

Examine Biomechanics of the Lower Extremities in Patellofemoral Pain Syndrome: A Narrative Review of Articles 2020-2010

Ashraf M.J.¹, Sahebozamani M², Daneshjoo AH³

Abstract

Purpose: Disorders in the lower extremities biomechanics and kinematics are one of the causes of patellofemoral pain syndrome. The aim of this study was to investigate the lower extremities biomechanics of the in patellofemoral pain syndrome: a narrative review of the articles 2020-2010.

Methods: This article is a narrative review with a comprehensive systematic electronic search in databases (Google Scholar, Magiran PubMed, Springer, Taylor & Francis, ISC) related articles from 2010 to 2020. Search keywords included: Patellofemoral Pain Syndrome "& Lower Extremity Biomechanics".

Results: After reviewing 293 articles, 36 articles were found based on the relevant inclusion criteria in the field of lower limb biomechanics. After reviewing the quality of this articles, 15 articles that examined the lower extremities biomechanics in patients with patellofemoral pain were selected and their role was evaluated in patients with patellofemoral pain.

Conclusion: The lower extremities biomechanics in patients with patellofemoral pain syndrome are impaired and the exercises performed on these individuals should cause changes in the lower extremities biomechanics of the alignment of the joints.

Keywords: Patellofemoral Pain Syndrome, Biomechanics of Lower Limb, Kinematics of Movement

Received: 2021.05.19 Accepted: 2021.09.10

بررسی نقش بیومکانیک اندام تحتانی در سندرم درد کشککی-رانی: مرور روایتی مقالات ۲۰۱۰-۲۰۲۰

محمدجواد اشرف^۱، منصور صاحب‌الزمانی^۲، عبدالحمید دانشجو^۳

هدف: اختلال در بیومکانیک و کینماتیک اندام تحتانی یکی از دلایل ایجاد کننده سندرم درد کشککی-رانی زانو می باشد. هدف این تحقیق بررسی بیومکانیک اندام تحتانی در سندرم درد کشککی-رانی: مرور روایتی مقالات ۲۰۱۰-۲۰۲۰ بود.

روش بررسی: مقاله حاضر از نوع مروری روایتی بوده با یک جست‌وجوی سیستماتیک جامع الکترونیک در پایگاه های اطلاعاتی (Google Scholar, Magiran PubMed, Springer, Taylor & Francis, ISC) مقالات مرتبط از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ مورد بررسی قرار گرفته است. کلید واژه های جست‌وجو شامل: "Patellofemoral Pain Syndrome and Biomechanics of Lower Extremity" بود.

یافته ها: پس از بررسی ۲۹۳ مقاله، تعداد ۳۶ مقاله براساس معیارهای ورود مرتبط در زمینه بیومکانیک اندام تحتانی پیدا شد. پس از بررسی کیفیت مقالات، ۱۵ مقاله که بیومکانیک اندام تحتانی را در مبتلایان به درد کشککی-رانی بررسی کرده بودند، انتخاب و نقش آن ها بر مبتلایان به درد کشککی-رانی سنجیده شد.

نتیجه گیری: بیومکانیک اندام تحتانی در بیماران مبتلا به سندرم درد کشککی-رانی دچار اختلال شده و تمرینات انجام شده بر این افراد بایستی موجب تغییراتی در بیومکانیک اندام تحتانی و در نهایت راستای قرارگیری مفاصل باشد.

کلمات کلیدی: درد کشککی-رانی، بیومکانیک اندام تحتانی، کینماتیک حرکتی

ORCID: 0000-0002-6789-7751

نویسنده مسئول: محمدجواد اشرف، ashraf_javad777@email.com

آدرس: کرمان، دانشگاه شهید باهنر، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی

۱- دانشجوی دکتری گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه باهنر کرمان، کرمان، ایران

۲- استاد گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه باهنر کرمان، کرمان، ایران

۳- دانشیار گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه باهنر کرمان، کرمان، ایران

مقدمه

تغییرات کینماتیک ران و زانو بر اساس نظریات گذشته باعث افزایش زاویه چهارسر رانی و نیروهای متعاقب جانبی روی مفصل کشکک-ران می‌شود؛ که منجر به کاهش ناحیه برخورد مفصل کشکک-ران و افزایش استرس و متعاقب آن درد می‌گردد. شواهد موجود از ارتباط بین همراستایی ساق و ران و مکانیسم های مفصل کشکک-ران تحت وضعیت های استاتیک حمایت می‌کند. به عنوان مثال، افزایش دور شدن زانو با افزایش استرس مفصل کشکک-ران مرتبط شده است (۱۱). به طور مشابه نشان داده شده است که افزایش مدیال روتیشن ران نسبت به ساق با کاهش سطح تماس کشکک-ران و افزایش استرس مفصل کشکک-ران مرتبط است (۱۲). مطالعات آینده نگر عوامل گوناگون خطرزای بیومکانیکی برای این سندرم از قبیل افزایش چرخش داخلی ران، افزایش لحظه‌ای و ضربه ای دور شدن زانو را مشخص می‌کند؛ اما هیچ مطالعه‌ای به طور مستقیم کینماتیک در طی تکلیف عملکردی و پاسخ درد در آزمودنی ها را بررسی نکرده است (۱۳). Alrshood و همکاران (۱۴)، در یک تحقیق مروری سیستماتیک به بررسی تمرینات در زنجیره حرکتی بسته و باز بر دو عضله پهن مورب داخلی و پهن مورب خارجی در افراد مبتلا به درد کشکک-رانی پرداختند و نشان دادند که برنامه های تمرینی در آینده باید با تأکید بر نقش متقابل این دو زنجیره حرکتی در درمان افراد مبتلا به درد کشکک-رانی انجام شوند (۱۴). Deiry و همکاران (۱۵)، در یک مقاله مروری با هدف بررسی بی‌ثباتی در استخوان کشکک در افراد مبتلا به درد کشکک-رانی نشان دادند که نقش لیگامان ها در میزان بی‌ثباتی افراد مبتلا به درد کشکک-رانی به عنوان یک مسأله مهم مورد نظر است و توجه به لیگامان جانبی داخلی و درمان مناسب آن در قرار گرفتن راستای کشکک در یک حالت مناسب ضروری به نظر می‌رسد (۱۵). به نظر می‌رسد که تمریناتی که در قالب الگوهای عملکردی بوده توانسته بر درد زنان مبتلا به درد کشکک-رانی اثرگذار باشد (۱۶). افزایش والگوس داینامیک زانو در طی حرکت اسکات موجب افزایش درد و کاهش والگوس داینامیک زانو موجب کاهش درد شود

درد کشکک-رانی (Patellofemoral Pain Syndrome; PFPS) یک اختلال شایع عضلانی-اسکلتی در زانو می‌باشد (۲، ۱). شیوع این عارضه شامل حدود یک چهارم از افراد جامعه است و بیشتر در زنان مشاهده می‌گردد (۳). تغییرات در الگوهای حرکتی اندام تحتانی موجب تغییر در بیومکانیک مفاصل و بخصوص زانو خواهد شد (۴). در یک تحقیق نشان داده شد که تغییرات در راستای اندام تحتانی موجب تغییراتی در عملکرد عضلات و در نهایت کاهش در میزان فلکشن زانو و تغییراتی در کینماتیک حرکت اندام تحتانی در افراد مبتلا به درد کشکک-رانی می‌گردد (۵). بررسی های بیومکانیکی نشان می‌دهد که به دنبال گشتاور نزدیک کننده که در این عارضه پدید می‌آید، نهایتاً احتمال پارگی رباط متقاطع قدامی در افراد مبتلا به درد کشکک-رانی را موجب می‌گردد (۶). عوامل متعددی می‌تواند موجب تغییر در بیومکانیک مفاصل اندام تحتانی در سندرم درد کشکک-رانی شود، برای مثال به دلیل ضعف عضلات ناحیه لگن احتمال افزایش در زاویه والگوس دینامیک زانو (Dynamic Valgus) (۷) بیشتر شده و محور حرکتی مفصل در تمامی مفاصل اندام تحتانی با اختلال روبه‌رو می‌شوند (۷). تغییر در بیومکانیک اندام تحتانی می‌تواند موجب کاهش در حداکثر انقباض ارادی عضله و اختلال در قدرت عضله چهار سر رانی به صورت مهار آن می‌گردد و حتی موجب تغییراتی در خروجی‌های واحدهای حرکتی می‌گردد (۸). تغییرات بیومکانیکی و الگوهای حرکتی تغییر یافته در اندام تحتانی به عنوان یک فاکتور سهیم در انواع دردهای عضلانی-اسکلتی از جمله درد کشکک-ران پیشنهاد شده است (۹، ۱۰). اخیراً نظریه ای در ارتباط با الگوهای حرکتی اندام تحتانی (۹، ۱۰) و درد کشکک-ران پیشنهاد شده است که مجموعه ای از کینماتیک های تغییر یافته شامل افزایش نزدیک شدن ران (ران) و چرخش داخلی افزایش والگوس زانو (دور شدن) و افزایش چرخش خارجی ساق (زانو) را توصیف می‌کند؛ که مجموعاً والگوس داینامیک زانو نامیده می‌گردد. به دلیل اتصال پتلا بین فمور و ساق،

حاضر به سن و جنسیت آزمودنی های تحقیق توجه نشده است و علت این امر آن است که با در نظر گرفتن این معیارها تعداد مقالات بررسی شده کمتر می شود، لذا برای محقق امکان حذف این مقالات وجود نداشت. مقالاتی که بیومکانیک اندام تحتانی را بر روی افراد مبتلا به سندرم درد کشککی-رانی بررسی کرده بودند، مورد بررسی قرار گرفت.

یافته ها

پس از بررسی ۲۹۳ مقاله، تعداد ۳۶ مقاله براساس معیارهای ورود مرتبط در زمینه بیومکانیک اندام تحتانی پیدا شد. پس از بررسی کیفیت مقالات، ۱۵ مقاله که بیومکانیک اندام تحتانی را در مبتلایان به درد کشککی-رانی بررسی کرده بودند، انتخاب و نقش آن ها بر مبتلایان به درد کشککی-رانی سنجیده شد. در مورد بررسی اعتبار مقالات مد نظر محقق از شاخص Pedro (Physiotherapy Evidence Database) استفاده شد. این شاخص شامل ۱۱ قسمت است که پاسخ به هر قسمت به عنوان علامت مثبت (وجود داشتن معیار مورد نظر در تحقیق) و یا با علامت منفی (عدم اجرای معیار مورد نظر در تحقیق) مشخص می شود. نمره مثبت یک امتیاز و نمره منفی فاقد امتیاز است (سوال اول نمره ای ندارد) (۱۸).

بحث و نتیجه گیری

مقاله حاضر از نوع مروری روایتی بوده با یک جست و جوی سیستماتیک بود (نمودار ۱). پس از بررسی کیفیت مقالات، ۱۵ مقاله که به بررسی بیومکانیک اندام تحتانی را در مبتلایان به درد کشککی-رانی بررسی کرده بودند، براساس شاخص Pedro (Physiotherapy Evidence Database) انتخاب و نقش آن ها بر مبتلایان به درد کشککی-رانی سنجیده شد. در هیچ کدام از این مقالات به بررسی اثرات پیگیری (Follow Up) نپرداخته اند. در تمامی مقالات نیز به بهبود کینماتیک افراد مبتلا به درد کشککی-رانی پرداخته شده است. در تمامی مقالات بررسی شده انجام برنامه تمرینی زیر نظر مستقیم محقق انجام گرفته شده است (جدول ۲-۱).

به نظر می رسد که ضعف عضلات در اندام تحتانی راستا و کینماتیک طبیعی مفاصل را بر هم زده و موجب بروز درد کشککی-رانی می گردد (۳۳). افزایش والگوس داینامیک زانو در طی حرکت اسکات باعث افزایش درد و کاهش درد

(۱۷). همچنین گزارش شده است که والگوس بیش از حد زانو با کاهش قدرت عضلات اطراف ران (مخصوصاً دورکننده و چرخاننده خارجی ران) ارتباط دارد که این موضوع منجر به آسیب های مختلف زانو از جمله کاهش در موبیلیتی مفصلی می گردد (۱۵).

به دلیل تغییرات در بیومکانیک مفاصل اندام تحتانی و با توجه به روند درمانی متفاوت در پیش گرفته شده در تحقیقات اخیر و گزارش نتایج متفاوت، می توان گفت که تغییرات در بیومکانیک اندام تحتانی اتفاق می افتد. مقالات مروری علت ها و درمان های مختلفی را گزارش داده اند. لذا تحقیق حاضر به دنبال بررسی بیومکانیک اندام تحتانی و نقش الگوی حرکتی در بیماران مبتلا به درد کشککی-رانی می باشد تا به بررسی این موضوع بپردازد که کدام نقش بیومکانیک اندام تحتانی در درد کشککی-رانی در اندام تحتانی موثر هست.

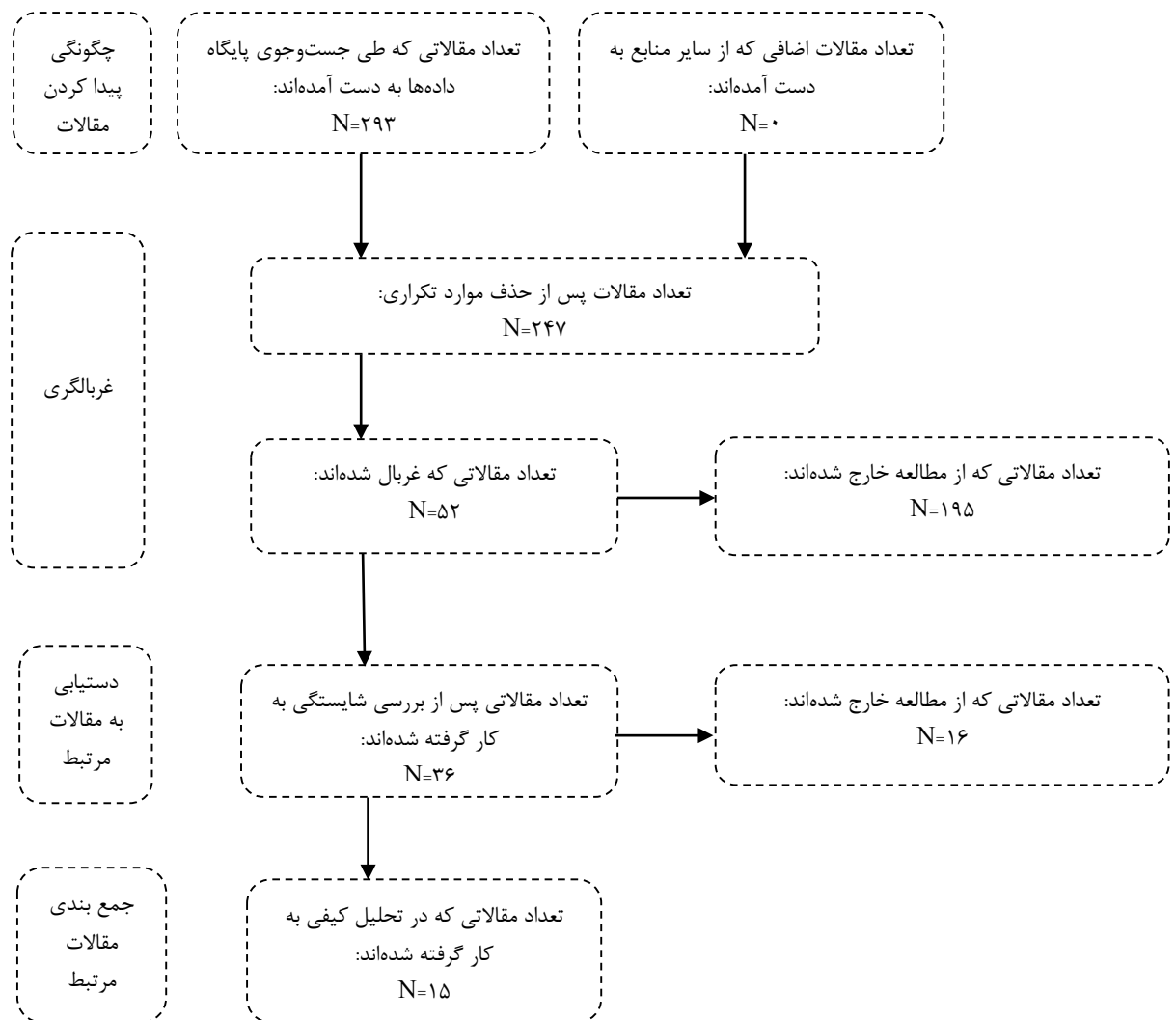
روش بررسی

تحقیق مروری حاضر به بررسی بیومکانیک اندام تحتانی در سندرم درد کشککی-رانی پرداخته است. مقالات بررسی شده در تحقیق حاضر بین سال های ۲۰۲۰-۲۰۱۰ بوده و مجلات خارجی و داخلی را شامل می گردد. علت بررسی این بازه زمانی در واقع توجه به جدیدترین تحقیقات انجام شده در دهه اخیر دارد. محقق سعی نموده است تا از طریق

پایگاه های Google Scholar, Magiran, Springer, Taylor & Francis, PubMed, ISC مقالات با کیفیت و مرتبط را استخراج نماید. کلمات کلیدی برای جست و جو نیز کلمات تمرینات تقویتی، سندرم درد کشککی-رانی و بیومکانیک اندام تحتانی (Biomechanics of Lower Extremity) بود.

معیارهای ورود شامل: مقالاتی در قالب تحقیقات تجربی، نیمه تجربی و کارآزمایی بالینی در زمینه بیومکانیک اندام تحتانی، وجود تمام متن مقاله در پایگاه های اینترنتی و نمونه های انسانی بود. تحقیقاتی که در مجلات نامعتبر چاپ شده بودند، مقالاتی که فقط شامل چکیده بود، زبان هایی غیر از زبان انگلیسی، کنفرانس های داخلی و خارجی فیزیوتراپی و ورزشی و مطالعات در قالب پایان نامه به عنوان معیارهای خروج از تحقیق انتخاب شدند.

نحوه ورود مقالات به تحقیق حاضر در قالب یک شکل شماتیک در نمودار ۱ آورده شده است. در مقاله مروری



نمودار ۱: تحقیقات وارد شده به پژوهش حاضر (بر اساس مدل PRISMA)

فاکتورهای سندرم درد کشککی-رانی زیاد بوده که این ریسک فاکتورها باعث یک راستای نادرست در اندام تحتانی می شوند. Elliott و همکاران (۳۷)، نشان دادند که ترکیب دو برنامه ران و زانو راستای مناسب اندام تحتانی و کاهش درد به دلیل کمتر شدن برخورد کشکک به استخوان ران را نشان داده اند.

Powers و همکاران (۳۸)، در یک تحقیق تغییرات در عملکرد اندام تحتانی در افراد مبتلا به درد کشککی-رانی را گزارش نمودند. به طوری که اگر کینماتیک مناسب اندام تحتانی که در نتیجه راستای مناسب مفصلی برقرار می گردد، به وجود نیاید، موجب مهار عضله چهار سر رانی می گردد، این مهار می تواند ضعف عضله و کاهش در انقباض حداکثری عضله (Maximum Voluntary Muscle Contraction) را به دنبال داشته باشد (۴۰، ۳۹). تحقیقات راستای غلط در مچ پا و کینماتیک غلط آن را به

شود. همچنین گزارش شده است که والگوس بیش از حد زانو با کاهش قدرت عضلات اطراف ران (مخصوصاً دور کننده ها و چرخاننده های خارجی ران) ارتباط دارد که این موضوع منجر به آسیب های مختلف زانو شامل می گردد (۳۴). Papadoplous و همکاران (۳۵) گزارش دادند که بیومکانیک غلط در اندام تحتانی عامل مهم درد زانو در افراد مبتلا به درد کشککی-رانی است. به طوری که وقتی بیومکانیک اندام تحتانی به هم بریزد، مهار عضله چهارسر رانی اتفاق افتاده و قدرت عضله کاهش می یابد (۸). امامی وردی و همکاران (۳۶)، گزارش نمودند که تمرینات فیدبکی کنترل والگوس زانو تأثیرات سودمندی در افراد دارای سندرم درد کشککی-ران داشت؛ که منجر به تغییرات در متغیرهای بیومکانیکی مانند گشتاور برون گرا ران، متغیرهای عملکردی، زاویه ضربدری زانو و درد شد (۳۶). Bradley و همکاران (۴)، نشان دادند که

جدول ۱: ارزیابی کیفیت مقالات (۱۵ مقاله) براساس شاخص Pedro

مجموع نمره	معیار گزینش آزمودنی ها	انتخاب تصادفی آزمودنی	گروه بندی پنهانی آزمودنی	همسان سازی گروه	کور بودن آزمودنی	کور بودن درمانگران	کور بودن ارزیابان	اندازه گیری حداقل یک متغیر اصلی از افراد	دریافت پروتکل توسط همه آزمودنی ها	اندازه گیری یک متغیر برای نتایج بین گروهی	گزارش مقادیر اصلی و مقادیر تفاوت ها	محقق
۷	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	Greuel و همکاران (۱۹)
۷	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	Salsich و همکاران (۶)
۹	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	Earl و همکاران (۲۰)
۷	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	Clifford و همکاران (۲۱)
۶	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	Baellow و همکاران (۲۲)
۷	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	Suarez و همکاران (۲۳)
۶	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	Erdoganoglu و همکاران (۲۴)
۸	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	Ferber و همکاران (۲۵)
۷	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	Neal و همکاران (۲۶)
۶	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	Pelletier و همکاران (۲۷)
۸	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	Grant و همکاران (۲۸)
۶	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	Amin و همکاران (۲۹)
۶	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	Motealleha و همکاران (۳۰)
۶	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	Luz (۳۱)
۹	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	Rumit و همکاران (۳۲)

*Pedro: Physiotherapy Evidence Database. شاخص کیفیت مقاله

جدول ۲: جزئیات تحقیقات انجام شده در زمینه بررسی بیومکانیک اندام تحتانی

محقق	نوع تحقیق	نمونه گیری	آزمودنی	مداخله و مدت زمان	نتایج
Greuel و همکاران (۱۹)	نیمه تجربی	هدفمند	۲۱ نفر (۱۱ مرد و ۱۰ زن)، اندازه گیری بیومکانیک اندام تحتانی و مهار عضلانی	در این تحقیق مداخله ای صورت نگرفته است و فقط اوج گشتاور انقباض عضلات چهارسر رانی در افراد مبتلا به سندرم درد کشکی-رانی اندازه گیری شد.	درد موجب تغییر در اوج گشتاور عضلات و تغییرات بیومکانیکی در این افراد شده است ($p < 0/05$).
Salsich و همکاران (۶)	نیمه تجربی	هدفمند	۲۵ زن مبتلا به درد کشکی-رانی/ قرارگیری در دو گروه	انجام برنامه تمرینات اختصاصی به مدت ۶ هفته و ۲ بار در هفته	بهبود در میزان درد و عملکرد کینماتیکی اندام تحتانی شد ($p < 0/05$).
Earl و همکاران (۲۰)	نیمه تجربی	هدفمند	۱۵ زن مبتلا به درد کشکی-رانی با دامنه سن ۲۸ سال	به مدت ۸ هفته برنامه تمرینات تقویتی عضلات ران و عضلات ناحیه مرکزی بدن	تمرینات تقویتی موجب کاهش درد، تقویت میزان قدرت، کینماتیک اندام تحتانی و کاهش زاویه والگوس شد ($p < 0/05$).
Clifford و همکاران (۲۱)	نیمه تجربی	هدفمند	۲۳ فرد مبتلا به درد کشکی-رانی	بر روی پای افراد کنزیوتیپ قرار گرفت	نتایج بیانگر موثر بودن برنامه کنزیوتیپ بر راستای اندام تحتانی و بهبود کینماتیک حرکت مفاصل شد ($p < 0/05$).
Baellow و همکاران (۲۲)	تجربی	تصادفی	۵۰ نفر از افراد سالم با دامنه سنی ۲۰ سال و ۱۵ زن مبتلا به سندرم درد کشکی-رانی با دامنه سنی ۲۲ سال انتخاب و در دو گروه قرار گرفتند.	بررسی کینماتیک حرکت اندام تحتانی در حرکت Jump	افراد مبتلا به درد کشکی-رانی در طی این حرکت علاوه بر افزایش در والگوس زانو، چرخش های بیشتر در زانو و میزان خم شدن بیشتری را نسبت به افراد سالم نشان دادند. کینماتیک حرکت اندام های تحتانی نیز به هم خورد ($p < 0/05$)
Suarez و همکاران (۲۳)	مقطعی	هدفمند	۸ زن مبتلا به درد کشکی-رانی و ۳ نفر فرد سالم با دامنه سنی ۱۱ سال	کلیه فاکتورهای مربوط به کینماتیک حرکت اندام تحتانی مورد بررسی قرار گرفت.	نتایج بیانگر آن بود که افراد مبتلا به درد کشکی-رانی در راستای قرار گیری اندام تحتانی، هم در زانو و هم در لگن و مچ پا دچار اختلال بوده و کینماتیک مناسبی ندارد.
Erdoganoglu و همکاران (۲۴)	مقطعی	هدفمند	۶۲ فرد مبتلا به درد کشکی-رانی با دامنه سنی ۴۴ سال	رابطه بین نحوه قرار گیری اندام تحتانی با تست تعادل سنجیده شد	نتایج نشان داد که در افراد مبتلا به درد کشکی-رانی به دلیل کینماتیک نامناسب اندام تحتانی میزان تعادل پویای افراد نیز کاهش پیدا کرده است ($p < 0/05$)
Ferber و همکاران (۲۵)	تجربی	هدفمند	۱۵ نفر (۵ مرد و ۱۰ زن) مبتلا به درد کشکی-رانی و ۱۰ فرد بدون ابتلا (۴ مرد و ۶ زن) به عنوان نمونه انتخاب شدند.	گروه تجربی به مدت ۳ هفته برنامه تمرینی تقویت عضلات ابدکتور ران را در دستور کار داشتند.	تمرینات تقویتی عضلات ابدکتور سبب جلوگیری از تغییرات در راستا و کینماتیک اندام تحتانی شد. ($p < 0/05$)

Neal و همکاران (۲۶)	نیمه تجربی (رابطه سنجی)	هدفمند	۱۶ زن با دامنه سنی ۲۳ سال مبتلا به درد کشککی-رانی انتخاب شدند.	در طی حرکات اسکات، جامپینگ، استپ-داون عملکرد کینماتیکی اندام تحتانی فرد مورد ارزیابی قرار گرفت. عملکرد سایر فعالیت ها می گردد ($p < 0.05$)	نتایج نشان داد که در راستای صفحه فرونتال تغییراتی در کینماتیک افراد مبتلا به درد کشککی-رانی بروز می کند که موجب اختلال در عملکرد سایر فعالیت ها می گردد ($p < 0.05$)
Pelletier و همکاران (۲۷)	نیمه تجربی	هدفمند	۲۰ فرد سالم و ۱۲ فرد مبتلا به درد کشککی-رانی انتخاب شدند.	فعالیت کینماتیک اندام های تحتانی این افراد در طی راه رفتن بر روی تردمیل مورد بررسی قرار گرفت.	نتایج نشان داد که در گروه بیماران مبتلا به درد کشککی-رانی فعالیت بیومکانیکی و کینماتیکی اندام تحتانی به هم می خورد.
Grant و همکاران (۲۸)	تجربی	هدفمند	۱۹ زن بیمار با دامنه سنی ۲۶ سال انتخاب شدند از دوربین فیلم برداری برای انالیز کینماتیک استفاده شد.	افراد از برنامه کنزیوتیپ مولیگان برای تثبیت کشکک در مفصل زانو استفاده کردند.	نتایج نشان داد که استفاده از تکنیک کنزیوتیپ مولیگان موجب بهبود کینماتیک مفصل زانو و در نتیجه سایر مفاصل می گردد ($p > 0.05$).
مهرنوش و همکاران (۲۹)	تجربی	هدفمند	۷۵ زن مبتلا به درد کشککی-رانی انتخاب شدند.	کینماتیک اندام تحتانی افراد مورد بررسی قرار گرفت.	نتایج بیانگر آن بود که تمرینات تقویتی در عضلات چرخاننده ران می تواند موجب بهبود در کینماتیک اندام تحتانی و در نهایت کاهش درد شود.
Motealleha و همکاران (۳۰)	تجربی	هدفمند	۴۴ بیمار مبتلا به درد کشککی-رانی انتخاب و در تحقیق وارد شدند.	منیپولیشن مفصل لومبولویک در افراد گروه تجربی انجام شد.	منیپولیشن مفصل لومبولویک موجب کاهش درد زانو و بهبود کینماتیک مفصل زانو در افراد مبتلا به درد کشککی-رانی شد.
Luz و همکاران (۳۱)	تجربی	هدفمند	۲۰ مرد و ۲۰ زن مبتلا به درد کشککی-رانی انتخاب شدند	یک گروه برنامه تمرینی فانکشنال را با تأکید بر کینماتیک مناسب حرکتی زانو و لگن انجام دادند.	نتایج بیانگر آن بود که تمرینات موجب کاهش درد زانو و بهبود کینماتیک مفصل زانو در افراد مبتلا به درد کشککی-رانی شد.
Rumit و همکاران (۳۲)	تجربی	هدفمند	۱۰ زن مبتلا به درد کشککی-رانی با دامن هسنی ۲۰ انتخاب و در تحقیق وارد شدند.	افراد کنزیوتیپ را به روش مک کانل بر روی مفصل زانو و استخوان کشکک قرار دادند.	نتایج نشان داد که استفاده از تکنیک کنزیوتیپ مولیگان موجب بهبود کینماتیک مفصل زانو و در نتیجه سایر مفاصل می گردد

عضلات ناحیه کمر بند کمری-لگنی مفاصل و مرکز مفصلی در یک کنترل بیشتر قرار دارد. نشان داده شده است که اگر بازخورد حین فرود را برای درست قرار دادن پاها بر روی زمین در افراد مبتلا فراهم شود، با توجه به اینکه راستای مناسب اندام تحتانی و یک مرکز مناسب مفصلی فراهم می گردد، درد در این افراد کمتر خواهد شد (۴۴). Grant و همکاران (۲۸)، نشان دادند که استفاده از تکنیک کنزیوتیپ مولیگان در افراد مبتلا به درد کشککی-رانی موجب بهبود کینماتیک مفصل زانو و در نتیجه سایر مفاصل می گردد. با بستن کنزیوتیپ بر زانوی فرد، می توان دامنه چرخش به خارج در ساق و چرخش به خارج در ران را تا حدی کنترل نمود. این کار به گونه‌ای موجب بهبود کینماتیک اندام تحتانی خواهد شد (۳۲). از طرفی برای بهبود در بیومکانیک حرکت مفاصل انجام تحرک پذیری برای افراد مبتلا به درد کشککی-رانی در مفصل زانو می تواند در قالب الگوهای تحمل وزن انجام شود (۴۵). انجام تحرک پذیری در قالب الگوهای عملکردی اندام تحتانی در افراد مبتلا به درد کشککی-رانی به عنوان یک روش موثر در کاهش درد گزارش شده است (۴۵)، به طوری که Motealleha و همکاران (۳۰)، نشان دادند که مینیولیشن مفصل لومبولویک موجب کاهش درد زانو و بهبود کینماتیک مفصل زانو در افراد مبتلا به درد کشککی-رانی شد.

همان طور که ملاحظه شد می توان گفت که همه برنامه‌های تمرینی به نوعی علت بهبود افراد مبتلا به درد کشککی-رانی را قرارگیری مناسب مفاصل اندام تحتانی در یک راستای مناسب می‌دانند. به طوری که هر عاملی که موجب کاهش درد شده است به نوعی با راستای مناسب اندام تحتانی در ارتباط است (۴۶، ۴۷). اگر راستای مناسب اندام تحتانی برقرار شود، کینماتیک حرکت مفاصل برقرار شده و درد کمتر می‌گردد (۴۸). شاید بتوان گفت که بهترین نوع برنامه های تمرین برای افراد مبتلا به درد کشککی-رانی با توجه به تحقیق حاضر تمرین در قالب الگوهای عملکردی برای تمامی مفاصل اندام تحتانی باشد. عدم توجه به جنسیت و سن به عنوان محدودیت های تحقیق حاضر بود. در تحقیق حاضر محقق به صورت مروری (روایتی) تعداد ۱۵ مقاله را که بین سال های ۲۰۱۰-۲۰۲۰ بوده و تنها به بررسی بیومکانیک اندام تحتانی افراد پرداخته بودند، مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان می دهد که

دلیلی برای درد کشککی-رانی نسبت داده اند (۴۱، ۳۸). مطالعات دیگر بیومکانیک غلط در لگن را به عنوان دلیل دیگر درد کشککی - رانی دانسته اند (۴۱، ۳۸). Greuel و همکاران (۱۹)، نشان دادند که درد موجب تغییر در اوج گشتاور عضلات و تغییرات بیومکانیکی در افراد مبتلا به درد کشککی-رانی شده است. Salsich و همکاران (۱۶)، نشان دادند که با انجام برنامه تمرینی اختصاصی بهبود در میزان درد و عملکرد کینماتیکی اندام تحتانی حاصل شده است. Earl و همکاران (۲۰)، گزارش نمودند که تمرینات تقویتی عضلات ران موجب کاهش درد، تقویت میزان قدرت، کینماتیک اندام تحتانی و کاهش زاویه والگوس شده است، به طوری که امین و همکاران (۲۹)، نشان دادند که تمرینات تقویتی در عضلات چرخاننده ران می تواند موجب بهبود در کینماتیک اندام تحتانی و در نهایت کاهش درد شود. چرخش پا در محور مچ می‌تواند راستای مچ را به سمت پرونیشن مچ پا پیش ببرد، به این صورت استخوان ساق نیز به تبعیت از چرخش ایجاد شده دچار چرخش داخلی شده و مفصل بالاتر لگن نیز به تبعیت به سمت سمت چرخش خارجی تمایل دارد. در این حالت استخوان کشکک به سمت داخل جابه جایی پیدا نموده که موجب تغییراتی در حرکت منظم استخوان کشکک خواهد شد (۴۱). حتی تحقیقات راستای غلط را در اندام تحتانی به راستای غلط در کمر بند لگنی نسبت داده‌اند (۲۵)، به طوری که Ferber و همکاران (۲۵)، تمرینات تقویتی عضلات ابدکتور لگن را به عنوان روشی در جلوگیری از تغییرات در راستا و کینماتیک اندام تحتانی گزارش نمودند. بنابراین می توان گفت که راستای غلط موجب تغییر در کینماتیک مفاصل اندام تحتانی و در نهایت سندرم درد کشککی-رانی خواهد شد (۲۵). نقص در عملکرد مناسب عضلات کمر بند کمری-لگنی و اثرات آن بر روی راستای اندام تحتانی را می توان مشاهده نمود. همچنین عدم راستای مناسب اندام های تحتانی موجب شده تا محور حرکتی در مرکز مفصلی ران و زانو مختل شده و در نتیجه حرکت مناسب در کشکک فراهم نشود که برای ایجاد این کار وضعیت قامت فرد باید در یک راستای مناسب قرار گرفته باشد (۴۲). Fukuda و همکاران (۴۳)، به بر هم خوردن محور حرکت مفصل در اثر والگوس دینامیک زانو در فاز تحمل وزن اشاره دارد که ضعف عضلات ناحیه پروگزیمال را به عنوان عامل مهم دانسته اند. با تقویت

منابع

1. Merchant AC, Fulkerson JP, Lead-better W. The diagnosis and initial treatment of patellofemoral disorders. *American Journal Orthopedic* 2017; 46: 68-75.
2. Robertson CJ, Hurley M. Jones People's beliefs about the meaning of crepitus in patellofemoral pain and the impact of these beliefs on their behavior: A qualitative study. *Musculoskeletal Science Practice* 2017; 28: 59-64.
3. Lack S, Barton C, Sohan O, Crossley K, et al. Proximal muscle rehabilitation is effective for patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine* 2015; 49(2): 1365-1376.
4. Bradley S, Neal H, Christian J, Barton-Rosa G, et al. Runners with patellofemoral pain have altered biomechanics which targeted interventions can modify: A systematic review and meta-analysis. *Gait & Posture* 2016; 45: 69-82.
5. Erkocak OF, Altan E, Altintas M, Turkmen f, et al. Lower extremity rotational deformities and patellofemoral alignment parameters in patients with anterior knee pain. *Knee Surg Sports Traumatic Arthroscopy* 2016; 24(9): 3011-3020.
6. Salsich GB, Yemm B, Steger-May K, Lang CE, et al. A feasibility study of a novel, task-specific movement training intervention for women with patellofemoral pain. *Clinical Rehabilitation* 2018; 32(2): 179-190.
7. Cara E, Fraser G, Karen H, Bronwen J, et al. Systematic Review of the Addition of Hip Strengthening Exercises for Adults with Patellofemoral Pain Syndrome. *JASHP* 2018; 16(4): 10.
8. Hart JM, Pietrosimone B, Hertel J, Ingersoll CD. Quadriceps activation following knee injuries: a systematic review. *Journal Athletic Train* 2010; 45: 87.
9. Dolak KL, Silkman C, Mckeeon JM, Hosey RG, et al. Hip strengthening prior to functional exercises reduces pain sooner than quadriceps strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a

بیومکانیک اندام تحتانی در افراد مبتلا به درد کشککی-رانی به هم خورده و می توان گفت که کینماتیک حرکتی مفاصل نیز دچار اختلال است. شاید بتوان گفت که انجام برنامه های تمرینی در آینده بر روی افراد مبتلا به درد کشککی-رانی بایستی به الگوهای حرکتی در قالب در نظر گرفتن کینماتیک حرکتی مفصل اندام تحتانی را در نظر بگیرند.

نتیجه گیری کلی حاکی از آن است که بیومکانیک اندام تحتانی در بیماران مبتلا به سندرم درد کشککی-رانی دچار اختلال شده و تمرینات انجام شده بر این افراد بایستی موجب تغییراتی در بیومکانیک اندام تحتانی و در نهایت راستای قرارگیری مفاصل باشد. به نظر می رسد که تحقیقات آینده بایستی بتوانند تمرینات خود را در قالب الگوی حرکتی و عملکردی مفاصل اندام تحتانی به افراد مبتلا به درد کشککی-رانی ارائه دهند.

سپاسگزاری

از کلیه اساتید آسیب شناسی ورزشی و حرکت اصلاحی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه باهنر کرمان کمال تشکر را دارد.

- randomized clinical trial. *Journal of orthopedic and sports physical therapy* 2011; 41(8): 560-570.
10. Riegger-Krugh C, Keysor JJ. Skeletal malalignments of the lower quarter: correlated and compensatory motions and postures. *Journal of Orthopedic & Sports Physical Therapy* 1996; 23(2): 164-170.
 11. Ramappa AJ, Apreleva M, Harrold FR, Fitzgibbons V, et al. The effects of medialization and anteromedialization of the tibial tubercle on patellofemoral mechanics and kinematics. *AJSM* 2006; 34(5): 749.
 12. Csintalan RP, Schulz MM, Woo J, McMahon PJ, et al. Gender differences in patellofemoral joint biomechanics. *Clinical Orthopedics and Related Research* 2002; 402: 260-209.
 13. Stefanyshyn DJ, Stergiou P, Lun VMY, Meeuwisse WH, et al. Knee Angular Impulse as a Predictor of Patellofemoral Pain in Runners. *The American Journal of Sports Medicine* 2006; 34(11): 1844-1851.
 14. Alrshood A, Adel A, Naser A, Mussa M, et al. A systematic review of the effect of open and closed kinetic chain exercises on the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles of patients with patellofemoral pain syndrome. *IJOS* 2017; 3(1): 152-161.
 15. Deiry FK, Hosam E, Matar NC. Patellofemoral Joint Instability: A Review of Current Concepts. *Journal of Orthopedics and Trauma* 2016, 6: 8-10.
 16. Lankhorst NE, Bierma-Zeinstra SMA, Van M. Risk factors for patellofemoral pain syndrome: A systematic review. *Journal Orthopedic Sports Physical Therapy* 2012; 42:12-81.
 17. Bazett-Jones DM, Cobb SC, Huddleston WE. Effect of patellofemoral pain on strength and mechanics after an exhaustive run. *Med Science Sports Exercise* 2013; 45:1331-1339.
 18. Maher CG, Moseley AM, Sherrington C, Elkins MR, et al. A description of the trials, reviews, and practice guidelines indexed in the Pedro database. *Physical Therapy* 2008; 88(9): 1068-1077.
 19. Greuel H, Herrington LC, Jones Rf. How does acute pain influence biomechanics and quadriceps function in individuals with patellofemoral pain. *University Salford Manchester* 2018; 3(2): 1-21.
 20. Earl J, Anne Z. A proximal strengthening program improves pain, function, and biomechanics in women with Patellofemoral Pain Syndrome. *AJSM* 2010; 39(1): 154-163.
 21. Clifford AM, Dillon K, Hartigan HO, et al. The effects of McConnell patellofemoral joint and tibial internal rotation limitation taping techniques in people with Patellofemoral pain syndrome. *Gait & Posture* 2020; 82: 266-272.
 22. Baellow A, Neal R, Glaviano JH, Fnata H, et al. Lower Extremity Biomechanics during a Drop-Vertical Jump and Muscle Strength in Women with Patellofemoral Pain. *Journal Athletic Train* 2020; 55(6): 615-622.
 23. Suarez C, Saul AS, Jocel R, Masayoshi K, et al. Association between lower extremity movement compensations in the presence of PFPS among female collegiate football athletes: a cross sectional study. *Philippine Journal of Allied Health Sciences*, 2020; 3(1): 26-31.
 24. Erdoganoglu Y, Murad P, Defne K, Bilgehan T, et al. Lower extremity alignment due to patellofemoral syndrome and dynamic postural balance. *Journal of thopaedic Surgery* 2019; 28(1): 1-6.
 25. Ferber R, Karen D, Kendall MK, Lindsay F. Changes in Knee Biomechanics after a Hip-Abductor Strengthening Protocol for Runners with Patellofemoral Pain Syndrome. *Journal Athletic Train* 2011; 46(2): 142-149.
 26. Neal R, Glaviano SS. Association of altered frontal plane kinematics and physical activity levels in females with patellofemoral pain. *Gait & Posture* 2018; 65(2): 86-88.
 27. Pelletier A, Paolo S, Derek K, Carlos Z. The effect of patellar taping on lower extremity running kinematics in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Physiotherapy Theory and Practice* 2018; 5(2): 1-10.
 28. Grant JK, Mackay M, Sarah M, Stearne C, et al. Mulligan Knee Taping Using Both Elastic and Rigid

- Tape Reduces Pain and Alters Lower Limb Biomechanics in Female Patients with Patellofemoral Pain. *The Orthopedic Journal of Sports Medicine* 2020; 8(5): 1-13.
29. Amin M, Espandiarpour F, Soleimani F, Helalat Z, et al. Association between Lower Extremity Kinematics and Muscle Strength, Pain, Physical Activity Level, and Functional Status in Females with Patellofemoral Pain. *Journal of Rehabilitation Sciences and Research* 2019; 6(3): 130-136.
30. Motealleha AR, Barzgar A, Abbasi L. The immediate effect of lumbopelvic manipulation on knee pain, knee position sense and balance in patients with patellofemoral pain: A randomized controlled trial. *Journal Body Move Therapy* 2020; 24(3):71-77.
31. Luz B, Calazans, Flaviados S, Fabio VS. Are hip and knee kinematics and training load characteristics relate to pain intensity and physical function level in runners with Patellofemoral Pain. *Gait & Posture* 2020, 4(3): 221-224.
32. Rumi S, Kakar HB, Green B, Patrick OM. Efficacy of Kinesio Taping and McConnell Taping Techniques in the Management of Anterior Knee Pain. *Journal of Sport Rehabilitation* 2017; 29(1): 79-86.
33. Khayambashi K, Mohammadkhani Z, Ghaznavi K, Lyle MA, et al. The effects of isolated hip abductor and external rotator muscle strengthening on pain, health status, and hip strength in females with patellofemoral pain: a randomized controlled trial. *JOSPT*, 2012; 42(1): 22-9.
34. Noehren B, Hamill J, Davis I. Prospective evidence for a hip etiology in patellofemoral pain. *Medical Science Sports Exercise* 2013; 45(6): 1120-1124.
35. Papadopoulos K, Stasinopoulos D, Ganchev D. A systematic review of reviews on patellofemoral pain syndrome. Exploring the risk factors, diagnostic tests, Outcome Measurements and Exercise Treatment. *The Open Sports Medicine Journal* 2015; 9(1): 7-17.
36. Emamverdi M, Letafatkar A, Khaleghi-Tazji M. The effect of knee valgus control feedback exercise on pain, hip torque and performance variables in participants with patellofemoral pain. *Journal Anesth Pain* 2020; 11(1): 85-96. [Persian]
37. Elliott C, Fraser G, Karen, Bronwen J, et al. Systematic Review of the Addition of Hip Strengthening Exercises for Adults with Patellofemoral Pain Syndrome. *The Internet Journal of Allied Health Science and Practice* 2018; 16(4): 152.
38. Powers CM, Witvrouw E, Davis IS, Crossley KM. Evidence-based framework for a pathomechanical model of patellofemoral pain: patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester, UK: *BJSM*. 2017; 51: 1713-1723.
39. Henriksen M, Rosager S, Aaboe J, Graven-Nielsen T, et al. Experimental knee pain reduces muscle strength. *Journal Pain* 2011; 12: 460-467.
40. Park J, Chinn DH, Squires AC, Hopkins JT. Experimentally Induced Anterior Knee Pain Immediately Reduces Involuntary and Voluntary Quadriceps Activation. *Medicine Science Sports Exercises* 2012; 44: 943-944.
41. Papadopoulos K, Thom JM, Jones JG, Noyes J, et al. The Reliability and Meaningfulness of the Anterior Knee Pain and Lower Extremity Functional Scales in Patellofemoral pain Syndrome. *The Journal of Open Sports Sciences* 2013; 6: 26-30.
42. Kadaba MP, Ramakrishnan ME. Measurement of lower extremity kinematics during level walking. *JOR* 1990; 8(3): 383-92.
43. Fukuda TY, Melo WP, Zaffalon BM, Rossetto FM, et al. Hip posterolateral musculature strengthening in sedentary women with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial with 1-year follow-up. *JOSPT* 2012; 42(10): 823-830.
44. Aghakeshizadeh F, Letafatkar A. Comparison of the Effect of Hip and Knee Strengthening with Internal Instruction Exercises on Pain and Dynamic Knee Valgus in Patients with Patellofemoral Pain Syndrome. *Journal of Rehabilitation Sciences & Research* 2019; 15(2): 1-7. [Persian]

45. Dhinu JJ, Cameron H, Michael W. Functional joint mobilization for Patellofemoral Pain syndrome: A clinical suggestion. *JOSPT* 2020, 15(4): 12-18.
46. Sharif F, Shoukat H, Asim AM. Effects of strengthening of hip abductors and lateral rotators for improving pain and functional limitation in patients with patellofemoral dysfunction. *Rawal Medical Journal* 2020; 45(1): 236-239.
47. Shafiei SE, Jafarpour H, Madani Z, Hanieh A, et al. Effects of Hip Exercises on the pain Severity in Patients with Patellofemoral Pain Syndrome. *Journal Internal Medicine and Medical Investigation* 2018; 4(1): 40-47.
48. Collins NJ, Barton CJ, Middel-koop M. consensus statement on exercise therapy and physical interventions (orthoses, taping and manual therapy) to treat patellofemoral pain: Recommendations from the international patellofemoral pain research retreat, Gold Coast. *BJSM* 2018; 52(18): 1170-1178.