالکوس شدند. هم‌چنین اثر گوه‌های جلوی پا بر روی جابه جایی COP داخلی_جانبی در مرحله پیش رانش وجود داشت اما هیچ تفاوتی بین جزء ارتروتیک مشاهده نشد. هم‌چنین فشار روی شش ناحیه کف پا و اندازه حداکثر زاویه انحراف پای عقب هنگام راه رفتن روی سطح صاف تفاوتی رابین دو گروه نشان نداد ولی افزاد مبتلا هنگام راه رفتن حئاکثر زاویه انحراف عقب پایی را زودتر از گروه سالم نشان دادند و زمان کم‌تری را با پای عقب در اورژن نسبت به گروه سالم ماندند (۲۸،۳۳). مطالعات در زمینه ارزیابی فشار کف پا در حین اسکات در دو پروتکل شامل استفاده از نوار چسب کشکک مک کانل و دارونما در حمایت استاتیک تک پا و اسکات روی اندام تحتانی و اسکوات در سه تست اسکات دو پا نشان دادند که استفاده نوار چسب مک کانل و دارونما کنترل وضعیتی را در حین اسکوات تک پا بهبود بخشید و تفاوت قابل‌توجهی در رابطه با زمان مداخله هر دو گروه (نوار چسب‌های مک کانل و دارونما) با کاهش پارامترهای COP پس از اعمال نوار چسب مشاهده شد. اما در مطالعه ارزیابی COP در سه تست اسکوات موقعیت AP_COP به‌طور قابل‌توجهی با گشتاور (Torque) اکستنسور زانو ارتباط منفی داشت. گشتاور اکستنسور زانو به‌طور مثبت با زاویه دورسی فلکشن مچ پا همراه بود اما با موقعیت COP ارتباط منفی داشت. و در این مطالعه هیچ ارتباط معنی‌داری بین موقعیت AP_COP دورسی فلکشن مچ پا وجود نداشت (۲۸،۳۴).

عضلات: مطالعات زیادی در زمینه ارزیابی فعالیت الکترومایوگرافی عضلات اندام تحتانی افراد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال در تعداد ۱۲ مقاله صورت گرفته است. که جنسیت در این مقالات ترکیبی و نامعلوم بود. جامعه آماری در مطالعات انجام گرفته، ۳۴۹ آزمودنی مبتلا به سندرم پاتلوفمورال بود. در این مطالعات چهار مطالعه با هدف افزایش قدرت و تقویت عضلات ناحیه مفصل پاتلوفمورال قبل و بعد از شش هفته تمرینات مداخله‌ای یافت شد (۴۰-۳۷). هم‌چنین تعداد سه مقاله در زمینه کاهش درد از مقیاس آنالوگ بصری استفاده کردند (۳۸،۴۱،۴۲). همه مقالات مذکور از دستگاه الکترومایوگرافی سطحی استفاده کردند و تنها دو مطالعه از EMG_Bio feed back استفاده کرده‌اند که تمام مقالات ۵۰ درصد و بیشتر تاثیر داشتند (۴،۳۴). در بین مطالعات انجام گرفته، در مطالعاتی که به بررسی فعالیت عضلات گلتئوس مدیوس، گلتئوس ماکسیموس، واستوس مدیالیس مایل و پهن داخلی که در حین ایستادن تک پا، اسکات تک پا، اسکوات با اداکشن ران انجام گرفته بود، مشاهده شد که در فعالیت عضلات سرینی بزرگ بین دو گروه وجود ندارد. عضلات چهار سر ران ئر گروه مبتلا فعالیت بیشتری نسبت به گروه سالم را نشان دادند و عضلات سرینی میانی و چهار سر ران در بالا

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-09-28]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i8.13941]

بردن مستقیم پا با تمرینات چرخش جانبی لگن فعالیت بیشتری را نسبت به اسکوات در هر دو گروه نشان دادند. هم‌چنین در اسکوات تک پا تفاوت معناداری بین دو گروه یافت نشد. در مردان دارای سندرم پاتلوفمورال در مقایسه با افراد سالم فعالیت عضلانی گلتئوس مدیوس، VMO و VL (Vastus lateralis,Vastus medialis oblique) تغییر یافته را در طول ایستادن و اسکوات تک پا مشاهده گردید (۳۴،۴۳،۴۴). مطالعات یافت شده در زمینه ارزیابی قدرت عضلات اندام تحتانی در جامعه آماری ۱۳۰ فرد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال که قدرت عضلات آن‌ها با استفاده از دستگاه ایزوکنتیک ثبت گرددیده است، نشان دادند که استفاده از تمرینات کششی استاتیک و پویای عضلات چهار سر ران هیچ تفاوتی را در انعطاف پذیری و قدرت و زمان فعال سازی عضلانی در دو گروه یافت نگردید. هم‌چنین تفاوتی در انعطاف‌پذیری و قدرت عضلانی زانوهای آسیب دیده بین گروه‌ها وجود نداشت. قدرت عضلانی زانو پس از شش هفته مداخله در دو گروه تمرین توانبخشی استاندارد و تمرینات دیستال اندام تحتانی باعث کاهش درد، افزایش قدرت اکستنشن زانو مشاهده شد اما تنها گروه توانبخشی افزایش قدرت برای ابداکشن مفصل ران را داشت (۴۰-۳۸). مطالعات متعددی از تمرینات زنجیره بسته و باز جنبشی با ترکیبی از سایر تمرینات بر روی سندرم پاتلوفمورال پرداخته‌اند. مقایسه تاثیر تمرینات زنجیره بسته با زنجیره باز و زنجیره بسته تقویتی عضلات لگن، زنجیره بسته با اسکوات و زنجیره بسته با بیوفیدبک نشان دادند که در زنجیره بسته به‌طور قابل‌توجهی نسبت به زنجیره باز جنبشی باعث بهبود عملکرد، کاهش درد دارد. به علاوه عضلات ران در هر دو گروه زنجیره بسته تقویتی عضلات لگن و کنترل حداکثر گشتاور را در عضلان ران دارند ولی تفاوت معنی‌داری در گشتاور عضلات لگن مشاهده نشد. اندازه‌گیری فعالیت عضلات چهار سر ران پس از شش هفته مداخله و توانایی تعادل پویا در گروه زنجیره بسته بیوفید بک از گروه زنجیره بسته اسکوات بالاتر بود (۴۲،۴۵،۴۶).

جدول۱: یافته‌های کینماتیکی و کینتیکی

نویسنده/سال	هدف	جامعه و نمونه آماری	تجهیزات	پروتکل تحقیق	نتیجه
ابراهیم و همکاران ۲۰۲۲،(۲۶)	بررسی گردش تنه ساجیتال در حین دویدن اسکوات و هچنین خطای تغییر موقعیت کمر بین افراد با و بدون PFPS	۳۰ فرد (۱۳ مرد_۱۳ زن) مبتلا به PFPS	دوربین عکاسی آنالیز حرکت دو بعدی، دینامومتر ایزوکنتیک	اندازه گیری زاویه تنه در طول ایستادن، نیمه اسکوات	افراد مبتلا به PFPS گردش تنه ساجیتال پایین‌تری را در زنان هنگام انجام مینی اسکوات نسبت به مردان داشتند.
نادیا و همکاران ۲۰۱۹،(۱۵)	تعیین اینکه آیا در افراد مبتلا به PFPS تغییری در زاویه برآمدگی صفحه ساجیتال در حین تست گام به پایین وجود دارد یا خیر؟	۲۰ فرد مبتلا به PFPS	دوربین فیلم برداری دیجیتال سه بعدی	آنالیز حرکت حین تست Step down	تفاوت معنی‌داری در مقدار میانه FPPA وجود نداشت. PFPS با FPPA در طول تمرین پایین آمدن مرتبط نبود.
ناصرپور و همکاران ۲۰۱۸،(۲۳)	بررسی تفاوت در کنترل پاسچرال پویا در حین step down به سمت جلو در بیماران مبتلا به PFPS	۶۸ شرکت کننده (۳۴ مرد_۳۴ زن) مبتلا به PFPS	Force Platform	هر شرکت کننده FSD را در ارتفاع ۳۰ سانتی متری انجام دادند.	افراد مبتلا به PFPS در زمان طولانی تر در جهت‌های M/L و A/P تثبیت شده و در A/P PFPS طولانی‌تر از M/L بود.
هایم و همکاران ۲۰۱۲، (۲۷)	بررسی اثر یک درمان بیومکانیکی جدید برای بیماران مبتلا به درد قدامی زانو	۴۸ بیمار مبتلا به درد قدامی زانو	تشک الترونیکی و پرسشنامه SF_36بیماران با	راه رفتن و بررسی سلامت	سرعت راه رفتن به طور قابل توجهی ۵.۷ سانتی متر در ثانیه، سرعت ۱.۶ قدم در دقیقه و طول گام ۳.۴ سانتی

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-09-28]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i8.13941]

			WOMAG	استفاده از تشک الکترونیکی در ابتدا و پس از ۳ و ۶ ماه مورد ارزیابی قرار گرفت.	متر نسب به آزمایش قبل از مداخله افزایش یافت. هم‌چنین درد کاهش پیدا کرده و بهبود عملکرد افزایش یافت.
سلف و همکاران (۱۹)،۲۰۱۱	بررسی اثر بریس و نوار کشکک بر مکانیک سه بعدی زانو بیماران مبتلا به PFPS در حین step_down	۱۳ زن مبتلا به PFPS	سیستم آنالیز حرکت ده دوربینی	تمرین فرود با گام آهسته تحت سه شرایط، بدون نوار، بریس کشکک خنثی، بریش کشکک فمورال وی پله ۳۰ سانتی متری	دامنه حرکتی زانو در صفحه تاجی(Coronal plate) به‌طور قابل‌توجهی با نوار چسب کاهش یافت و مهار بندی صفحه عرضی به طور قابل توجهی در دامنه حرکت زانو با بریس در مقایسه با نوار چسب و بدون درمان کاهش یافت.

جدول۲: متغیرهای فشارکف پا

نویسنده/سال	هدف	جامعه و نمونه آماری	تجهیزات	پروتکل تحقیق	نتیجه
فریرا (۳۵)،۲۰۲۳	بررسی تاثیر نوار چسب کشکک مک کانل کنترل وضعیت اسکوات تک پا را در زنان مبتلا به سندرم	۳۰ فرد دارای سندرم پاتلوفمورال (۱۵ نفر گروه نوار مک کانل_۱۵ نفر نوار پلاسبو)	Force platform	آزمون اسکوات تک پا، آزمون پله‌های صعودی و نزولی با استفاده از سکوی نیرو قبل و بعد از مداخله	در اسکوات تک پا، گروه MT نسبت به گروه PT در مرکز ناحیه نوسان فشار (A-COP)و سرعت قدامی خلفی و میانی جانبی بهتر عمل کرد. برای صعود از پله ها، گروه نوار پلاسبو (PT) در A-COP در مقایسه با گروه (MT) نوار مک کانل بهتر عمل کرد. فرود از پله تفاوتی بین گروه ها یا لحظات ارزیابی نشان نداد. بنابراین، MT را می توان برای بهبود کنترل وضعیتی در تمرینات اسکات تک پا استفاده کرد.
زامبوتی و همکاران (۳۶)،۲۰۱۷	تعیین کمیت درد، ظرفیت عملکردی، قدرت در عضلات چهارسر ران (Q)، گلوتئوس متوسط (GM)، عضلات چرخاننده خارجی لگن (ER) و تعادل در زنان کم تحرک مبتلا به PFPS	۱۰ زن مبتلا به سندرم پاتلوفمورال	مقیاس آنالوگ بصری، دینامومتر دستی، پلتفرم نیرو	اندازه‌گیری تعادل، قدرت عضلات و حداکثر انقباض ارادی	تفاوت معنی‌داری در قدرت عضلات چهار سر ران، چرخاننده خارجی هیپ و لتئوس مشاهده نشد. در زمینه تعادل تفاوت معنی‌داری بین گروه کنترل و مبتلا برای میانگین سرعت نوسان COP در جهت میانی و با کنترل تعادل بیشتر در CG مشاهده شد.
پولا و همکاران (۲۳) ،۲۰۱۴	ارزیابی قدرت عضلات ران و زانو و کنترل پاسچرال در افراد مبتلا به PFPS	۲۵ فرد مبتلا به PFPS	Force Platform و دینامومتر دستی	انجام تست Step up down برای کنترل پاسچرال	گروه PFPS جابه جایی کلی داخلی_جانبی بیشتری را نشان داد. سرعت COP جانبی_داخلی بالاتر بود. ضعف بین تمام عضلات در PFPS، همبستگی مثبت بین جابه جایی قدامی_خلفی و سرعت عضله کشنده ران مشاهده شد.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-09-28]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i8.13941]

رامیرو و همکاران ۲۰۱۴، (۳۰)	ارزیابی اثر باند کشکک بر کنترل وضعیتی افراد با و بدون PFPS	۳۰ نفر زن با و بدون PFPS	Force plate	سه کار آزمایی در حالت تک پا با و بدون باند کشکک	استفاده از باند کشکک نوسان وضعیتی را در افراد مبتلا به PFPS کاهش داد.
اجاقی و همکاران ۲۰۱۴، (۳۲)	مقایسه تاثیر نوار چسب و بانداژ الاستیک بر کنترل وضعیتی در ورزشکاران مبتلا به PFPS	۱۵ مرد-۱۹ زن مبتلا به PFPS	Force plate	استفاده از بانداژ الاستیک و نوار چسب مک کانل طی یک ماه. کنترل پاسچر قبل و بعد از یک ماه اندازه گیری شد.	بعد از هر دو نوار چسب اندازه‌گیری cop و بازوی گشتاور cop_com تفاوت معنا داری را نشان نداد. بعد استفاده از نوار چسب افزایش معنا داری در جهات قدامی، جانبی و خلفی و بعد از استفاده از بانداژ الاستیک افزایش معنی‌داری در جهات خلفی و میانی به دست آمد.

جدول۳: فعالیت الکترومایوگرافی عضلات

نویسنده/سال	هدف	جامعه و نمونه آماری	تجهیزات	پروتکل تحقیق	نتیجه
جین و همکاران ۲۰۲۳،(۴۷)	مقایسه قدرت عضلانی، زمان فعال شدن عضله در بیماران مبتلا به PFPS	۶۱ بیمار مبتلا به PFPS	دستگاه ایزوکنتیک و دینامومتر دستی مقیاس آنلوگ بصری و پرسش نامه کوجالا و تامپا	اندازه‌گیری قدرت عضلانی با حداکثر گشتاور در طول حداکثر پنج تکرار حرکات فلکشن و اکستنشن با سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه و حداکثر گشتاور نرمال شده به وزن بدن اندازه‌گیری شد.	تفاوت معنی‌داری در قدرت عضلانی و زمان فعال شدن عضلات یافت نشد. نرخ تغییر در تمام پارامترها تفاوت معنی‌داری نداشت.
جین و همکاران ۲۰۲۳، (۴۲)	بررسی اینکه آیا افزودن کنزیوتیپینگ به تمرین درمانی PFPS مفید است یا خیر؟	۲۰ بیمار PFPS	دستگاه ایزوکنتیک مقیاس آنلوگ بصری پرسش‌نامه کوجالا	تمرین درمانی یک ماهه با استفاده کنزیوتیپینگ	تفاوت معنی‌داری در قدرت عضلات چهار سر ران بین گروه نوار و بدون نوار وجود داشت. اثر زمان برای چهار سر ران معنی دار بود.
کوکماز و همکاران ۲۰۲۱، (۴۱)	بررسی اثرات افزودن بیوفید بک الکترومایوگرافی به یک برنامه ورزشی بر درد، عملکرد و فعالیت الکتریکی در انقباض ایزومتریک عضلات VL و VMO	30 بیمار مبتلا به PFPS	مقیاس آنالوگ بصری، پرسش نامه عملکردی QIF، الکترومایوگرافی بیوفیدبک	انجام تمرینات با بیوفیدبک برای گروه PFPS و تمرینات فیزیئتراپی برای گروه کنترل	میانگین و حداکثرانقباض ایزومتریک عضلات VMO و VL در دو گروه بهبود یافت. مقادیر انتگرال انقباض ایزومتریک VMO و VL در گروه بیوفیدبک افزایش یافت.
پرتوی و همکاران ۲۰۲۱،(۴۸)	بررسی اثربخشی تمرینات کششی ترکیبی تیپینگ و تقویت عضله چهارسر و کششی همسترینگ بر PFPS	۶۰ مرد مبتلا به سندرم پوفمورال	مقیاس VAS، مقیاس KOOS وآزمون MWT٦	۱) تمرین تقویتی عضلات چهارسر ران و تیپینگ، ۲) تمرینات کششی و نواری همسترینگ، ۳) تقویت عضلات چهار سر ران و تمرینات کششی همسترینگ تقسیم شدند. و ۴) تقویت عضلات چهار سر ران، تمرینات کششی همسترینگ و نوار چسب.	کاهش معنی‌داری در میانگین نمرات VAS و افزایش معنی‌داری در نمرات مقیاس KOOS و آزمون MWT۶ در گروه کنترل و مبتلا به سندرم پاتلوفمورال مشاهده شد.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-09-28]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i8.13941]

بحث

هدف از مطالعه حاضر بررسی مکانیک و پاتومکانیک اندام تحتانی افراد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال بود. نتیجه‌گیری مطالعات موجود بینشی در مورد چگونگی عملکرد عناصر مفصل پاتلوفمورال ارائه می‌دهد که از طریق آزمایش‌های آزمایشگاهی و شبیه‌سازی رایانه‌ای به دست آمده است. بر طبق مطالعه سیستماتیک انجام شده، مطالعاتی که به تحلیل متغیرهای کینتیک و کینماتیک حین راه رفتن پرداخته‌اند، مطالعه‌ای به بررسی وضعیت فلکشن تنه در صفحه ساجیتال بین دوندگان پرداخته است، از مزایای این تحقیق استفاده از سیستم آنالیز ۱۲ دوربینی و دستگاه صفحه نیرو به‌طور همزمان در سه سرعت راه رفتن و هم‌چنین جامعه آماری وسیع شامل دو دهه بین دوندگان ۱۸ تا ۴۰ سال بود که طیف داده‌های حاصل از این تحقیق اطلاعات جامع و وسیعی را بین سنین جوانی به دست می‌دهد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که حداکثر استرس بارگذاری مفصل پاتلوفمورال (pfj) در طول دویدن آهسته در مقایسه با دویدن سریع و انتخابی در هر دو کروه تمرین و کنترل کم‌ترین بود (۱۱). هم‌چنین در مطالعه‌ای با پروتکل و دستگاه‌های مشابه در دوندگان زن و مرد نتایج مشابه بود. مزیت این تحقیق استفاده از هر دو جنس در تحقیق بود ولی تعداد کم آزمودنی‌ها از معایب این تحقیق به شمار می‌رود (۱۷). محققان متغیرهای کینماتیک را حین دویدن روی تردمیل با استفاده از دستگاه‌هایی مانند سیستم آنالیز حرکت سه بعدی و مقیاس درد بررسی کرده‌اند نتایج این تحقیق نشان داد که تفاوت بین متغیرهای سینماتیک اندام تحتانی معنی‌دار نبود و روی چهار سر تاثیری نداشت، از آنجایی که این تحقیق مقیاس درد و فعالیت عضله چهار سر را بررسی کرده است عدم استفاده از الکترومایوگرافی سطحی از معایب این تحقیق به شمار می‌رود (۱۲). مطالعات حین پرش با تست‌های متفاوت به دلیل اندازه‌گیری متغیرهای کینتیکی و کینماتیکی در همه ابعاد با استفاده از ابزارهای مربوط در چند حیطه و جامعه آماری متعادل اطلاعات مفید و جامعی به‌دست دادند (۱۵،۱۶،۲۱). به عنوان مثال مطالعه‌ای حین پرش رانش متغیرهای کینتیکی و کینماتیکی و فعالیت الکترومایوگرافی افراد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال را گزارش کرده است که اندازه گیری هر قسمت با دستگاه مربوطه از مزایای این تحقیقات به شمار می‌آید (۱۵). در زمینه اندازه‌گیری فشار کف پا مطالعات در سه حیطه دویدن، چمپاتمه زدن و اسکوات دارای نتایج مشابهی بودند. استفاده از مقیاس بصری برای گزارش درد به دلیل تاثیرگذاری سندرم پاتلوفمورال بر متغیرهای فشار کف پا از مزایای این تحقیق‌ها به شمار می‌رود (۲۸،۲۹،۳۱،۳۳،۴۹). مطالعه‌ای از ارتزهای کف پا برای اندازه‌گیری فشار کف پای افراد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال استفاده کرده‌اند که نتایج قابل‌توجهی به‌دست می‌دهد (۳۳). به نظر می‌رسد استفاده از ارتزها با استفاده از مداخلات تمرینی برای افراد مبتلا در کاهش درد و بهبود عملکرد تاثیر مثبتی داشته باشد. مطالعات بررسی شده در فعالیت الکترومایوگرافی عضلات به دلیل بررسی قدرت عضلانی برای بررسی تفاوت فعالیت در عضلات اطراف مفصل پاتلوفمورال در ارائه تمرینات درمانی از مزایای این تحقیق‌ها به‌شمار می‌رود (۳۸،۳۹،۴۰). در مطالعه‌ای در این حیطه برای اندازه‌گیری قدرت عضلات از کشش ایستا و پویا استفاده کرده‌اند (۴۰) که استفاده از تمرینات قدرتی و استقامتی برای فهم افزایش قدرت عضلات و کاهش درد برای ارائه به افراد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال مفید به نظر می‌رسد. در تحقیقات دیگر در حیطه اسکوات با استفاده از الکترومایوگرافی سطحی نتایج به دلیل پروتکل‌های مختلف، متفاوت بود. از مزایای این روش‌ها اندازه‌گیری جامع و کامل عضلات اندام تحتانی افراد مبتلا بود (۳۷،۴۳). در زمینه درمانی چند مطالعه از تمرینات زنجیره بسته استفاده کرده بودند. از مزایای این روش‌ها استفاده از این تمرینات با و بدون بیوفیدبک و هم‌چنین مقایسه با تمرینات زنجیره باز جنبشی بود. هم‌چنین با استفاده از اسن تمرینات تاثیر فعالیت عضلانی را در متغیرهای کینتیکی و مکانیکی نیز بررسی کردند که از مزایای این پژوهش‌ها بود (۴۲،۴۶). بنابراین توصیه می‌شود ارائه تمرینات متناسب با مکانیک و پاتومکانیک افراد مبتلا به سندرم پاتلوفمورال می‌تواند در کاهش درد و تنظیم زمان فعالیت‌های عضلانی و کاهش فشارهای وارد بر مچ پا کمک کند.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-09-28]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i8.13941]

نتیجه‌گیری

از مطالعه مروری حاضر که مبتنی بر بررسی مکانیک و پاتومکانیک اندام تحتانی افراد دارای سندرم پاتلوفمورال بود، نتیجه گرفته شد که تمرینات اصلاحی موجب بهبود عملکرد، کاهش درد و هم‌چنین افزایش فعالیت عضلات مفصل پاتلوفمورال می‌گردد. از محدودیت‌های این مطالعه در دسترس نبودن مطالعاتی در زمینه بررسی متغیرهای فشار کف پا به تنهایی و مداخلات درمانی برای ارزیابی متغیرهای کینتیکی و کینماتیکی بود. لذا با توجه به این موارد توصیه می‌شود در مطالعات آینده از مطالعاتی که از مداخلان درمانی برای ارزیابی متغیرهای کینتیکی و کینماتیکی استفاده کرده‌اند، بهره بگیرند.

سپاس‌گزاری

قاله حاضر حاصل بررسی جستجوهای انجام شده در سال ۱۴۰۲ در دانشگاه محقق اردبیلی می‌باشد. لذا مراتب تشکر را از حوزه معاونت محترم پژوهشی و فناوری دانشگاه را داریم.

حامی مالی: ندارد.

تعارض در منافع: وجود ندارد.

References:

1-Bazett-Jones DM, Neal BS, Legg C, Hart HF, Collins NJ, Barton CJ. ***Kinematic and Kinetic Gait Characteristics in People with Patellofemoral Pain: a Systematic Review and Meta-Analysis.*** Sports Medicine 2023; 53(2): 519-47.

2-Gaitonde DY, Ericksen A, Robbins RC. ***Robbins, Patellofemoral Pain Syndrome.*** Am Fam Physician 2019; 99(2): 88-94.

3-Zhang M, Zhou X, Zhang L, Liu H, Yu B. ***The Effect of Heel-To-Toe Drop of Running Shoes on Patellofemoral Joint Stress during Running.*** Gait Posture 2022; 93: 230-4.

4-Sinclair JD, Brooks B, Butters B. ***Effects of Different Heel Heights on Lower Extremity Joint Loading in Experienced and In-Experienced Users: a Musculoskeletal Simulation Analysis.*** Sport Sciences For Health 2019; 15(1): 237-248.

5-Bonacci J, Fox A, Hall M, Fuller JT, Vicenzino B. ***Effect of Gait Retraining on Segment Coordination and Joint Variability in Individuals with Patellofemoral Pain.*** Clin Biomech (Bristol, Avon) 2020; 80: 105179.

6-Carvalho C, de Oliveira MPB, Pisani GK, Marolde IB, Serrão PRMDS**. *Biomechanical Characteristics and Muscle Function in Individuals with Patellofemoral Osteoarthritis: a Systematic Review of Cross-Sectional Studies.*** Clin Biomech (Bristol, Avon) 2022: 98: 105721.

7-Dag F, Dal U, Altinkaya Z, Erdogan AT, Ozdemir E, Yildirim DD, et al. ***Alterations in Energy Consumption and Plantar Pressure Distribution During Walking in Young Adults with Patellofemoral Pain Syndrome.*** Acta Orthop Traumatol Turc 2019; 53(1): 50-5.

8-Liew BXW, Abichandani D, De Nunzio AM. ***De Nunzio, Individuals with Patellofemoral Pain Syndrome Have Altered Inter-Leg Force Coordination.*** Gait Posture 2020; 79: 65-70.

9- Balouchy R, Gholami A, Abdollahi S. ***Abdollahi. Evaluation and Comparison of Kinematic***

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-09-28]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i8.13941]

Parameters of Gait and Leg Posture in Athlete Women with and without Patellofemoral Pain Syndrome. InСовременные проблемы физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры 2019; pp. 93-102.

10-Hochreiter B, Hess S, Moser L, Hirschmann MT, Amsler F, Behrend H. ***Healthy Knees Have A Highly Variable Patellofemoral Alignment: A Systematic Review.*** Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2020; 28(2): 398-406.

11-Ho KY, Barrett T, Clark Z, DuVall C, Fox T, Howden C, et al. ***Comparisons of Trunk and Knee Mechanics during Various Speeds of Treadmill Running between Runners with and without Patellofemoral Pain: A Preliminary Study.*** J Phys Ther Sci 2021; 33(10): 737-41.

12-Farzaneh M, Sahebozamani M, Daneshjoo A, Sadeghi M. ***Effect of Six-Week Static Quadriceps Stretching on Pain and Lower Extremity Kinematics during Running In Individuals with Patellofemoral Pain Syndrome.*** Int J Humanit Cult Stud 2016; 1.

13-Aliberti S, Costa Mde S, Passaro Ade C, Arnone AC, Hirata R, Sacco IC. ***Influence of Patellofemoral Pain Syndrome on Plantar Pressure in the Foot Rollover Process During Gait.*** Clinics (Sao Paulo) 2011; 66(3): 367-72.

14-Syed S, Bukhari B, Afzal S, Nasir M, Ali S. ***Comparison of Effectiveness of Mechanical Hold Versus Kinesio Taping in Managing Patellofemoral Pain Syndrome.*** Pakistan Biomedical Journal 2022: 50-4.

15-Dar G, Saposhnik A, Fineston AS, Ayalon M. ***The Effect of Load Carrying on Gait Kinetic and Kinematic Variables in Soldiers with Patellofemoral Pain Syndrome.*** Applied Sciences 2023; 13(4): 2264.

16-Bley AS, Correa JC, Dos Reis AC, Rabelo ND, Marchetti PH, Lucareli PR. ***Propulsion Phase of the Single Leg Triple Hop Test in Women with Patellofemoral Pain Syndrome: A Biomechanical Study.*** Plos One 2014; 9(5): e97606.

17-Sinclair J, Chockalingam N, Taylor PJ. ***Lower Extremity Kinetics and Kinematics in Runners with Patellofemoral Pain: A Retrospective Case–Control Study Using Musculoskeletal Simulation.*** Applied Sciences 2022; 12(2): 585.

18-Wirtz AD, Willson JD, Kernozek TW, Hong DA. ***Patellofemoral Joint Stress During Running In Females With And Without Patellofemoral Pain.*** Knee 2012; 19(5): 703-8.

19-Selfe J, Thewlis D, Hill S, Whitaker J, Sutton C, Richards J. ***A Clinical Study of the Biomechanics of Step Descent Using Different Treatment Modalities for Patellofemoral Pain.*** Gait Posture 2011; 34(1): 92-6.

20-Claudon B, Poussel M, Billon-Grumillier C, Beyaert C, Paysant J. ***Knee Kinetic Pattern during Gait and Anterior Knee Pain Before and after Rehabilitation in Patients with Patellofemoral Pain Syndrome.*** Gait Posture 2012; 36(1): 139-43.

21-Jeon K, Yeom S. ***Yeom, Effects of Kinematics and Kinetics of the Lower Extremities Joint during Drop Landing in Adult Women with Patellofemoral***

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-09-28]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i8.13941]

Pain Syndrome. Korean Journal of Sport Biomechanics 2021; 31(1): 64-71.

22-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.*** J Orthop Sports Phys Ther 2015; 45(10): 799-807.

23-Naserpour M, Goharpey S, Saki A, Mohammadi Z. ***Dynamic Postural Control during Step Down Task in Patients with Patellofemoral Pain Syndrome.*** J Phys Ther Sci 2018; 30(10): 1289-92.

24-Richards J, Selfe J, Thewlis D. ***A Clinical Study of the Biomechanics of Step Descent Using Different Treatment Modalities for Patellofemoral Pain.*** Gait & Posture 2009; 30: S28-S29.

25-Ebrahimi Atri A, Dehghani tafti M, Khoshraftare Yazdi N, Dehghani tafti V. ***The Effects of Patellar Taping on Dynamic Balance and Reduction of Pain in Athletic Women with Patellofemoral Pain Syndrome(PFPS).*** J Shahid Sadoughi Univ Med Sci 2012; 20(3): 332-9.

26-Hassan IMI, Keblawy ME, Elsalam MA, Embaby EA. ***Sagittal Trunk Excursion and Lumbar Repositioning Error between Female and Male Patients with Patellofemoral Pain Syndrome.*** Hong Kong Physiother J 2023: 43(2): 81-91.

27-Haim A, Segal G, Elbaz A, Mor A, Agar G, Bar-Ziv Y, et al. ***The Outcome of a Novel Biomechanical Therapy for Patients Suffering from Anterior Knee Pain.*** Knee 2013; 20(6): 595-9.

28-Luza LP, Luza M, Santos GM. ***Santos, Patellofemoral Pain Syndrome Modifies the Movement of the Rearfoot, but it Does Not Alter Plantar Pressure Distribution.*** Rev Bras Ortop (Sao Paulo) 2020; 55(4): 419-25.

29-Ishida T, Samukawa M, Endo D, Kasahara S, Tohyama H. ***Effects of Changing Center of Pressure Position on Knee and Ankle Extensor Moments during Double-Leg Squatting.*** J Sports Sci Med 2022; 21(3): 341-6.

30-Felicio LR, Masullo Cde L, Saad MC, Bevilaqua-Grossi D. ***The Effect of a Patellar Bandage on the Postural Control of Individuals with Patellofemoral Pain Syndrome.*** J Phys Ther Sci 2014; 26(3): 461-4.

31-Ferreira DC, Silva Junior RA, Araújo CGA, Mantovani PR, Macedo CSG. ***McConnell Patellar Taping on Postural Control of Women with Patellofemoral Pain Syndrome: Randomized Clinical Trial.*** Fisioterapia em Movimento 2020; 33: 1-9.

32-Ojaghi SM, Kamali F, Ghanbari A, Ebrahimi S, Nematollahi AR. ***Effects of Taping and Elastic Bandage on Postural Control in Athletes with Patellofemoral Pain: A Randomized Control Trial.*** Galen Medical Journal 2015; 4(3): 82-9.

33-Zhang X, Lam WK, Vanwanseele B. ***Vanwanseele, Dose-Response Effects of Forefoot and Arch Orthotic Components on the Center of Pressure Trajectory during Running in Pronated Feet.*** Gait Posture 2022; 92: 212-7.

34-Mirzaie GH, Rahimi A, Kajbafvala M, Manshadi FD, Kalantari KK, Saidee A. ***Electromyographic Activity of the Hip and Knee Muscles during Functional Tasks in Males with and without Patellofemoral Pain.*** J Bodyw Mov Ther 2019; 23(1): 54-58.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-09-28]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i8.13941]

35- Ferreira DC, da Silva RA, Zamboti CL, Pesenti FB, Mazzer LP, Macedo CD. ***McConnell Patelar Taping Improves Unipodal Squat Postural Control in Women with Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomised Trial.*** Journal of Bodywork and Movement Therapies 2023.

36- Zamboti CL, Silva RA, Gobbi C, Shigaki L, Macedo CD. ***Analysis of Pain, Functional Capacity, Muscular Strength and Balance in Young Women with Patellofemoral Pain Syndrome.*** Fisioterapia em Movimento 2017; 30: 433-41.

37- Baellow A, Glaviano NR, Hertel J, Saliba SA. ***Lower Extremity Biomechanics during a Drop-Vertical Jump and Muscle Strength in Women with Patellofemoral Pain.*** J Athl Train 2020; 55(6): 615-22.

38- Prieto-García LF, Cortés-Reyes E, Lara-Cotacio G, Rodríguez-Corredor LC. ***Therapeutic Effect of Two Muscle Strengthening Programs in Patients with Patellofemoral Pain Syndrome. A Randomized Controlled Clinical Trial.*** Revista De La Facultad De Medicina 2021; 69(2): 1-8.

39- Pompeo KD, da Rocha ES, Melo MA, de Oliveira NT, Oliveira DF, Sonda FC, et al. ***Can We Replace Exercises Targeted on Core/Hip Muscles by Exercises Targeted on Leg/Foot Muscles in Women with Patellofemoral Pain? A Randomized Controlled Trial.*** Phys Ther Sport 2022; 58: 1-7.

40- Lee JH, Jang KM, Kim E, Rhim HC, Kim HD. ***Effects of Static and Dynamic Stretching with Strengthening Exercises in Patients with Patellofemoral Pain Who Have Inflexible Hamstrings: A Randomized Controlled Trial.*** Sports Health 2021; 13(1): 49-56.

41- Korkmaz MÇ, Ağırman M, Tolu S, Dinç A, Göktepe AS. ***Evaluation Of The Effectiveness Of Electromyographic Biofeedback Training In Patients With Patellofemoral Pain Syndrome.*** Haydarpasa Numune Med J 2023; 63(1): 46–52.

42- Mustafa M, Fatima I, Tariq A, Fazal MI, Nauman Jamal M, Sarfraz H, et al. ***Comparison between the Effect of Closed Kinetic Chain and Open Kinetic Chain Exercises in the Strengthening of Vastus Medialis Obliqus in Subjects with Patello-Femoral Pain Syndrome-A Randomized Control Trial.*** PJMHS 2022; 16(06): 185.

43- Glaviano NR, Saliba S***. Differences in Gluteal and Quadriceps Muscle Activation during Weight-Bearing Exercises between Female Subjects with and without Patellofemoral Pain.*** J Strength Cond Res 2022; 36(1): 55-62.

44- Felicio LR, de Carvalho CAM, Dias CLCA, Vigário PDS***. Electromyographic Activity of the Quadriceps and Gluteus Medius Muscles During/Different Straight Leg Raise and Squat Exercises in Women with Patellofemoral Pain Syndrome.*** J Electromyogr Kinesiol 2019; 48: 17-23.

45- Ismail MM, Gamaleldein MH, Hassa KA***. Closed Kinetic Chain Exercises with or without Additional Hip Strengthening Exercises in Management of Patellofemoral Pain Syndrome: a Randomized Controlled Trial.*** Eur J Phys Rehabil Med 2013; 49(5): 687-98.

46- Kang JH, Kim JH. ***Effects of Emg-Biofeedback Based Closed Kinetic Chain Exercise on Quadriceps Muscle Activity and Dynamic Balance in Patellofemoral Pain Syndrome.*** The Journal of

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-09-28]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i8.13941]

Korean Academy of Orthopedic Manual Physical Therapy 2021; 27(3): 89-98.

47-Lee JH, Rhim HC, Jang KM. ***Effect of Adding Kinesio Taping to Exercise Therapy in the Treatment of Patellofemoral Pain Syndrome.*** Medicina (Kaunas) 2023; 59(4): 754.

48-Partovi GH, Ghaffari S, Ali Mohammadpoor R, Madani Z, Adib H, Mahmoudi A, Darijani, et al. ***Effect of Taping and Quadriceps Strengthening and Hamstring Stretching on Patello-Femoral Pain Syndrome: a Randomized Clinical Trial.*** J Mazandaran Univ Med Sci 2021; 31(197): 55-64. [Persian]

49-Ishida T, Samukawa M, Kasahara S, Tohyama H. ***The Center of Pressure Position in Combination with Ankle Dorsiflexion and Trunk Flexion is Useful in Predicting the Contribution of the Knee Extensor Moment during Double-Leg Squatting.*** BMC Sports Sci Med Rehabil 2022; 14(1): 127.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-09-28]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i8.13941]

Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences
Vol 31| Nov 8 | Nov 2023

Received: 1 May 2023
Accepted: 1 Oct 2022

Lower Extremity Mechanics and Pathomechanics of People with Patellofemoral Syndrome: A Review

Mohsen Barghamdi[*1], Leila Sabouri[1]

Review Article

Introduction: The purpose of this study was to review the research conducted on biomechanical and pathomechanical variables of the limbs of people with patellofemoral syndrome and also to summarize and present information in a useful framework from past researches.

Methods: The present study was systematic review. Keywords included: mechanics, pathomechanics of the lower limb, kinetics, kinematics, center of pressure and Electromyographic activity of lower limbs, patellofemoral syndrome on the sites of Google Scholar, Science Direct, Web of science, PubMed and Magiranwas searched One hundred nine articles were obtained by using the keywords of the study, and according to the intended purpose and removing duplicate articles, 48 articles were obtained, and according to the desired purpose, in the three parts of the patellofemoral joint, Plantar pressure variables and surrounding patellofemoral muscles were classified and analyzed in terms of mechanics, damage, forces on the joint, electrical activity of muscles and equipment used in the research in the form of tables and text.

Results: Displacement of the center of pressure in people with patellofemoral syndrome during using orthotics with corrective exercises was reduced. The main cause of pain in patellofemoral syndrome was the delay in the activity of vastus medialis and vastus lateralis muscles relative to each other, which caused the abnormal displacement of the patella to the side and as a result increased the pressure on the patellofemoral joint and eventually caused pain. Closed kinetic chain exercises and biofeedback strengthened the mentioned muscles.

Conclusion: Knowledge of the function of patellofemoral joint elements and orthoses and corrective exercises can help the mechanics and pathomechanics of people with patellofemoral syndrome.

Keywords: Lower extremity mechanics, Pathomechanics, Patellofemoral syndrome.

Citation: Barghamdi M, Sabouri L. **Lower Extremity Mechanics and Pathomechanics of People with Patellofemoral Syndrome: A Review.** J Shahid Sadoughi Uni Med Sci 2023; 31(8): 6885-99.

[1]Sports Biomechanics Department, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

***Corresponding author: Tel:** 09153058339**, email:** barghamadi@uma.ac.ir

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2024-09-28]

[DOI: 10.18502/ssu.v31i8.13941]