



Review Article

The Effects of Various Corrective Exercise and Supportive Tools in Individuals with Genu Valgum

Hamed Ebrahimpour (M.Sc)¹ , Amir Ali Jafarnezhadgero (Ph.D)^{*2}  , Ebrahim Piri³  , Ehsan Fakhri Mirzanag³ 

¹ M.Sc in Exercise Physiology, Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. ² Associate Professor, Department of Sport Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. ³ Ph.D Candidate in Sports Biomechanics, Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Abstract

This systematic review aimed to evaluate the effects of various corrective exercises and supportive tools in individuals with genu valgum. To ensure a comprehensive review, a search for original research, review articles, and clinical trials in both Persian and English was conducted using databases such as WOS, SID, ISC, Magiran, Scopus, PubMed, and Google Scholar. The search covered publications during January 2008 to March 2023. A total of 76 relevant articles were selected based on strict inclusion and exclusion criteria, with 22 articles ultimately reviewed and analyzed regarding the effects of various corrective exercises and supportive tools on genu valgum. Findings from one study indicated that aerobic exercises had a significant impact on reducing body mass index (BMI) and the severity of genu valgum. Other studies reported positive effects of resistance and corrective exercises on improving muscle electrical activity and knee stability. One study demonstrated that the use of orthotic insoles could significantly enhance knee joint support during stair descent. Six studies highlighted the positive effects of using orthoses, wedges, and braces in individuals with genu valgum. Conversely, one study pointed out the negative impact of these tools, citing the reduced limiting angle of the brace, increased applied forces, and, ultimately, greater injury risk. However, findings from three studies overwhelmingly supported the positive effects of using kinesiotape in individuals with genu valgum, providing optimism about the effectiveness of these interventions. In conclusion, our review underscores the promising potential of corrective exercises, particularly resistance exercises with TheraBand, and the combination of these with supportive tools such as insoles for arch support and kinesiotape. These interventions show significant promise in reducing the degree of knee valgus in individuals with genu valgum. This hopeful outlook can inspire healthcare professionals and individuals seeking evidence-based interventions for genu valgum, empowering them with the knowledge to make informed decisions about their care.

Keywords: Genu Valgum, Exercise Therapy, Kinesio Tape, Orthotic Insoles

*Corresponding Author: Amir Ali Jafarnezhadgero (Ph.D), E-mail: amiralijafarnezhad@gmail.com



Received 15 Apr 2023

Final Revised 21 May 2023

Accepted 28 May 2023

Published Online 7 Jul 2024

Cite this article as: Ebrahimpour H, Jafarnezhadgero AA, Piri E, Fakhri Mirzanag E. [The Effects of Various Corrective Exercise and Supportive Tools in Individuals with Genu Valgum]. J Gorgan Univ Med Sci. 2024; 26(2): 1-11. [Article in Persian]





Extended Abstract

Introduction

Genu Valgum, commonly known as knock-knees, is a prevalent lower limb deformity in developing countries. While numerous factors contribute to this condition, including genetic disorders and metabolic bone diseases, there is hope. In individuals with this condition, the knees turn inward, causing the distance between the ankle bones to increase depending on the severity of the deformity. The prevalence of knock-knees can lead to uneven force distribution in the knee joint, subsequently causing anterior cruciate ligament (ACL) injuries. However, the potential of corrective exercises or supportive devices to mitigate the severity of this deformity is a promising area of research, offering hope for improved outcomes and a brighter future for individuals with Genu Valgum.

Methods

This review article evaluates original research, review articles, and clinical trials published in Persian and English during January 2008 to March 2023. The sources include WOS, SID, ISC, Magiran, Scopus, PubMed, and Google Scholar. We used specific keywords to extract articles related to Genu Valgum and its treatments. Inclusion criteria encompassed studies on the application of various training protocols and supportive devices in individuals with grade 4 knock-knees. Exclusion criteria involved studies with subjects suffering from other body deformities or those with a history of knee joint surgery (post-surgical rehabilitation). Article validation was assessed by evaluating indexed articles in Scopus, WOS, and ISC, ensuring that the selected articles were indexed in at least one of these databases. Initially, 76 articles were identified, with 22 articles ultimately selected based on the inclusion and exclusion criteria. The selected articles were critically reviewed, and their findings were synthesized to provide a comprehensive overview of the effects of exercise regimens and supportive devices on individuals with Genu Valgum.

Discussion

An increased Q-angle beyond the normal range is recognized as Genu Valgum and is considered a misalignment of the extensor mechanism. It manifests with excessive knee joint movement, patellar instability, and patellofemoral pain syndrome. Aerobic exercises significantly impact factors such as BMI, body weight, body fat mass, and lean body mass, thereby reducing pressure on the lower limbs.

Exercise interventions, including appropriate resistance training with elastic bands, have been positively reported for improving lower limb strength and balance maintenance. These exercises, particularly those with TheraBand, have been shown to reduce excessive pressure on the medial knee and the risk of structural damage progression. TheraBand exercises are recognized as a safe and effective tool for enhancing neuromuscular function, muscle strength, and the ability to perform functional tasks. Performing corrective resistance exercises with TheraBand can increase muscle electrical activity, enhance joint co-contraction, improve proprioception, support muscle function and efficiency, stabilize knee joints, improve range of motion, balance, and ankle joint stability, providing reassurance of their effectiveness and instill confidence in their

potential benefits.

Foot orthoses and insoles are effective in treating lower limb deformities. Insoles designed to support the longitudinal arch and strengthen muscles, combined with balance training providing lower limb feedback, should be considered interventions to reduce dynamic knee valgus during stair descent. Non-surgical treatments for knock-knees also include various braces. Using knee braces significantly increases the activity of the semitendinosus muscle, a crucial muscle for walking and maintaining posture. Therefore, rehabilitative knee braces can reduce joint forces, and some knee joint risk factors, such as adduction torque, play an essential role in supporting joint health. Adjustable knee braces can immediately reduce the injury rate in individuals with knock-knees by affecting mid-frequency during descent movements. Adequate flexion in the ankle, knee, and hip can reduce joint forces by approximately 50%. Additionally, using these braces decreases hip joint vibration and instability during descent. Some studies highlight the positive effects of orthoses, wedges, and braces on knock-knees. However, one study reported negative effects due to reduced angle limitation by the knee brace, increased joint forces, and injury.

Kinesio taping is another tool used for knock-knees. Taping a limb or body part, similar to applying a flexible splint, helps reduce pressure on the injured area and prevent further damage. Kinesio taping (hamstring and vastus lateralis muscles) has been reported to increase negative power in the ankle and knee joints during the loading response phase of gait. Kinesio tape reduces pain, enhances athlete performance and functionality, and prevents the worsening of the deformity. Importantly, Kinesio taping has the potential to significantly improve dynamic balance and proprioception, as well as reduce dynamic knee valgus, providing encouragement and motivation for its use in individuals with knock-knees and instilling a sense of optimism about its potential benefits.

Conclusion

The findings of this review have significant implications for the practice of sports physiology, nephrology, and vascular access for hemodialysis. Aerobic exercises, for instance, have been shown to significantly reduce pressure on the lower limbs, which could be beneficial for athletes and individuals undergoing hemodialysis. Similarly, non-surgical treatments for knock-knees, including various knee braces, can play a crucial role in maintaining joint health, potentially reducing the risk of ACL injuries in athletes and improving the quality of life for hemodialysis patients. These findings could influence the development of exercise regimens and supportive devices for individuals with Genu Valgum undergoing hemodialysis, thereby improving their long-term catheter performance.

Conflicts of Interest

The authors have no conflicts of interest.

Acknowledgement

We sincerely thank the authors who provided full access to their articles and facilitated our research.

Performing corrective exercises, especially resistance training with TheraBand, and using supportive tools such as insoles for internal arch support and Kinesio tape can be beneficial in reducing knee valgus degrees in affected individuals.



مروری

اثر انواع تمرینات ورزشی اصلاحی و ابزارهای حمایتی در مبتلایان به زانوی ضربدری

حامد ابراهیم پور^۱ ID، دکتر امیرعلی جعفرنژادگرو^{۲*} ID، ابراهیم پیری^۳ ID، احسان فخری میرزاتاق^۳ ID

۱ کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. ۲ دانشیار، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. ۳ دانشجوی دکتری بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

چکیده

یکی از بزرگ‌ترین و پیچیده‌ترین مفاصل بدن انسان مفصل زانو است. ژنوالگوم (زانوی ضربدری) یکی از ناهنجاری‌های اندام تحتانی در صفحه فرونتال است که می‌تواند با تغییرات بیومکانیک اندام تحتانی همراه باشد. این مرور سیستماتیک به منظور ارزیابی اثر انواع تمرینات ورزشی اصلاحی و ابزارهای حمایتی در مبتلایان به زانوی ضربدری انجام شد. جستجوی مقالات از نوع پژوهشی اصیل، مروری و کارآزمایی بالینی به زبان فارسی و انگلیسی از پایگاه‌های استنادی WOS، SID، ISC، Magiran، Scopus، PubMed و Google Scholar منتشر شده طی ژانویه ۲۰۰۸ تا ابتدای مارس ۲۰۲۳ انجام شد. تعداد ۷۶ مقاله مرتبط بر اساس معیارهای ورود و خروج انتخاب شدند و در نهایت ۲۲ مقاله در ارتباط با اثر انواع تمرینات ورزشی و ابزارهای حمایتی بر عارضه زانوی ضربدری مورد بررسی و تحلیل قرار گرفتند. یافته‌های یک مطالعه در ارتباط با اثر تمرینات هوازی با اثرگذاری بر شاخص توده بدنی و کاهش شدت ژنوالگوم بود. یافته‌های برخی از مطالعات در زمینه اثر مثبت انجام تمرینات مقاومتی و اصلاحی بر بهبود فعالیت الکتریکی عضلات و ثبات زانو بوده است. بررسی یافته‌های یک مطالعه نشان داد که استفاده از کفی طبی می‌تواند عاملی مهم برای افزایش حمایت از مفصل زانو هنگام فرود از پله‌ها باشد. یافته‌های شش مطالعه نشان‌دهنده اثر مثبت استفاده ارتز، گوه و بریس در مبتلایان زانوی ضربدری بودند. در حالی که تنها در یک مطالعه به اثر منفی استفاده از ابزارهای فوق به دلیل کاهش زاویه محدود کننده بریس مورد استفاده در مفصل زانو، افزایش نیروهای وارده و در نهایت افزایش آسیب اشاره شده است. در نهایت یافته‌های سه مطالعه با اثر مثبت استفاده از کنزیوتیپ در مبتلایان به عارضه زانو ضربدری مرتبط بودند. به نظر می‌رسد که انجام تمرینات ورزشی اصلاحی به ویژه تمرینات مقاومتی با تراباند و اصلاحی همراه با ابزارهای حمایتی همچون کفی برای حمایت قوس داخلی پا و کنزیوتیپ می‌تواند برای کاهش درجات والگوس زانو در مبتلایان به عارضه زانو ضربدری مفید واقع شود.

واژه‌های کلیدی: پای ضربدری، ورزش درمانی، کنزیوتیپ، کفی های ارتوز

* نویسنده مسؤل: دکتر امیرعلی جعفرنژادگرو، پست الکترونیکی: amiralijafarnezhad@gmail.com

نشانی: اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تلفن و نمابر ۰۴۵-۳۱۵۰۵۴۴۹

وصول ۱۴۰۲/۱/۲۶ اصلاح نهایی ۱۴۰۲/۲/۳۱ پذیرش ۱۴۰۲/۳/۷ انتشار ۱۴۰۳/۴/۱۷

مقدمه

یکی از بزرگ‌ترین و پیچیده‌ترین مفاصل بدن انسان، زانو است که استخوان ساق پا را به قسمت دیستال استخوان فمور (ران) متصل می‌کند.^۱ ژنوالگوم یا ژنوالگوس (پای ضربدری) یکی از ناهنجاری‌های اندام تحتانی در صفحه فرونتال بوده^۲ و جزء ناهنجاری‌های ایدیوپاتیکی است که تا به حال عامل اصلی برای بروز این ناهنجاری گزارش نشده است. عوامل بسیاری همچون بیماری‌های ژنتیکی، اختلال متابولیک استخوانی (راشیتیزم و دیسپلازی عمومی اسکلتی)، یکنواخت نبودن پیشرفت صفحات رشد (قسمت دیستال استخوان ران یا پروگزیمال استخوان ساق)، شکستگی، کوتاهی عضله دوسررانی، چاقی مفرط، کمبود ویتامین D

و کلسیم، آرتروز زانو، افزایش زاویه Q، کفش یا کفی نامناسب، عادت و یا الگوبرداری نادرست از شخصیت‌های مورد علاقه می‌تواند زمینه‌ای برای بروز این ناهنجاری باشد.^۳ با این حال، این ناهنجاری در کشورهای در حال توسعه بسیار شایع است.^۱ در این عارضه زانوهای شخص به سمت داخل می‌چرخند. به نحوی که هنگام ایستادن، فاصله بین دو قوزک پا بسته به شدت و درجه عارضه افزایش می‌یابد. بر اساس بیانیه WHO میزان شیوع این عارضه در کودکان خردسال و بانوان بالاست که این ناهنجاری در کودکان خردسال معمولاً پس از سن رشد خود به خود اصلاح می‌شود.^۴ کسب ذاتی یا اکتسابی زانوی ضربدری، لزوماً نشان‌دهنده بیماری نیست؛ اما می‌تواند زمینه‌ای برای تغییرات شکل ظاهری بدن و

راه رفتن و دویدن و همچنین بدشکلی اندام تحتانی می‌گردد.^{۱۴} در کودکان ۲ تا ۶ ساله، ژنوالگوم در محدوده معینی از زاویه تیبو فمورال طبیعی است. بنابراین، به عنوان یک وضعیت فیزیولوژیکی مشخص در نظر گرفته می‌شود.^{۱۵} تغییرات مربوط به توسعه معمولاً خود به خود اصلاح می‌شوند. بنابراین در ۷ تا ۱۱ سالگی زانوها به حالت خنثی باز می‌گردند.^{۱۶} شیوع ژنوالگوم در کودکان در حال رشد تقریباً ۷ درصد است و بیشتر به صورت فاصله بین مالئولی بیان می‌شود.^{۱۷،۱۸} که بیش از ۵ سانتی‌متر است و زاویه تیبوفمورال کمتر از ۱۶۲ درجه در سن بالای ۷ سال مشخص می‌شود.^{۱۹،۲۰}

روش‌های مختلفی برای درمان عارضه زانوی ضربدری وجود دارد که به‌طور کلی در دو حیطه عمل جراحی و درمان‌های غیرجراحی قرار می‌گیرند. در بیشتر موارد پزشکان از عمل جراحی برای درمان این عارضه استفاده می‌کنند؛ اما به دلیل بالا بودن هزینه‌های عمل جراحی و طولانی بودن دوران نقاهت پس از جراحی پیشنهاد می‌گردد که از روش‌های درمان غیرجراحی برای بهبود این عارضه استفاده گردد.^{۲۱} روش‌های درمان غیرجراحی نیز به دو دسته فعال و غیرفعال تقسیم می‌شوند. از جمله روش‌های غیرفعال می‌توان به استفاده از نوربندی (کنزیوتیپ)، استفاده از زانوبندها، بریس‌ها، کفش‌ها، گوه‌ها و توانبخشی اشاره کرد. لازم به ذکر است تمرینات ورزشی و اصلاحی در دسته روش‌های درمانی فعال قرار می‌گیرند. تمرینات بدنی به عنوان یک روش ارزان، در دسترس، غیرتهاجمی و بی‌خطر در حفظ سلامت و تحرک یا بهبود هم‌ترازی اندام تحتانی شناسایی شده است.^{۲۲} اخیراً تمرینات مقاومتی به وسیله تراپاند به دلیل ایمن بودن و راحتی برای درمان عارضه زانو ضربدری مورد استفاده قرار گرفته که یک تمرین مقاومتی پیشرفته در حال اجرا است که می‌تواند اندازه و قدرت عضلات را در افراد افزایش دهد.^{۲۳} با توجه به اهمیت موضوع و بروز سایر آسیب‌ها در ارتباط با زانوی ضربدری مطالعات متعددی در داخل و خارج کشور درصدد بهبود و یا کاهش عامل خطر برای سایر ناهنجاری‌ها انجام شده است. ارائه تمرینات ورزشی (پروتکل‌های تمرینی متفاوت) و ابزارهای حمایتی (نظیر ارتز، بریس، کفی و کفش) در راستای عارضه‌های اندام تحتانی از موضوعات مورد علاقه محققان بوده است و نتایج بسیار مفیدی به دست آمده است. شیوع ناهنجاری زانوی ضربدری می‌تواند در توزیع نامتوازن نیروها در مفصل زانو و متعاقب آن سبب آسیب ACL گردد. این که تمرینات ورزشی اصلاحی یا استفاده از ابزارهای حمایتی تا چه میزان از شدت ناهنجاری می‌کاهد؛ تا به حال مشخص نشده است. لذا ضروری است تا با جمع‌آوری نتایج مطالعات پیشین درصدد درمان موثرتر این ناهنجاری باشیم. این مطالعه مروری به منظور جمع‌بندی کلی در مورد اثر انواع تمرینات ورزشی و ابزارهای حمایتی در افراد دارای پای ضربدری انجام شد.

مشکلات روانی، همچنین بروز عوارض متعددی در سایر اندام‌های بدن شود^۶ و متعاقب آن می‌تواند با تغییرات بیومکانیک اندام تحتانی همراه باشد.^۷ فشارهای مکانیکی اعمال شده بر روی اپی‌کندیل داخلی تقریباً ۲/۵ برابر بیشتر از اپی‌کندیل خارجی است. به نحوی که مینیسک داخلی به مراتب فشار و اغتشاش بیشتری را در مقایسه با مینیسک خارجی تجربه می‌کند.^۸ در عارضه زانوی ضربدری عضلات قسمت داخلی زانو به دلیل ساختار آناتومیک زانو دچار کشیدگی شده‌اند. در حالی که عضلات نواحی خارجی زانو کوتاه‌تر از حالت طبیعی هستند (شکل یک).



شکل ۱: زانوی ضربدری

به علاوه ژنوالگوم جزء ناهنجاری محسوب می‌شود که می‌تواند به‌وسیله تماس مکرر زانوها تغییراتی در الگوی متعارف راه رفتن ایجاد کند. زمانی که یک فرد در وضعیت بدنی ضعیفی قرار دارد، به دلیل فشار زیاد بر قسمت‌های مختلف زانو، راستای بدن دچار تغییر شکل می‌شود. این فشار ثابت، حتی اگر نسبتاً کم هم باشد، می‌تواند باعث سازگاری شود. این تغییرات توانایی افراد را برای عملکرد در فعالیت‌های مختلف تغییر می‌دهد.^۹ از طرفی مفصل زانو مانند سایر مفاصل بدن تحت تأثیر 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.^{۱۰} بنابراین ضروری به نظر می‌رسد تا با شناخت عارضه‌های مرتبط با آن درصدد جمع‌آوری اطلاعات مفید در این زمینه باشیم.

بر اساس مطالعه Tutten و همکاران تغییرات زاویه Q خطر دررفتگی کشکک را افزایش می‌دهد و با اعمال وزن بدن به قسمت داخلی پا منجر به کف پای صاف می‌شود. به همین دلیل ساییدگی در قسمت داخلی کفش‌های مبتلایان به این عارضه رخ می‌دهد.^{۱۱} زاویه Q زاویه بین خط عضله چهارسر ران و خط تاندون کشکک است که در مردان ۱۴-۱۰ درجه و در زنان ۱۸-۱۴ درجه گزارش شده است. این تفاوت به دلیل بیشتر بودن پهنای لگن زنان است.^{۱۲} در این عارضه بیمار علاوه بر ناتوانی در راه رفتن یا نشستن، از یک ناراحتی شدید در قسمت داخلی زانو رنج می‌برد.^{۱۳} موارد والگوس پیشرفته بعد از ۸ سالگی ممکن است منجر به ناهماهنگی استخوان کشکک و ناپایداری رباط‌های زانو شود. چنین وضعیتی منجر به مشکلات

جدول ۱: مطالعات در حوزه تمرینات ورزشی-اصلاحی					
منبع	نوع مطالعه	روش نمونه‌گیری	نوع تمرین، مدت مداخله و تعداد جلسات	تعداد آزمودنی‌ها، جنسیت و نوع عارضه	نتایج اصلی
Vijayakumar و Dineshkumar ^{۲۵}	نیمه تجربی	هدفمند و در دسترس	تمرینات کاهش وزن بر اساس اصول و قواعد کالج آمریکایی طب ورزش (ACSM)، طی یک سال به آزمودنی‌ها داده شد. آزمودنی‌ها ۵ روز در هفته به مدت ۴۵ الی ۶۰ دقیقه تمرینات کاهش وزن را انجام دادند.	۵۰ مرد دارای اضافه وزن مبتلا به عارضه زانوی ضربه‌داری با دامنه سنی ۲۵ تا ۴۰ سال	شدت زئووالگوم مستقیماً با افزایش BMI مرتبط بود. سبک زندگی و کم‌تحرکی نقش مهمی در ایجاد چاقی داشت. تمرینات منظم با الگوهای رژیم غذایی سالم بدشکلی والگوس را در افراد چاق به حداقل رساند. انتظار می‌رود خطر استئوآرتریت همراه با ناهماهنگی اندام و نیاز به تعویض مفصل در آینده کاهش یابد.
Agrawal و Phansopkar ^{۲۸}	مطالعه موردی	هدفمند	بیمار به مدت شش هفته (۳ جلسه در هفته به مدت ۶۰ دقیقه در هر جلسه) الکتروتراپی و تمرین راه رفتن را انجام داد.	یک دختر ۱۴ ساله مبتلا به ناهنجاری شدید زئووالگوم اندام تحتانی دوطرفه و با راه رفتن ناهماهنگ که به دلیل درد شدید در ایستادن و نشست ناتوان بود.	فیزیوتراپی در اصلاح راه رفتن و بهبود کیفیت زندگی و توانایی عملکردی اثر به سزایی دارد.
قربانلو و همکاران ^{۲۹}	کارآزمایی بالینی	تصادفی	تمرینات اصلاحی به مدت ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته با استفاده از تریباند الاستیک برای گروه آزمایش انجام شد. نوارهای تریباند سه رنگ زرد، قرمز و آبی برای اجرای تمرینات مقاومتی استفاده شد. دو هفته اول تمرینات کششی برای گروه عضلات اداکتور ران، عضله دو سر رانی و کشنده پهن نیام انجام شد. مدت زمان کشش شامل چهار نوبت ۳۰ ثانیه‌ای برای هر حرکت بود. بعد از دوره دو هفته‌ای پروتکل تمرینات کششی، آزمودنی‌ها تمرینات مقاومتی با تریباند را برای مدت ۶ هفته و سه جلسه در هفته اجرا کردند.	۲۴ مرد مبتلا به عارضه زانوی ضربه‌داری	افزایش فرکانس عضله پهن میانی در افراد مبتلا به والگوس زانو می‌تواند منجر به ثبات مفصل زانو شود.
قربانلو و همکاران ^{۳۰}	کارآزمایی بالینی	تصادفی	تمرینات مقاومتی استفاده شد. دو هفته اول تمرینات کششی برای گروه عضلات اداکتور ران، عضله دو سر رانی و کشنده پهن نیام انجام شد. مدت زمان کشش شامل چهار نوبت ۳۰ ثانیه‌ای برای هر حرکت بود. بعد از دوره دو هفته‌ای پروتکل تمرینات کششی، آزمودنی‌ها تمرینات مقاومتی با تریباند را برای مدت ۶ هفته و سه جلسه در هفته اجرا کردند.	۲۴ پسر دچار زانوی ضربه‌داری	فعالیت الکتریکی عضله دوسررانی کاهش معنی‌دار داشت. کاهش فعالیت این عضله در افراد دچار زانوی ضربه‌داری نشان‌دهنده اثر مثبت تمرینات اصلاحی با استفاده از تریباند است که بهبود عملکرد و کارایی را در فعالیت‌های روزمره و ورزشی این افراد را افزایش می‌دهد.
قربانلو و همکاران ^{۳۱}	کارآزمایی بالینی	تصادفی	از الاستیک باند های زرد، بنفش و آبی، برای تمرین آزمودنی‌ها استفاده شد. دو هفته اول تمرینات کششی برای گروه عضلات اداکتور ران، عضله دو سررانی و کشنده پهن نیام انجام شد. مدت زمان کشش شامل چهار نوبت ۳۰ ثانیه‌ای برای هر حرکت بود. بعد از دوره دو هفته‌ای پروتکل تمرینات کششی، آزمودنی‌ها تمرینات مقاومتی با باند الاستیکی را برای مدت ۶ هفته با تکرار سه جلسه در هفته اجرا نمودند.	۲۴ پسر دارای زانوی ضربه‌داری	تمرینات اصلاحی سبب کاهش نیروهای وارده در جهت قدامی - خلفی شد و بار کمتری به مفاصل اندام تحتانی به ویژه زانوها در افراد مبتلا به عارضه زانوی ضربه‌داری وارد گردید. باند فرکانس مؤلفه میزان مشارکت اجزای حسی-حرکتی و استخوان‌ها عضلات و بافت های همبند است. تمرینات اصلاحی توانست مشارکت و فعالیت این اجرا را کاهش دهد و افراد مبتلا به زانوی ضربه‌داری که رباط‌های حمایت کننده زانوی آنها به علت این عارضه تحت فشار است؛ مشارکت کمتری در حرکت داشتند.
بهادری و همکاران ^{۱۲}	نیمه تجربی	تصادفی	گروه تجربی ۳ جلسه در هفته و به مدت ۸ هفته به انجام تمرینات با تریباند پرداختند.	۱۵ دختر ۱۳-۹ سال مبتلا به عارضه زانوی ضربه‌داری	زاویه Q و فاصله دو قوزک مچ پا به طور معنی‌داری در گروه تجربی کاهش یافت.
جعفرزادگرو و همکاران ^{۳۲}	نیمه تجربی	هدفمند و در دسترس	۱۴ هفته تمرینات اصلاحی با تریباند ۳ بار در هفته و هر جلسه ۳۰ الی ۴۰ دقیقه اجرا شد.	۲۶ مرد مبتلا به پای ضربه‌داری	مداخله تمرینی اصلاحی ۱۶ هفته‌ای با استفاده از نوارهای مقاومتی منجر به کاهش FxMAX، FzMAX، FxMIN اندام تحتانی غالب در افراد مسن با اختلال زئو والگوس هنگام فرود دوطرفه شد.
امیری و همکاران ^{۳۳}	نیمه تجربی	تصادفی	گروه تجربی به مدت ۸ هفته، هر هفته سه جلسه و هر جلسه ۲۰ دقیقه تمرینات تقویت حس عمقی را انجام دادند.	۳۰ ورزشکار زن مبتلا به زانوی ضربه‌داری و درد زانو با دامنه سنی ۲۰ الی ۳۰ سال	اجرای تمرینات توسط ورزشکاران می‌تواند با تقویت حس عمقی از عوارضی که در آینده ممکن است بر ورزشکاران دچار زانوی ضربه‌داری اثر گذارد، جلوگیری کند و یا حداقل امکان مشکل مفصلی در زانو را کاهش دهد.
میرزایی و همکاران ^{۳۴}	نیمه تجربی	هدفمند	آزمودنی‌ها تمرین عصبی - عضلانی واکنشی را به صورت ثابت طی ۳ روز در هر جلسه ۴۵ دقیقه‌ای شامل اسکات، دوچرخه ثابت و تمرینات عصبی-عضلانی انجام دادند.	۲۸ زن ورزشکار مبتلا به والگوس پویای زانو	تمرینات عصبی-عضلانی واکنشی حس وضعیت و تعادل مفصل را در افراد مبتلا به والگوس پویای زانو بهبود بخشید.
قربانلو و همکاران ^{۳۵}	کارآزمایی بالینی	تصادفی	تمرینات اصلاحی به مدت ۸ هفته با استفاده از تریباند برای گروه تجربی سه جلسه در هفته هر جلسه به مدت ۳۰ الی ۴۰ دقیقه انجام شد.	۴۲ دانشجوی پسر دچار زانوی ضربه‌داری ۲۰ تا ۳۰ سال	افزایش هم انقباضی عمومی مفصل مچ پا طی فاز تماس پاشنه پس از تمرینات اصلاحی، نشان دهنده افزایش حمایت عضلات از این مفصل است. افزایش حمایت از این مفصل در این فاز می‌تواند ثبات مفصلی و تعادل را در افراد مبتلا به زانوی ضربه‌داری افزایش دهد.
Kim و Lee ^{۲۶}	نیمه تجربی	هدفمند	برنامه تمرینات اصلاحی به مدت ۱۲ هفته هر هفته ۲ جلسه و هر جلسه در حدود ۴۰ دقیقه توسط فرد مورد نظر انجام شد.	یک مرد ۲۷ ساله مبتلا به عارضه زانوی ضربه‌داری	تمرینات اصلاحی باعث افزایش دامنه حرکتی و همچنین بهبود توازن اندام تحتانی و فعالیت عضلانی در فرد مبتلا به زانوی ضربه‌داری گردید.

عضلات، افزایش هم‌انقباضی مفاصل، تقویت حس عمقی منجر به بهبود عملکرد و کارایی عضله، افزایش حمایت عضلات از مفاصل، ثبات مفصل زانو، بهبود دامنه حرکتی، تعادل و توازن اندام تحتانی، ثبات مفصل مچ پا و بهبود زاویه Q شود (جدول یک).

ابزارهای حمایتی

ارتزهای پا و کفی‌ها می‌توانند از عوامل موثر در درمان ناهنجاری‌های مربوط به اندام تحتانی باشند. در مطالعه Yoo و همکاران کفی حمایت کننده از قوس داخلی پا توانست به کاهش

شناخته می‌شوند. همچنین Park و همکاران اظهار داشتند که تمرینات الاستیک باند و همچنین تمرینات کششی روش‌های موثری برای اصلاح عارضه‌های زانو هستند.^{۳۷} احتمالاً تمرینات با تریباند به دلیل اثربخشی و تقویت عضلات اطراف زانو یک روش مناسب برای اصلاح این عارضه است.

یافته‌های برخی مطالعات^{۲۵، ۳۵-۳۸} در زمینه انجام تمرینات مقاومتی و اصلاحی (تراباند) نشان داد که انجام چنین تمریناتی می‌تواند با افزایش فرکانس و اثرگذاری بر فعالیت الکتریکی

جدول ۲: مطالعات در حوزه ابزارهای حمایتی شامل کفی، کش، ارتز، بریس و گوه

منبع	نوع مطالعه	روش نمونه‌گیری	نوع تمرین، مدت مداخله و تعداد جلسات	تعداد آزمودنی‌ها، جنسیت و نوع عارضه	نتایج اصلی
Yoo و همکاران ^{۳۸}	نیمه تجربی	هدفمند	چهار عدد نشانگر کروی در قسمت خراهای خاصی ای قدامی فوقانی و آزمودنی‌ها در حالی که کفی حمایت کننده از قوس داخلی پارا پوشیده بودند از روی جعبه ای به ارتفاع ۱۵ سانتی متر پایین آمدند (فرود).	۱۵ مرد و ۵ زن مبتلا به عارضه پای ضربدری و پای پرونیته	پای پرونیته می تواند یک عامل تشدید کننده زانوی ضربدری هنگام فرود از پله ها باشد. کفی حمایت کننده از قوس داخلی پا می تواند به طور قابل توجهی از والگوس پویای زانو بکاهد.
Tamm و همکاران ^{۱۵}	نیمه تجربی	هدفمند	آزمودنی‌ها لباس دارای نوار کشسان که ویژه هر آزمودنی بود به مدت سه ماه و حداقل ۶ ساعت در روز استفاده کردند.	۶ کودک ۵-۷ ساله با فاصله مالتولی بزرگتر از ۵ سانتی متر (مبتلا به زانو ی ضربدری)	بر اساس بازخورد آزمودنی‌ها و والدین این پوشش بسیار مناسب کودکان دارای پای ضربدری است اما کاستی‌ها و تغییراتی وجود دارد که باید در تحقیقات بعدی بر طرف و راهی بازار شود.
جعفرزادگرو و همکاران ^{۳۹}	نیمه تجربی	هدفمند	آزمودنی‌ها در دو شرایط با و بدون بریس زانو در مسیر ۱۰ متری راه رفتند و فعالیت الکتریکی عضلات منتخب با دستگاه الکترومیوگرافی ثبت شد (اثر آئی).	۲۴ مرد زانو ضربدری و دامنه سنی ۲۰-۳۰ سال	نتایج پژوهش افزایش معنی دار فعالیت الکتریکی عضله نیم وتری پس از استفاده از بریس زانو را نشان داد. تأخیر در روند خستگی و بهبود عملکرد عضله نیم وتری.
جعفرزادگرو و همکاران ^{۴۰}	نیمه تجربی	هدفمند	فرود در سه شرایط بدون بریس زانو، با بریس زانو با درجه محدودیت فلکسیونی ۶۰ و ۳۰ درجه از سکویی به ارتفاع ۶۰ سانتی متر صورت گرفت. از صفحه نیروی برتک برای ثبت نیروهای عکس العمل زمین استفاده شد (اثر آئی).	۲۰ دانشجوی پسر غیرورزشکار با دامنه سنی ۲۰-۳۰ سال	با توجه به کاهش میانه فرکانس طی حرکت فرود با بریس زانو می توان احتمالاً بیان نمود که استفاده از بریس زانو قادر به کاهش نرخ آسیب در افراد مبتلا به زانو ضربدری می شود.
عابدیان و همکاران ^{۴۱}	کارآزمایی بالینی	تصادفی	آزمودنی‌ها در چهار وضعیت بدون ارتز، گوه داخلی، زانو بند نوپرن و ترکیب گوه داخلی و زانو بند مورد بررسی قرار گرفتند. متغیرهای کینماتیکی و کینتیکی اندام تحتانی حین راه رفتن و تست اسکات روی پای مبتلا بررسی گردید.	۱۵ فرد (۹ زن و ۶ مرد) مبتلا به والگوس دینامیکی در حالت چمباتمه و درد کشکی رانی	هنگام فعالیت‌های مانند چمباتمه روی یک پا که به مفصل پاتلوفمورال فشار وارد می شود، می توان با استفاده از مداخلات ارتزی، به کاهش درد و فشار وارد آمده به مفصل کمک کرد
جعفرزادگرو و همکاران ^{۴۲}	نیمه تجربی	هدفمند	راه رفتن در دو مرحله بدون بریس زانو و با بریس زانو انجام شد. از دستگاه الکترومیوگرافی برای ثبت فعالیت الکتریکی عضلات استفاده شد.	۱۵ پسر مبتلا به زانوی ضربدری با دامنه سنی ۲۲ الی ۲۸ سال	کاهش معنی دار فعالیت الکترومیوگرافی عضلات چهارسران و سربنی میانی در افراد دارای زانوی ضربدری ممکن است با بهبود کرایبی راه رفتن مرتبط باشد
ولیزاده اورنج و همکاران ^{۴۳}	کارآزمایی بالینی	تصادفی	فرود از سکوی ۴۰ سانتی متری روی صفحه نیرو در سه شرایط بدون بریس، با بریس در زاویه ۳۰ درجه و با بریس در زاویه ۶۰ درجه انجام شد.	۲۰ دانشجوی پسر دچار زانوی ضربدری	با کاهش زاویه محدود کننده فلکشن زانو نیروهای وارده 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 دچار زانوی ضربدری در زاویه محدود کننده فلکشنی ۶۰ درجه توصیه می شود.
Shelburne و همکاران ^{۴۴}	نیمه تجربی و آزمایشگاهی	هدفمند و در دسترس	اجرای برخی حرکات ساده مانند آداکشن لحظه ای زانو و بار کمپارتمان داخلی برای راه رفتن عادی، راه رفتن با کفی و گوه جانبی و راه رفتن با یک زانو بند والگوس استفاده شد.	از یک مدل مکانیکی ابتدایی برای انجام این آزمایش استفاده شد.	در نتیجه، هر دو گوه پاشنه جانبی و والگوس زانو مهاربندی باعث کاهش بار محفظه داخلی در حین راه رفتن می شود.

بر مفاصل را کاهش دهد.^{۴۶} همچنین استفاده از این نوع بریس کاهش لرزش و بی‌ثباتی مفصل ران را در هنگام فرود به دنبال دارد.^{۴۰}

ارزیابی نتایج مطالعه Yoo و همکاران^{۳۸} نشان داد که استفاده از کفی طبی می‌تواند یک عامل مهم برای افزایش حمایت از مفصل زانو هنگام فرود از پله‌ها باشد و کفی حمایت کننده از قوس داخلی پا می‌تواند به‌طور قابل توجهی از والگوس پویای زانو بکاهد (جدول ۲).

نتایج برخی مطالعات^{۱۵، ۳۹-۴۴} به نحوی از اثرات مثبت استفاده ارتز، گوه و بریس در مبتلایان زانوی ضربدری اشاره کرده‌اند و در یک مطالعه^{۴۰} اثرات منفی استفاده از ابزارهای فوق به دلیل کاهش زاویه محدود کننده بریس مورد استفاده در مفصل زانو، افزایش نیروهای وارده و در نهایت افزایش آسیب گزارش شده است (جدول ۲).

کنزیوتیپ

نواربندی کنزیوتیپ یکی از ابزارهای مورد استفاده در عارضه زانوی ضربدری است. نواربندی یک عضو یا بخشی از بدن، مشابه کاربرد یک آتل انعطاف‌پذیر است که به کاهش فشار بر ناحیه آسیب‌دیده و پیشگیری از بروز ضایعات بیشتر کمک می‌کند. گزارش شده است که نواربندی کنزیوتیپ (نواربندی عضلات

والگوس دینامیکی زانو هنگام فرود از پله‌ها منجر شود.^{۳۸} احتمالاً کنترل تراز اندام تحتانی در هنگام فرود از پله‌ها و سایر حرکات انتقالی از مکانیسم‌های اثرگذاری ارتزهای پا و کفی‌ها باشد. علاوه بر این پرونیته پا می‌تواند بر والگوس دینامیکی زانو در هنگام فرود از پله اثرگذار باشد. بنابراین کفی‌هایی با هدف حمایت از قوس‌های طولی-داخلی و نیز تقویت عضلات و تمرینات تعادلی با بازخورد موقعیت اندام تحتانی بایستی به‌عنوان مداخله‌ای برای کاهش والگوس دینامیکی زانو در حین فرود پله در نظر گرفته شوند.^{۴۵} از دیگر روش‌های درمانی غیرجراحی عارضه زانوی ضربدری استفاده از انواع بریس‌ها است. در همین راستا در مطالعه قبلی نشان دادیم که پس از استفاده از بریس زانو فعالیت عضله نیم وتری به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد.^{۳۹} عضله نیم وتری یکی از مهم‌ترین عضلات در راه رفتن بوده و نقش مهمی در حفظ پاسچر بدن دارد. بنابراین استفاده از بریس‌های توانبخشی زانو می‌تواند با کاهش نیروهای وارده بر مفصل و کاهش برخی عوامل خطر مفصل زانو همچون گشتاور نزدیک کننده، نقش مهمی در حفظ وضعیت این مفصل داشته باشد. همچنین در مطالعه قبلی دیگری، بریس زانوی مدرج توانست با اثر آئی بر میانه فرکانس طی حرکت فرود باعث کاهش نرخ آسیب در افراد مبتلا به زانوی ضربدری گردد.^{۴۰} انجام فلکسیون کافی در میچ پا زانو و ران می‌تواند تا حدود ۵۰ درصد نیروی وارده

جدول ۳: مطالعات در حوزه ابزارهای حمایتی کنزیوتیب

منبع	نوع مطالعه	نوع تمرین، مدت مداخله و تعداد جلسات	تعداد آزمودنی‌ها، جنسیت و نوع عارضه	نتایج اصلی
Smedley ^{۴۷}	نیمه تجربی	نوع تمرین، مدت مداخله و تعداد جلسات	۳۰ نفر از زنان ۴۰ الی ۱۸ ساله ورزشکار مبتلا به زانو والگوس	بر اساس این یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از تکنیک تیپینگ ماریپچی والگوس پویای زانو را کاهش می‌دهد، بنابراین احتمالاً خطر آسیب ACL را در زنان کاهش می‌دهد.
Saki و همکاران ^{۴۸}	نیمه تجربی	تصادفی	۴۰ زن ورزشکار مبتلا به والگوس پویای زانو با دامنه ۱۸-۲۸ سال	نتایج مطالعه حاضر نشان داد که کنزیوتیب تعادل دینامیکی و حس عمقی را بهبود می‌بخشد و زاویه والگوس پویای زانو را کاهش می‌دهد. بنابراین، عمل تیپینگ برای ورزشکاران زن مبتلا به والگوس پویای زانو توصیه می‌شود.
Rajasekar و همکاران ^{۴۹}	نیمه تجربی	تصادفی	۴۰ ورزشکار در سطح دانشگاهی مبتلا به والگوس پویای زانو	بلافاصله پس از استفاده از چسب نواری والگوس پویای زانو کاهش یافت.

خارجی می‌توانند به‌طور قابل توجهی بر روی تراز طبیعی لگن، زانو و مچ پا و همچنین زاویه Q موثر باشند.^{۲۶} در مطالعه مزیدی و همکاران اثر تمرینات درمانی بر زاویه Q در بین ۶۰ ورزشکار با سندرم درد کشکک رانی پرداخته شد. در نتیجه تمرینات، تقویت عضله چهارسر ران، زاویه Q و درد در نمونه‌های مورد مطالعه به‌طور موثری کاهش یافت.^{۲۷} از طرفی تمرینات تراباند، به عنوان ابزاری امن برای بهبود سیستم عصبی-عضلانی، قدرت عضلانی، و توانایی انجام وظایف عملکردی شناخته می‌شود. مطالعه Park و همکاران نشان داد که تمرینات الاستیک باند و همچنین تمرینات کششی روش‌های موثری برای اصلاح عارضه‌های زانو هستند.^{۳۷} احتمالاً تمرینات با تراباند به دلیل اثربخشی و تقویت عضلات اطراف زانو یک روش مناسب برای اصلاح این عارضه است. اورترهای پا و کفی‌ها می‌توانند از عوامل موثر در درمان ناهنجاری‌های مربوط به اندام تحتانی باشند. Yoo و همکاران به این نتیجه رسیدند که کفی حمایت‌کننده از قوس داخلی پا می‌تواند به کاهش والگوس دینامیکی زانو هنگام فرود از پله‌ها منجر شود.^{۳۸} کنترل تراز اندام تحتانی خود در هنگام فرود از پله اغلب برای افراد چالش‌برانگیز است. علاوه بر این، پرونیته پا می‌تواند بر والگوس دینامیکی زانو در هنگام فرود از پله اثرگذار باشد. بنابراین کفی‌هایی با هدف حمایت از قوس‌های طولی-داخلی همچنین تقویت عضلات و تمرینات تعادلی با بازخورد موقعیت اندام تحتانی بایستی به عنوان مداخله‌ای برای کاهش والگوس دینامیکی زانو در حین فرود پله در نظر گرفته شوند.^{۴۶}

از دیگر روش‌های درمانی غیرجراحی عارضه زانوی ضربدری استفاده از انواع بریس‌ها است. در همین راستا در مطالعه قبلی ما پس از استفاده بریس زانو، فعالیت عضله نیم‌وتری به‌طور قابل توجهی افزایش نشان داد.^{۳۹} عضله نیم‌وتری یکی از مهم‌ترین عضلات در راه‌رفتن بوده و نقش مهمی در حفظ پاسچر بدن دارد. بنابراین استفاده از بریس‌های توانبخشی زانو می‌تواند با کاهش نیروهای وارده بر مفصل و کاهش برخی عوامل خطر مفصل زانو همچون گشتاور نزدیک‌کننده نقش مهمی در حفظ وضعیت این مفصل داشته

دوسرانی و پهن خارجی)، میانگین توان منفی در مفصل مچ پا و زانو را در اندام غالب طی فاز پاسخ بارگیری راه‌رفتن افزایش می‌دهد.^{۵۰} در زمینه اثر کنزیوتیب مطالعات گوناگونی انجام شده است که کاهش درد، افزایش کارایی و عملکرد ورزشکار و نیز پیشگیری از افزایش شدت ناهنجاری را نشان داده‌اند.^{۵۲،۵۱} طبق مطالعه Rajasekar و همکاران^{۴۹} کنزیوتیب باعث کاهش والگوس دینامیکی زانو می‌شود. از مکانیسم اثرگذاری نواریندی می‌توان به استحکام عضله سرینی میانی پس از اعمال کنزیوتیب اشاره کرد. نتایج مطالعاتی^{۴۷-۴۹} نشان‌دهنده اثر مثبت استفاده از کنزیوتیب در مبتلایان به عارضه زانوی ضربدری به دلیل بهبود تعادل دینامیکی و حس عمقی و کاهش والگوس پویای زانو بوده است (جدول ۳).

بحث

تمرینات هوازی با اثرگذاری بر عوامل مختلفی همچون BMI، وزن بدن، توده چربی و توده بدون چربی بدن اثر به‌سزایی در کاهش فشار بر اندام تحتانی دارند.

Vijayakumar و Dineshkumar نشان دادند که شدت ژنووالگوم مستقیماً با افزایش BMI مرتبط است.^{۲۵} 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 پیچ‌خوردگی داخلی می‌شود که در نهایت این فعل و انفعالات بی‌تعادلی عضلات پهن میانی و پهن جانبی را در پی دارد.^{۲۸} چنین تغییری باعث کاهش کارایی عضله چهارسر ران شده و به انحراف کشکک با ناهنجاری ژنووالگوم می‌انجامد.

یکی از ابزارهای تمرینی جدید و در دسترس برای استفاده در تمرینات اصلاحی تراباند (باند الاستیکی) است. مداخلات تمرینی از جمله تمرینات مناسب مقاومتی با باند الاستیک برای بهبود قدرت و توانایی حفظ تعادل اندام تحتانی مثبت گزارش شده که می‌تواند فشار بیش از حد به قسمت داخلی زانو و خطر پیشرفت آسیب ساختاری را کاهش دهد. قدرت عضلات دورکننده و چرخاننده

احتمالاً این امر می‌تواند به علت استحکام عضله سرینی میانی پس از اعمال کنزیوتیپ باشد.

محدودیت‌ها: از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به عدم بررسی مطالعات انجام شده روی آزمونی‌های مبتلا به درجات خیلی خفیف تا متوسط (درجه یک تا سه) زانوی ضربدری و نیز عدم بررسی مقالاتی با زبانی به غیر از زبان فارسی و انگلیسی اشاره نمود. **پیشنهادات:** انجام مطالعات آتی در خصوص مکانیک حرکات انتقالی با بررسی و مقایسه شدت‌های مختلف ناهنجاری‌های اندام تحتانی به ویژه زانوی ضربدری پیشنهاد می‌گردد.

نتیجه‌گیری

انجام تمرینات ورزشی اصلاحی به ویژه تمرینات مقاومتی با تراباند و اصلاحی همراه با ابزارهای حمایتی همچون کفی برای حمایت قوس داخلی پا و کنزیوتیپ می‌تواند برای کاهش درجات والگوس زانو در مبتلایان مفید واقع شود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از نویسندگانی که فایل کامل مقالات خود را در اختیار ما قرار دادند که امکان دسترسی وجود نداشت؛ صمیمانه تشکر می‌نماییم. بین نویسندگان تضاد منافع وجود ندارد.

References

- Nandanwar R, Uttamchandani S, Deshmukh M, Chitale N. Physiotherapy rehabilitation in patient with bow leg deformity. *Journal of Medical Pharmaceutical and Allied Sciences*. 2021;10(4):3214-17. doi: 10.22270/jmpas.V10i4.1282.
- 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. doi: 10.1097/PEP.0000000000000246.
- White GR, Mencio GA. Genu Valgum in Children: Diagnostic and Therapeutic Alternatives. *J Am Acad Orthop Surg*. 1995 Oct;3(5):275-83. doi: 10.5435/00124635-199509000-00003.
- VanderJagt DJ, Glew RH. Calcium Deficiency Rickets. In: Glew RH, Rosenthal M. *Clinical Studies in Medical Biochemistry*. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press. 2006; p: 323.
- Agaja SB. Factors affecting angular deformities of the knees in Nigerian children--Ilorin experience. *West Afr J Med*. 2001 Oct-Dec;20(4):246-50.
- Bahr R, Krosshaug T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *Br J Sports Med*. 2005 Jun;39(6):324-29. doi: 10.1136/bjism.2005.018341.
- Jafarnezhadgero A, Zivari M. [Effect of fatigue protocol on lower limb muscle activities in individuals with genu varus during running with agility shoes]. *Studies in Sport Medicine*. 2020;12(28):55-70. doi: 10.22089/smj.2021.10190.1469. [Article in Persian]
- 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 Nov-Dec;95(6):531-41. doi: 10.7547/0950531.
- Mozafaripour E, Rajabi R, Minoonejad H. Anatomical Alignment of Lower Extremity in Subjects With Genu Valgum and Genu Varum Deformities. *Physical Treatments Journal*. 2018;8(1):27-36. doi: 10.32598/ptj.8.1.27.

باشد. همچنین در مطالعه دیگر قبلی ما، بریس زانوی مدرج توانست با اثرگذاری (اثر آتی) بر میانه فرکانس طی حرکت فرود باعث کاهش نرخ آسیب در افراد مبتلا به زانوی ضربدری شود.^{۴۰} انجام فلکسیون کافی در مچ پا، زانو و ران می‌تواند تا حدود ۵۰ درصد نیروی وارده بر مفاصل را کاهش دهد.^{۵۱} همچنین استفاده از این نوع بریس کاهش لرزش و بی‌ثباتی مفصل ران در هنگام فرود را به دنبال دارد.

نواربندی کنزیوتیپ نیز یکی از دیگر از ابزارهای مورد استفاده در عارضه زانوی ضربدری است. نواربندی یک عضو یا بخشی از بدن، مشابه کاربرد یک آتل انعطاف‌پذیر است که به کاهش فشار بر ناحیه آسیب‌دیده و پیشگیری از بروز ضایعات بیشتر کمک می‌کند. نواربندی کنزیوتیپ (نواربندی عضلات دوسررانی و پهن خارجی)، میانگین توان منفی در مفصل مچ پا و زانو را در اندام غالب طی فاز پاسخ بارگیری راه‌رفتن افزایش می‌دهد.^{۵۱} در زمینه اثرات کنزیوتیپ مطالعات گوناگونی انجام شده که کاهش درد، افزایش کارایی و عملکرد ورزشکار، پیشگیری از افزایش شدت ناهنجاری از اثرات موثر آن است.^{۵۲} طبق مطالعه انجام شده توسط Rajasekar و همکاران^{۴۹} کنزیوتیپ باعث کاهش والگوس دینامیکی زانو می‌شود.

- Shahidi-Zandi Z, Amir-Seyfaddini M, Amiri-Khorasani M. [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):122-31. doi: 10.22037/jrm.2017.1100299. [Article in Persian]
- Tuten HR, Keeler KA, Gabos PG, Zionts LE, MacKenzie WG. Posttraumatic tibia valga in children. A long-term follow-up note. *J Bone Joint Surg Am*. 1999 Jun;81(6):799-810. doi: 10.2106/00004623-199906000-00007.
- Bahadori S, Fatahi H, Ahmadpoor M. The Effect of TheraBand Training on the Q Angle and Distance of Ankle Medial Malleolus in Individuals With Genu Valgum Deformity. *Physical Treatments Journal*. 2020;10(3):117-26.
- Patil AC, Kumar Raju SK, Kolhapure M. Two level osteotomies in bilateral genu valgum: A case report. *Int J Orthop Sci*. 2020;6(3):707-709. doi: 10.22271/ortho.2020.v6.i3k.2274.
- Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Elasticity of tendon structures of the lower limbs in sprinters. *Acta Physiol Scand*. 2000 Feb;168(2):327-35. doi: 10.1046/j.1365-201x.2000.00653.x.
- Tamm AL, Vaher I, Linkberg R, Tilk T, Kriti J, Alviste A, et al. Development of Garments with Elastic Straps and Pressure Applicator (GESPA) and "GVcorrect" App to Follow the Changes in Lower-Extremity Alignment (Genu Valgum)-A Pilot Study. *Pediatr Rep*. 2021 Aug;13(3):495-503. doi: 10.3390/pediatric13030057.
- Westhoff B, Jäger M, Krauspe R. Kindliche Beinachsen. [Axes of the legs in childhood. What is pathologic?]. *Orthopade*. 2007 May;36(5):485-98. doi: 10.1007/s00132-007-1088-1. [Article in German]
- Kaspiris A, Zaphiropoulou C, Vasiliadis E. Range of variation of genu valgum and association with anthropometric characteristics and physical activity: comparison between

- children aged 3-9 years. *J Pediatr Orthop B*. 2013 Jul;22(4):296-305. doi: 10.1097/BPB.0b013e328360f9a5.
18. Ciaccia MCC, Pinto CN, Golfieri FDC, Machado TF, Lozano LL, Silva JMS, et al. Prevalence of genu valgum in public elementary schools in the city of Santos (SP), Brazil. *Rev Paul Pediatr*. 2017 Oct-Dec;35(4):443-47. doi: 10.1590/1984-0462/2017;35;4:00002.
 19. Oyewole OO, Akinpelu AO, Odole AC. Development of the tibiofemoral angle in a cohort of Nigerian children during the first 3 years of life. *J Child Orthop*. 2013 Mar;7(2):167-73. doi: 10.1007/s11832-012-0478-z.
 20. Heath CH, Staheli LT. Normal limits of knee angle in white children--genu varum and genu valgum. *J Pediatr Orthop*. 1993 Mar-Apr;13(2):259-62.
 21. 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. [Article in Persian]
 22. Dashti P, Shabani M, Moazami M. [Comparison of the effects of two selected exercises of Theraband and Pilates on the balance and strength of lower limb in elderly women]. *The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility*. 2015;18(153):1-9. doi: 10.22038/ijogi.2015.4698.
 23. Vincent KR, Braith RW, Feldman RA, Magyari PM, Cutler RB, Persin SA, et al. Resistance exercise and physical performance in adults aged 60 to 83. *J Am Geriatr Soc*. 2002 Jun;50(6):1100-107. doi: 10.1046/j.1532-5415.2002.50267.x.
 24. Waryasz GR, McDermott AY. Patellofemoral pain syndrome (PFPS): a systematic review of anatomy and potential risk factors. *Dyn Med*. 2008 Jun;7:9. doi: 10.1186/1476-5918-7-9.
 25. 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):184-89.
 26. Gribble PA, Hertel J, Denegar CR, Buckley WE. The Effects of Fatigue and Chronic Ankle Instability on Dynamic Postural Control. *J Athl Train*. 2004 Dec;39(4):321-29.
 27. Mazidi M, Alizadeh MH, Rajabi R. [The effects of one period of exercise therapy program on Q and popliteal angle in athletes with Patellofemoral pain syndrome]. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*. 2011;7(2): 206-14. doi: 10.22122/jrrs.v7i2.217. [Article in Persian]
 28. Agrawal AS, Phansopkar P. Impact of Intensive Physiotherapy on an Adolescent with Severe Genu Valgum Deformities: A Case Report. *Cureus*. 2023 Jan;15(1):e33907. doi: 10.7759/cureus.33907.
 29. 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):327-42. doi: 10.52547/jrums.21.3.327. [Article in Persian]
 30. Ghorbanlou F, Jaafarnejad A, Fatollahi A. [Effects of Corrective Exercise Protocol Utilizing A TheraBand on Muscle Activity During Running in Individuals With Genu Valgum]. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2021;10(5):1052-65. doi: 10.32598/SJRM.10.5.2. [Article in Persian]
 31. 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 a running: A randomized clinical trial study]. *Studies in Medical Sciences*. 2021;31(11):881-93. [Article in Persian]
 32. Jafarnezhadgero A, Madadi-Shad M, McCrum C, Karamanidis K. Effects of Corrective Training on Drop Landing Ground Reaction Force Characteristics and Lower Limb Kinematics in Older Adults With Genu Valgus: A Randomized Controlled Trial. *J Aging Phys Act*. 2019 Feb;27(1):9-17. doi: 10.1123/japa.2017-0315.
 33. 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):170-79. doi: 10.32598/biomechanics.6.3.3. [Article in Persian]
 34. Mirzaee F, Sheikhhoseini R, Piri H. The acute effects of one session reactive neuromuscular training on balance and knee joint position sense in female athletes with dynamic knee valgus. *Acta Gymnica*. 2020; 50(3): 122-29. doi: 10.5507/ag.2020.011.
 35. 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. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*. 2019;15(5):249-55. doi: 10.22122/jrrs.v15i5.3435.
 36. Lee HS, Kim AR. The Effect of Corrective Exercise in a patient with knee joint valgus deformity: A single-subject A-B-A experimental design. *Korean Society of Physical Medicine*. 2016;11(1):93-105. doi: 10.13066/kspm.2016.11.1.93.
 37. Park SR, Ro HL, Namkoong S. The Effect of Stretching and Elastic Band Exercises Knee Space Distance and Plantar Pressure Distribution during Walking in Young Individuals with Genu Varum. *J Korean Soc Phys Med*. 2017;12(1):83-91. doi: 10.13066/kspm.2017.12.1.83.
 38. Yoo HI, Jung S, Lee DE, Ahn I, Kwon OY. The Immediate Effect of Medial Arch Support on Dynamic Knee Valgus During Stair Descent and Its Relationship With the Severity of Pronated Feet. *Phys Ther Korea*. 2022;29(3):208-14. doi: 10.12674/ptk.2022.29.3.208.
 39. Jafarnezhadgero AA, Ghorbanloo F, Mokhtari Malekabadi A, 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 Sciences*. 2021;43(1):116-23. doi: 10.34172/mj.2021.036. [Article in Persian]
 40. Jafarnezhadgero AA, Mokhtari MalekAbadi, Yadegar A, Ghorbanlou F, Valizadehorang A. [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 Sciences*. 2021;43(2):220-29. doi: 10.34172/mj.2021.048. [Article in Persian]
 41. Abedian-Aval A, Fereshtenejad N, Sadeghi-Demneh E. The Immediate Effect of Medial Wedge Insole and Neoprene Brace on the Pain, Knee Valgus and Gait in Patients with Patellofemoral Pain Syndrome: Randomized Cross-Over Clinical Trial. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*. 2020;16(1):161-69. doi: 10.22122/JRRS.V16I01.3528.
 42. Jafarnezhadgero A, Ghorbanlou F, Mokhtari Malek Abadi A. [Effect of Graded Knee Brace on Amplitude of Electrical Muscle Activity in Individuals with Genu Valgus during Walking]. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2021;10(1):48-57. doi: 10.22037/jrm.2020.112282.2174. [Article in Persian]
 43. 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. [Article in Persian]
 44. Shelburne KB, Torry MR, Steadman JR, Pandey MG. Effects of

- foot orthoses and valgus bracing on the knee adduction moment and medial joint load during gait. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2008 Jul;23(6):814-21. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2008.02.005.
45. Wilczyński B, Zorena K, Ślęzak D. Dynamic Knee Valgus in Single-Leg Movement Tasks. Potentially Modifiable Factors and Exercise Training Options. A Literature Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Nov;17(21):8208. doi: 10.3390/ijerph17218208.
46. Ramsey DK, Briem K, Axe MJ, Snyder-Mackler L. A mechanical theory for the effectiveness of bracing for medial compartment osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg Am*. 2007 Nov;89(11):2398-407. doi: 10.2106/JBJS.F.01136.
47. Smedley KE. An Analysis of Kinesio Tape on Mitigation of Dynamic Knee Valgum. Thesis. North Dakota State University of Agriculture and Applied Science. 2022.
48. Saki F, Romiani H, Ziya M, Gheidi N. The effects of gluteus medius and tibialis anterior kinesio taping on postural control, knee kinematics, and knee proprioception in female athletes with dynamic knee valgus. *Phys Ther Sport*. 2022 Jan;53:84-90. doi: 10.1016/j.ptsp.2021.11.010.
49. Rajasekar S, Kumar A, Patel J, Ramprasad M, Samuel AJ. Does Kinesio taping correct exaggerated dynamic knee valgus? A randomized double blinded sham-controlled trial. *J Bodyw Mov Ther*. 2018 Jul;22(3):727-32. doi: 10.1016/j.jbmt.2017.09.003.
50. Jafarnejadgero A, Shad MM, Majlesi M, Zago M. Effect of kinesio taping on lower limb joint powers in individuals with genu varum. *J Bodyw Mov Ther*. 2018 Apr;22(2):511-18. doi: 10.1016/j.jbmt.2017.06.009.
51. Halseth T, McChesney JW, Debeliso M, Vaughn R, Lien J. The effects of kinesio™ taping on proprioception at the ankle. *J Sports Sci Med*. 2004 Mar;3(1):1-7.
52. Parreira Pdo C, Costa Lda C, Hespanhol LC Jr, Lopes AD, Costa LO. Current evidence does not support the use of Kinesio Taping in clinical practice: a systematic review. *J Physiother*. 2014 Mar;60(1):31-39. doi: 10.1016/j.jphys.2013.12.008.