

Review Paper

A Review of Corrective Exercises for People With Genu Varum Deformity



*Hamid Reza Falah Yakhdani¹ , Mohammad Hasan Kordi Ashkezari² , Zeinab Karimi³

1. Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Yazd University, Yazd, Iran.
2. Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, Branch Yazd, Islamic Azad University, Yazd, Iran.
3. Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Yazd University, Yazd, Iran.



Citation Falah Yakhdani HR, Kordi Ashkezari MH, Karimi Z. [A Review of Corrective Exercises for People With Genu Varum Deformity (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2024; 13(5):856-867. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.5.3229>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.5.3229>

ABSTRACT

Background and Aims In Genu varum (GV) deformity, the knees get away from each other, inner ankles touch each other, and the knees have a bowed look. The increase of the GV deformity can increase the internal rotation of the ankle and tibia during the stance phase of walking. One of the methods for correcting this deformity is the use of exercises. This study aims to review the corrective exercise protocols for people with GV deformity.

Methods This is a narrative review study. A search was conducted in national and international databases and engines such as MagIran, SID, Semantak, Google Scholar, PubMed, Springer, and ScienceDirect for related articles published from 2013 to 2023 using the keywords “corrective exercise”, “genu varum”, “protocol”, “Q angle”. Based on the inclusion criteria, 14 articles were finally selected.

Results These studies investigated the effect of corrective exercise protocols on genu varum, dynamic balance, knee adduction moment, gait patterns, plantar pressure and pain in the second to fifth toes and knee, which led to the improvement of all the mentioned factors. Some effective protocols included the National Academy of Sports Medicine (NASM) exercises, strengthening/stretching exercises, theraband exercises, neuromuscular training, corrective exercise continuum (CEC), and strengthening/neuromuscular training.

Conclusion Various exercises are used to correct the GV deformity including NASM exercises, CEC, and theraband exercises.

Keywords Corrective exercise, Genu varum, Protocol, Q angle

Received: 02 Nov 2023

Accepted: 27 Dec 2023

Available Online: 21 Nov 2024

* **Corresponding Author:**

Hamid Reza Falah Yakhdani, Assistant Professor.

Address: Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Psychology and Educational Sciences, Yazd University, Yazd, Iran.

Tel: +98 (913) 3503717

E-Mail: hfallah@yazd.ac.irm



Copyright © 2024 The Author(s);

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Extended Abstract

Introduction

Genu varum (GV) is one of the most common disorders of the knee joint, where the medial femoral condyles get away from each other, the affected person walks on the lateral part of the foot, or there is an internal rotation at the tibia. The GV deformity can increase the risk of injury to the anterior cruciate ligament, posterior cruciate ligament, medial meniscus and medial ligament of the knee joint. By changing the quality of postural control, disrupting the line of gravity relative to the base of support, and changing the direction of the line of gravity from the center of the knee to its inner part, the GV deformity can lead to changes in balance and increase the risk of falling.

Considering the biomechanical changes created in an abnormal direction during transitional activities such as walking and running, it is necessary to find different treatment methods to prevent the progression of injury in people with GV. Corrective exercises are one of the effective non-invasive methods for these people. Studies have shown the positive effects of corrective exercises on reducing musculoskeletal disorders. Some of the corrective exercises for improving GV include theraband exercises, neuromuscular training, [National Academy of Sports Medicine \(NASM\)](#) exercises, combined exercises, quadriceps exercises, traditional exercises, squats, stretching exercises, and Pilates. Due to the importance of this issue and the lack of a review study, this article aims to review the corrective exercise protocols for people with GV.

Materials and Methods

This is a narrative review study. The related articles published from 2013 to 2023 on corrective exercises for people with GV were searched in international databases ([Springer](#), [Semantac ScienceDirect](#), [Google Scholar](#), [PubMed](#), and national databases ([Scientific Information Database \(SID\)](#), [IranDoc](#), [MagIran](#)) using the keywords “corrective exercise”, “protocol”, “Q angle” “”, “genu varum”. Based on the inclusion criteria, 14 articles were finally selected.

Results

Among the 14 reviewed studies, 3 studies used [NASM](#) exercises as a corrective exercise, which reduced the distance between the knees and improved the GV. One study used strengthening/stretching exercises, improv-

ing the plantar pressure distribution and gait patterns in people with GV. Also, two studies used theraband exercise, which resulted in reducing the distance between the knees, increasing the Q angle, and increasing static and dynamic balance. Other studies used the corrective exercise continuum (CEC) method. Based on their results, in the dominant limb, the CEC led to a 40% reduction in the peak knee internal rotation angle, a 47% reduction in peak hip abduction, a 60% reduction in peak hip external rotation angle, and a 26% reduction in the peak ankle dorsiflexion angle, and a 46% increase in the peak knee external rotation angle. In the non-dominant leg, it reduced the peak ankle inversion by 63%, peak ankle eversion by 91%, peak foot internal rotation by 50%, peak knee internal rotation by 29%, peak hip abduction angle by 38%, and peak hip external rotation angle by 60%.

Conclusion

According to studies, various exercises are used to correct the GV deformity by reducing the distance between the knees and the knee adductor rotation torque, improving balance, proper plantar pressure distribution, reducing pain, and improving physical performance. Considering that the studies have been conducted in different conditions (e.g., different sample sizes, laboratory conditions, tools, etc.), it is not possible to conclude which protocol has the best effect; however, some effective protocols include the NASM exercises, CEC, and theraband exercise.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles are considered in this article. This article is a systematic review with no human or animal samples. No ethical code was given to this article.

Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

The authors contributed equally to preparing this article.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank all participants for their cooperation in this study.



مقاله مروری

مروری بر پروتکل‌های حرکات اصلاحی در افراد دارای ناهنجاری ژنوواروم

* حمیدرضا فلاح یخدانی^۱، محمد حسن کردی اشکذری^۲، زینب کریمی^۳

۱. گروه علوم ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.
۲. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران.
۳. گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.



Citation Falah Yakhdani HR, Kordi Ashkezari MH, Karimi Z. [A Review of Corrective Exercises for People With Genu Varum Deformity (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2024; 13(5):856-867. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.5.3229>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.13.5.3229>

چکیده

مقدمه و اهداف در ناهنجاری ژنوواروم، زانوها از هم دور می‌شوند، مچ‌های داخلی نزدیک‌تر می‌شوند و پاها خم می‌شوند. این ناهنجاری با تغییر بیومکانیک اندام تحتانی در طی راه رفتن همراه است. افزایش شدت پرانتزی شدن زانو باعث افزایش چرخش داخلی مچ پا و استخوان درشت نی در طول مرحله استقرار در راه رفتن می‌شود. یکی از روش‌های اصلاح ناهنجاری زانوی پرانتزی استفاده از پروتکل‌های ورزشی است که جایگاه ویژه‌ای در اصلاح این نوع از ناهنجاری دارد. از این‌رو هدف از این پژوهش مروری بر پروتکل‌های حرکات اصلاحی در افراد دارای ناهنجاری ژنوواروم است.

مواد و روش‌ها با استفاده از موتورهای جست‌وجوگر فارسی و انگلیسی گوگل اسکالر، پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی، مگیران، پابمد، ایراندک، اسپرینگر، ساینس دایرکت، سمنتاک جست‌وجو انجام شد. همچنین برای جست‌وجو از محدودیت زمانی سال ۱۳ تا ۲۰۲۳ و کلیدواژه‌های Q angle, genu varum, protocol, corrective exercise استفاده شد.

یافته‌ها ۱۴ مقاله براساس معیارهای ورود به مطالعه انتخاب شدند. این مطالعات به‌طور عمده به بررسی تأثیر پروتکل‌های حرکات اصلاحی بر میزان زانوی پرانتزی، تعادل پویا، گشتاور اداکتوری زانو، الگوی راه رفتن، فشار و درد در ناحیه انگشتان دوم تا پنجم و زانو پرداخته بودند که این پروتکل‌ها سبب بهبود تمامی فاکتورهای مذکور شدند.

نتیجه‌گیری باتوجه به نتایج پژوهش‌ها پروتکل‌های حرکات اصلاحی بررسی شده در اصلاح ناهنجاری ژنوواروم می‌توانند در بهبود وضعیت این ناهنجاری مؤثر واقع شوند.

کلیدواژه‌ها حرکات اصلاحی، زانوی پرانتزی، پروتکل، زاویه Q

تاریخ دریافت: ۱۱ آبان ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: ۰۶ دی ۱۴۰۲

تاریخ انتشار: ۰۱ آذر ۱۴۰۲

* نویسنده مسئول:

دکتر حمیدرضا فلاح یخدانی

نشانی: یزد، دانشگاه یزد، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، گروه علوم ورزشی.

تلفن: ۳۵۰۳۷۱۷ (۹۱۳) ۹۸+

رایانامه: hfalah@yazd.ac.ir



Copyright © 2024 The Author(s);

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه و اهداف

مثال در ناهنجاری‌های زانوی پرنانتری یا ضربدری زانو، مفصل ساب‌تالار از طریق حرکات سوپینیشن یا پرونییشن باعث تعدیل ناهنجاری زانو می‌شود [۷].

باتوجه به تغییرات بیومکانیکی ایجاد شده در راستای غیرطبیعی هنگام فعالیت‌های انتقالی مانند راه رفتن و دویدن، یافتن شیوه‌های درمانی مختلف جهت جلوگیری از پیشرفت آسیب در افراد با ناهنجاری زانوواروم ضروری است. تمرینات اصلاحی یکی از روش‌های درمانی غیرتهاجمی مؤثر برای این افراد است [۸]. مطالعات اثرات مثبتی از تمرینات اصلاحی برای بهبود اختلالات عضلانی اسکلتی را با مقدار مناسب نشان داده‌اند [۹، ۱۰]. درمان عارضه زانوواروم به فهم بیشتر درباره چگونگی بهبود عوامل خطرزای بیومکانیک مرتبط با آسیب زانو کمک می‌کند [۱۱]. در گروهی از برنامه‌های تمرینات اصلاحی برای عضلات ضعیف شده تمرینات تقویتی و برای گروه عضلات کوتاه شده تمرینات کششی استفاده شده است که این تمرینات کاهش حداکثر زاویه دورسی فلکشن مچ پا، چرخش داخلی زانو، چرخش داخلی پا، ابداکشن ران و چرخش خارجی ران در پای غالب را در پی دارد. همچنین سبب کاهش زاویه چرخش رو به داخل مچ پا، حداکثر زاویه چرخش رو به خارج مچ پا، چرخش خارجی ران، چرخش داخلی پا، چرخش ابداکشن ران و چرخش داخلی زانو در پای غیرغالب هنگام راه رفتن می‌شود [۱۱]. از تمرینات اصلاحی دیگری که در بهبود این ناهنجاری مورد استفاده قرار گرفته است می‌توان به تمرین با کش تراپاند، تمرینات عصبی عضلانی، تمرینات آکادمی ملی پزشکی ورزشی (NASM)، تمرینات ترکیبی، تمرین بر روی عضله چهار سر ران، تمرینات اصلاحی سنتی، اسکوات، تمرینات کششی و تمرینات پیلاتس اشاره کرد. باتوجه به اهمیت این موضوع و عدم وجود مطالعه مروری، مقاله حاضر با هدف مطالعه مروری بر پروتکل‌های حرکات اصلاحی در افراد دارای زانوواروم شکل گرفت.

مواد و روش‌ها

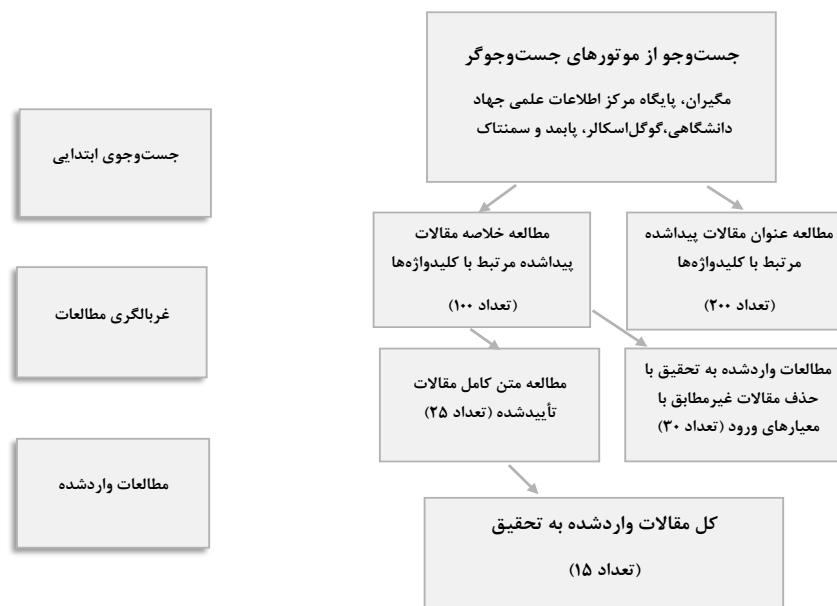
مطالعه حاضر از نوع مروری روایتی^۱ با هدف بررسی پروتکل‌های اصلاحی در افراد دارای زانوواروم بود. برای این منظور تحقیقات منتشر شده با محدودیت زمانی از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۳ که بر روی پروتکل‌های اصلاحی در رابطه با افراد با ناهنجاری زانوواروم انجام شده بود بررسی شدند. برای دستیابی به این هدف در مطالعه حاضر بررسی مقالات علمی موجود در پایگاه‌های الکترونیکی پابمد^۲، گوگل اسکالر^۳، ساینس دایرکت^۴، اسپرینگر^۵ و سمتاک^۶

1. National Academy of Sports Medicine (NASM)
2. Narrative review
3. Pubmed
4. Google Scholar
5. Sciencedirect
6. Springer
7. Semantac

مفصل زانو به عنوان رابطی بین قسمت‌های فوقانی و قسمت‌های تحتانی نقش بسیار مهمی را در حمایت از بدن و انتقال وزن بدن دارد. هرگونه تغییر و دفورمیتی در مفصل زانو بر ویژگی‌های بیومکانیکی و عملکرد حرکتی افراد تأثیر می‌گذارد [۱].

ژنوواروم یکی از شایع‌ترین ناهنجاری‌های مفصل زانو است که از نشانه‌های آن دور شدن کوندیل‌های داخلی استخوان ران از یکدیگر، راه رفتن فرد مبتلا بر روی لبه خارجی پا و پیش‌دستی داخلی استخوان درشت‌نی است. در زنان میانسال یائسه، به‌ویژه زنانی که با ضعف عضلانی و کاهش تراکم استخوان مواجه هستند، ژنوواروم به سرعت پیشرفت می‌کند که ممکن است منجر به درد، از دست دادن عملکرد و کاهش کیفیت زندگی شود [۲]. مفصل زانو شایع‌ترین مفصل تحمل‌کننده وزن است و استئوآرتروز عمدتاً در بخش داخلی مفصل تیبیوفمورال رخ می‌دهد. بیماران مبتلا به استئوآرتروز اغلب زانوهای واروس دارند و معمولاً از درد و سفتی زانو و همچنین مشکلات در فعالیت‌های روزمره شکایت دارند [۳]. وضعیت کشکک نیز با بیماری زانو ارتباط دارد و انحراف داخلی کشکک ممکن است به درد زانو و آرتروز منجر شود. همچنین این عارضه ممکن است در اثر ضعف در رباط‌های حمایت‌کننده مفصل زانو ایجاد شود و در نتیجه به کوتاهی در نوار ایلیوتیبیال بینجامد، که این موارد سبب ایجاد آسیب در اندام تحتانی، مانند شکستگی فشاری در ساق پا، پیچ‌خوردگی مزمن مچ پا، درد قسمت تحتانی کمر و استئوآرتروز می‌شود. ناهنجاری زانوواروم می‌تواند خطر آسیب‌پذیری رباط متقاطع قدامی، رباط متقاطع خلفی، منیسک داخلی مفصل زانو و رباط داخلی زانو را افزایش دهد. همچنین با تغییر کیفیت کنترل قامت، برهم زدن خط جاذبه نسبت به سطح اتکا و تغییر مسیر خط جاذبه از مرکز زانو به قسمت داخلی آن [۴] می‌تواند به تغییرات در شاخص تعادل فرد و افزایش خطر افتادن فرد منجر شود.

بر اساس فاصله اندازه‌گیری شده جداسازی در خط مفصل تیبیوفمورال، ژنوواروم به ۴ درجه طبقه‌بندی می‌شود. درجه ۱: کمتر از ۲/۵ سانتی‌متر؛ درجه ۲: ۲/۵ تا ۵ سانتی‌متر؛ درجه ۳: ۵ تا ۷/۵ سانتی‌متر و درجه ۴: بیشتر از ۷/۵ سانتی‌متر [۵]؛ انسان در طول عمر خود حدود ۱۸۵۰۳۵ کیلومتر راه می‌رود [۶]. پا، انتهای ترین نقطه زنجیره حرکتی انسان در حین حرکات انتقالی است. از نظر بیومکانیکی اندام تحتانی باید بتواند نیروهای خمشی، پیچشی، برشی و فشاری را به‌خوبی در فاز تحمل وزن راه رفتن توزیع کند. توزیع نامناسب این نیروها ممکن است باعث حرکت غیرطبیعی و وارد شدن بار اضافی بر بافت‌های پا شود که در نتیجه ناکارایی عضلات و آسیب بافت‌های نرم به وجود می‌آید. زمانی که بدشکلی عملکردی یا ساختاری در مفصل پدید آید، مفاصل مجاور با حرکات جبرانی تعادل را برقرار می‌کنند. برای



جست و جوی ابتدایی

غربالگری مطالعات

مطالعات وارد شده

طب توانبخش

تصویر ۱. تعداد مقالات یافت شده براساس جست و جوی در پایگاه های اطلاعاتی

یافته ها

در پژوهش های بررسی شده، مطالعات بر روی افراد دارای ژنواروم انجام شده است. در ۹ مطالعه برای اصلاح ناهنجاری ژنواروم از تمرینات آکادمی ملی پزشکی ورزشی، تمرینات کششی تقویتی، تراباند، تمرینات اصلاحی پیوسته^{۱۱}، تمرینات عصبی عضلانی، برنامه اصلاحی ترکیبی و پيلاتس، به عنوان مداخله استفاده شده است و تأثیر پروتکل ها بر اصلاح ژنواروم و متغیرهای وابسته مورد بررسی قرار گرفته است. در ۶ مطالعه مقایسه ای بین تمرینات اصلاحی سنتی - آکادمی ملی پزشکی ورزشی، کنزیوتیپ - حرکات اصلاحی منتخب، تمرینات عصبی عضلانی - تمرینات چهار سر ران، کششی - تراباند و اسکوات با پنجه رو به داخل - اسکوات معمولی^{۱۲} براساس میزان تأثیرگذاری بر ژنواروم انجام گرفته است. مختصری از روند انواع مطالعات، آزمودنی ها، مداخله ها، متغیرهای وابسته و نتایج پژوهش در جدول شماره ۱ نمایش داده شده است.

از میان ۱۴ مطالعه مرور شده در ۱ مورد از تمرینات کششی تقویتی [۱۲] استفاده شده که موجب بهبود الگوی توزیع فشار در افراد دچار ژنواروم و بهبود الگوی راه رفتن شده است.

در ۳ مطالعه از تمرینات آکادمی ملی پزشکی ورزشی به عنوان پروتکل اصلاحی استفاده شده است که سبب کاهش فاصله بین زانوها و بهبود ژنواروم شده است [۱۳، ۱۸، ۲۳].

با استفاده از کلیدواژه های Q, angle, genu varum, corrective exercise, protocol، همچنین در ایران نیز بانک های اطلاعاتی مگیران^۸، ایراندک^۹ و پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی^{۱۰} با کلید واژه های زانوی پرانتری، ژنواروم و حرکات اصلاحی، پروتکل مورد بررسی قرار گرفتند. ۱۴ مقاله براساس معیارهای ورود به مطالعه انتخاب شدند (تصویر شماره ۱).

معیارهای ورود: به زبان فارسی یا انگلیسی باشد؛ در نشریات علمی پژوهشی یا سطوح بالاتر چاپ شده باشد؛ درمورد پروتکل های حرکات اصلاحی مربوط به ژنواروم باشد؛ دسترسی کامل به متن مقاله وجود داشته باشد؛ درمورد حداقل ۲ مورد کلیدواژه های مذکور اطلاعاتی ارائه شده باشد. معیارهای خروج: درمان های دارویی؛ جراحی.

حاصل جست و جوی صورت گرفته براساس معیارهای ورود به تحقیق در نهایت به شناسایی ۲۰۰ مقاله درزمینه ناهنجاری ژنواروم انجامید و پس از ارزیابی های اولیه در عنوان و خلاصه مقاله، براساس معیارهای ورود مقالاتی که مورد قبول واقع نشدند از مطالعه حذف و اگر اطلاعات کافی در عنوان و چکیده آنها مشاهده نمی شد، متن کامل مقاله مورد مطالعه قرار می گرفت. در انتها ۱۴ مقاله برای بررسی نهایی انتخاب شدند.

11. Corrective Exercise Continuum (CEC)
12. Toe-in squat exercise-General squat exercise

8. Magiran
9. Irandoc
10. Scientific Information Database (SID)

جدول ۱. مختصری از روند انواع مطالعات، آزمودنی‌ها، مداخله‌ها، متغیرهای وابسته و نتایج

نام نویسندگان	نوع مطالعه	آزمودنی‌ها (n=x)	مداخلات	متغیر وابسته (ایزار)	نتایج
جعفرنژاد و همکاران (۲۰۱۸) [۱۱]	کارآزمایی کنترل‌شده تصادفی	۲۸ کودک پسر ۹ تا ۱۴ سال میانگین سنی: ۱۸/۵	تمرینات اصلاحی (پیوسته ^۲)	آنالیز راه رفتن (۶ دوربین مادون قرمز آنالیز حرکت، دو، محاسبات دینامیکی معکوس)	۱. کاهش حداکثر زاویه چرخش داخلی زانو ۴۰ درصد (P=۰/۰۱۱) و حداکثر ابداکشن هیپ ۴۷ درصد (P=۰/۰۱۰) حداکثر زاویه چرخش خارجی هیپ ۶۰ درصد P=۰/۰۰۱ کاهش ۲۶ درصد حداکثر زاویه دورسی فلکشن معج پا (P=۰/۰۲۰) و افزایش حداکثر زاویه چرخش خارجی زانو ۴۶ درصد P=۰/۰۴۴ در اندام غالب ۲. کاهش حداکثر اینورژن معج پا ۶۳ درصد P<۰/۰۱ حداکثر اورژن معج پا ۹۱ درصد P<۰/۰۱ حداکثر چرخش داخلی پا ۵۰ درصد P<۰/۰۱ حداکثر چرخش داخلی زانو ۲۹ درصد P=۰/۰۴۲ حداکثر زاویه ابداکشن هیپ ۲۸ درصد P<۰/۰۱ حداکثر زاویه چرخش خارجی هیپ ۶۰ درصد P<۰/۰۱ در پای غیر غالب
اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۲) [۱۲]	شبه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون	۳۴ دانش‌آموز ۱۳ تا ۱۷ سال میانگین سنی: ۱۵	۱. کشش عضلات ناحیه داخلی ران و زانو در وضعیت نشسته و ایستاده ۲. تقویت عضلات ناحیه خارجی زانو و ابداکتور ران	مقدار حداکثر فشار کف پای در ناحیه انگشتان دوم تا پنجم (آر-تی اسکن) ^۱	کاهش حداکثر فشار در ناحیه انگشتان دوم تا پنجم P=۰/۰۲۲
یلفانی و همکاران (۲۰۲۰) [۱۳]	تلفیقی کیفی کمی با رویکرد نیمه‌تجربی	۴۲ نوجوان ۱۴ تا ۱۸ ساله فوتبالیست میانگین سنی: ۱۶	۱. روش تمرینات اصلاحی سنتی ۲. روش تمرینات اصلاحی آکادمی ملی پزشکی ورزشی	۱. اندازه‌گیری تعادل پویا و ایستا (دستگاه تعادل سنچ بایودکس و تست ثبات وضعیتی) ^۲ ۲. مصاحبه ۳. اندازه‌گیری وضعیت زانو‌ها از کولیس (کالیبر دیجیتالی)	۱. بهبود ساختار بیومکانیکی مفصل و عملکرد عضلات اطراف زانو؛ سبب بهبود تعادل ۲. پروتکل تمرینات اصلاحی آکادمی ملی پزشکی ورزشی مؤثرتر از تمرینات اصلاحی سنتی
قاسمی و همکاران (۱۳۹۶) [۱۴]	نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون، پس‌آزمون	۳۰ دانش‌آموز دختر دوره متوسطه اول	تمرینات تراباند	۱. تعادل ایستا (آزمون لک لک) ۲. تعادل پویا (آزمون Y) ۳. فاصله زانو‌ها (کولیس) ۴. زاویه Q (گونیا متر یونیورسال)	۱. کاهش معنی‌دار فاصله زانو‌ها (P=۰/۰۰۱) ۲. افزایش معنی‌دار زاویه Q (P=۰/۰۰۱) (P=۰/۰۰۴)، تعادل ایستا (P=۰/۰۰۱) و تعادل پویا در جهت قدامی (P=۰/۰۰۱) خلفی خارجی (P=۰/۰۰۳) و خلفی داخلی (P=۰/۰۰۲)
پوردریشانی و همکاران (۱۳۹۷) [۱۵]	نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون، پس‌آزمون	۳۰ نفر از فوتبالیست‌های نوجوان با میانگین سنی ۱۶/۶۶±۲/۳۲	۱. روش کنزیوتیپ ۲. حرکات اصلاحی منتخب	۱. فاصله زانو‌ها (کولیس صنعتی) تغییر شکل یافته) ۲. زاویه Q (گونیا متر یونیورسال) ۳. زاویه زانو توسط آنالیز حرکت (مارکرهای کروی بازتابنده نور)، ثبت تصاویر (۲ دوربین دیجیتال با سرعت تصویربرداری ۵۰ فریم بر ثانیه)	۱. افزایش زاویه Q گروه تیپینگ (P<۰/۰۰۱) و گروه تمرینات اصلاحی (P=۰/۰۰۳) ۲. کم شدن فاصله زانو‌ها در گروه تیپینگ کاهش معنی‌دار (P=۰/۰۰۱) و در گروه اصلاحی (P<۰/۰۰۱) ولی در گروه تمرینات اصلاحی مؤثرتر از گروه تیپینگ ۳. افزایش زاویه زانو در گروه تیپینگ در مرحله ایستا (P=۰/۰۰۸)، برخورد پاشنه (P<۰/۰۰۱) و بلند شدن پنجه (P<۰/۰۰۱) و در گروه اصلاحی افزایش زاویه زانو در مرحله ایستا (P=۰/۰۱۹) و برخورد پاشنه (P=۰/۰۴۵) هر دو گروه مؤثر، ولی در گروه تیپینگ مؤثرتر از گروه حرکات اصلاحی ۴. روش تیپینگ نسبت به روش تمرینات اصلاحی منتخب بر اصلاح زاویه کشش عضله چهار سر رانی مؤثرتر

نام نویسندگان	نوع مطالعه	آزمودنی‌ها (n=x)	مداخلات	متغیر وابسته (ابزار)	نتایج
سانگ و همکاران (۲۰۲۱) [۱۶]		دانشجویان زن ۲۰ تا ۲۴ سال میانگین سنی: ۲۲	روش پیلاتس برگرفته از برنامه مت BALANCED BODY (http://balancedbody.com)	آنالیز راه رفتن (۶ دوربین مادون قرمز، ۲ صفحه نیرو)	افزایش گشتاور اکستنشن ($P < 0.05$) و کاهش گشتاور فلکشن در زانو ($P < 0.05$) و کاهش گشتاور اداکتور زانو ($P < 0.05$) و افزایش گشتاور چرخش اداکتوری مفصل زانو در حین راه رفتن ($P < 0.01$)
جعفرزاد و همکاران (۱۳۹۸) [۱۷]	کارآزمایی	۱۷ کودک	تمرینات اصلاحی پیوسته		۱. افزایش ۱۱/۴۷ درصد مقدار زمان رسیدن به اوج مؤلفه‌های نیروی عکس‌العمل زمین در راستای عمودی طی مرحله استقرار در پای برتر ($P = 0.033$) ۲. کاهش مؤلفه‌های اوج نیروهای عکس‌العمل زمین در راستای قدامی خلفی در لحظه تماس پاشنه حدود ۶۱/۹۰ درصد در پای برتر ($P = 0.011$) ۳. مقدار ضربه در راستای قدامی خلفی حدود ۸/۲۷ درصد افزایش در پای برتر ($P = 0.032$)
شمس و همکاران (۲۰۲۰) [۱۸]		۲۸ نوجوان فوتبالیست ۱۲ تا ۱۵ ساله میانگین سنی: ۱۳/۵	آکادمی ملی پزشکی ورزشی	فاصله زانوها (کولیس)	تفاوت معنادار کم شدن فاصله زانوها بین گروه کنترل و آزمایش ($P = 0.05$) با پیشرفت معنادار گروه آزمایش ($P = 0.001$)
مون و همکاران (۲۰۲۳) [۱۹]		۳۷ زن ۵۰ تا ۶۰ ساله میانگین سنی: ۵۵	برنامه ترکیبی (تمرینات قدرتی و عصبی-عضلانی)	۱. میزان درد (پرسش‌نامه مک گیل SF-MPQ) ۲. اندازه‌گیری زاویه هیپ، زانو، مچ (X-ray)	۱. کاهش ۱۶ درصدی فاصله بین زانوها $P < 0.01$ ۲. کاهش درد زانو ۳. بهبود ثبات و قدرت استاتیکی لگن و اندام تحتانی ۴. کاهش عدم تعادل عضلانی ۵. تفاوت معنادار زاویه هیپ، زانو و مچ پای سمت راست بین گروه‌ها $P < 0.05$ ۶. تفاوت زاویه میانی پروگزیمال تیبیا بین گروه‌ها در سمت چپ $P < 0.001$
پارک و همکاران (۲۰۱۷) [۲]	single blind	۱۴ دانشجو	۱. تمرینات کششی ۲. تمرین با ترا باندا	۱. توزیع فشار کف پا (Gait Analyzer) ۲. فاصله زانوها (گرفتن عکس و ارائه‌ای که توسط هان (۲۰۰۹) [۲۱] صورت گرفته	۱. کم شدن فاصله زانوها در هر دو گروه ($P < 0.05$) ۲. عدم تغییر معنادار در توزیع فشار کف پا
رشید و همکاران (۲۰۱۹) [۲۱]		۶۶ فرد با مقیاس آنالوگ بصری درد زانو ۲۴ بالای ۴۵ سال با سابقه استئو آرتروز	۱. تمرینات عصبی-عضلانی (NMT) ۲. تمرینات چهار سر ران (QT)	۱. اندازه‌گیری درد، سفتی، عملکرد فیزیکی (پرسش‌نامه WOMAC) ۲. آنالیز راه رفتن (Stride Analyzer و Vicon)	گروه NMT بهبود قابل توجهی در سرعت راه رفتن $P = 0.022$ و طول گام $P = 0.009$ و نمره جهانی پرسش‌نامه WOMAC گروه NMT $P = 0.011$ در مقایسه با QT ۱. افزایش تعادل پویا قدامی $P = 0.002$ میانی $P = 0.004$ خلفی $P = 0.005$ خلفی خارجی $P = 0.006$ سایر جهات $P < 0.001$ ۲. کاهش ناهنجاری $P = 0.002$
جعفرزاد و همکاران (۲۰۲۲) [۲۲]	نیمه‌تجربی	۳۴ فوتبالیست مرد نوجوان ۱۵ تا ۱۷ سال میانگین سنی: ۱۶	ترا باندا	۱. اندازه‌گیری فاصله زانو (کولیس) ۲. تعادل پویا (تست ستاره (SEBT))	۱. افزایش تعادل پویا قدامی $P = 0.002$ میانی $P = 0.004$ خلفی $P = 0.005$ خلفی خارجی $P = 0.006$ سایر جهات $P < 0.001$ ۲. کاهش ناهنجاری $P = 0.002$
شمس و همکاران (۲۰۱۹) [۲۳]	نیمه‌تجربی	۱۴ فوتبالیست ۱۲ تا ۱۶ سال میانگین سنی: ۱۴	تمرینات آکادمی ملی پزشکی ورزشی همراه با کش مقاومتی	فاصله بین زانوها (کولیس)	کاهش فاصله بین زانوها
لی و همکاران (۲۰۱۶) [۲۴]		۲۲ داوطلب	۱. اسکوات پنجه رو به داخل ۲. اسکوات معمولی	۱. اندازه‌گیری وضعیت بدن GPS (Global Postural System) ۲. فاصله بین زانوها (measurement plate)	کاهش فاصله زانوها در هر دو مورد

طب توانبخشی

1. RT-scan

2. Postural stability

از سوی دیگر نتایج مقایسه حرکات اصلاحی منتخب و کنزیوتیپ [۱۵] تأثیر یکسان بر روی زاویه Q گروه تیپینگ و گروه تمرینات اصلاحی داشته است. کم شدن فاصله زانوها در هر دو گروه اتفاق افتاده است، ولی در گروه تمرینات اصلاحی مؤثرتر از گروه تیپینگ بود. زاویه زانو در مرحله ایستا، بر خورد پاشنه و بلند شدن پنجه در هر دو گروه مؤثر ولی در گروه تیپینگ مؤثرتر از گروه حرکات اصلاحی گزارش شده است. روش تیپینگ نسبت به روش تمرینات اصلاحی منتخب بر اصلاح زاویه کشش عضله چهار سر رانی مؤثرتر بوده است.

مقایسه بین تمرینات عصبی-عضلانی و تمرینات چهارسر ران که در یک مطالعه [۲۱] مورد بررسی قرار گرفته است نشان می‌دهد تمرینات عصبی-عضلانی تأثیر بیشتری بر روی درد و عملکرد فیزیکی داشته است. همچنین بهبود سرعت راه رفتن و طول گام و افزایش نمره جهانی پرسش‌نامه WOMAC در تمرینات عصبی-عضلانی بیشتر بوده است.

همچنین نتایج مقایسه بین تمرینات کششی و تراباند [۳]، کم شدن فاصله زانوها در هر دو گروه و نتایج مقایسه بین تمرینات اسکوات معمولی و اسکوات با انگشتان رو به داخل [۲۴] نیز کاهش فاصله زانوها در هر دو مورد بوده است.

در تحقیق پارک و همکاران [۳] اختلاف فاصله زانوها در پروتکل کششی در پیش‌آزمون ۴/۳۹ و در پس‌آزمون ۳/۴۳ گزارش شده است که باعث شده میزان بهبودی فاصله زانوهای آن‌ها ۰/۹۶ باشد و همچنین اختلاف فاصله زانوها در پروتکل تراباند در پیش‌آزمون ۴/۷۱ و در پس‌آزمون ۴/۰۸ و میزان بهبودی فاصله زانوهای آن‌ها ۰/۶۳ است.

همچنین قاسمی و همکاران [۱۴] اختلاف فاصله زانوها را در پیش‌آزمون ۴/۱ و در پس‌آزمون ۳/۸۷ گزارش کرده‌اند و میزان بهبودی فاصله زانوهای آن‌ها ۰/۲۳ است.

در مطالعه لی و همکاران [۲۴] اختلاف فاصله زانوها در پیش‌آزمون ۷/۸۵ و در پس‌آزمون ۷/۰۱ گزارش شده است و میزان بهبودی فاصله زانوهای آن‌ها ۰/۸۴ است.

در همین راستا در مطالعه پوردرویشانی و همکاران [۱۵] اختلاف فاصله زانوها در پروتکل تیپینگ در پیش‌آزمون ۷/۱۳ و در پس‌آزمون ۵/۸۰ گزارش شده است و میزان بهبودی فاصله زانوهای آن‌ها ۱/۳۳ است. همچنین اختلاف فاصله زانوها در پروتکل اصلاحی منتخب در پیش‌آزمون ۸/۵۷ و در پس‌آزمون ۶ و میزان بهبودی فاصله زانوهای آن‌ها ۲/۵۷ است.

در مطالعه‌ای دیگر که سانگ و همکاران [۱۶] انجام دادند اختلاف فاصله زانوها در زانوی چپ در پیش‌آزمون ۱۴/۶۴ و در پس‌آزمون ۹/۷۴ گزارش شده است و میزان بهبودی فاصله زانوهای آن‌ها ۴/۹ است. همچنین اختلاف فاصله زانوها در زانوی راست در پیش‌آزمون ۱۲/۴۶ و در پس‌آزمون ۱۰/۸۵ و میزان بهبودی فاصله زانوهای آن‌ها ۱/۶۱ بود.

۲ مطالعه از پروتکل تمرینی تراباند استفاده کرده‌اند که این اثرات را در پی داشته است: کاهش فاصله زانوها، افزایش زاویه Q، افزایش تعادل ایستا و پویا [۱۴، ۲۲].

۲ مطالعه از تمرینات CEC بهره برده‌اند [۱۱، ۱۷] که موجب تأثیرگذاری بر روی این موارد شده است: کاهش حداکثر زاویه چرخش داخلی زانو (۴۰ درصد)، حداکثر ابداکشن هیپ (۴۷ درصد)، حداکثر زاویه چرخش خارجی هیپ (۶۰ درصد)، کاهش حداکثر زاویه دورسی فلکشن مچ پا (۲۶ درصد) و افزایش حداکثر زاویه چرخش خارجی زانو (۴۶ درصد) در اندام غالب. همچنین کاهش حداکثر اینورژن مچ پا (۶۳ درصد)، حداکثر اورژن مچ پا (۹۱ درصد)، حداکثر چرخش داخلی پا (۵۰ درصد)، حداکثر چرخش داخلی زانو (۲۹ درصد)، حداکثر زاویه ابداکشن هیپ (۳۸ درصد) و حداکثر زاویه چرخش خارجی هیپ (۶۰ درصد) در پای غیر غالب.

مقدار زمان رسیدن به حداکثر مؤلفه‌های نیروی عکس‌العمل زمین در راستای عمودی طی مرحله استقرار در پای برتر (با افزایش ۱۱/۴۷ درصد)، مؤلفه‌های حداکثر نیروهای عکس‌العمل زمین در راستای قدامی خلفی در لحظه تماس پاشنه حدود (با کاهش ۶۱/۹۰ درصد) در پای برتر و مقدار ضربه در راستای قدامی خلفی (با افزایش حدود ۸/۲۷ درصد) در پای برتر بهبود یافته است.

۱ مورد مطالعه با تمرینات پيلاتس وجود داشت [۱۶] که بر افزایش گشتاور اکستنشن، کاهش گشتاور فلکشن در زانو، کاهش گشتاور اداکتور و افزایش گشتاور چرخش داخلی هیپ در حین راه رفتن تأثیر گذاشته بود.

در ۱ نمونه تمرینات ترکیبی قدرتی و عصبی-عضلانی را برای پروتکل اصلاحی خود برگزیده بودند [۱۹] که این اثرات را در پی داشت: کاهش ۱۶ درصدی فاصله بین زانوها، کاهش درد زانو، بهبود ثبات و قدرت استاتیکی لگن و اندام تحتانی و کاهش عدم تعادل عضلانی.

از میان ۱۵ مطالعه مرور شده ۶ مطالعه از مقایسه بین تمرینات اصلاحی سنتی - تمرینات آکادمی ملی پزشکی ورزش، کنزیوتیپ - حرکات اصلاحی منتخب، تمرینات عصبی-عضلانی - تمرینات چهار سر ران، کششی - تراباند و تمرینات اسکات با پنجه به داخل^{۱۳} استفاده کرده بودند.

نتایج مقایسه بین تمرینات اصلاحی سنتی و تمرینات آکادمی ملی پزشکی ورزش [۱۳] بهبود ساختار بیومکانیکی مفصل و عملکرد عضلات اطراف زانو و بهبود تعادل را نشان داد و تمرینات آکادمی ملی پزشکی ورزش بر تمرینات سنتی برتری دارد.

13. General squat exercise -Toe-in squat exercise

سطح مقاومتی هر کدامشان را نشان می‌دهد. افراد براساس میزان توانایی و قدرتی که دارند از این کش‌های رنگی استفاده می‌کنند. در تمرین با مقاومت الاستیکی با استفاده از یک تیوب یا کش، همه گروه‌های عضلانی را می‌توان تقویت کرد. علاوه بر این می‌توان از هزینه و فضای که دستگاه‌های بدنسازی نیاز دارند نیز پرهیز کرد. با کشیدن یک باند کشی، مقاومت آن افزایش می‌یابد، این مقاومت برای ایجاد قدرت عضلانی، یک محرک روزافزون فراهم می‌کند و در هر لحظه می‌تواند یک یا چند مفصل را به کار گیرد و حرکات را مؤثرتر و عملی‌تر کند.

برنامه تمرینات اصلاحی پیوسته CEC نیز یکی از برنامه‌های متداول درمانی مربوط به ناهنجاری‌های ساختاری است. این برنامه ۴ مرحله اصلی دارد: مرحله اول شامل تکنیک‌های آزادسازی مایع میان‌بافتی روی عضلات گلوئتوس میانی، قسمت داخلی بخش همسترینگ و عضله پهن داخلی است. مرحله دوم با استفاده از تکنیک‌های کشش ایستا و پویا به کشش روی عضلات گلوئتوس مدیوس، بخش داخلی همسترینگ و عضله پهن داخلی هر دو پا می‌پردازد. مرحله سوم شامل استفاده از تمرینات تقویتی و تکنیک‌های ایزومتریک موضعی است. گروه‌های عضلانی تقویتی شامل پهن داخلی، دو سر رانی و اداکتورهای ران بودند. مرحله نیز چهارم شامل ادغام بود.

پیلاتس نیز مجموعه‌ای از تمرینات سازمان یافته است که بدن و مغز را برای تحت تأثیر قرار دادن قدرت، استقامت و انعطاف پذیری درگیر می‌کند. این رویکرد تمرینی در وضعیت‌های ایستا مانند خوابیده، نشسته و ایستاده، همچنین بدون طی مسافت و بدون پرش و جهش انجام می‌گیرد. این نوع از تمرینات، برای پیشگیری و درمان ناهماهنگی اندام تحتانی، مکانیسم‌های مختلفی را شامل می‌شود، مانند کشش و تقویت برای افزایش زاویه واروس مفصل زانو و کاهش گشتاور اداکتور مفصل زانو در حین راه رفتن، کاهش زاویه چرخش خارجی پا و کاهش بار در سمت داخلی مفصل زانو.

تمرینات ترکیبی قدرتی و عصبی عضلانی نیز در اصلاح ناهنجاری زانوی پرانتری نقش مؤثری را ایفا کرده‌اند. این مطالعه شامل تمرینات مختلف با تمرکز بر اصلاح عدم تعادل عضلانی ناشی از ژنوواروم بود. تمرینات پیشنهادی، ثبات و قدرت استاتیکی لگن و اندام تحتانی را بهبود بخشید. کاهش عدم تعادل عضلانی، احتمالاً با تقویت گروه‌های عضلانی بزرگ اندام تحتانی (عضلات چهار سر ران و راست رانی) از طریق تمرینات مقاومتی و با متعادل کردن بار دینامیکی در مفصل زانو به‌طور قابل توجهی درد زانوی ناشی از حرکات بدن را کاهش داد.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد پژوهشگران از انواع تمرینات برای اصلاح این ناهنجاری به‌منظور کاهش فاصله بین زانوها و گشتاور چرخش اداکتوری زانو، بهبود تعادل، توزیع مناسب فشار کف پا، بهبود درد و عملکرد فیزیکی استفاده کرده‌اند.

مون و همکاران [۱۹] نیز در مطالعه خود اختلاف فاصله زانوها در پیش‌آزمون را ۶/۸۴ و در پس‌آزمون ۵/۴۷ گزارش کردند و میزان بهبودی فاصله زانوهای آن‌ها ۱/۳۷ بود.

در مطالعه شمس و همکاران [۲۳] اختلاف فاصله زانوها در پیش‌آزمون ۴/۱۰ و در پس‌آزمون ۳/۳۷ گزارش شده است و میزان بهبودی فاصله زانوهای آن‌ها ۰/۷۳ است.

طبق اطلاعات مذکور در مورد کم شدن فاصله زانوها می‌توان این‌طور بیان کرد که در مطالعه سانگ و همکاران که از پروتکل تمرین اصلاحی پیلاتس بهره برده‌اند به مقدار بیشتری بهبود دیده شده است.

بحث

هدف از پژوهش حاضر، مروری بر پروتکل‌های حرکات اصلاحی در افراد دارای ناهنجاری ژنوواروم و بررسی پژوهش‌های انجام گرفته در زمینه تأثیر پروتکل‌های حرکات اصلاحی در افراد دارای ناهنجاری ژنوواروم بود.

طبق مطالعات صورت گرفته تمرینات آکادمی ملی پزشکی ورزش تأثیر قابل توجهی در کم شدن فاصله بین زانوها داشته است. در سال ۲۰۱۰ آکادمی ملی طب ورزش آمریکا یک پروتکل اصلاحی را در قالب یک زنجیره اصلاحی طراحی کرد که شامل ۴ مرحله مهار با هدف رهاسازی تنش یا کاهش فعالیت بیش از حد بافت‌های نوروماپوفاشیال (عصبی - عضلانی - نیامی) در بدن، افزایش طول به‌منظور افزایش قابلیت کشسانی و طول و دامنه حرکتی، فعال‌سازی با هدف افزایش فعال‌سازی بافت‌های کم‌کار و انسجام با هدف بازآموزی عملکرد گروهی عضلات همکار از طریق حرکات عملکردی پیش‌رونده بود [۲۵].

تمرینات کششی تقویتی نیز نوع دیگری از تمرینات اصلاحی در جهت بهبود این ناهنجاری بوده است. در مطالعه‌ای که با این پروتکل به اصلاح ناهنجاری پرداخته بود از کشش عضلات ناحیه داخلی ران و زانو (شامل کشش عضلات نزدیک‌کننده ران و عضلات داخلی مفصل زانو در وضعیت نشسته و ایستاده که هر تمرین حدود ۲۰ ثانیه طول می‌کشید و ۵ مرتبه انجام می‌گرفت) و تقویت عضلات ناحیه خارجی زانو و اداکتور ران (با دستگاه سیم‌کش و مقدار مقاومت ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه و ۱۰ بار تکرار انجام می‌شد) در تمرینات استفاده شده بود [۱۲].

در سال‌های اخیر استفاده از تمرینات تراباند به علت داشتن هزینه اندک، نیاز به فضای محدود و ایمنی بالا، در بازتوانی مورد توجه قرار گرفته است. از طرفی دیگر، به دلیل استفاده آسان از تراباند، تنوع بالایی که می‌توان در حرکات تمرینی اعمال کرد و کاربرد آن در ورزش‌های خانگی استقبال زیادی از آن صورت گرفته است. تراباندها، باندهای مقاومتی هستند که از مواد ارتجاعی طبیعی به‌صورت ورقه تهیه می‌شوند و رنگ‌بندی آن‌ها

تشکر و قدردانی

نویسندگان از همه شرکت‌کنندگان در مطالعه قدردانی می‌کنند.

باتوجه به اینکه تمام مطالعات در شرایط یکسان نبوده‌اند (به‌طور مثال تعداد نابرابر نمونه‌ها، شرایط آزمایشگاهی، ابزارهای اندازه‌گیری و غیره) نمی‌توان نتیجه‌گیری کرد که کدام پروتکل بیشترین اثر را داشته است، ولی می‌توان پروتکل‌هایی که اندازه‌گیری دقیقی بر روی فاصله زانوها انجام داده بودند را با توجه به اختلاف میانگین فاصله زانوها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون مورد مقایسه قرار داد که در بخش یافته‌ها به آن پرداخته شده است.

شواهد با کیفیت پایین تا متوسط نشان می‌دهد ورزش ساختاریافته و تمرینات اصلاحی باید به‌عنوان یک گزینه درمانی برای کاهش ژنوواروم در نظر گرفته شود، ما معتقدیم مطالعه مروری ما می‌تواند برای بسیاری از فیزیوتراپیست‌ها، پزشکان و متخصصان حرکات اصلاحی در حل مشکلات بیماران مبتلا به ژنوواروم، درد زانو در افراد دارای ژنوواروم و استئوآرتروز همراه با ژنوواروم مفید باشد و همچنین انگیزه‌ای برای کار بیشتر و تحقیقات آینده فراهم می‌کند.

این مطالعه دارای چندین محدودیت است. اول، علی‌رغم یک جست‌وجوی جامع، مطالعه ما فقط مواردی را که به زبان انگلیسی و فارسی نوشته شده‌اند شامل می‌شود. دوم، با وجود جست‌وجوی دقیق، تعداد مطالعات نشان داده‌شده نسبتاً کوچک است، سوم اینکه مطالعه ما فقط به بررسی پروتکل‌های ۱۰ سال گذشته پرداخته است. همچنین محدودیت سنی جزو معیارهای ورودی نبوده است.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مقاله یک مقاله مروری روایتی است که بر روی نمونه‌های انسانی و حیوانی انجام نشده است. براین اساس نیاز به کد اخلاق نبود و تمام قوانین اخلاق در پژوهش رعایت شده است.

حامی مالی

این مقاله هیچ کمک مالی از هیچ سازمانی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی بخش‌های این مقاله مشارکت یکسان داشته‌اند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

References

- [1] Caekenberghe IV, Segers V, Aerts P, Willems P, De Clercq D. Joint kinematics and kinetics of overground accelerated running versus running on an accelerated treadmill. *Journal of The Royal Society, Interface*. 2013; 10(84):20130222. [DOI:10.1098/rsif.2013.0222] [PMID]
- [2] Lee J, Park HS. Effects of physical characteristics and residence style on alignment of lower extremity. *Journal of Exercise Rehabilitation*. 2016; 12(2):109-12. [DOI:10.12965/jer.1632596.298] [PMID]
- [3] 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. *Journal of The Korean Society of Physical Medicine*. 2017; 12(1):83-91. [DOI:10.13066/kspm.2017.12.1.83]
- [4] Levangie PK, Norkin CC. *Joint structure and function: A comprehensive analysis*. Pennsylvania: F. A. Davis Company; 2011. [Link]
- [5] Asadi K, Mirbolook A, Heidarzadeh A, Mardani Kivi M, Emami Meybodi MK, Rouhi Rad M. Association of soccer and genu varum in adolescents. *Trauma Monthly*. 2015; 20(2):e17184. [DOI:10.5812/traumamon.17184] [PMID]
- [6] Bancroft RJ, McDonough T, Shakespeare J, Lynas K. Orthotics. *European Geriatric Medicine*. 2011; 2(2):122-5. [DOI:10.1016/j.eurger.2010.07.006]
- [7] Motooka T, Tanaka H, Ide S, Mawatari M, Hotokebuchi T. Foot pressure distribution in patients with gonarthrosis. *The Foot*. 2012; 22(2):70-3. [DOI:10.1016/j.foot.2011.11.008] [PMID]
- [8] Jafarnezhadgero AA, Shad MM, Majlesi M, Granacher U. A comparison of running kinetics in children with and without genu varus. *Plos One*. 2017; 12(9):e0185057. [DOI:10.1371/journal.pone.0185057] [PMID]
- [9] 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. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2017; 21(4):1009-16. [DOI:10.1016/j.jbmt.2016.12.009] [PMID]
- [10] Ruivo RM, Carita AI, Pezarat-Correia P. The effects of training and detraining after an 8 month resistance and stretching training program on forward head and protracted shoulder postures in adolescents: Randomised controlled study. *Manual Therapy*. 2016; 21:76-82. [DOI:10.1016/j.math.2015.05.001] [PMID]
- [11] Jafarnezhadgero AA, Majlesi M, Etemadi H, Robertson DGE. Rehabilitation improves walking kinematics in children with a knee varus: Randomized controlled trial. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2018; 61(3):125-34. [DOI:10.1016/j.rehab.2018.01.007] [PMID]
- [12] Esmaeili H, Anbarian M, Salari F. [The effect of an eight-week corrective exercise program on plantar pressure distribution pattern in adolescents with genu varum deformity during stance phase of walking (Persian)]. *Sport Sciences and Health Research*. 2014; 5(2):73-86. [DOI:10.22059/js-med.2014.36543]
- [13] Yalfani A, Givaki M, Ashoury H. Comparison of the effect of two kinds of the common and the NASM corrective exercises on the changes of genu varum deformity and balance of adolescent soccer players; A mixed method study. *Journal of Qualitative Research in Health Sciences*. 2021; 8(2):14-30. [Link]
- [14] Ghasemi GH, Sheibani N, Ghaderiyan M. [The effect of 12 weeks of theraband training on the knee position, Q angle and postural control in persons with genu varum (Persian)]. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*. 2018; 10(5):19-33. [DOI:10.22077/jpsbs.2018.751]
- [15] Purdarvishani A, Kiani B. [Comparison of the effect of kinesiotape and corrective exercise on knee varus and knee kinematics while walking in elite soccer players (Persian)]. *Sports Biomechanics*. 2018; 13(4) 59-67. [Link]
- [16] Song O, Seo KE, O'Sullivan DM, Park JJ. A biomechanical analysis of the effect of pilates exercise on Female College Students with knee joint deformity. *The Asian Journal of Kinesiology*. 2021; 23(3):20-8. [DOI:10.15758/ajk.2021.23.3.20]
- [17] Jafarnezhadgero A, Ghorbanlou F, Alavi-Mehr SM, Majlesi M. [The effect of corrective exercise on walking ground reaction force components in children with genu varus (Persian)]. *Research in Sport Medicine and Technology*. 2019; 17(18)13-22. [Link]
- [18] Shams Abrigh H, Moghaddami A. The corrective effect of an NASM based resistance exercise on genu varum deformity in teenage football players. *DYSONA-Life Science*. 2020; 1(1):14-9. [DOI:10.30493/dls.2020.103721]
- [19] Moon HH, Seo YG, Kim WM, Yu JH, Lee HL, Park YJ. Effect of combined exercise program on lower extremity alignment and knee pain in patients with genu varum. *InHealthcare*. 2022; 11(1):122. [DOI:10.3390/healthcare11010122] [PMID]
- [20] Han SM. A study on the effect of correction exercise on the space between knees of genu varum lower limbs deformation. [MA thesis]. Seoul: Kookmin University; 2009.
- [21] Rashid SA, Moiz JA, Sharma S, Raza S, Rashid SM, Hussain ME. Comparisons of neuromuscular training versus quadriceps training on gait and WOMAC index in patients with knee osteoarthritis and varus malalignment. *Journal of Chiropractic Medicine*. 2019; 18(1):1-8. [DOI:10.1016/j.jcm.2018.07.003] [PMID]
- [22] Jafarzadeh H, Fouladi R, Fallah Mohammadi M. [Effect of six weeks of exercise with trband on the dynamic balance of 15-17 years old soccer players with genu varum deformity (Persian)]. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2022; 11(4):576-89. [DOI:10.32598/SJRM.11.4.4]
- [23] Shams H, Shayegan Asl N. The influence of resistance exercises with nasm standards under the rubber band on changes to the deformity of knee abnormalities teenage footballer Tabriz County. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 2019, 10(7):900-3. [Link]
- [24] Lee SJ, Jin DY, No HJ, Kwon SJ, Yoon MH, Jung YJ, et al. The effects of squat exercises on the space between the knees of persons with genu-varum. *Indian Journal of Science and Technology*. 2016; 9(25):1-5. [DOI:10.17485/ijst/2016/v9i25/97227]
- [25] Clark M, Lucett S. *NASM's essentials of corrective exercise training*. Pennsylvania: Lippincott Williams & Wilkins; 2010. [Link]