

A Review on the Effects of Rehabilitation Exercises on the Mechanics of Movements Transfer in Individuals with Knee Valgus

Hormati AH¹, Piri E², Jafarnezhadgero AA³, Hormati Z⁴, Imanibroj S⁵

- 1- M.Sc in Sports Physiology, Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
- 2- Ph.D in Sports Biomechanics, Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
- 3- Associate Professor of Sports Biomechanics, Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
- 4- MSc in Nursing Critical care
- 5- M.Sc in Sports Biomechanics, Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Abstract

Received: 2023.08.25 Accepted: 2024.06.08

Purpose: Knee valgus is a lower limb abnormality in which the knees incline inward. Therefore, the aim of this study was to investigate the effects of rehabilitation exercises and therapeutic interventions on the mechanics of transfer movements in individuals with knee valgus.

Methods: For this review, articles in both Persian and English languages were searched from April 2019 to June 2023 using the keywords Corrective exercises, Genu valgum, Knee Joint, Theraband and Rehabilitation exercises in Google Scholar, ISC, Scopus, PubMed, WOS, and SID databases. 98 articles were selected based on the inclusion and exclusion criteria. After removing duplicate articles and those that did not meet the selection criteria, 85 articles remained, of which 17 were finally selected for further detailed analysis.

Results: Findings illustrated that the use of sports equipment such as braces and trabands can lead to the strengthening of lower limb muscles, stability and reduction of the injury rate in the knee joint during transitional movements. In addition, the results of corrective exercises indicated an increase in the strength of supporting muscles and tendons and improved knee joint rehabilitation during walking and landing. The simultaneous use effect of rehabilitation exercises and support tools showed a lower load on the joints of the lower limbs, especially the knee. Finally, investigating the biomechanical effects of transfer movements showed that excessive knee flexion and extension can lead to knee joint damage.

Conclusion: It seems that the simultaneous effect of exercises aimed at knee joint rehabilitation and support tools could reduce the load on the joints of the lower limbs, reduce the injury rate and increase the strength of the supporting muscles of people with crossed knees.

Keywords: Genu valgum, Transitional movements, Corrective exercises, Rehabilitation exercises.

Corresponding Author: Amirali Jafarnezhad

Email: amiralijafarnezhad@gmail.com

ORCID: 0000-0002-2739-4340



Copyright © 2023 Mashhad University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

► Please cite this article as: Hormati AH, Piri E, Jafarnezhadgero AA, Hormati Z, Imanibroj S. A Review on the Effects of Rehabilitation Exercises on the Mechanics of Movements Transfer in Individuals with Knee Valgus. *JPSR* 2025; 14(1): 99-114. DOI: 10.22038/jpsr.2025.74607.2542.

مروری بر تاثیر تمرین‌های توانبخشی بر مکانیک حرکت‌های انتقالی در افراد دارای زانوی ضربدری

امیرحسین حرمتی^۱، ابراهیم پیری^۲، امیرعلی جعفرنژادگرو^۳، زهرا حرمتی^۴، سارا ایمانی‌بروج^۵

هدف: زانوی ضربدری جز ناهنجاری‌های اندام تحتانی است، که در آن زانوها به سمت داخل متمایل می‌شوند. لذا هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیر تمرین‌های توانبخشی بر مکانیک حرکت‌های انتقالی در افراد دارای زانوی ضربدری بود.

روش بررسی: پژوهش حاضر از نوع مطالعه مروری بود. برای استخراج مقاله‌ها به زبان فارسی و لاتین از ابتدای ماه آپریل ۲۰۱۹ تا ماه ژوئن ۲۰۲۳ از کلیدواژه‌های تمرین‌های اصلاحی (Corrective Exercises)، زانوی ضربدری (Genu Valgum)، مفصل زانو (Knee Joint)، ترابند (Theraband) و تمرین‌های توانبخشی (Rehabilitation Exercises) در پایگاه‌های اطلاعاتی Google Scholar، JSC، Scopus، Pub Med، WOS، و SID استفاده شد. ۹۸ عنوان مقاله بر اساس معیارهای ورود و خروج انتخاب شد. پس از حذف مقاله‌های تکراری و آن‌هایی که فاقد معیارهای انتخابی بودند، ۸۵ مقاله باقی ماند. در نهایت با بررسی‌های دقیق ۱۷ عنوان مقاله جهت بررسی نهایی انتخاب شدند.

یافته‌ها: نتایج در حوزه ابزارهای حمایتی نشان داد که استفاده از وسیله‌های ورزشی مانند بريس و ترابند می‌تواند منجر به تقویت عضلات اندام تحتانی، ثبات و کاهش نرخ آسیب در مفصل زانو طی حرکات انتقالی شود. علاوه بر این یافته‌های تمرین‌های اصلاحی حاکی از افزایش توان عضلات و تاندون‌های حمایتی و بهبود توانبخشی مفصل زانو طی راه رفتن و فرود بود. اثر همزمانی تمرین‌های توانبخشی و ابزارهای حمایتی نشان از اعمال بار کمتر بر مفاصل اندام تحتانی به ویژه زانو بود. در نهایت بررسی اثرات بیومکانیکی حرکات انتقالی نشان داد که افزایش بیش‌ازحد فلکشن و اکستنشن زانو می‌تواند منجر به آسیب مفصل زانو گردد.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد که اثر همزمانی تمرین‌های توانبخشی مفصل زانو و ابزارهای حمایتی می‌تواند باعث کاهش اعمال بار بر مفاصل اندام تحتانی، کاهش نرخ آسیب و افزایش توان عضلات حمایتی افراد دارای زانوی ضربدری گردد.

کلمات کلیدی: زانوی ضربدری، حرکت‌های انتقالی، تمرین‌های اصلاحی، تمرین‌های توانبخشی.

نویسنده مسئول: امیرعلی جعفرنژادگرو، amiralijafarnezhad@gmail.com ORCID: 0000-0002-2739-4340

آدرس: اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، گروه بیومکانیک ورزشی

۱- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲- دانشجوی دکتری بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳- دانشیار گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۴- کارشناس ارشد پرستاری مراقبت‌های ویژه

۵- کارشناس ارشد بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

مقدمه

برای بروز این ناهنجاری باشد (۲). در این عارضه زانوهای شخص به سمت داخل می‌چرخد، به نحوی که هنگام ایستادن، فاصله‌ی بین دو قوزک پا بسته به شدت و درجه عارضه افزایش می‌یابد. کسب ژنتیکی و یا اکتسابی زانوی ضربدری، لزوماً نشان‌دهنده بیماری نیست، اما می‌تواند زمینه‌ای برای تغییرات شکل ظاهری بدن و مشکلات روانی، همچنین بروز عوارض متعددی در سایر اندام‌های بدن شود (۳)، که متعاقب آن می‌تواند با تغییرات بیومکانیک اندام

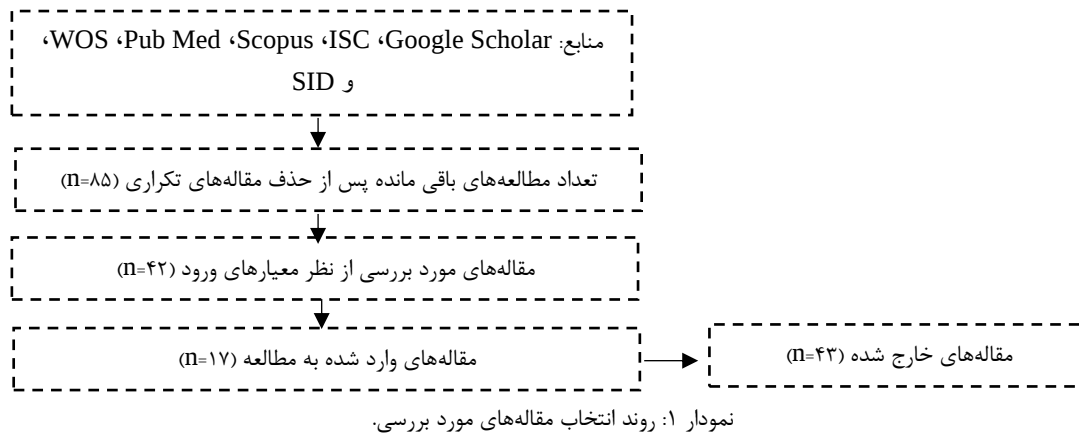
ژنوالگوم یا ژنوالگوس (زانوی ضربدری) یکی از ناهنجاری‌های ایدیوپاتیکی اندام تحتانی در صفحه فورتال است (۱). عوامل بسیاری همچون بیماری‌های ژنتیکی، اختلال متابولیک استخوانی (راشیتیزم و دیسپلازی عمومی اسکلتی)، یکنواخت نبودن پیشرفت صفحات رشد، شکستگی، کوتاهی عضله دوسرانی، چاقی مفرط، کمبود ویتامین D و کلسیم، آرتریت زانو، افزایش زاویه Q و... می‌تواند زمینه‌ای

زیادی نیز معرفی شده است که یکی از این راهکارها تمرین-های اصلاحی و توانبخشی می باشد، این نوع درمان باعث ایجاد کشش در عضلات و تقویت عضلاتی که دچار ضعف و ناتوانی هستند، می شود (۱۶). لذا به لحاظ علمی ضروری به نظر می رسد که با بررسی مطالعات پیشین در حوزه توانبخشی افراد دارای عارضه زانوی ضربدری اطلاعات کافی و جدید در جهت توانبخشی این عارضه بدست آوریم. از این رو هدف از مطالعه حاضر، مروری بر تاثیر تمرین های توانبخشی بر مکانیک حرکات انتقالی در افراد دارای زانوی ضربدری بود.

روش بررسی

مطالعه حاضر از نوع کتابخانه ای و مروری سیستماتیک بود. برای جستجو و گردآوری مقاله ها به زبان فارسی و لاتین از ابتدای ماه آپریل ۲۰۱۹ تا ماه ژوئن ۲۰۲۳ از پایگاه های اطلاعاتی Pub, Scopus, ISC, Google Scholar, WOS, Med و SID استفاده گردید. برای استخراج مقاله ها از کلیدواژه هایی همچون: تمرین های اصلاحی (Corrective Exercises)، زانوی ضربدری (Genu Valgum)، حرکات انتقالی (Transitional Movements)، مفصل زانو (Knee Joint)، تراباند (Theraband) و تمرین های توانبخشی (Rehabilitation Exercises) استفاده شد. ۹۸ عنوان مقاله بر اساس کلیدواژه های مورد استفاده جستجو شد. معیارهای ورود به مطالعه شامل مواردی از قبیل: ۱- مقاله های جست و جو شده در حیطه توانبخشی زانوی ضربدری بوده و آزمودنی ها دچار سایر عارضه ها نباشند. ۲- متن مقاله ها به صورت کامل در دسترس باشند. ۳- مقاله ها از سال ۲۰۱۹ قدیمی تر نباشند. در حالی که از معیار خروج مطالعه حاضر می توان به بررسی سنجش کیفیت مقاله های جست و جو شده که بایستی حداقل از کیفیت ۶۰ درصدی برخوردار بود اشاره کرد. سپس بعد از بررسی مقاله ها از نظر معیارهای ورود و خروج و حذف مقاله های تکراری سرانجام ۱۷ عنوان مقاله با کیفیت در ارتباط با تاثیر تمرین های توانبخشی بر مکانیک حرکات انتقالی در افراد دارای زانوی ضربدری انتخاب گردید، و مورد بررسی و تجزیه تحلیل پژوهشگران قرار گرفت. علاوه بر این نمودار ۱، روند انتخاب مقاله ها مطالعه حاضر را نشان می دهد. وجود هر گونه اختلاف در نمره دهی مطالعات توسط پژوهشگران به طور جداگانه مورد بررسی قرار گرفت و مواردی که پژوهشگران دارای

تحتانی همراه باشد (۴). فشارهای مکانیکی اعمال شده بر روی اپی کندیل داخلی تقریباً ۲/۵ برابر بیشتر از اپی کندیل خارجی است، به نحوی که مینیسک داخلی به مراتب فشار و اغتشاش بیشتری را در مقایسه با مینیسک خارجی تجربه می کند (۵). در عارضه زانوی ضربدری عضلات قسمت داخلی زانو به دلیل ساختار آناتومیک زانو دچار کشیدگی شده اند در حالی که عضلات نواحی خارجی زانو کوتاه تر از حالت طبیعی هستند (۵). به علاوه زانوی ضربدری جز ناهنجاری محسوب می شود که می تواند به وسیله تماس مکرر زانوها تغییراتی در الگوی متعارف حرکات انتقالی (راه رفتن، دویدن، پریدن، پرش، فرود، بالا رفتن و پایین آمدن از پله و...) ایجاد کند. در واقع حرکات انتقالی شامل تمامی حرکاتی است که فرد به وسیله آن می تواند جابه جا گردد (۶). زمانی که یک فرد در وضعیت بدنی ضعیفی قرار دارد، به دلیل فشار زیاد بر قسمت های مختلف زانو، راستای بدن دچار تغییر شکل می شود. این فشار ثابت، حتی اگر نسبتاً کم هم باشد، می تواند باعث سازگاری شود. این تغییرات توانایی افراد را برای عملکرد در فعالیتهای مختلف تغییر می دهد (۷). از طرفی مفصل زانو مانند سایر مفاصل بدن تحت تاثیر نقص، آسیب و بیماری است. علاوه بر این، بر خلاف مفصل شانه، آرنج و مچ دست باید وزن بدن را هنگام حرکت نیز تحمل کند (۸). اعمال بار مکانیکی بیش از حد به قسمت جانبی زانو می تواند منجر به بی ثباتی مفصل کشکک رانی شود (۹، ۱۰). عارضه زانوی ضربدری با به وجود آوردن تغییرات در قسمت تحتانی که باعث بر هم خوردن وضعیت طبیعی بدن می شود، می تواند نسبت مرکز ثقل به سطح اتکا را بر هم بزند و تعادل را از فرد سلب کند (۱۱). محل اتصال بدن با سطح زمین کف پا است، ناهنجاری ها در قسمت زانو می تواند درصد آسیب دیدگی را در افراد افزایش داده و در شکل راه رفتن مشکل ایجاد کند (۱۲). نقش مهم عضلات در حفظ کردن ثبات مفاصل غیرقابل انکار می باشد، بنابراین توان عضلات در برقرای ثبات در هنگام راه رفتن و کنترل وضعیتی ضروری است (۱۳). ناهنجاری هایی مانند زانوی ضربدری در قسمت تحتانی بدن می تواند مچ پا را نیز درگیر کرده و کارایی این مفصل که جذب نیرو هنگام اتکا می باشد را نیز مختل کند (۱۴). کاهش هم انقباضی مفصل زانو می تواند همراه با کاهش دامنه فعالیت الکتریکی عضلات حمایت کننده مفصل زانو باشد (۱۵). پیدا کردن راهکاری جهت بهبود عارضه زانوی ضربدری دارای اهمیت فراوانی است، همچنین راهکارهای



عضلات اندام تحتانی و مکانیک راه رفتن اشاره کرده‌اند (۲۷). اثر آنی بریس زانو بر فعالیت الکترومایوگرافی در افراد دارای زانوی ضربدری نشان داد که کاهش فعالیت عضله نیمه‌وتتری طی راه رفتن می‌تواند روند خستگی را به تاخیر بندازد (۲۹). منابعی در خصوص زوایای استفاده شده از ابزارهای حمایتی اظهار داشتند که اثر استفاده از بریس زانوی مدرج با دو زاویه ۳۰ و ۶۰ درجه قادر به کاهش نرخ آسیب در افراد مبتلا به زانوی ضربدری است (۳۱)، در حالی که کاهش زاویه محدود کننده فلکشن زانو می‌تواند نیروهای وارده بر اندام تحتانی را افزایش دهد و متعاقب آن باعث افزایش احتمال آسیب در مفصل زانو شود (۱۸).

برنامه‌های توانبخشی: مطالعه‌های بررسی شده در این زمینه نشان داد که انجام برنامه‌های فیزیوتراپی می‌تواند منجر به بهبود کیفیت راه رفتن در افراد دارای عارضه زانوی ضربدری گردد (۲۴، ۲۵). انجام برنامه‌های اصلاحی در افراد دارای زانوی ضربدری طی راه رفتن و فرود نشان داد که افزایش هم‌انقباضی مفصل زانو می‌تواند منجر به پایداری و ثبات مفصل زانو گردد (۱۹). اثر بررسی پروتکل خستگی بر مکانیک راه رفتن در افراد دارای زانوی ضربدری حاکی از آن است که خستگی می‌تواند مکانیک حرکات انتقالی فرد مبتلا را تحت تاثیر منفی قرار دهد (۲۰). یافته‌های یکی از مقاله‌های مورد بررسی نشان داد که تمرین‌های حسی عمقی باعث افزایش حس تشخیص وضعیت مفصل زانو می‌شود (۳۲).

اثر برنامه‌های توانبخشی به همراه ابزارهای حمایتی: استفاده همزمان از برنامه‌های اصلاحی و باندهای کشی نشان داد که این پروتکل اصلاحی می‌تواند نیروهای وارده را در جهت قدامی-خلفی کاهش دهد و بار کمتری به

اختلاف نظر پژوهشگران دارای اختلاف نظر بودند پس از مشورت و بحث نمره‌دهی شد تا خطا در نمره‌دهی مطالعات به حداقل برسد. برای سنجش کیفیت مطالعات از پرسشنامه دان و بلک استفاده شد (۱۷). این پرسشنامه در قالب ۲۷ سوال طراحی شده است نمراتی که به سوالات اختصاص می‌یابد عدد ۱ یا ۰ است، اختصاص عدد یک به معنای تایید و صفر به معنای رد است. لازم به ذکر است تنها در خصوص سوال ۲۷ این پرسشنامه عددی مابین ۵-۰ اختصاص می‌یابد. اختصاص عدد ۵ یا عددی نزدیک به آن نشان‌دهنده باکیفیت بودن مقاله و اختصاص عدد صفر و یا عددی نزدیک به آن نشان‌دهنده پایین بودن کیفیت مقاله به لحاظ استناددهی است. میانگین نمرات برای مطالعه‌های که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند بر اساس پرسشنامه دان و بلک از کیفیت ۷۲/۴۹ درصدی برخوردار بودند. میانگین کیفیت سنجی مقاله‌ها به صورت جداگانه در جدول زیر آورده شده است.

یافته‌ها

پس از بررسی مقاله‌های جست‌وجو شده می‌توان نتایج را در طبقه‌بندی‌های زیر گزارش نمود:

ابزارهای حمایتی و ورزشی: یافته‌ها حاکی از آن بود که استفاده از ابزارهای حمایتی همچون بریس زانو طی پرش و فرود می‌تواند منجر به کاهش هم‌انقباضی عضلات مفصل زانو گردد، که احتمالاً کاهش هم‌انقباضی عضلات مفصل زانو به دلیل نقش حمایتی بریس زانو باشد (۱۵). اثر استفاده هشت هفته‌ای از تراباند منجر به ثبات و پایداری مفصل زانو طی دویدن می‌گردد (۲۶). در همین راستا برخی منابع به اثرات مثبت استفاده از باند الاستیکی (اثر بلندمدت: ۱۴ هفته‌ای)، بر بهبود فعالیت الکتریکی

جدول ۱: سنجش کیفیت مقاله‌های مورد بررسی توسط پرسشنامه دان و بلک.

سوالات	برغم‌دی و همکاران (۱۵)	ولی‌زاده اورنج و همکاران (۱۸)	سرخه و همکاران (۱۹)	قیطاسی و همکاران (۲۰)	قربانلو و همکاران (۲۱)	سلطان‌دوست ناری و همکاران (۲۲)	گیلانی و همکاران (۲۳)	اگراوال و همکاران (۲۴)	مطالعات قربانلو و همکاران (۲۵)	قربانلو و همکاران (۲۶)	جعفرنژاد گرو و همکاران (۲۷)	قربانلو و همکاران (۲۸)	جعفرنژاد گرو و همکاران (۲۹)	جئون و همکاران (۳۰)	جعفرنژاد گرو و همکاران (۳۱)	امیری و همکاران (۳۲)	قربانلو و همکاران (۳۳)
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۷	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۸	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۱
۹	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰
۱۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۴	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰
۱۵	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰
۱۶	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۷	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲۲	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰

۲۳	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۲۴	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱
۲۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲۷	۳	۳	۴	۴	۴	۳	۴	۳	۴	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
کیفیت مقاله ها برحسب درصد	۷۰/۹۶	۷۴/۱۹	۶۷/۷۴	۶۷/۷۴	۷۰/۹۶	۷۰/۹۶	۷۰/۹۶	۷۰/۹۶	۶۱/۲۹	۷۷/۴۱	۷۰/۹۶	۷۰/۹۶	۶۷/۷۴	۶۷/۷۴	۸۰/۶۴	۷۰/۹۶	۶۷/۷۴

جدول ۲: بررسی تاثیر تمرین های توانبخشی بر مکانیک حرکات انتقالی در افراد دارای زانوی ضربدری.

نویسندگان،	نام مطالعه	نوع مطالعه	محل انجام مطالعه	نوع مداخله	دوره زمانی	محدوده سنی آزمودنی ها	متغیر مورد بررسی	گروه کنترل و آزمایش	معیار های ورود و خروج	نتایج
برغمندی و همکاران (۱۵)	اثر آبی بريس زانوی محافظت کننده بر هم انقباضی مفصل	نیمه تجربی	ایران اردبیل سلامت و تندرستی دانشگاه (اردبیلی)	بریس (مرکز زانو، پرش و فرود)	یک روزه	-	هم انقباضی مفصل مچ پا و زانو	۱۰ نفر دانشجوی پسر مبتلا به زانوی ضربدری و ۱۰ نفر دانشجوی پسر سالم	معیارهای خروج: مشکلات عصبی-عضلانی، سابقه شکستگی و یا جراحی دراندام تحتانی، اختلاف طول اندام بیشتر از ۵ میلیمتر، نبود عارضه زانوی عقب رفته، پارگی یا عمل قبلی ACL، مصرف دارو با اختلالات عصبی، وضعیت بینایی و شنوایی که بتواند فن یا وضعیت تعادل را حین فرود مختل کند، فعالیت فیزیکی سنگین طی دو روز قبل از آزمون بود. معیار ورود به مطالعه شامل دارا بودن زانوی ضربدری و دانشجویان پسر بود.	با توجه به نتایج تحقیق می توان نتیجه گرفت کاهش هم انقباضی مفصل زانو نشان-دهنده کاهش فعالیت همزمان عضلات حمایت کننده مفصل زانو است. احتمالاً بريس زانو توانسته نقش حمایتی و حفاظت-کننده در مفصل زانو داشته باشد و در نتیجه منجر به کاهش فعالیت عضلات حمایت-کننده اطراف مفصل شده است.

ولی زاده اورنج و همکاران (۱۸)	اثر بریس زانوی مدرج در دو زاویه ۳۰ درجه و ۶۰ درجه بر نیروهای عکس-العمل زمین طی فرود در پسران دارای زانوی ضربدری	کارآزمایی بالینی (دانشگاه اردبیلی)	ایران اردبیل	بریس زانو، فرود محقق	یک روزه	۲۱/۷۰ تا ۲/۱۲ سال	نیروهای عکس-العمل زمین	۲۰ دانشجوی پسر مبتلا به زانوی ضربدری	معیار ورود به مطالعه شامل دارا بودن زانوی ضربدری بود. معیارهای عدم ورود به مطالعه شامل سابقه شکستگی، مشکلات عصبی عضلانی، اختلاف طول اندام بیشتر از ۵ میلیمتر، عدم وجود عارضه زانوی ضربدری و یا دارا بودن فعالیت فیزیکی سنگین طی دو روز قبل از آزمون بودند.	نتایج این مطالعه نشان داد که با کاهش زاویه محدود کننده فلکشن زانو نیروهای وارد بر اندام تحتانی افزایش می یابد و این امر باعث افزایش احتمال آسیب در مفصل زانو می شود. از این رو استفاده از بریس زانوی مدرج در افراد دارای زانوی ضربدری در زاویه محدود کننده فلکشنی ۶۰ درجه توصیه می شود.
سرخه و همکاران (۱۹)	اثرات تمرین-های اصلاحی بر فرکانس نیروی عکس-العمل زمین طی فرود در سالمندان دارای زانوی ضربدری	کارآزمایی بالینی (دانشگاه اردبیلی)	ایران اردبیل	تمرین-های اصلاحی محقق	۱۶ هفته	۶۰ تا ۷۰ سال	فرکانس نیروی عکس العمل زمین	۲۶ مرد سالمند دارای عارضه زانوی ضربدری در دو گروه تجربی و کنترل	معیارهای ورود به پژوهش شامل دامنه سنی بین ۶۰ تا ۷۰ سال، توانایی فرود از ارتفاع ۳۰ سانتی متری با دو پا، محور مکانیکی تیبیای کمتر یا برابر ۴ درجه نسبت به خط عمودی، زاویه Q بزرگتر از ۱۸ و فاصله دو قوزک داخلی پای بیشتر از ۶ سانتی متر بود. معیارهای خروج از پژوهش شامل سابقه آسیب یا جراحی در اندام تحتانی و ناحیه تنه بود.	با توجه به نتایج پژوهش حاضر پیشنهاد می شود سالمندان با انجام تمرین های اصلاحی از شدت آسیب های ناشی از طیف فرکانس نیروهای عکس العمل زمین طی حرکاتی همچون فرود بکاهند.
قیطاسی و همکاران (۲۰)	مقایسه تاثیر پروتکل خستگی بر پارامترهای راه رفتن در دانش آموزان ضربدری، پارانتزی و نرمال.	نیمه تجربی (شهر قدس، آزمایشگاه)	ایران تهران	پروتکل خستگی	یک روزه	میانگین سنی ۱۶/۳۹	پارامترهای محرک راه رفتن	۳۷ دانش-آموز در سه گروه ۱۳ نفر زانوی ضربدری، ۱۲ نفر زانوی پارانتزی و ۱۲ نفر نرمال	معیارهای ورود شامل عدم سابقه آسیب (شکستگی استخوان، رباط و پارگی) در اندام تحتانی، بدون کوتاهی یا عدم تقارن اندام تحتانی، بدون ستون فقرات ناهنجاری یا انحراف در سایر نواحی پایینی اندام (به جز ناهنجاری های زانو) یا هر بیماری خاص، بدون سابقه ورزشکار بود. معیارهای خروج تمایلی به ادامه ندادن مطالعه بود.	در این مطالعه مشخص شد که پروتکل خستگی می تواند پارامترهای حرکتی راه رفتن در افرادی که مشکلات زانو دارند و همچنین در افرادی با ترازمندی طبیعی را تحت تاثیر قرار دهند. این اثرات در برخی از پارامترها بین افراد عادی و افراد دارای زانوی ضربدری و زانوی پرانتزی متفاوت است

قربانلو و همکاران (۲۱)	تأثیر تمرین - های اصلاحی با ترابند بر هم انقباضی عضلات مچ پای مردان مبتلا به زانوی ضربدری طی راه رفتن	کار آزمایی بالینی تصادفی	ایران اردبیل سلامت تندرستی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی دانشگاه محقق اردبیلی)	تمرین - های (مرکز و ترابند	۸ هفته	۲۰ تا ۳۰ سال	هم انقباضی عضلات مچ پا	۲۴ دانشجوی پسر دارای زانوی ضربدری در دو گروه شاهد و تجربی	معیارهای ورود به تحقیق شامل داشتن عارضه زانوی ضربدری در هر دو پا و عدم وجود آسیب زانو در بخش رباط های حمایت کننده بود. سابقه شکستگی در اندام تحتانی، مشکلات عصبی-عضلانی، اختلاف طول اندام بیشتر از ۵ میلیمتر و عدم وجود عارضه زانوی ضربدری به عنوان معیارهای خروج در نظر گرفته شد.	با توجه به نتایج به دست آمده ای که حاکی از افزایش هم انقباضی عمودی مفصل مچ پا طی فاز تماس پاشنه بود. می توان نتیجه گرفت که تمرین های اصلاحی توانسته است منجر به افزایش حمایت عضلات در این مفصل طی تماس پاشنه شود. در این فاز مفصل مچ پا نیروهای زیادی را تحمل می کند و افزایش حمایت از این مفصل در این فاز می تواند ثبات مفصلی و تعادل را در افراد مبتلا به زانوی ضربدری افزایش دهد.
سلطان دوست ناری و همکاران (۲۲)	مقایسه امتیازات آزمون های غربالگری حرکت عملکردی در پسران فوتبالیست نوجوان با و بدون ناهنجاری های زانوی ضربدری و پرنانزی	نیمه تجربی	ایران، مشهد (دانشگاه فردوسی مشهد)	آزمون های غربالگری	یک روزه	۱۴ تا ۱۶ ساله	حرکت عملکردی	۶۰ نوجوان در سه گروه زانوی پارانتری، زانوی ضربدری و بدون عارضه	دارای حداقل سه سال سابقه تیمی در رشته فوتبال و فاقد بیماری های پوکی استخوان، درد و سابقه جراحی در اندام تحتانی و آسیب دیدگی های شدید مفصل زانو، که جهت این کار نمونه ها با تایید پزشک انتخاب شدند. پس از گرفتن فرم رضایت نامه کتبی از آزمودنی ها و والدین شان، از اطلاعات موجود در فرم با توجه به معیارهای ورود تعیین شده، برای آزمودنی ها استفاده شد.	نتایج تحقیق نشان داد که وضعیت بدنی در امتیاز آزمون های غربالگری حرکت عملکردی پسران فوتبالیست نوجوان موثر می باشد و فوتبالیست های دارای ناهنجاری های زانوی ضربدری در مقایسه با فوتبالیست های دارای ناهنجاری زانوی پرنانزی و بدون ناهنجاری عملکرد ضعیف تری در آزمون های غربالگری حرکت عملکردی داشتند.
گیلانی و همکاران (۲۳)	مقایسه حداکثر زوایای واروس و فلکشن زانو در مرحله استانس هنگام راه رفتن روی تردمیل با شیب های مختلف بین	نیمه تجربی	ایران کرمان (دانشگاه باهنر کرمان)	راه رفتن بر روی تردمیل، شیب های مختلف	یک روزه	۱۸ تا ۲۸ سال	زوایای واروس و فلکشن زانو	۲۹ آزمودنی در دو گروه سالم و دارای زانوی ضربدری	معیارهای ورود سن ۱۸ تا ۲۸ سال، تمرین منظم حداقل سه جلسه در هفته، جنسیت زن، نداشتن شکستگی یا عمل جراحی در اندام تحتانی، زانوی ضربدری درجه ۳ و ۴، آزمودنی های با اختلالات عصبی-عضلانی- اسکلتی، سابقه جراحی یا آسیب در اندام تحتانی طی شش ماه	از آن جا که راه رفتن در شیب منفی، زاویه زانو در صفحه فرونتال را به سمت واروس متمایل می کند و از طرف دیگر، موجب افزایش زاویه فلکشن و کاهش بار وارد آمده بر ACL می شود، این نوع راه رفتن می تواند در توانبخشی افراد دارای زانوی ضربدری تأثیر گذار تر باشد.

ورزشکاران دختر										گذشته، زانوی پرانتری، زانوی عقب- رفته، کف پای صاف و گود نیز بمعیارهای خروج در نظر گرفته شد..
دارای زانوی										
ضربداری و سالم										
Agrawal & Phansopkar (۲۴)	تأثیر فیزیوتراپی فشرده بر نوجوان مبتلا به زانوی ضربداری شدید	گزارش موردی	هند واردا (دانشگاه دمیه‌ر)	فیزیوتراپی فشرده	پس از بهبود شکستگی-ها بعد از جراحی درسال ۲۰۲۲	از ۱۴ سال	ژئو والگوم	یک خانم از عمل جراحی	دارای عارضه زانوی ضربداری شدید.	بیمار در طول دوره مداخله همکاری زیادی نشان داد و اکنون آزمودنی قادر به راه رفتن است با پشتیبانی یک واکر با توجه به مطالعه موردی، ساختار فیزیکی کلاسیک و سریع توانبخشی راه رفتن و کیفیت زندگی را بهبود بخشید.
قربانلو و همکاران (۲۵)	تأثیر ورزش اصلاحی بر انقباض عضلات اندام تحتانی در مردان مبتلا به زانوی ضربداری در حین راه رفتن	کار آزمایشی بالینی	ایران اردبیل (دانشگاه اردبیلی)	ورزش اصلاحی، محقق راه رفتن	۸ هفته	۲۰ تا ۳۰ سال	انقباض عضلات اندام تحتانی	۱۲ نفر دانشجوی پسر مبتلا به زانوی ضربداری و ۱۲ نفر پسر دانشجوی سالم	افراد دارای زانوی ضربداری که فاصله قوزک‌های داخلی آنها ۲ تا ۵ سانتی متر بود، وارد پژوهش شدند. معیارهای عدم ورود به مطالعه شامل سابقه شکستگی در اندام تحتانی، مشکلات عصبی عضلانی، اختلاف طول اندام بیش از ۵ میلی‌متر وعدم وجود عارضه زانوی ضربداری بودند.	افزایش هم‌انقباضی عمومی در مفصل زانو طی فاز جدا شدن پاشنه نشان‌دهنده فعالیت عضلات حمایت کننده مفصل زانو پس از اعمال تمرین‌های اصلاحی است و باعث حفظ تعادل و ثبات در مفصل زانو می‌شود. همچنین افزایش هم‌انقباضی جهت‌دار فلکسوری/ اکستنسوری در مفصل زانو مشاهده شد که باعث توزیع مساوی بار و فشار بین استخوان ران و درشت‌نی در مفصل زانو می‌شود.
قربانلو و همکاران (۲۶)	تأثیر یک دوره تمرین با باند الاستیکی بر فعالیت الکتریکی عضلات اندام تحتانی در دانشجویان پسر دارای زانوی ضربداری	کار آزمایشی بالینی	ایران اردبیل (دانشگاه اردبیلی)	باند الاستیکی، محقق دویدن	۸ هفته	۲۰ تا ۳۰ سال	فعالیت الکتریکی عضلات تحتانی	۱۲ نفر دانشجوی پسر مبتلا به زانوی ضربداری و ۱۲ نفر پسر دانشجوی سالم	معیار ورود به پژوهش ابتلاء به زانوی ضربداری ساختاری بود. معیارهای خروج از پژوهش شامل سابقه شکستگی، مشکلات عصبی عضلانی، اختلاف طول اندام بیشتر از ۵ میلی‌متر، عدم وجود عارضه زانوی ضربداری بود.	افزایش میانه فرکانس پهن داخلی در افراد زانوی ضربداری، بهبود پایداری مفصل زانو را به دنبال خواهد داشت. با این وجود، برای تأیید بهتر این موضوع، نیاز به انجام پژوهشهای بیشتری میباشد.

طی دویدن										
جعفر نژادگرو و همکاران (۲۷)	تاثیر برنامه تمرینی با باند الاستیکی بر حرکات جنبشی و فعالیت عضلانی در حین راه رفتن در جوانان مبتلا به زانوی ضربدری	کار آزمایی تصادفی و کنترل شده دوسوگور	ایران اردبیل (دانشگاه اردبیلی)	باند الاستیکی، محقق راه رفتن	۱۴ هفته	۲۲/۵ ± ۲/۷ سال	حرکات جنبشی و فعالیت عضلانی	دو گروه ۲۱ نفره مرد جوان مبتلا به زانوی ضربدری	معیار ورود به پژوهش ابتلاء به زانوی ضربدری بود. از معیار های خروج نیز می توان به مواردی همچون سابقه شکستگی، مشکلات عصبی عضلانی، عدم وجود عارضه زانوی ضربدری بود.	این مطالعه اثربخشی تمرین مقاومت با استفاده از باندهای الاستیک بر دینامیک و فعالیت عضلانی در طی راه رفتن در بزرگسالان مرد مبتلا به اختلال زانوی ضربدری را اثبات کرد. با توجه به اینکه این برنامه تمرینی هزینه کمی دارد، مؤثر است و به راحتی قابل انجام می باشد، ما پیشنهاد می دهیم که این برنامه به عنوان یک روش ترمیمی یا پیشگیرانه برای بزرگسالان جوان مبتلا به زانوی ضربدری اجرا شود.
	بررسی تأثیرات ۸ هفته تمرین اصلاحی با باند الاستیکی بر طیف فرکانس نیروهای عکس العمل زمین در پسران جوان مبتلا به عارضه زانوی ضربدری طی دویدن	مطالعه کار آزمایی بالینی تصادفی تندرستی دانشکده تربیتی روانشناسی، دانشگاه اردبیلی)	ایران اردبیل، (آزمایشگاه مرکز سلامت و الاستیکی، دویدن علوم و تربیتی و روانشناسی، دانشگاه اردبیلی)	تمرین اصلاحی، باند و الاستیکی، دویدن	۸ هفته	۲۰ تا ۳۰ سال	طیف فرکانس نیروهای عکس العمل زمین	۲۴ دانشجوی مبتلا به زانوی ضربدری در دو گروه تجربی و کنترل	فاصله قوزک های داخلی مچ پای آنها با استفاده از کولیس اندازه گیری شد. افراد دارای زانوی ضربدری درجه یک (فاصله بین قوزک های داخلی بین ۲ تا ۵ سانتیمتر) وارد پژوهش شدند. معیارهای خروج از پژوهش شامل سابقه ی شکستگی، مشکلات عصبی-عضلانی، اختلاف طول اندام بیشتر از ۵ میلیمتر، عدم وجود عارضه ی زانوی ضربدری بود.	تمرینات اصلاحی مورد استفاده در این پژوهش توانسته نیروهای وارده را در جهت قدیمی-خلفی کاهش دهد و بار کمتری به مفاصل اندام تحتانی به ویژه زانوها در افراد مبتلا به عارضه زانوی ضربدری وارد شود. باند فرکانس که مؤلفه میزان مشارکت اجزای حسی-حرکتی و استخوان ها عضلات و بافتهای همبند می باشد، تمرینات اصلاحی توانسته مشارکت و فعالیت این اجرا را کاهش دهد و افراد مبتلا به زانوی ضربدری که رباطهای حمایت کننده زانویشان به علت این عارضه تحت فشار می باشد مشارکت کمتری در حرکت داشته باشند.
جعفر نژادگرو و همکاران (۲۹)	اثر آبی استفاده از بریس زانو بر فعالیت الکترومیوگرافی عضلات اندام	نیمه تجربی و کار آزمایی بالینی	ایران اردبیل (دانشگاه اردبیلی)	بریس زانو راه رفتن محقق	یک روزه	۲۰ تا ۳۰ سال	فعالیت الکترومیوگرافیک عضلات اندام تحتانی	۲۴ پسر دچار عارضه زانوی ضربدری	دارای زانوی ضربدری با بررسی فاصله قوزک داخلی با کولیس، داوطلب شرکت در پژوهش و دارای زانوی ضربدری با درجه ۱ و ۲ وارد شدند. معیار های خروج دارا بودن	عضله نیموتری در افراد با زانوی ضربدری ضعیف می باشند. بنابراین افزایش معنادار در طیف فرکانس فعالیت الکتریکی عضله نیم-وتری نشان از تاخیر در روند خستگی و بهبود عملکرد و فعالیت این عضله دارد.

تحتانی طی راه رفتن در افراد با زانو ضربدري	تجزیه و تحلیل	نیمه	کره جنوبی	پرش و فرود	یک روزه	۲۰ سال	تجزیه و تحلیل	۲۴ زن	داشتن عارضه زانوی ضربدري، شرکت کنندگان فرم رضایت آگاهانه، که توسط موسسه دانشگاه ملی اینچئون و هیئت بازبینی بود را پر کنند که از معیارهای انتخاب بودند. عدم سابقه جراحی در اندام تحتانی و بدون سابقه پزشکی یا اختلال اسکلتی عضلانی در ۲ سال آخر از معیار های خروج بودند.	نتایج کلی بررسی‌های انجام شده نشان داد که اکستنشن زانو و نیروی والگوس باعث افزایش چرخش داخلی تیبیال در زنانی با والگوس می‌شود که به دنبال آن ایجاد تغییر شکل والگوس و جایجایی‌های نامنظم در حین فرود پا را به همراه دارد.
جغفر نژادگرو و همکاران (۳۱)	اثر بریس زانوی مدرج در دو زاویه ۳۰ و ۶۰ درجه بر طیف فرکانس نیروهای عکس- العمل زمین در افراد دارای زانوی ضربدري طی فرود	نیمه تجربی و کارآزمایی بالینی	ایران اردبیل (دانشگاه اردبیلی)	بریس زانو فرود محقق	یک روزه	۲۰ تا ۳۰ سال	طیف عکس‌العمل زمین	۲۰ دانشجوی پسر غیر ورزشکار دارای زانوی ضربدري	معیار ورود شامل: دانشجوی پسر ، عارضه زانوی ضربدري، غیر ورزشکار بودند. معیار خروج: سابقه ی شکستگی، مشکلات عصبی-عضلانی، اختلاف طول اندام بیشتر از ۵ میلی متر، عدم وجود عارضه‌ی زانوی ضربدري یا دارا بودن فعالیت فیزیکی سنگین طی دو روز قبل از آزمون بود	با توجه به کاهش میانه فرکانس طی حرکت فرود با بریس زانو می‌توان احتمالا بیان نمود که استفاده از بریس زانو قادر به کاهش نرخ آسیب در افراد مبتلا زانو ضربدري می‌شود. با وجود این موضوع نیاز به انجام پژوهش های بیشتری است.
امیری و همکاران (۳۲)	بررسی اثر تمرین‌های حس عمقی بر بازسازی وضعیت مفصل و درد زانوی ورزشکاران	نیمه تجربی	ایران اراک (کلینیک درمانی ارتوپدی و فیزیوتراپی)	تمرین- های حسی عمقی	۸ هفته	۲۰ تا ۳۰ سال	بازسازی مفصل و درد زانو	۳۰ نفر زن دارای زانوی ضربدري در دو گروه کنترل و آزمایش تقسیم	معیار شرکت کردن افراد در این پژوهش، شامل دامنه سنی بین ۲۰ تا ۳۰ سال، داشتن حداقل سه جلسه تمرین در هفته، ابتلا به زانوی زانوی ضربدري، نداشتن هرگونه جراحی زانو و آسیب‌های رایج دیگر مانند بیماری مفصلی، پارگی مینیسک و	نتایج این تحقیقات نشان می‌دهد که تمرین- های تقویت حس عمقی سبب افزایش حس تشخیص وضعیت در مفصل زانو خواهد شد. بر اساس توضیحات بیان شده می‌توان نتیجه گرفت که این تمرین‌ها در صورت اجرا توسط ورزشکاران می‌تواند با تقویت حس عمقی از عوارضی که در آینده ممکن است بر ورزشکاران

مبتلا به زانوی ضربدری	شدند.	آسیب رباط صلیبی بود.	دارای زانوی ضربدری تأثیر گذارد، نجات دهد و یا حداقل امکان مشکل مفصلی در زانو را کاهش دهد.
قربانلو و همکاران (۳۳)	اثر تمرین های اصلاحی با تراباند بر مؤلفه- های نیروهای عکس العمل زمین در دانشجویان پسر دارای زانوی ضربدری طی دویدن	کار آزمایی بالینی تندرستی دانشگاه محقق اردبیلی)	ایران اردبیل (مرکز سلامت و تراباند
تمرین- های اصلاحی با تراباند	۸ هفته تا ۲۰ سال	۳۰ مؤلفه های نیروهای عکس- العمل زمین	۲۴ دانشجوی پسر دارای زانوی ضربدری در دو گروه تجربی و کنترل
افراد دارای زانوی ضربدری درجه یک (فاصله بین قوزک های داخلی بین ۲ تا ۵ سانتی متر) وارد پژوهش زیر شدند. معیارهای خروج از پژوهش شامل سابقه شکستگی، مشکلات عصبی- عضلانی، اختلاف طول اندام بیشتر از ۵ میلی متر، عدم وجود عارضه زانوی ضربدری و یا دارا بودن فعالیت فیزیکی سنگین طی دو روز قبل از آزمون بود	تمرین های اصلاحی منتخب با استفاده از تراباند توانستند زمان رسیدن به اوج نیروی عمودی طی فاز هل دادن را طی پس آزمون در مقایسه با پیش آزمون افزایش دهند. این افزایش احتمالاً به علت طولانی تر شدن میزان برخورد پا با سطح بوده است که میزان نیروهای وارده بر پا را کاهش می دهد.		

مفاصل اندام تحتانی به ویژه زانوها را در افراد مبتلا به زانوی ضربدری اعمال نماید (۲۸،۳۳). در همین راستا اظهار شده است که تمرین های اصلاحی به همراه تراباند طی راه رفتن می تواند منجر به افزایش حمایت عضلات اندام تحتانی در فاز تماس پاشنه پا شود (۲۱).

اثرات بیومکانیکی زانوی ضربدری: تجزیه و تحلیل بیومکانیکی فرود نشان داد که اکستنشن زانو و نیروی والگوس باعث افزایش چرخش داخلی تیبیال می شود، که متعاقب آن می تواند منجر به ایجاد تغییر شکل والگوس و جابجایی های نامنظم شود (۳۰). در همین راستا برخی منابع در حوزه اثرات بیومکانیکی راه رفتن در شیب منفی اظهار داشتند که افزایش زاویه فلکشن و کاهش بار وارد آمده بر رباط متقاطع-قدامی می شود (۲۲،۲۳).

بحث و نتیجه گیری

هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیر تمرین های توانبخشی بر مکانیک حرکات انتقالی

در افراد دارای زانوی ضربدری بود. با توجه به نتایج، کاهش هم انقباضی عضلات حمایتی مفصل زانو حین پرش و فرود نشان دهنده کاهش فعالیت همزمانی آنها است. احتمالاً استفاده از ابزارهای حمایتی همچون بریس زانو توانسته نقش حمایتی و محافظتی از مفصل زانو داشته باشد و در نتیجه منجر به کاهش فعالیت عضلات حمایت کننده اطراف مفصل زانو شده است (۱۵). از طرفی طیف فرکانس فعالیت الکتریکی عضلات شاخصی از خستگی عضله طی حرکات انتقالی می باشد. با توجه به اصل اندازه که بیانگر شرکت تارهای عضلانی در فعالیت های مشخص می باشد، افزایش طیف فرکانس فعالیت الکتریکی پس از استفاده ابزارهای حمایتی و ورزشی تأثیر مثبتی در افراد دارای عارضه زانوی ضربدری داشته است. گروه عضلات چهارسر ران، اصلی ترین عضلات بازکننده ی زانو هستند (۳۴). بهبود عملکرد انقباضی عضلات چهارسر ران موجب نزدیک شدن سطوح مفصلی و ایجاد نیروهای فشاری در سطح مفصل زانو می شود. قدرت هرچه بیشتر این عضلات طی حرکات انتقالی موجب ثبات بیشتر مفصل زانو و جذب نیروهای وارده به این مفصل می شود

و اصلاح از عارضه زانوی ضربدری توصیه می‌کنند (۳۶). مقاله‌های جست‌وجو شده در ارتباط با تأثیر تمرین‌های اصلاحی بر کاهش شدت زانوی ضربدری احتمالا به دلیل اثرگذاری پروتکل تمرین‌های اصلاحی باشد که توانسته با افزایش فرکانس و اثرگذاری بر فعالیت الکتریکی عضلات، منجر به افزایش هم‌انقباضی مفاصل، تقویت حس عمقی عضله، افزایش حمایت عضلات از مفاصل، ثبات مفصل زانو، تعادل و توازن اندام تحتانی شود. در حالی که اثر بررسی پروتکل خستگی بر مکانیک راه رفتن در افراد دارای زانوی ضربدری حاکی از آن است که خستگی می‌تواند مکانیک حرکات انتقالی فرد مبتلا به زانوی ضربدری را تحت تأثیر منفی قرار دهد (۲۰). احتمالا یکی از دلایل آسیب در مبتلایان به زانوی ضربدری مکانیسمی است که متعاقب خستگی رخ می‌دهد. در همین راستا جعفرنژادگرو و همکاران، اظهار داشتند که کاهش ظرفیت عملکردی افراد می‌تواند در ارتباط با خستگی باشد، به نحوی که بروز خستگی را یک عامل کلیدی در انقباض عضلات چهارسر ران که مسئول باز کردن ساق و ثبات کشکک است دانسته‌اند (۳۷).

یکی از ابزار تمرینی جدید و در دسترس برای استفاده در تمرین‌های اصلاحی، تراباند می‌باشند. تمرین‌های توانبخشی با تراباند برای بهبود قدرت و توانایی حفظ تعادل اندام تحتانی مثبت گزارش شده است و می‌تواند از اعمال فشار بیش از حد به قسمت داخلی زانو و خطر پیشرفت آسیب ساختاری پیشگیری کند. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که قدرت عضلات دورکننده و چرخاننده خارجی می‌توانند به طور قابل توجهی بر روی تراز طبیعی لگن، زانو و مچ پا و همچنین زاویه Q موثر باشند (۳۸). مزیدی و همکاران، طی پژوهشی به بررسی تأثیر تمرین‌های درمانی بر زاویه Q در بین ۶۰ ورزشکار با سندرم درد کشکک رانی پرداختند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که در نتیجه تمرین‌های تقویت عضله چهارسر ران، زاویه Q و درد در نمونه‌های مورد مطالعه به طور موثری کاهش می‌یابد (۳۹). از طرفی تمرین‌های تراباند، به عنوان ابزاری امن برای بهبود سیستم عصبی-عضلانی، قدرت عضلانی، و توانایی انجام وظایف عملکردی شناخته می‌شود. عضلات چهارسر ران و همسترینگ به دلیل این که دارای بازوهای گشتاور ابدکتوری و اداکتوری هستند، باعث ثبات فعال زانو در صفحه فرونتال می‌شوند (۳۰). احتمالا تمرین‌های با تراباند

(۳۵). یافته‌ها گویای اثرات مثبت استفاده از بریس در مبتلایان زانوی ضربدری بود. در حالی که برخی منابع به اثرات منفی استفاده آن به دلیل کاهش زاویه محدودکننده آن در مفصل زانو، و در نهایت احتمال بروز آسیب اشاره داشتند (۱۸).

بر طبق تحقیقات انجام‌شده انواع بریس‌ها می‌توانند از عوامل موثر در درمان ناهنجاری‌های مربوط به اندام تحتانی باشند احتمالا کنترل تراز اندام تحتانی در هنگام فرود از پله و سایر حرکات انتقالی از مکانیسم‌های اثرگذاری بریس‌ها باشد. در همین راستا جعفرنژادگرو و همکاران، در پژوهش خود اثبات کردند که پس از استفاده از بریس زانو فعالیت عضله نیم‌وتتری به‌طور قابل توجهی افزایش می‌یابد (۲۹). عضله نیم‌وتتری یکی از مهم‌ترین عضلات در راه رفتن می‌باشد و نقش مهمی در حفظ پاسچر بدن دارد. بنابراین یکی از اثرات مثبت استفاده از بریس‌های توانبخشی زانو می‌تواند با کاهش نیروهای وارده بر مفصل و کاهش برخی ریسک فاکتورهای مفصل زانو همچون گشتاور نزدیک‌کننده نقش مهمی در حفظ وضعیت این مفصل داشته باشد. همچنین جعفرنژادگرو و همکاران (۳۱)، در پژوهشی دیگر اظهار داشتند که بریس زانوی مدرج می‌تواند با اثرگذاری (اثر آبی) بر میانه فرکانس طی حرکت فرود باعث کاهش نرخ آسیب در افراد مبتلا به زانوی ضربدری شود (۳۱). احتمالا یکی از مکانیسمی که می‌توان کاهش نرخ آسیب را توجیه کرد انجام فلکسیون کافی در مچ پا زانو و ران باشد که می‌تواند حدوداً تا ۵۰ درصد نیروی وارده بر مفاصل را کاهش دهد و متعاقب آن منجر به کاهش لرزش و بی‌ثباتی مفصل زانو شود. درمورد استفاده از تجهیزات کمکی برای عارضه زانوی ضربدری رابرتسون و همکاران عنوان کردند که استفاده از بریس می‌تواند به دلیل کم‌شدن هم‌انقباضی در مدت کم از خستگی جلوگیری کند، در نهایت از آسیب ورزشی در پایان فعالیت‌ها که به دلیل خسته شدن عضلات و پایین آمدن پایداری مفاصل است پیشگیری به عمل آورد، ولی استفاده بیش از حد و دائمی از بریس‌ها امکان دارد که نتیجه عکسی داشته باشد، که به دلیل ضعیف شدن عضلات کمکی مفصل در طولانی مدت است که سبب کاهش ثبات مفصل شده و عوارضی مثل آرتروز و ساییدگی به همراه داشته باشد. پزشکان روش‌های درمان غیرتهاجمی مختلفی مانند تمرینات اصلاحی، نواربندی و بهره بردن از بریس‌های زانو را جهت پیشگیری

نقش نویسندگان

امیرحسین حرمتی (نویسنده اول): نگارش.
ابراهیم پیری: نگارش و ویرایش.
امیرعلی جعفرنژادگرو (نویسنده مسئول): نگارش و ویرایش
و بررسی کلی مطالعه.
زهره حرمتی و سارا ایمانی بروج: ویرایش مقاله.

منابع مالی

این مطالعه هیچ حمایت مالی دریافت نکرده است.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Jankowicz-Szymanska A, Mikolajczyk E. Genu valgum and flat feet in children with healthy and excessive body weight. *Pediatr Phys Ther* 2016; 28(2): 200-206.
2. White GR, Mencio GA. Genu valgum in children: diagnostic and therapeutic alternatives. *J Am Acad Orthop Surg* 1995; 3(5): 275-283.
3. Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med* 2005; 39(6): 324-329.
4. Jafarnezhadgero A, Zivari M. Effect of Fatigue Protocol on Lower Limb Muscle Activities in Individuals with Genu Varus During Running with Agility Shoes¹. *Studies in Sport Medicine* 2020; 12(28): 55-70.
5. Van Gheluwe B, Kirby KA, Hagman F. Effects of simulated genu valgum and genu varum on ground reaction forces and subtalar joint function during gait. *J Am Podiatr Med Assoc* 2005; 95(6): 531-541.
6. Piri E, Jafarnezhadgero A, Ebrahimpour H, Nasri A. Effect of Sports Training on Body Mechanics during Transitional Movements in Individuals with Foot Pronation: Literature from 2019-2022. *JSSU* 2023; 31 (4): 6544-6560.

به دلیل اثربخشی و تقویت عضلات اطراف زانو یک روش مناسب برای اصلاح این عارضه باشد.

یافته ها حاکی از آن است که اکستنشن زانو و نیروی والگوس باعث افزایش چرخش داخلی استخوان تی‌بیا می‌شود که به دنبال آن منجر به ایجاد تغییر شکل والگوس و جابجایی‌های نامنظم در حین فرود پا می‌گردد (۳۰). یکی از مکانیسم‌هایی که برای تغییر شکل مفصل زانو ارائه شده است اعمال بار مکانیکی و یا چاقی افراد است، در افراد با وزن ایده‌آل، وزن از طریق ستون فقرات به لگن و از لگن، به اندام تحتانی منتقل می‌شود. این توالی بیومکانیکی توزیع وزن در افراد چاق تحت تأثیر تغییر غیرطبیعی بودن زاویه Q قرار می‌گیرد. چاقی باعث افزایش زاویه Q شده و با قرار دادن یک تنش بیش از حد روی کندیل‌های فمورال منجر به پیچ خوردگی داخلی می‌شود که در نهایت، این فعل و انفعالات بی‌تعادلی عضلات پهن میانی و پهن جانبی را در پی دارد (۴۰). چنین تغییری باعث کاهش کارایی عضله چهارسر ران شده و به انحراف کشکک با ناهنجاری زانوی ضربدری می‌انجامد. از آن جا که راه رفتن در شیب منفی، زاویه زانو در صفحه فرونتال را به سمت واروس متمایل می‌کند و از طرف دیگر، موجب افزایش زاویه فلکشن و کاهش بار وارد آمده بر ACL می‌شود، این نوع راه رفتن می‌تواند در توانبخشی افراد دارای زانوی ضربدری موثر باشد. لذا پیشنهاد می‌گردد در توانبخشی افراد دارای ناهنجاری های اندام تحتانی به اثرات بیومکانیکی انواع حرکات انتقالی توجه شود.

از محدودیت های پژوهش حاضر می‌توان به اندک بودن پژوهش‌های در شرایط مختلف مانند توانبخشی در آب و یا شن و ماسه بروی افراد مبتلا به زانوی ضربدری عنوان کرد. پیشنهاد می‌شود که تأثیر تمرین های ورزشی بروی انواع تیپ های بدنی نیز سنجیده شود. به نظر می‌رسد که اثر همزمانی تمرین های توانبخشی مفصل زانو و ابزارهای حمایتی می‌تواند باعث کاهش اعمال بار بر مفاصل اندام تحتانی، کاهش نرخ آسیب و افزایش توان عضلات حمایتی افراد دارای زانوی ضربدری گردد.

سپاسگزاری

از تمامی پژوهشگران در این حوزه کمال تشکر و قدردانی را داریم.

7. Mozafaripour E, Rajabi R, Minoonejad H. Anatomical Alignment of Lower Extremity in Subjects with Genu Valgum and Genu Varum Deformities. PTJ 2018; 8(1): 27-36.
8. Shahidi-zandi Z, Amir-seyfaddini M-r, Amiri-Khorasani M-t. Evaluation of lower extremity kinematic characteristics during single-leg landing from different heights in patients with knee valgus deformity. The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine 2017; 6(1): 122-131.
9. Park H, Park M, Kim SM, Kim HW, Lee DH. Hemiepiphyseodesis for idiopathic genu valgum: percutaneous transphyseal screw versus tension-band plate. J Pediatr Orthop 2018; 38(6): 325-330.
10. Shapiro G, Adato T, Paz S, Shrabaty T, et al. Hemiepiphyseodesis for coronal angular knee deformities: tension-band plate versus percutaneous transphyseal screw. Arch Orthop Trauma Surg 2022; 142(1): 105-113.
11. Rabiei M, Jafarnejhad-Gre T, Binabaji H, Hosseini-najad E, Anbarian M. Assessment of postural response after sudden perturbation in subjects with genu valgum. Journal of Shahrekord University of Medical Sciences 2012; 14(2): 90-100.
12. Williams DS, McClay IS, Hamill J, Buchanan TS. Lower extremity kinematic and kinetic differences in runners with high and low arches. Journal of Applied Biomechanics 2001; 17(2): 153-163.
13. Williams GN, Chmielewski T, Rudolph KS, Buchanan TS, Snyder-Mackler L. Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientists. J orthop sports phys ther 2001; 31(10): 546-566.
14. Farahpour N, Jafarnezhad A, Damavandi M, Bakhtiari A, Allard P. Gait ground reaction force characteristics of low back pain patients with pronated foot and able-bodied individuals with and without foot pronation. J Biomech 2016; 49(9): 1705-1710.
15. Barghadi M, Shahbazioghli K, Piri E, Allahverdidost H, Nosrati Hashi A. Short-Term Effect Of Protective Knee Brace On Ankle And Knee Joint Co-Constrictions In People With Genu Valgum During Jumping And Landing. Studies in Medical Sciences 2023; 34(2): 58-67.
16. Mohammadi V, Letafatkar A, Sadeghi H, Jafarnezhadgero A, Hilfiker R. The effect of motor control training on kinetics variables of patients with non-specific low back pain and movement control impairment: Prospective observational study. J Bodyw Mov Ther 2017; 21(4): 1009-1016.
17. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. J Epidemiol Community Health 1998; 52(6): 377-384.
18. Valizadehorang A, Ghorbanlou F, Jafarnezhadgero AA. Effect of using graded knee brace at two angles of 60 and 30 degrees on the ground reaction forces components in individuals with genu valgum during landing. J Gorgan Univ Med Sci 2020; 22(2): 1-8.
19. Sorkhe E, Jafarnezhadgero AA. Effect of a corrective exercise program on the frequency spectrum of ground reaction force during drop-landing in older adults with Genu Valgum. Iranian Journal of Ageing 2020; 14(4): 494-509.
20. Gheitasi M, Bayattork M, Hovanloo F, Porrajab H. Comparing the effect of a fatigue protocol on kinematic gait parameters in students with genu valgum and genu varum and their normal peers PTJ. 2019; 9(2): 97-106.
21. Ghorbanloo F, Jafarnezhadgero A, Alipour Sari Nasirloo M, Letafatkar A. The Effect of TheraBand Corrective Exercise on Co-contraction of Ankle Joint in Men with Genu Valgum during Walking: A Randomized Clinical Trial Study JRRS. 2019; 15(5): 249-255.
22. Soltandoost-Nari SM, Shamsoddini A. Comparison of Functional Movement Screen Scores in Teenage Male Soccer Players with and without Genu Valgum and Genu Varum Deformities. Journal of Safety Promotion and Injury Prevention 2020; 8(3): 130-138.
23. Gilani K, Mohammadipour F, Amirseyfaddini M. Comparison of maximum angles of knee varus and flexion in the stance phase of walking on a treadmill with different inclinations between

- female athletes with genu valgum and healthy knees. *JRRS* 2020; 16(1): 142-150.
24. Agrawal AS, Phansopkar P. Impact of Intensive Physiotherapy on an Adolescent with Severe Genu Valgum Deformities: A Case Report. *Cureus* 2023; 15(1): e33907.
 25. Ghorbanlou F, Jafarnezhadgero AA. Effect of Corrective Exercise on Lower Limb Muscles' Co-contraction in Males with Genu Valgum during Walking: A Clinical Trial Study. *J Gorgan Univ Med Sci* 2021; 23(4): 10-17.
 26. Ghorbanlou F, Jafarnezhadgero A, Fakhri Mirzanag E. The Effect of Training with Elastic Band on Electro Myography of Lower Limb Muscles in Genu Valgum Male Students during Running: A Clinical Trial Study *JRUMS* 2022; 21(3): 327-342.
 27. Jafarnezhadgero A, Ghorbanloo F, Fatollahi A, Dionisio VC, Granacher U. Effects of an elastic resistance band exercise program on kinetics and muscle activities during walking in young adults with genu valgus: A double-blinded randomized controlled trial. *Clin Biomech* 2021; 81: 105215.
 28. Ghorbanloo F, Jafarnezhadgero A, Fatollahi A. Investigating The Effect of 8 Weeks of Corrective Exercise with an Elastic Band on The Frequency Spectrum of Ground Reaction Forces in Young Boys with Genu Valgum During Running: A Randomized Clinical Trial Study. *Studies in Medical Sciences* 2021; 31(11): 893-881.
 29. Jafarnezhadgero A, Ghorbanloo F, Malekabadi AM, Ghasemi S. The acute effect of knee brace on the electromyography activity of lower limb muscles in individuals with genu valgus during walking. *Med J Tabriz Uni Med Sci* 2021; 43(1): 116-123.
 30. Jeon K, Ahn S, Jeong S-y. Biomechanical Analysis of the Knee Joint during Jump Landing of Genu Valgum Women. *International Journal of Human Movement Science* 2021; 15(2): 87-98.
 31. Jafarnezhadgero A, Abadi AMM, Yadegar A, Ghorbanloo F, Orang AV. The effect of graded knee brace at two angles of 60 and 30 degrees on the frequency spectrum of ground reaction forces in individuals with genu valgum during landing. *Med J Tabriz Uni Med Sci* 2021; 43(2): 220-229.
 32. Amiri MR, Golpayegani M, Moradi Vastgani F, Mirghasemi M. Effect of Proprioception Training on Pain and Knee Joint Position Sense of Athletes With Genuvalgum. *J Sport Biomech* 2020; 6(3): 170-179.
 33. Ghorbanloo F, Jafarnezhadgero A. The Effect of Corrective Exercises Using Thera-Band on Components of Ground Reaction Force in Boy Students with Genu Valgum during Running: A Clinical Trial Study. *JRUMS* 2020; 19(7): 661-676.
 34. Li L, Landin D, Grodesky J, Myers J. The function of gastrocnemius as a knee flexor at selected knee and ankle angles. *J Electromyogr Kinesiol* 2002; 12(5): 385-390.
 35. Nyland J, Smith S, Beickman K, Armsey, T, Caborn DN. Frontal plane knee angle affects dynamic postural control strategy during unilateral stance. *Med Sci Sports Exerc*, 2002; 34(7): 1150-1157.
 36. Robertson DGE, Caldwell GE, Hamill J, Kamen G, et al. Research methods in biomechanics: Human kinetics 2013; 441.
 37. Jafarnezhadgero AA, Noroozi Z, Piri E. Evaluating the Frequency of the Electrical Activity of Lower Limb Muscles before and after Fatigue during Running in Individuals with a History of Coronavirus Disease 2019 Compared to Healthy Individuals. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences* 2024; 26(1): 56-65.
 38. Gribble PA, Hertel J, Denegar CR, Buckley WE. The effects of fatigue and chronic ankle instability on dynamic postural control. *J Athl Train* 2004; 39(4): 321-329.
 39. Mazidi M, Alizadeh MH, Rajabi R. The effects of one period of exercise therapy program on Q and popliteal angle in athletes with Patterlofemoral pain syndrome. *JRRS* 2011; 7(2): 206-214.
 40. Vijayakumar K, Dineshkumar D. Effects of Therapeutic Weight Loss Exercises on Obese Individuals with Genu Valgum Deformity *Indian Journal of Public Health Research & Development*. 2020; 11(9): 184-189.