

Comparison of the effect of 8 weeks of comprehensive corrective exercises on open and closed kinetic chains on Genu Valgum deformity in girls aged 8 to 12

Received:

2024/10/21

Accepted:

2024/12/02

Online ISSN

30

ABSTRACT

Purposes: Genu Valgum deformity is a very common deformity that leads to a change in the proper alignment of the lower limb. Considering that in correctional movements, implementation of open and closed kinetic chain training programs are two of the most common types of exercises, Comparing the effectiveness of these two training methods is of great importance. Therefore this study aimed to compare the effect of 8 weeks of comprehensive corrective exercises on open and closed kinetic chains on Genu Valgum deformity in girls aged 8 to 12 years.

Materials and Methods: Twenty girls aged 8 to 12 years from district 6 of Mashhad with Genu Valgum deformity were randomly and equally divided into two groups of open and closed kinetic chain. Measurement of internal ankle distance (using calipers) was evaluated before and after the exercise program. The training program consisted of 45 minutes, three sessions per week for eight weeks. To interpret the data, Shapiro-wilk test and analysis of variance with repeated measures (ANOVA with repeated measures) were used at a significance level of ($P < 0.05$).

Results: A significant decrease was observed in the post-test compared to the pre-test of the internal ankle distance in both training groups ($p=0.001$) and a significant mean difference was observed in the open kinetic chain training group than close kinetic chain training group ($p=0.012$).

Conclusion: Based on the results obtained, both types of comprehensive corrective exercises in the open and closed kinetic chains have a positive effect on the medial ankle distance in 8-12 year old girls with Genu Valgum deformity. Open-chain exercises were more effective than closed-chain exercises in reducing medial ankle distance.

Keywords: Genu Valgum deformity, Open kinetic chain, close kinetic chain, comprehensive corrective exercise

Zahra Moein Afshar

MSc of Sport Injuries and Corrective Exercise, Department of Exercise Physiology and Sport Injuries and Corrective Exercise, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad (FUM), Mashhad, Iran

Seyed Ali Akbar

Hashemi Javaheri Associate Professor, Department of Exercise Physiology and Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad (FUM), Mashhad, Iran

Nahid Khoshraftar Yazdi

Assistant Professor, Department of Exercise Physiology and Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad (FUM), Mashhad, Iran

*Correspondence:

Zahra Moein Afshar

Email:

zahramoeinafshar@gmail.com

[orcid /0000-0001-6730-5667](https://orcid.org/0000-0001-6730-5667)

Extended abstract

Background: Genu Valgum deformity is a very common deformity that leads to a change in the proper alignment of the lower limb. These people suffer from many biomechanical inefficiencies in the foot, including impaired posture control, impaired pressure on the soles of the feet, damage and changes in the excitability of the foot joints. It has been argued that muscle imbalance and stiffness play a role in creating this abnormality, and in particular, the shortness of the external muscles of the wrist (external part of the biceps, soleus, and fibula muscles) may have an effect on the movements of turning and moving away from the tibia, which can affect the movements of internal rotation and approximation of the femur. If the antagonist muscles (latissimus dorsi, tibialis posterior and tibialis anterior) are weak, they will probably not be able to overcome the crossed joint position. Such a sustained crossed position can potentially tighten the short head of the biceps femoris (bringing the fibula closer together with the tibia retracting) as well as tightening the TFL. One of the methods used to correct and treat these abnormalities is corrective exercise. Corrective exercise is a term used to define the systematic process of identifying abnormalities and defects in neuro-muscular-skeletal function, designing a practical plan and implementing a consistent corrective strategy. Corrective movements are performed in both comprehensive and local ways. Local corrective exercises are exercises that, based on Kendall's theory, are designed solely to reduce the effects of a specific abnormality and to correct the tissues around it, and in which other problems related to that abnormality are not taken into account. Comprehensive corrective exercises are exercises that, in addition to reducing the effects of abnormalities in a joint and point, simultaneously correct other related musculoskeletal disorders caused by this abnormality in other parts of the body. According to the concept of the chain reaction of Vladmir Janda (1979), which refers to the mutual relationship between the skeletal, muscular and nervous systems, the occurrence of any defects and disorders in any of the joints and muscles of the body can affect the quality and function of other joints and muscles. . Therefore, in addition to the involved position, general and comprehensive attention should be paid to other organs and joints of the body. Various exercises have been suggested for the implementation of corrective movements, for example, open and closed movement chain exercises can be mentioned. Wrist, knee and hip joints form the movement chain of the lower limb. When the end part of the limb is fixed, such as when the foot is bearing weight on the ground, the chain of motion is said to be closed. Resistance is needed in both the distal and proximal parts, that's why these exercises are superior for power generation, and performing these exercises in the lower limb reduces the shear forces in the joints, which are the cause of joint injuries. On the contrary, in the open movement chain, the end part of the organ is mobile and not fixed. Despite the recent popularity of closed range of motion exercises, it should be emphasized that both open and closed range of motion exercises have their place in corrective movements. Based on the mentioned materials and the results of internal and external investigations by the researcher and considering that the open and closed kinetic chain are two of the most common types of exercises in corrective movements and implementation of exercise programs; evaluating this issue can be a great help to trainers and rehabilitation movement specialists to choose the correct type of exercises for better results. Therefore, the aim of this research was to determine the effect of 8 weeks of comprehensive corrective exercises in both open and closed kinetic chains on the distance between the inner ankles of the foot in crossed knee deformity.

Methodology: The criteria for entering the research are as follows:

1. The girls were in the age range of 8-12 years.
2. The subjects had general physical health in terms of not suffering from cerebellar, visual-auditory, skeletal-muscular and neurological disorders (Parkinson's, tremors, Alzheimer's, etc.).
3. The subjects had not participated in any corrective

exercise program during the last six months. 4. Having a functionally crossed knee and the size between the two ankles between 4-7 cm. 5. In the past six months, they do not have a history of surgery or injury in the ankle, knee, thigh, pelvis, or a history of fracture in the ankle and leg areas that require complete immobility, such as the use of casts. 6. During the current research, the subject should be able to fully bear weight, walk normally, and have full range of motion of the leg joints. Twenty girls aged 8 to 12 years with Genu Valgum deformity were randomly and equally divided into two groups of open and closed kinetic chain. Measurement of internal ankle distance (using calipers) was evaluated before and after the exercise program. The training program consisted of 45 minutes, three sessions per week for eight weeks. To interpret the data, Shapiro-wilk test and analysis of variance with repeated measures (ANOVA with repeated measures) were used at a significance level of ($P < 0.05$).

Results: A significant decrease was observed in the post-test compared to the pre-test of the internal ankle distance in both training groups ($p < 0.001$) a significant mean difference was observed in the open kinetic chain training group than close kinetic chain training group ($p = 0.012$).

The crossed knee is caused by the weakness of the lower muscles such as leg muscles and hamstrings, as well as heredity factors and incorrect sitting are among the factors that cause it. Comprehensive open and closed kinetic chain corrective exercises by putting pressure on the muscles involved in this abnormality and affecting it by involving the lower limb and by creating muscle balance help to return to the normal state. One of the effective factors in improving the problem of crossed knee and ankle distance, which has been done in previous researches, is regular corrective exercises. For this purpose, in the current research, the effect of open and closed kinetic chain exercises on this condition was investigated after eight weeks. The research results showed a significant effect in the post-test and the mean difference was higher in the open chain training group.

Conclusion:

Based on the results obtained, both types of comprehensive corrective exercises in the open and closed kinetic chains have a positive effect on the medial ankle distance in 8-12 year old girls with Genu Valgum deformity. Open-chain exercises were more effective than closed-chain exercises in reducing medial ankle distance.

Acknowledgments

We thank all the people who helped us in this project.

مقایسه تاثیر هشت هفته تمرینات جامع اصلاحی در زنجیره حرکتی باز و بسته بر فاصله قوزک های داخلی پا در دختران ۸ تا ۱۲ سال مبتلا به ناهنجاری زانوی ضربدری

چکیده	<p>تاریخ ارسال: ۱۴۰۳/۰۷/۳۰</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۲</p> <p>شاپا الکترونیکی ۳۰۶۰-۷۰۷۸</p>
<p>مقدمه: ناهنجاری زانوی ضربدری ناهنجاری شایعی است که باعث انحراف اندام تحتانی از راستای مناسب می شود. با توجه به این که در تمرینات اصلاحی اجرای برنامه های تمرینی زنجیره حرکتی باز و بسته دو نوع رایج تمرینات می باشند، مقایسه تأثیر گذاری این دو شیوه تمرینی اهمیت زیادی دارد. بنابراین هدف از مطالعه حاضر مقایسه تأثیر ۸ هفته تمرینات جامع اصلاحی در زنجیره حرکتی باز و بسته بر فاصله قوزک های داخلی پا در دختران ۸ تا ۱۲ سال مبتلا به ناهنجاری زانوی ضربدری بود.</p> <p>روش تحقیق: تعداد ۲۰ دختر ۸ تا ۱۲ سال از ناحیه ۶ شهر مشهد دارای ناهنجاری زانوی ضربدری به طور تصادفی و مساوی به دو گروه زنجیره حرکتی باز و بسته تقسیم شدند، اندازه گیری فاصله قوزک های داخلی پا (با استفاده از کولیس) قبل و بعد از برنامه تمرینی مورد ارزیابی قرار گرفت. برنامه تمرینی شامل ۴۵ دقیقه، سه جلسه در هفته و به مدت هشت هفته بود. جهت تفسیر داده ها از آزمون شاپیروویلیک و تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر (ANOVA with repeated measures) در سطح معنا داری $p \leq 0/05$ استفاده شد.</p> <p>یافته‌ها: کاهش معناداری در پس آزمون نسبت به پیش آزمون فاصله قوزک های داخلی پا در هر دو گروه تمرینی مشاهده شد ($P=0/001$) و اختلاف میانگین معناداری در گروه تمرینی زنجیره حرکتی باز نسبت به گروه تمرینی بسته مشاهده شد ($P=0/012$).</p> <p>نتیجه گیری: بر اساس نتایج به دست آمده؛ هر دو نوع تمرین جامع اصلاحی در زنجیره حرکتی باز و بسته اثر مثبتی بر فاصله قوزک‌های داخلی پا در دختران ۸ تا ۱۲ سال مبتلا به ناهنجاری زانو ضربدری دارند. تمرینات با زنجیره حرکتی باز نسبت به زنجیره حرکتی بسته در کاهش میزان فاصله قوزک‌های داخلی پا تاثیر بیشتری داشتند.</p> <p>واژگان کلیدی: زانو ضربدری، تمرینات جامع اصلاحی، زنجیره حرکتی بسته، زنجیره حرکتی باز</p>	<p>زهرا معین افشار کارشناس ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران</p> <p>سید علی اکبر هاشمی جواهری دانشیار و عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران</p> <p>ناهید خوشرفتار یزدی استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران</p> <p>* نویسنده مسئول: زهرا معین افشار ایمیل: zahramoeinafshar@gmail.com orcid /0000-0001-6730-5667</p>

مقدمه:

ناهنجاری زانوی ضربدري ناهنجاری شایعی است که باعث انحراف اندام تحتانی از راستای مناسب می‌شود. این ناهنجاری باعث ایجاد عوارض بسیاری از جمله ناکارآمدی بیومکانیکی پاها [۱] اختلال در هماهنگی و کنترل وضعیت بدن [۲] ایجاد اختلال در فشارهای وارده بر قوس‌های کف پا، بروز آسیب [۳، ۲] و بروز تغییر در تحریک پذیری مفاصل اندام تحتانی می‌شوند [۴]. همچنین اسپاسم و عدم تعادل عضلات از عوامل بروز این ناهنجاری ذکر شده [۵] مانند کوتاهی عضلات قسمت خارجی مچ پا (قسمت خارجی دوقلو، نعلی و عضلات نازک نئی) که در حرکات دور شدن و چرخیدن درشت‌نی، موثر است و حرکات نزدیک شدن و چرخش داخلی ران را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اگر عضلاتی که عملکرد مخالف دارند مانند قسمت داخلی دوقلو، درشت نئی خلفی و قدامی ضعیف باشند، باعث بروز ضربدري شدن زانوها می‌شوند و می‌تواند باعث کوتاهی سر کوتاه عضله‌ی دوسر رانی (نزدیک شدن نازک نی همراه با دور شدن درشت نی) و همچنین سفت شدن کشنده پهن نیام شود [۶]. تمرینات اصلاحی یکی از روش‌هایی است که برای اصلاح این ناهنجاری‌ها بکار برده می‌شود. تمرین اصلاحی اصطلاحی است که به منظور فرآیند نظام مند شناسایی ناهنجاری^۱ و نقص در عملکرد عصبی-عضلانی-اسکلتی، طراحی برنامه عملی و اجرای راهبرد اصلاحی منسجم، بکار برده می‌شود [۷].

از دیدگاه مبانی نظری تمرینات اصلاحی به دو صورت موضعی و جامع انجام می‌شود. منظور از تمرینات اصلاحی موضعی تمریناتی است که در آن برای اصلاح یک ناهنجاری تنها به اصلاح بافت‌های اطراف آن موضع درگیر پرداخته می‌شود و تمریناتی برای مفاصل اطراف ناحیه درگیر داده نمی‌شود [۸]. در تمرینات اصلاحی جامع که بر اساس نظریه عکس‌العمل زنجیره‌ای ولادمیر جاندا طراحی شده اند علاوه بر بهبود و کاهش مشکلات ناهنجاری در یک مفصل و ناحیه خاص، به صورت هم‌زمان ناهنجاری‌های مرتبط با این ناهنجاری را در دیگر مفاصل بدن را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. طبق نظریه عکس‌العمل زنجیره‌ای ولادمیر جاندا که به رابطه بین دستگاه‌های عصبی-عضلانی-اسکلتی اشاره دارد، وجود هر اختلال در هر یک از مفاصل و عضلات بدن می‌تواند بر عملکرد دیگر مفاصل و عضلات نیز موثر باشد. بنابراین علاوه بر ناحیه درگیر باید توجهی جامع و همه جانبه به اندام‌ها و مفاصل دیگر بدن نیز داشت [۹]. تمرینات زنجیره حرکتی باز و بسته از انواع مختلف تمرینات مورد استفاده در حرکات اصلاحی هستند. مفاصل مچ، زانو و ران زنجیره حرکتی اندام تحتانی را تشکیل می‌دهند. هنگامی که قسمت انتهایی اندام ثابت باشد، مانند زمانی که پا روی زمین تحمل وزن می‌کند، زنجیره حرکتی را بسته می‌گویند. در زنجیره حرکتی باز، بخش انتهایی اندام متحرک است مانند زمانی که حرکت باز کردن ران را بر روی یک پا در حالت ایستاده انجام می‌دهیم. در حرکات اصلاحی هر دو تمرین‌های زنجیره حرکتی باز و بسته جایگاه خود را دارند [۱۰].

طبق مطالب ذکر شده و نتایج مطالعات انجام شده در داخل و خارج از کشور توسط محقق و با توجه به این که زنجیره حرکتی باز و بسته دو نوع از تمرینات رایج در حرکات اصلاحی هستند؛ بررسی این موضوع که کدام نوع از تمرینات می‌تواند برای نتیجه‌گیری در حرکات اصلاحی موثرتر باشند می‌تواند باعث کمک چشمگیری به مربیان و متخصصان حرکات اصلاحی شود؛ بنابراین هدف از این تحقیق این بود که تأثیرگذاری ۸ هفته تمرینات جامع اصلاحی در دو زنجیره حرکتی باز و بسته بر فاصله قوزک‌های داخلی پا در ناهنجاری زانوی ضربدري کودکان را مورد بررسی قرار دهد.

روش تحقیق:

با توجه به موضوع و اهداف تحقیق، روش به کار گرفته شده در این تحقیق از نوع نیمه تجربی و از حیث هدف کاربردی و با طرح

¹ Anomaly

پیش‌آزمون - پس‌آزمون بود. جامعه‌ی آماری تحقیق را دختران ۸ تا ۱۲ سال ناحیه ۶ شهر مشهد که دچار ناهنجاری زانوی ضربدری بودند و شرایط ورود به تحقیق را داشتند، تشکیل دادند. برای محاسبه تعداد نمونه، با استفاده از نرم‌افزار G_power و با در نظر گرفتن $\alpha=0/05$ ، $\beta=0/2$ (توان آماری ۸۰٪) و اندازه اثر ۱/۱، تعداد ۱۰ نفر برای هر گروه به دست آمد. به صورت شفاهی توضیحاتی در مورد روند کار به افراد داده شد. آزمودنی‌ها به صورت هدفمند و در دسترس، از میان جامعه آماری با در نظر گرفتن معیارهای ورود و خروج و فرم مشخصات فردی پس از پر کردن فرم رضایت نامه آگاهانه وارد تحقیق شدند. بر این اساس ۲۰ نفر از دختران ۸-۱۲ سال ناحیه ۶ شهر مشهد که شرایط حضور در تحقیق را داشتند با میانگین سنی ۹/۴۵ سال، قد ۱۳۵/۶۵ سانتی متر و وزن ۳۳/۰۸ کیلوگرم انتخاب شدند. معیارهای ورود به پژوهش نیز به شرح زیر می باشد:

۱. دختران در دامنه سنی ۸-۱۲ سال بودند. ۲. آزمودنی‌ها از سلامت عمومی جسمی از لحاظ عدم ابتلا به اختلالات مخچه‌ای، دیداری-شنیداری، اسکلتی-عضلانی و نورولوژیکی برخوردار بودند. ۳. آزمودنی‌ها در هیچ برنامه تمرینی اصلاحی طی شش ماه اخیر شرکت نکرده بودند. ۴. داشتن زانوی ضربدری به صورت عملکردی و اندازه بین دو قوزک پا بین ۴-۷ سانتی‌متر. ۵. در شش ماه گذشته سابقه جراحی یا آسیب در مچ پا، زانو، ران، لگن و یا سابقه شکستگی در مچ پا و نواحی ساق که نیاز به بی‌حرکی کامل مثل استفاده از گچ‌گیری باشد، نداشته باشند. ۶. آزمودنی هنگام تحقیق حاضر بتواند به‌طور کامل وزن را تحمل کند، راه رفتن طبیعی داشته باشد و دامنه حرکتی مفاصل اندام تحتانی کامل باشد.

روش اجرا

ابتدا افراد دارای ناهنجاری زانوی ضربدری توسط متخصص شناسایی شدند. براساس شرایط ورود به تحقیق از بین این افراد ۲۰ نفر به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب شدند و فرم رضایت نامه توسط والدین کودکان امضا و فرم اطلاعات شخصی تکمیل گردید. سپس به طور تصادفی به دو گروه تجربی ۱ (زنجره حرکتی باز) و گروه تجربی ۲ (زنجره حرکتی بسته) تقسیم شدند. در پیش‌آزمون، قد، وزن و فاصله قوزک‌های داخلی پا مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس برنامه تمرینی برگرفته از برنامه تمرینی آکادمی ملی طب ورزشی (NASM¹) آغاز شد و افراد به مدت ۸ هفته و در ۲۴ جلسه تمرینی تحت نظارت محقق، به صورت سه جلسه ۴۵ دقیقه‌ای در هر هفته تمرینات جامع در زنجره حرکتی باز و یا بسته را انجام دادند. در پس‌آزمون مجدداً متغیرهای تحقیق مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.

پروتکل‌های تمرینی

حرکات اصلاحی به ترتیب در چهار مرحله انجام می شوند. مرحله اول را مرحله رهاسازی، مرحله دوم را مرحله طویل سازی، مرحله سوم را مرحله فعال سازی و مرحله چهارم را مرحله انسجام عملکرد می نامند. انواع تمرینات انجام شده در هر یک از مراحل در جدول ۱ توضیح داده شده است که شامل ۱۲ نوع تمرین می باشد. همچنین جزئیات تمرینات انجام شده در هشت هفته در جدول ۲ نشان داده شده است.

اندازه‌گیری زانوی ضربدری

برای تشخیص زانوی ضربدری فاصله بین قوزک‌های داخلی پاها با کولیس اندازه‌گیری شد. به این صورت که آزمودنی‌ها بدون کفش و جوراب در حالتی که اندام تحتانی آنها کاملاً نمایان باشد در مقابل آزمونگر به صورت طبیعی و بدون هیچ انقباض غیرطبیعی در عضلات اندام تحتانی قرار گرفتند. وجود فاصله سه سانتی‌متر و بیشتر بین دو قوزک داخلی مچ پاها، فرد را در گروه مبتلایان به ناهنجاری زانو ضربدری قرار داد [۱۵].

1. National Academy of Sports Medicine

جدول ۱. انواع تمرینات انجام شده در چهار مرحله رهاسازی، طویل سازی، فعال سازی و انسجام عملکرد

شماره تمرین	نوع تمرین	توضیحات
۱	آماده سازی	آماده سازی شرایط روحی، روانی، اجتماعی، خانوادگی ارائه توضیحاتی درباره ناهنجاری پرونیشن و شیوه کار تمرینات اصلاحی
۲	رها سازی (گذاشتن کف پا روی توپ تنیس و رول ژله ای)	جلو و عقب کردن پا روی توپ و رول و به طرف داخل و بیرون سر دادن پا ها روی توپ و رول
۳	رها سازی (عضله دوقلو خارجی، نعلی، نوار ایلئوتیبیال و ...)	گذاشتن عضله بر روی فوم رولر و سر دادن عضله به جلو و عقب
۴	رها سازی (نقاط درد و گرفتگی شدید)	می توان به وسیله ماساژ رها سازی را انجام داد
۵	طویل سازی (کشش عضلات دوقلو، همسترینگ خارجی و ...)	کشش فعال، کشش ایستا، کشش ایزومتریک، کشش PNF
۶	گرم کردن عمومی	پایاده روی، انجام حرکات کششی عمومی، انجام تمرینات تقویتی و تعادل عمومی
۷	گرم کردن تخصصی	راه رفتن روی لبه خارجی پا و انجام حرکات کششی تخصصی
۸	فعال سازی در زنجیره حرکتی باز	جمع کردن اشیایی ریز و قرار دادن آنها در یک سطل، تمرین چرخش خارجی ران در حالت خوابیده، درحالی که زانو ها ۹۰ درجه هستند به پهلو خوابیده و مچ پا ها را به هم نزدیک می کند و زانو ها را از هم دور می کند، انجام حرکت قیچی روی زمین به صورت دراز کش، فلکشن انگشتان پا در حالت خوابیده، دورسی و پلاننار فلکشن مچ پا در حالت خوابیده، هایپراکستنشن ران با زانو های خم ابداکشن ایستاده ران با چرخش خارجی، در حالت خوابیده به پشت زانو ها را یکی در میان در شکم جمع کند، فرد درحالی که به پشت خوابیده پای چپ کاملاً صاف و پای راست را به صورت خم از روی پای دیگر می گذرانیم و بلعکس، فرد با زانو و ران خم به پشت می خوابد و یک پا را بالا می آورد زانو را در حالت ۹۰ درجه نگه می دارد (مشابه نشستن روی صندلی)، روی لبه صندلی می نشیند و زانوی خود را باز و بسته می کند، رساندن زانو به آرنج (زانو همراه با چرخش خارجی ران و اینورژن مچ پا)
۹	فعال سازی در زنجیره حرکتی باز تمرینات پیشرفته و اضافه بار	مجاله کردن روزنامه با کف پا، جمع کردن اشیا با کف پا و نگهداشتن آن و تکرار (اینکار علاوه بر تمرین تقویتی باعث تعادل در پای دیگر می شود)، انجام حرکت دوچرخه روی زمین به صورت درازکش، دورسی و پلاننار فلکشن مچ پا در حالت سوپاین با استفاده از کش، هایپراکستنشن ران (چرخش خارجی ران و ساق) با زانو صاف در حالت ایستاده، خم شدن به جلو در حالت ایستاده (زانو ها نشکند، در هنگام برگشت عضلات سرینی و شکمی فعال باشند)، ضربه زدن به توپ مدسین بال با بغل پا، بستن کش به ستون و مچ پا و انجام حرکت ادداکشن،

<p>بلند کردن ساق یک‌پا با چرخش خارجی ران و اینورژن مچ تقویتی ایزومتریک</p> <p>یک‌پارچه را با پنجه پا جمع کند در حالت نشسته، وزن خود را به نوک پنجه و به پاشنه انتقال دهد، راه رفتن روی لبه خارجی پا درحالی که انگشتان جمع باشد، چرخش خارجی ران در حالتی که کف پا روی زمین قرار دارد، تویی را بین دو زانوی خود نگه دارد و راه برود، روی بوسوبال بنشیند و پاشنه روی زمین باشد و پنجه را بالا و پایین کند (راستای ایستادن مهم است)، راه رفتن به‌طور یک‌پا بوکس روی لبه خارجی پا</p>	<p>فعال سازی در زنجیره حرکتی بسته</p>	<p>۱۰</p>
<p>یک‌پارچه را با پنجه پا جمع کند در حالت ایستاده، جمع کردن پارچه با پا در صورتی که وزنه ای در آن طرف پارچه گذاشته شود، با کشی که به کف پا بسته شده حرکت اینورژن را انجام دهد در حالت ایستاده، انجام حرکات پویا (دویدن، پریدن، اسکات، بالا رفتن از پله و ... در تمامی این حرکات باید دقت شود فرد زانو خودش را به واروس ببرد)، روی بوسوبال بنشیند و پاشنه روی زمین باشد و پنجه را بالا و پایین کند و از پای دیگر به عنوان اضافه بار استفاده کند به‌طوری که کف پای دیگر را روی پنجه پا بگذارد و حرکت را انجام دهد (راستای ایستادن مهم است)، دورسی فلکشن پا در حالت ایستاده در مقابل مقاومت، پلانتر فلکشن پا در حالت ایستاده و اینورژن مچ در مقابل مقاومت</p>	<p>فعال سازی پیشرفته در زنجیره حرکتی بسته</p>	<p>۱۱</p>
<p>حرکات تعادلی مچ پا (ایستادن روی بوسو)، ایستادن با یک‌پا روی زمین، خم شدن روی یک زانو و برداشتن شی با پای دیگر از روی زمین، انجام حرکت اسکات با زانوهای رو به خارج و روی لبه خارجی پا، در وضعیت ایستاده، توپ فیزیوبال بین قوس کمر و دیوار قرار می‌دهد. با منقبض کردن شکم ران را حدود ۶ اینچ پایین می‌آورد و دوباره به حالت قبل بر می‌گردد (پاها اندازه عرض شانه باز باشد)، به‌صورت چهار دست و پا روی زمین قرار گرفته و ران و شانه مخالف را باز می‌کند. (توجه شود راستای اندام مهم است انقباض عضلات شکم نیز مهم می‌باشد)، دست یابی تعادل بر روی یک‌پا ۱۰ تا ۱۵ تکرار شدت کم استراحت ۳۰ ثانیه، اسکات روی بوسو، اسکات با نگهداری توپ بین زانو ها، اسکات با باند کشی دور زانو، ایستادن با یک‌پا بر روی بوسو، اسکات با یک‌پا اسکات توپ - برخاستن - لانچ - اسکات روی یک‌پا (تمرین پیشرونده)</p>	<p>انجام عملکرد</p>	<p>۱۲</p>

جدول ۲. جزئیات تمرینات انجام شده در هشت هفته

هفته	زمان		تمرینات	
	گرم کردن	تمرین	فاز	شماره تمرین جدول ۱
اول (هر دو گروه)	۱۵ دقیقه	۲۰ دقیقه	آماده سازی فرد برای رهاسازی	تمرینات ۱، ۲، ۳ و ۴
دوم (هر دو گروه)	۱۵ دقیقه	۲۵ دقیقه	آماده سازی فرد برای طویل سازی- حرکت کششی ساده و نرم	تمرینات ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶
سوم (هر دو گروه)	۱۵ دقیقه	۲۵ دقیقه	طویل سازی	تمرینات ۵، ۶ و ۷
چهارم (گروه زنجیره باز)	۱۵ دقیقه	۲۵ دقیقه	آماده سازی فرد برای فعال سازی- حرکت در زنجیره باز	تمرینات ۶، ۷ و ۸
پنجم (گروه زنجیره باز)	۱۵ دقیقه	۳۰ دقیقه	آماده سازی فرد برای فعال سازی- حرکت در زنجیره حرکتی باز	تمرینات ۶، ۷، ۸ و ۹

ششم (گروه زنجیره باز)	۱۵ دقیقه	۳۰ دقیقه	فعال سازی-حرکت در زنجیره حرکتی باز	تمرینات ۶، ۷ و ۹	۶ و ۷: ۱۵ دقیقه ۹: ۳-۱۰-۱۵ تکرار
چهارم (گروه زنجیره بسته)	۱۵ دقیقه	۳۰ دقیقه	آماده سازی فرد برای فعال سازی-حرکت در زنجیره حرکتی بسته	تمرینات ۶، ۷، ۱۰	۶ و ۷: ۱۵ دقیقه ۱۰: ۱-۳-۱۰-۱۵ تکرار
پنجم (گروه زنجیره بسته)	۱۵ دقیقه	۳۰ دقیقه	آماده سازی فرد برای فعال سازی-حرکت در زنجیره حرکتی بسته	تمرینات ۶، ۷، ۱۰ و ۱۱	۶ و ۷: ۱۵ دقیقه ۱۰: ۱-۳-۱۰-۱۵ تکرار ۱۱: ۳-۱۰-۱۵ تکرار
ششم (گروه زنجیره بسته)	۱۵ دقیقه	۳۰ دقیقه	فعال سازی-حرکت در زنجیره حرکتی بسته	تمرینات ۶، ۷، ۱۱	۶ و ۷: ۱۵ دقیقه ۱۱: ۳-۱۰-۱۵ تکرار
هفتم (هر دو گروه)	۱۵ دقیقه	۳۰ دقیقه	آماده سازی فرد برای انسجام عملکرد، حرکت ساده و نرم	تمرینات ۷ و ۱۲	۷: ۱۵ دقیقه ۱۲: ۳-۱۰-۱۵ تکرار شدت کند استراحت ۳۰ ثانیه قوس مناسب پا حفظ شود؛ و زانو مستقیم در راستای انگشتان دوم و سوم قرار بگیرد
هشتم (هر دو گروه)	۱۵ دقیقه	۳۰ دقیقه	انسجام عملکرد	تمرینات ۷ و ۱۲	۷: ۱۵ دقیقه ۱۲: ۳-۱۰-۱۵ تکرار شدت کند استراحت ۳۰ ثانیه قوس مناسب پا حفظ شود؛ و زانو مستقیم در راستای انگشتان دوم و سوم قرار بگیرد

روش تجزیه و تحلیل داده ها

پس از جمع‌آوری و وارد کردن اطلاعات در محیط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲، داده‌های خام مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت. برای تعیین نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیروویلیک و جهت بررسی همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده شد. برای طبقه‌بندی و تنظیم داده‌ها و محاسبه شاخص‌های گرایش مرکزی (میان و میانگین) و شاخص پراکندگی (انحراف استاندارد) از آمار توصیفی استفاده شد و سپس برای مقایسه درون گروهی و بین گروهی از آزمون آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر ANOVA with repeated measures در سطح معناداری $p \leq 0/05$ استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فردی شامل سن، قد، وزن، شاخص توده ی بدنی آزمودنی‌ها در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳: یافته‌های مربوط به ویژگی‌های جمعیت شناختی و آنتروپومتریکی شرکت‌کنندگان

متغیرها	گروه	تعداد	انحراف استاندارد \pm میانگین
سن (سال)	تمرین بسته	۱۰	۸/۰ \pm ۹۰/۸۷
	تمرین باز	۱۰	۱۰/۰ \pm ۰۰/۰۱
قد (سانتیمتر)	تمرین بسته	۱۰	۱۳۲/۶ \pm ۵۵/۰۱
	تمرین باز	۱۰	۱۳۸/۴ \pm ۷۵/۹۰
وزن (کیلوگرم)	تمرین بسته	۱۰	۳۳/۳ \pm ۱۳/۹۷
	تمرین باز	۱۰	۳۳/۴ \pm ۰۴/۱۷
شاخص توده بدنی BMI (کیلوگرم مترمربع)	تمرین بسته	۱۰	۱۸/۱ \pm ۸۲/۴۲
	تمرین باز	۱۰	۱۸/۱ \pm ۱۴/۲۵

در جدول ۴ داده‌های مربوط به میانگین و انحراف استاندارد متغیر پژوهشی فاصله قوزک‌های داخلی پا آورده شده است.

جدول ۴: یافته‌های مربوط به متغیر پژوهشی میزان فاصله قوزک‌های داخلی پا

متغیرها	گروه	پیش‌آزمون انحراف استاندارد \pm میانگین	پس‌آزمون انحراف استاندارد \pm میانگین
فاصله قوزک های داخلی پا	تمرین بسته	۶/۶۵ \pm ۱/۰۵	۵/۸۴ \pm ۱/۴۹
	تمرین باز	۴/۶۵ \pm ۱/۹۸	۳/۶۳ \pm ۲/۱۸

نتایج آزمون شاپیرو-ویلک نشان دهنده نرمال بودن توزیع داده‌ها در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در متغیر پژوهش بود. همچنین از آزمون لون برای همگنی گروه‌ها برای بررسی متغیر پژوهشی زانوی ضربدری استفاده شد. نتایج بدست آمده نشان داد که متغیر پژوهشی در هر دو گروه همگن هست.

همان‌طور که در جدول ۴ نشان داده شده است؛ نتایج اثر اصلی ($p=0/001$) معنی‌دار بود که نشان‌دهنده آن است که یک دوره تمرینات اصلاحی جامع در زنجیره حرکتی باز و بسته بر فاصله قوزک‌های داخلی پا معنی‌دار است ($F=28/208$; $P<0/001$). همچنین اثر تعاملی برای فاصله قوزک‌های داخلی پا معنی‌دار بود ($F=0/371$; $p=0/001$) و این بدین معناست که بین فاصله قوزک‌های داخلی پا در پس‌آزمون دو گروه تمرینی زنجیره بسته و باز اختلاف معنی‌داری وجود دارد.

جدول ۴: نتایج بدست آمده از آزمون اندازه‌های تکراری متغیر پژوهشی فاصله قوزک‌های داخلی پا

متغیر	اثر اصلی			اثر تعاملی	
	آماره	معنی‌داری	اندازه اثر	آماره	معنی‌داری
فاصله قوزک‌های داخلی پا	۲۸/۲۰۸	۰/۰۰۱	۰/۶۱	۰/۳۷۱	۰/۰۰۱

* سطح معنی‌داری $p \leq 0/05$

با توجه به معنی دار بودن اثر اصلی و اثر تعاملی از آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسه بین گروه‌ها در دو مرحله پیش‌آزمون - پس آزمون استفاده گردید. همان طور که در جدول ۵ نشان داده شده است تفاوت معنی‌داری ($P=0/012$) بین گروه‌های تمرین زنجیره بسته و باز وجود دارد و در گروه تمرینی زنجیره باز اختلاف میانگین پیش آزمون و پس آزمون بیشتر بود (اختلاف میانگین $0/02$).

جدول ۵. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی جهت مقایسه فاصله قوزک‌های داخلی پا

گروه‌ها	آزمون بونفرونی
زنجیره بسته-زنجیره باز	سطح معنی داری
	* $0/012$
سطح معنی داری $p < 0/05$ *	

بحث:

هدف از انجام این تحقیق، بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات جامع اصلاحی در زنجیره حرکتی باز و بسته بر فاصله قوزک‌های داخلی پا دختران ۸ تا ۱۲ سال مبتلا به ناهنجاری زانوی ضربدری بود. زانوی ضربدری با ایجاد فاصله بیشتر از حد نرمال بین قوزک‌های داخلی پا به وجود می‌آید. این بیماری در اثر عدم تعادل عضلات اندام تحتانی ایجاد می‌شود. همچنین عوامل وراثت و نشستن ناصحیح نیز از جمله عوامل ایجاد آن است. این بیماری با انجام تمرینات اصلاحی کششی و قدرتی در عضلات موافق و مخالف امکان بازتوانی دارد. تمرینات اصلاحی در زنجیره حرکتی باز و بسته با ایجاد فشارهایی بر مفاصل درگیر در این ناهنجاری با درگیر کردن اندام تحتانی بر آن تأثیر گذاشته تا با ایجاد تقویت عضلانی در عضلات موافق زانو و رهاسازی در عضلات مخالف به بازگشت‌پذیری به حالت نرمال کمک کنند. بیشتر تحقیقات انجام شده در این زمینه بر روی میزان تأثیر گذاری تمرینات اصلاحی بر ناهنجاری زانو ضربدری انجام شده و تحقیقی که تأثیر دو نوع تمرینات زنجیره حرکتی باز و بسته را مقایسه کند یافت نشد تا بتوان نتایج تحقیقات گذشته را با تحقیق حاضر مورد بررسی قرار داد. با این وجود مطالعات قبلی در این زمینه نشان می‌دهد که عوامل متعددی از جمله نبود هم‌ترازی در اندام تحتانی و قدرت عضلات لگن بر زاویه ی Q و زانوی ضربدری اثرگذار است. چرخش داخلی استخوان ران به دلیل ضعف عضلات برون گرداننده ران می‌تواند باعث افزایش والگوس در مفصل زانو و ایجاد ناهماهنگی در اندام تحتانی شود [۱۱]. قدرت عضلات برون گرداننده می‌تواند بر تراز طبیعی ران، زانو و مچ پا و همچنین زاویه ی Q تأثیر قابل توجهی بگذارد [۱۲]. افزایش زاویه ی Q کشکک را به سمت داخل میکشد و منجر به کشش عضله چهار سر ران به سمت داخل و بر هم خوردن تعادل عضلانی و ضربدری شدن زانو‌ها میشود. مزیدی، علیزاده و رجبی (۱۳۹۰)، تأثیر تمرینات اصلاحی را بر زاویه ی Q و مولفه‌های زانو ضربدری ورزشکاران مبتلا به سندرم درد کشکک بررسی کردند. آنها گزارش دادند که تمرینات تقویتی چهار سر ران، به شکل مؤثری درد را در نمونه‌های مورد مطالعه کاهش میدهد. در همین راستا گزارش دادند که تمرینات مقاومتی می‌تواند در افزایش تعادل عضلانی اثرگذار باشد [۱۳]. مداخله ی تمرینی که در پژوهش حاضر اعمال شد از نوع تمرینات اصلاحی جامع بود و باهدف کشش و تقویت بافتهای نرم اطراف زانو انجام گرفت. این تمرینات می‌تواند بافت‌های کوتاه شده را به طول اولیه خود بازگرداند و بافت‌های ضعیف را تقویت نماید. در مطالعه ای Nikkhouamiri (2019) تأثیر تمرینات اصلاحی بر تغییر شکل اندام تحتانی در دانش آموزان دختر را بررسی کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که یک دوره تمرینات تقویتی با استفاده از وزنه‌های آزاد و تمرینات کششی برای اصلاح ناهنجاریهای اندام تحتانی دانش آموزان دختر اثرگذار است. علاوه بر این، عاشوری (۱۳۹۷) تأثیر

تمرینات اصلاحی بر ناهنجاری زانو را بررسی کرد و گزارش کرد ۸ هفته تمرینات اصلاحی باعث بهبود وضعیت زانو و مچ پا در دانش آموزان دختر دبیرستانی میشود [۱۴] و Lee (2016) گزارش کرد که ۸ هفته تمرینات اصلاحی باعث بهبود وضعیت زانو و مچ پا در دانش آموزان دختر دبیرستانی میشود. در همین راستا نشان دادند که ۱۲ هفته تمرینات اصلاحی به طور قابل توجهی بر ناهنجاری زانو ضربدری و افزایش تراز اندام تحتانی اثرگذار است [۱۵]. دانشمندی و همکاران (۱۳۸۲)، به بررسی راستای طبیعی زانوها و ارتباط آن با برخی عامل های مؤثر در ورزشکاران حرفه ای پرداختند [۱۶]. در این پژوهش، تفاوت معنی داری بین رشته های ورزشی از نظر ابتلا به زانوی پراتزی، ضربدری و میزان زاویه Q مشاهده شد. مطالعات متعددی روی اثرگذاری تمرینات اصلاحی بر زانوی ضربدری انجام شده است. تعداد زیادی از آنها انجام انواع مختلف تمرینات را بر اصلاح ناهنجاری اثرگذار و تعدادی دیگر آن را بر فاکتورهای بیومکانیکی مانند تعادل و راه رفتن مؤثر دانستند. بطور کلی وقتی سخن از سلامت عمومی افراد جامعه سخن به میان می آید، وضعیت قرارگیری اندامهای بدن نسبت به یکدیگر در اجرای حرکات مختلف و به عبارت دیگر برخورداری از پاسچر مناسب در فهرست عوامل مؤثر در کسب سلامت عمومی و به ویژه سلامت اسکلتی-عضلانی قرار می گیرد. وضعیت صحیح قرار گیری اندام ها سبب می شود فرد با صرف انرژی کمتر و اعمال فشار و خستگی کمتر به مفاصل و عضلات، فعالیت های روزمره و ورزشی را انجام دهد. بخش زیادی از نوجوانان و جوانان با وضعیت راستای نامطلوب اندام تحتانی و به خصوص ناحیه زانوها مواجهند. این مشکل خطر ابتلا به بیماریها و مشکلات زانو را افزایش می دهد و کاهش سطح سلامت جامعه و ازدیاد هزینه های درمانی را در پی خواهد داشت. بنابراین بررسی روش های درمانی کم هزینه و غیر تهاجمی و ساده در اصلاح عوارض ناشی از ناهنجاری های عضلانی-اسکلتی بسیار اهمیت دارد.

بدین منظور در تحقیق کنونی تاثیر تمرینات زنجیره باز و بسته بر این عارضه پس از هشت هفته بررسی گردید. نتایج تحقیق تاثیر معناداری را درپس آزمون نشان داد و اختلاف میانگین در گروه تمرینی زنجیره باز بیشتر بود.

نتیجه گیری:

با توجه به نتایج به دست آمده تمرینات جامع اصلاحی هم در زنجیره حرکتی باز و هم در زنجیره حرکتی بسته بر فاصله قوزک های داخلی پا در دختران ۸ تا ۱۲ سال مبتلا به ناهنجاری زانوی ضربدری تأثیر دارد و تمرینات زنجیره حرکتی باز در بهبود فاصله قوزک های داخلی پا موثرتر است.

تشکر و قدردانی

از تمام افرادی که ما را در انجام این طرح یاری نمودند تشکر می نمایم.

ملاحظات اخلاقی

در اجرای این پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه فردوسی مشهد در نظر گرفته شده است و کد اخلاق به شماره IR.UM.REC.1398.148 دریافت شده است.

این مقاله برگرفته از پایان نامه خانم زهرا معین افشار با راهنمایی آقای دکتر سید علی اکبر هاشمی جواهری و مشاوره خانم دکتر ناهید خوشرفتار یزدی گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکت اصلاحی دانشگاه فردوسی مشهد می باشد.

حامی مالی

در این طرح از حمایت مالی سازمان یا موسسه ای استفاده نشده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده سازی این مقاله مشارکت یکسان داشته اند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

منابع:

- Menz, H. B., Gilheany, M. F., & Landorf, K. B. (2008). Foot and ankle surgery in Australia: a descriptive analysis of the Medicare Benefits Schedule database, 1997–2006. *Journal of foot and ankle research*, 1(1), 10.
- Dahle, L. K., Mueller, M., Delitto, A., & Diamond, J. E. (1991). Visual assessment of foot type and relationship of foot type to lower extremity injury. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 14(2), 70-74.
- Hashemi, T. M. S., Rezvan, N. S., Faezi, G., & Mousavi, S. K. (2015). The comparison of leg muscles electromyography during various standing positions in pesplanus and normal men.
- Beinabaji, H., Anbarian, M., & Sokhangouei, Y. (2012). The effect of flat foot on lower limb muscles activity pattern and plantar pressure characteristics during walking. *Journal of Research in Rehabilitation Sciences*, 8(8 (SUPPLEMENT)), 1328-1341. <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=350284>.
- Clark, M., & Lucett, S. (2010). *NASM essentials of corrective exercise training*: Lippincott Williams & Wilkins.
- Hertel, J. (2008). Sensorimotor deficits with ankle sprains and chronic ankle instability. *Clinics in sports medicine*, 27(3), 353-370.
- Tank, R. (1995). Lower extremity static and dynamic relationships with rear-foot motion in gait. *Physical Therapy*, 75(1), 72-72.
- McLean, S. G., Felin, R. E., Suedekum, N., Calabrese, G., Passerallo, A., & Joy, S. (2007). Impact of fatigue on gender-based high-risk landing strategies. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(3), 502-514.
- Lost Macas. *Basics of corrective training 1*, editor. Tehran:Hatmi;2015(persian).
- Hrysomallis, C., & Goodman, C. (2001). A review of resistance exercise and posture realignment. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(3), 385-390.
- Lee, S. P., & Powers, C. M. (2014). Individuals with diminished hip abductor muscle strength exhibit altered ankle biomechanics and neuromuscular activation during unipedal balance tasks. *Gait & posture*, 39(3), 933-938. 12.
- Gribble, P. A., Hertel, J., Denegar, C. R., & Buckley, W. E. (2004). The effects of fatigue and chronic ankle instability on dynamic postural control. *Journal of athletic training*, 39(4), 321.
- Delshad, M., Ebrahim, K. H., Gholami, M., & Ghanbarian, A. (2011). The effect of resistance training on prevention of sarcopenia in women over 50. *Journal of Sport Biosciences*, 3(8).
- Ashouri, Hossein, 2017, investigation of the effect of eight weeks of corrective exercises on the crossed knee deformity of female students of the first year of secondary school in Malair city, the fourth national conference of sports sciences and physical education of Iran, Tehran, <https://civilica.com/doc/774404>. (In Persian)
- Lee, H. S., & Kim, A. R. (2016). The Effect of Corrective Exercise in a patient with knee joint valgus deformity: A single-subject ABA experimental design. *Journal of the Korean Society of*

Physical Medicine, 11(1), 93-105.

Daneshmandi H, Alizadeh M, Gharakhanlo R. Corrective Exercises. Samt publications; 1398.(In Persian)