



Effects of Eight Weeks of Conventional Corrective Exercises and Corrective Games on Agility, Power, and Dynamic Balance in Male Students with Genu Varum

Saeed Shahrani (M.Sc)*¹ , Mohammad Rabiei (Ph.D)² 

¹ Master's Degree in Sports Pathology and Corrective Movements, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

² Assistant Professor, Department of Sports Biomechanics, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

Research Article

Abstract

Background and Objective: Genu varum is one of the most prevalent postural deformities resulting from the deviation of the knee alignment from its natural state. This study was conducted to investigate the effects of eight weeks of conventional corrective exercises and corrective games on agility, power, and dynamic balance in male students with genu varum.

Methods: This field trial was conducted on 42 male students, aged 10–13 years, with genu varum in Koohrang County, Chaharmahal and Bakhtiari Province, Iran, during the 2021–2022 academic years. Genu varum was diagnosed using a caliper based on a femoral intercondylar distance exceeding 2 cm. Participants were assigned via a simple randomization method into three groups (n = 14 per group): A control group (no intervention), a conventional corrective exercises group (a selected program consisting of 7 exercises), and a corrective games group (a selected program consisting of 4 games). Agility, power, and dynamic balance variables were assessed using the 4×9 m shuttle run, Sargent jump, and Y-balance tests during the pre-test and post-test phases, respectively.

Results: The degree of genu varum correction in the corrective games group (10.57±4.18 mm) was significantly higher than that of the conventional corrective exercises group (5.43±2.65 mm) (P<0.05). Indicators of agility, power, and dynamic balance of the dominant lower limb showed significant statistical improvement in both the conventional corrective exercise and corrective games groups compared to the control group (P<0.05). However, no significant statistical difference was observed between the two groups regarding the improvement rate of these indicators.

Conclusion: While both conventional corrective exercise and corrective game interventions led to a relative reduction in genu varum deformity, the degree of improvement was significantly more pronounced in the corrective games intervention.

Keywords: Genu Varum; Students; Sports Medicine

*Corresponding Author: Saeed Shahrani (M.Sc), E-mail: saeedshahrani1375@gmail.com



Received 22 Feb 2025 Received in revised form 29 May 2025 Accepted 20 Jun 2025 Available Online 31 Dec 2025

Cite this article as: Shahrani S, Rabiei M. [Effects of Eight Weeks of Conventional Corrective Exercises and Corrective Games on Agility, Power, and Dynamic Balance in Male Students with Genu Varum]. J Gorgan Univ Med Sci. 2025; 27(4): 25-34. [Article in Persian]





Introduction

The lower limbs are considered fundamental components of an individual's postural alignment. Genu varum is a structural misalignment of the lower leg in the frontal plane. In this condition, while bearing weight on the lower limbs, the medial femoral condyles deviate laterally from one another when the medial malleoli are in contact.

Genu varum stems from various etiologies, including heredity, osteoporosis, growth plate injuries, muscular paralysis, osteoarthritis, asymmetrical bone growth around the knee joint, ruptures of the knee capsule and lateral ligaments, weakness of the lateral muscles (such as the biceps femoris, tensor fasciae latae, and peroneal muscles), and shortening of the medial muscles (including the semitendinosus, semimembranosus, gracilis, and tibialis anterior), as well as running and playing football, may contribute to this condition. Genu varum can significantly impact physical fitness indices, leading to fatigue, pain, instability, impaired postural control (balance), and diminished agility and power.

Physical fitness indices are categorized into two primary groups: Health-related physical fitness and skill performance-related physical fitness. Skill performance-related physical fitness is associated with the development and maintenance of factors that facilitate the execution of physical activities like sports. Among these factors are balance, agility, and power. The aforementioned deformity is characterized by alterations in postural control quality and the displacement of the center of gravity, or the mechanical axis of the lower limb, from the center of the knee joint toward the medial aspect. Such shifts can ultimately impair the individual's balance indices and increase the risk of falls. Furthermore, during running, the load transmitted to the medial plateau is approximately 2.5 times greater than that exerted on the lateral plateau; in individuals with moderate genu varum, this load is nearly 3.3 times higher.

The significance of genu varum is amplified during childhood and adolescence, a critical period for musculoskeletal growth and development; therefore, paying attention to correcting abnormalities during this stage is an unavoidable necessity. Corrective strategies primarily include conventional corrective exercises and corrective games. The corrective exercise approach addresses malalignments by balancing agonist and antagonist muscle groups through strengthening and stretching exercises, a method widely utilized in research. However, this approach can be monotonous, potentially reducing patient adherence and endurance throughout the corrective intervention.

Another method employed in developed societies for correcting abnormalities is game exercise intervention. Given the child's inherent inclination toward games and their enthusiastic engagement in physical activities during such sessions, corrective objectives can be achieved more effectively. Incorporating the game into corrective exercise programs promotes neuromuscular coordination, strengthens the musculoskeletal system, enhances cardiorespiratory function, and fosters long-term motivation for physical activity with reduced perceived exertion.

This study was conducted to determine the effects of eight weeks of conventional corrective exercises and corrective games on agility, power, and dynamic balance in male students with genu varum.

Methods

This field trial was conducted on 42 male students, aged 10–13 years, with genu varum.

Prior to the commencement of the study, the research procedures and objectives were explained to the students and

their parents, and written informed consent was obtained from the parents. Subsequently, all participants completed a personal demographic questionnaire.

To assess the degree of genu varum during the pretest and posttest phases, the distance between the femoral intercondylar distances was measured while the medial malleoli were in contact (without any unusual muscle contraction or tension). Measurements were performed using an Iranian-made R150 model caliper with an accuracy of 0.05 mm. Genu varum was diagnosed based on a femoral intercondylar distance exceeding 2 cm.

To evaluate agility, power, and dynamic balance, the 4×9 meter shuttle run test, Sargent jump test, and Y-balance test were employed during the pretest and posttest phases, respectively.

Participants were assigned to one of three groups (n = 14 per group) using a simple randomization method: A control group (no intervention), a conventional corrective exercises group (a selected program consisting of 7 exercises), and a corrective games group (a selected program consisting of 4 games).

The conventional corrective exercises group and the corrective games group performed the exercise protocol for eight weeks, consisting of three 60-minute sessions per week. Each session included a 10-minute warm-up, 45 minutes of the exercise program, and a 5-minute cool-down. The difficulty, intensity, and volume of the protocol were progressively increased throughout the sessions. Meanwhile, the control group received no intervention and maintained their daily activities.

The corrective games protocol consisted of 4 games, while the conventional corrective exercises protocol included 7 corrective exercises.

The Kolmogorov-Smirnov test was employed to assess the normality of the distribution for quantitative variables (agility, power, and dynamic balance) across each group (control, conventional corrective exercises, and corrective games). Additionally, analysis of variance (ANOVA) and the least significant difference (LSD) post-hoc test were utilized. The difference between the pretest and posttest mean scores for each group was calculated as the rate of improvement.

Results

Following the eight-week exercises protocol, genu varum improved across all intervention groups. The mean improvement in the correction of genu varum was 10.57 mm in the corrective games group and 5.43 mm in the corrective exercises group ($P < 0.001$). Furthermore, a statistically significant difference was observed between the two intervention groups, i.e., conventional corrective exercises and corrective games, favoring the corrective games group ($P < 0.001$).

In the pretest phase, no significant statistical differences were observed between the three groups regarding the variables of power, agility, and dynamic balance in the dominant leg. However, the posttest results revealed significant statistical differences between the groups across all variables: Power ($P < 0.003$), agility ($P < 0.001$), and dynamic balance ($P < 0.009$) in the dominant leg. To eliminate the baseline differences in pretest scores, the mean difference between pretest and post-test scores was calculated as the improvement rate. No significant changes were observed in the control group. The agility variable improved by averagely 0.90 seconds in the corrective exercises group and 0.73 seconds in the corrective games group. The power variable showed a mean improvement of 1.35 cm in the corrective exercises group and 1.97 cm in the corrective games group. Regarding dynamic balance in the dominant leg, the mean improvement was 0.35 cm in the the corrective exercises group and 0.27 cm in the corrective games group. Both



intervention groups demonstrated statistically significant improvements in agility, power, and dynamic balance in the dominant lower limb compared to the control group ($P < 0.05$). However, no statistically significant difference was observed between the two intervention groups in terms of the magnitude of improvement in these indices.

Conclusion

According to the findings of this study, the correction rate of genu varum deformity was significantly higher in the corrective games group compared to the corrective exercises group. However, no statistically significant difference was observed between the two intervention groups regarding the improvement of agility, power, and dynamic balance in the dominant lower limb.

The results indicated a significant impact of genu varum deformity on power and agility; specifically, these two variables improved following the correction of the deformity. The observed improvements in these variables can be attributed to the restoration of knee alignment to its neutral position and the more efficient and normalized activation of the periarticular muscles.

The corrective exercises protocol demonstrated a 2.62% greater efficacy compared to the corrective games protocol in improving dynamic balance. Biomechanical alterations resulting from the disruption of natural anatomical alignment impact joint feedback, proprioceptive receptors, or both, within the hip and knee joints; consequently, this leads to modifications in stability and reflexive behaviors of these joints. As a result, stability control, neuromuscular function, and proprioception in the knee joint are significantly diminished in individuals with genu varum.

Deficits in postural balance among individuals with genu varum can be attributed to several factors, including the malalignment of the joint (biomechanical alterations), neuromuscular dysfunction, imbalances in the strength ratios of the periarticular muscles, and impaired stimulation of proprioceptors around the knee. Consequently, balance in these individuals can be enhanced through postural correction of the knee, which leads to improved performance of the surrounding musculature and sensory receptors, thereby facilitating more effective neuromuscular coordination and proprioceptive feedback within the joint.

Ethical Statement

This study was approved by the Research Ethics Committee at Shahrekord University (IR.SKU.REC.1401.002).

Authors' Contributions

Saeed Shahrani (M.Sc): Project administration and design, Project execution, Data collection, Interpretation of the results, Drafting of the initial manuscript, Approval of the final manuscript.

Mohammad Rabiei (Ph.D): Project administration and design, Data analysis, Interpretation of the results, Approval of the final manuscript.

Conflicts of Interest

No conflicts of interest.

Acknowledgement

This study has been derived from the Master's thesis of Mr. Saeed Shahrani (approval code: 170/1221) in Sports Pathology and Corrective Exercises at Shahrekord University. The authors would like to thank the participants, the students' parents, and the principals of school in Koohrang County for their invaluable cooperation in this study.

Both interventions, i.e., conventional corrective exercises and corrective games, culminated in a relative correction of genu varum and a significant improvement in agility, power, and dynamic balance of the dominant leg. However, the effect of corrective games on the correction of genu varum was more substantial.



تحقیقی

اثر هشت هفته تمرینات اصلاحی رایج و بازی‌های اصلاحی بر چابکی، توان و تعادل پویای دانش‌آموزان پسر با زانوی پرانتری

سعید شهرانی*^۱، دکتر محمد ربیعی^۲

۱ کارشناسی ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران. ۲ استادیار گروه بیومکانیک ورزشی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: یکی از شایع‌ترین ناهنجاری‌ها در نتیجه خارج شدن راستای زانو از وضعیت طبیعی، زانوی پرانتری است. این مطالعه به منظور تعیین اثر هشت هفته تمرینات اصلاحی رایج و بازی‌های اصلاحی بر چابکی، توان و تعادل پویای دانش‌آموزان پسر با زانوی پرانتری انجام شد. روش بررسی: این کارآزمایی میدانی روی ۴۲ دانش‌آموز پسر ۱۳-۱۰ ساله دارای زانوی پرانتری در شهرستان کوهرنگ از استان چهارمحال و بختیاری طی سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ انجام شد. زانوی پرانتری با استفاده از کولیس بر اساس فاصله بین کندیل‌های داخلی فمورال بیش از ۲ سانتی‌متر تشخیص داده شد. آزمودنی‌ها با روش تخصیص تصادفی ساده در سه گروه ۱۴ نفری شامل گروه کنترل (بدون مداخله)، گروه تمرینات اصلاحی رایج (برنامه تمرینی منتخب شامل ۷ تمرین) و گروه بازی‌های اصلاحی (برنامه بازی‌های منتخب شامل ۴ بازی) قرار گرفتند. ارزیابی متغیرهای چابکی، توان و تعادل پویا با استفاده از آزمون‌های استاندارد ۹×۴ متر، پرش سارجنت و تعادل Y در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام شد.

یافته‌ها: میزان اصلاح و بهبودی زانوی پرانتری در گروه بازی‌های اصلاحی (۱۰/۵۷±۴/۱۸ میلی‌متر) به صورت معنی‌داری بیشتر از گروه تمرینات اصلاحی (۵/۴۳±۲/۶۵ میلی‌متر) بود (P<۰/۰۵). شاخص‌های چابکی، توان و تعادل پویای اندام تحتانی غالب گروه تمرینات اصلاحی رایج و گروه بازی‌های اصلاحی در مقایسه با گروه کنترل، بهبود آماری معنی‌دار نشان دادند (P<۰/۰۵)؛ اما تفاوت آماری معنی‌داری بین دو گروه مداخله در میزان بهبود این شاخص‌ها یافت نشد.

نتیجه‌گیری: هر دو روش تمرینی شامل تمرینات اصلاحی رایج و بازی‌های اصلاحی سبب اصلاح نسبی زانوی پرانتری شدند؛ اما میزان بهبودی اصلاح نسبی در گروه بازی اصلاحی بارزتر بود.

واژه‌های کلیدی: زانوی پرانتری، دانش‌آموزان، پزشکی ورزشی

* نویسنده مسؤول: سعید شهرانی، پست الکترونیکی: saeedshahrani1375@gmail.com

نشانی: شهرکرد، بلوار رهبر، دانشگاه شهرکرد، تلفن ۰۳۸-۳۳۳۲۴۴۰۱ الی ۰۳۸-۳۳۳۲۴۴۰۷

وصول ۱۴۰۳/۱۲/۴ اصلاح نهایی ۱۴۰۴/۳/۸ پذیرش ۱۴۰۴/۳/۳۰ انتشار ۱۴۰۴/۱۰/۱۰

مقدمه

سلامتی جسمانی و روانی هر شخصی با ساختار قامتی وی مرتبط است و اندام‌های تحتانی از اجزای مهم وضعیت قامتی هر شخصی محسوب می‌شود.^۱ هنگام فعالیت‌های مختلف همه نیروهایی که به ستون مهره‌ها وارد می‌شود؛ از طریق مفصل زانو به ساق پا و سرانجام به زمین انتقال می‌یابد^۲ و مفصل زانو نقش بسیار مهمی در انتقال وزن و حمایت بدن در فعالیت‌های ایستا و پویا ایفا می‌کند و از آنجایی که تقریباً هیچ استخوانی در ایجاد ثبات آن نقش ندارد؛ یکی از آسیب پذیرترین مفاصل بدن است که نیروهای فشاری و کششی زیادی به آن وارد می‌شود.^۳ زانوی پرانتری نوعی اختلال در راستای ساق پا در صفحه فرونتال است.^۱ در عارضه زانوی پرانتری هنگام تحمل

وزن روی پاها، در صورتی که قوزک‌های داخلی پا به هم چسبیده‌اند؛ کندیل‌های داخلی استخوان ران از هم فاصله می‌گیرند.^۵ ناهنجاری زانوی پرانتری علت‌های مختلفی دارد که می‌توان به وراثت، پوکی استخوان، آسیب به صفحات رشد، فلج عضلانی، آرتروز (استئوآرتریت)، رشد نابرابر استخوان‌های اطراف زانو، پارگی کپسول و رباط خارجی زانو، ضعف عضلات خارجی (مانند ضعف عضلات دوسرانی، کشنده پهن نیام، عضلات نازک نئی)، کوتاهی عضلات داخلی (مانند کوتاهی عضلات نیم‌وتری، نیم‌غشایی، راست داخلی و درشت‌نئی قدیمی)،^۶ دیدن^۸ و بازی فوتبال^۹ اشاره کرد. عارضه زانوی پرانتری می‌تواند بر روی شاخص‌های آمادگی جسمانی نیز تاثیر گذاشته و باعث خستگی،

از استان چهارمحال و بختیاری طی سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ انجام شد.

قبل از شروع پژوهش روش کار و اهداف مورد نظر برای دانش‌آموزان و اولیای آنها شرح داده شد و رضایت‌نامه کتبی از والدین آنها گرفته شد. سپس همه شرکت‌کنندگان پرسشنامه اطلاعات فردی را پر کردند. در تمام مراحل، اطلاعات و آمارهای دانش‌آموزان شرکت‌کننده در مطالعه محرمانه بود و فقط پژوهشگر از آنها اطلاع داشت و نتایج کلی پژوهش به اطلاع عموم رسید. شرکت‌کنندگان اجازه داشتند هر زمان که مایل بودند از مطالعه خارج شوند.

حجم نمونه برای تشخیص اندازه اثر متوسط با توان آماری ۰/۸۰ و سطح آلفای ۰/۰۵، بر اساس آنالیز توان انجام شده با استفاده از نرم‌افزار جی پاور، تعداد ۴۲ نفر محاسبه گردید.

معیارهای ورود به مطالعه شامل محدوده سنی ۱۳-۱۰ سال و داشتن زانوی پرنانتری بودند. معیارهای عدم ورود به مطالعه شامل داشتن سایر ناهنجاری‌های وضعیتی در اندام تحتانی مانند کف پای صاف و گود، آسیب‌دیدگی قبلی و سابقه جراحی در اندام تحتانی بودند. معیارهای خروج از مطالعه شامل عدم حضور منظم در جلسات تمرین، عدم تمایل شرکت‌کننده به ادامه همکاری در هر مرحله از پژوهش، آسیب‌دیدگی و مصدومیت در طول دوره بودند.

برای اندازه‌گیری میزان زانوی پرنانتری در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، زمانی که قوزک داخلی پاها به هم چسبیده بودند (بدون هیچگونه انقباض و تنش غیرمعمول عضلانی) فاصله بین کندیل‌های داخلی، به وسیله کولیس مدل R150 ساخت کشور ایران با دقت اندازه‌گیری ۰/۰۵ اندازه‌گیری شد.^{۲۱} زانوی پرنانتری براساس فاصله بین کندیل‌های داخلی فمورال بیش از ۲ سانتی‌متر تشخیص داده شد.^{۱۱}

برای ارزیابی چابکی، توان و تعادل پویا به ترتیب از آزمون‌های استاندارد ۹×۴ متر، پرش سارجنت و تعادل Y در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد.^{۱۱}

ارزیابی چابکی با آزمون استاندارد ۹×۴ متر: دانش‌آموز مسافت ۹ متر را چهار بار به صورت رفت و برگشت با سرعت دوید. امتیاز برابر با زمانی است که وی این آزمون را اجرا نمود. این آزمون تا سه بار تکرار شد.^{۱۱}

ارزیابی توان با آزمون پرش سارجنت: آزمودنی در مقابل دیوار ایستاده و دست خود را به بالا کشیده و نوک انگشتان دست برتر خود را به بالاترین قسمتی که توانست زد و این قسمت علامت‌گذاری شد. سپس از دانش‌آموز خواسته شد تا با خم کردن زانوها به طرف بالا بپرد و تا حد امکان بالاترین نقطه دیوار را در اوج پرش لمس کند. اختلاف بین نقطه اول و نقطه اوج پرش با متر اندازه‌گیری شد و

درد، بی‌ثباتی، کاهش توانایی در کنترل وضعیت (تعادل) و نیز تأثیر در چابکی و توان شود.^۶

شاخص‌های آمادگی جسمانی به دو گروه اصلی آمادگی جسمانی مرتبط با تندرستی و آمادگی جسمانی مرتبط با اجرای حرکت تقسیم می‌شود که آمادگی جسمانی وابسته به اجرای حرکت با توسعه و حفظ عواملی ارتباط دارد و موجب اجرای فعالیت‌های بدنی مانند ورزش می‌شوند که تعادل، چابکی و توان تعدادی از فاکتورهای آمادگی جسمانی مرتبط با اجرای فعالیت هستند.^{۱۱} ناهنجاری مذکور با تغییر کیفیت کنترل قامت،^{۱۲} انتقال مرکز ثقل یا محور مکانیکی اندام تحتانی از مرکز مفصل زانو به قسمت داخلی زانو همراه است^{۱۳} که چنین تغییراتی در نهایت می‌تواند باعث تغییر در شاخص تعادل فرد و افزایش خطر افتادن فرد شود.^{۱۴} همچنین طی دویدن میزان بار منتقل شده روی طبق داخلی حدود ۲/۵ برابر بیشتر از میزان بار وارد شده روی طبق خارجی است و مقدار این بار در افراد مبتلا به زانوی پرنانتری با شدت متوسط تقریباً ۳/۳ برابر بیشتر است.^{۱۵}

اهمیت زانوی پرنانتری در دوران کودکی و نوجوانی که رشد و تکامل اسکلتی-عضلانی شکل می‌گیرد؛ چندین برابر می‌شود^{۱۶} و توجه به اصلاح ناهنجاری‌ها در این دوران ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. از جمله روش‌های اصلاحی می‌توان به روش تمرینات اصلاحی رایج^۲ و بازی‌های اصلاحی^{۱۷} اشاره کرد. روش تمرینات اصلاحی از طریق هماهنگ کردن گروه‌های عضلانی موافق و مخالف و به وسیله تمرینات قدرتی و کششی به رفع ناهنجاری می‌پردازد که در مطالعات مورد استفاده بیشتری قرار می‌گیرد؛ اما این روش خسته کننده بوده و باعث کم تحمل شدن فرد برای ادامه دوره اصلاحی می‌شود.^{۱۸}

یکی دیگر از روش‌های مورد استفاده در جوامع پیشرفته برای اصلاح ناهنجاری‌ها بازی است و با توجه به علاقه کودک به بازی و اینکه کودک در بازی فعالیت بدنی خود را با علاقه انجام می‌دهد؛ از این طریق به راحتی می‌توان به اهداف اصلاحی رسید.^{۱۹} بازی در برنامه حرکات اصلاحی باعث هماهنگی عصبی عضلانی، استحکام صحیح سیستم اسکلتی عضلانی، کارکرد بهتر سیستم قلبی تنفسی و ایجاد علاقه و انگیزه در کودکان به فعالیت بدنی برای مدت طولانی تر و با خستگی کمتر می‌شود.^{۲۰}

این مطالعه به منظور تعیین اثر هشت هفته تمرینات اصلاحی رایج و بازی‌های اصلاحی بر چابکی، توان و تعادل پویای دانش‌آموزان پسر با زانوی پرنانتری انجام شد.

روش بررسی

این کارآزمایی میدانی روی ۴۲ دانش‌آموز پسر ۱۳-۱۰ ساله دارای زانوی پرنانتری دو مدرسه شهید نصیری و اندیشه شهرستان کوه‌رنگ

جدول ۱: برنامه زمان‌بندی بازی‌های اصلاحی بازی کلاه، بازی گرفتن توپ با پای ۹۰ درجه، بازی توپ و دیوار و بازی رقیب دقیق			
هفته	بازی کلاه	بازی گرفتن توپ با پای ۹۰ درجه	بازی توپ و دیوار
اول	دو بار بازی، هر بار ۵ دقیقه	دو بار بازی، هر بار ۶ دقیقه	دو بار بازی، هر بار ۳۰ ثانیه
دوم	دو بار بازی، هر بار ۵ دقیقه	دو بار بازی، هر بار ۶ دقیقه	دو بار بازی، هر بار ۳۰ ثانیه
سوم	دو بار بازی، هر بار ۵ دقیقه	دو بار بازی، هر بار ۶ دقیقه	دو بار بازی، هر بار ۳۰ ثانیه
چهارم	دو بار بازی، هر بار ۵ دقیقه	دو بار بازی، هر بار ۶ دقیقه	دو بار بازی، هر بار ۳۰ ثانیه
پنجم	دو بار بازی، هر بار ۷ دقیقه	دو بار بازی، هر بار ۶ دقیقه (با توپ کوچکتر)	دو بار بازی، هر بار ۴۰ ثانیه (با توپ سنگین تر)
ششم	دو بار بازی، هر بار ۷ دقیقه	دو بار بازی، هر بار ۶ دقیقه (با توپ کوچکتر)	دو بار بازی، هر بار ۴۰ ثانیه (با توپ سنگین تر)
هفتم	دو بار بازی، هر بار ۷ دقیقه	دو بار بازی، هر بار ۶ دقیقه (با توپ کوچکتر)	دو بار بازی، هر بار ۴۰ ثانیه (با توپ سنگین تر)
هشتم	دو بار بازی، هر بار ۷ دقیقه	دو بار بازی، هر بار ۶ دقیقه (با توپ کوچکتر)	دو بار بازی، هر بار ۴۰ ثانیه (با توپ سنگین تر)

جدول ۲: برنامه زمان بندی تمرینات اصلاحی کششی و تقویتی							
جلسات	نشستن قورباغه	اویزان کردن پا از نردبان	تمرینات کششی		تمرینات تقویتی		
			بازکردن ران‌ها در حالت ایستاده	چرخش خارجی مچ پا در حالت نشسته	فشار آوردن به دیوار	راه رفتن روی لبه داخلی پا	دورکردن پا در برابر مقاومت
اول	۳ ست ۳۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۲۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۲۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۲۵ ثانیه‌ای
دوم	۳ ست ۳۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۲۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۲۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۲۵ ثانیه‌ای
سوم	۳ ست ۳۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۲۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۰ ثانیه‌ای
چهارم	۳ ست ۳۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۲۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۰ ثانیه‌ای
پنجم	۳ ست ۴۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۴۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۴۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۴۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۵ ثانیه‌ای
ششم	۳ ست ۴۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۴۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۴۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۴۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۵ ثانیه‌ای
هفتم	۳ ست ۴۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۴۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۴۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۴۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۴۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۴۰ ثانیه‌ای
هشتم	۳ ست ۴۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۴۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۳۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۴۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۴۰ ثانیه‌ای	۳ ست ۴۵ ثانیه‌ای	۳ ست ۴۰ ثانیه‌ای

جدول ۳: پروتکل بازی‌های اصلاحی و تمرینات اصلاحی	
بازی‌های اصلاحی	تمرینات اصلاحی
<p>(۱) بازی کلاه: دایره‌ای به قطر ۳ متر بر روی زمین رسم شد. بچه‌ها بر روی محیط دایره به صورت قورباغه‌ای با فاصله یک دست نشستند. کلاهی بر سر یکی از نفرات قرار داشت که با شروع موزیک، کلاه را بر سر یکدیگر گذاشتند. با قطع موزیک، کلاه بر سر هر کسی بود؛ بازنده محسوب شد. برای پیشرفته‌تر کردن بازی، دایره بزرگ‌تر و زمان بازی و پخش موزیک بیشتر می‌شود.</p> <p>(۲) بازی گرفتن توپ با پای ۹۰ درجه: بچه‌ها یک پا را با زاویه ۹۰ درجه بر دیوار قرار دادند. مریی با فاصله یک متری روبروی آنها قرار گرفت و توپی را به سرعت از زیر پای آنها غلت داد. بچه‌ها با پستی بدون خم کردن زانو با خم شدن به سمت زمین توپ را با دست می‌گرفتند. هر کسی که تعداد توپ بیشتری به دست آورد؛ برنده محسوب شد. برای پیشرفته‌تر کردن بازی، زمان بازی و تعداد پرتاب‌های مریی بیشتر می‌شود.</p> <p>(۳) بازی توپ و دیوار: خطی به فاصله ۲ متر از دیوار رسم شد و دانش‌آموز پشت آن خط قرار گرفت. سپس دانش‌آموز با پستی با لبه خارجی پا به مدت ۲۰ ثانیه توپ را به دیوار پاس دهد و از دیوار دریافت کند و در ادامه پای دیگر این کار را انجام دهد. دانش‌آموزی که پاس بیشتری با دیوار رد و بدل نموده باشد؛ برنده است. برای پیشرفته‌تر کردن بازی، زمان بازی بیشتر شد و توپ سنگین‌تری استفاده می‌شود.</p> <p>(۴) بازی رقیب دقیق: دو دانش‌آموز در پهلو هم قرار گرفته و بالشی در قسمت خارجی زانوی آنها قرار گرفت که کنترل شده به سمت یکدیگر هل دادند. همچنین در فاصله ۷ متری هر دانش‌آموز توپی قرار داشت که با صدای صوت معلم دو دانش‌آموز به سمت توپ‌های خود دویدند و هر کسی که زودتر توپ را با دست لمس کرد؛ برنده محسوب شد. برای پیشرفته‌تر کردن بازی، زمان صوت مریی بیشتر می‌شود.</p>	<p>(۱) دانش‌آموزان در وضعیت نشسته به حالت قورباغه با کمک دست‌ها، تنه را از زمین جدا کرده و با فشار کنترل شده جانب داخلی ساق بر روی زمین به کشش عناصر استاتیک جانب داخلی زانو پرداختند. برای پیشرفته‌تر کردن تمرین، زمان افزایش می‌یابد.</p> <p>(۲) دانش‌آموزان در وضعیت ایستاده در کنار میز یا نردبان یا هر وسیله دیگری که فیکس شده باشد؛ از پهلو قرار گرفته و به ترتیب یک پا را به‌طور مستقیم بالای آن گذاشتند. سپس پای اتکا را دورتر نگه داشته و با تنه به سمت پاییی که روی میز قرار داشت؛ خم شدند. برای پیشرفته‌تر کردن تمرین، زمان افزایش و فشار روی زانو توسط خود دانش‌آموز با دست افزایش می‌یابد.</p> <p>(۳) آزمودنی در وضع ایستاده قرار گرفت و در حالی که پاها از یکدیگر فاصله گرفته بودند؛ از ناحیه جانب داخلی مچ به زمین فشار آورد. برای پیشرفته‌تر کردن تمرین، زمان افزایش می‌یابد.</p> <p>(۴) دانش‌آموز در وضعیت نشسته با گرفتن مچ پا آن را به حالت چرخش به خارج برد. برای پیشرفته‌تر کردن تمرین، زمان افزایش می‌یابد.</p> <p>(۵) دانش‌آموزان در وضعیت ایستاده در کنار دیوار با جانب خارجی مچ پا به دیوار فشار آورده و در دور کردن پاها از یکدیگر کوشیدند. می‌توان بالش یا تویی بین پا و دیوار قرار داد. برای پیشرفته‌تر کردن تمرین، زمان افزایش و فشار توسط خود دانش‌آموز با دستور مریی افزایش می‌یابد.</p> <p>(۶) دانش‌آموزان در وضعیت ایستاده کنار دیوار با ناحیه خارجی زانو به دیوار فشار آوردند. برای پیشرفته‌تر کردن تمرین، زمان افزایش می‌یابد.</p> <p>(۷) دانش‌آموزان روی لبه خارجی پا راه رفتند. برای پیشرفته‌تر کردن تمرین، زمان افزایش می‌یابد.</p>

سپس با پای برتر در مرکز دستگاه ایستاد و با پای دیگر حرکت نمود. آزمودنی در هر جهت سه بار پای خود را حرکت داد و برای ثبت اندازه یک ثانیه پای خود را نگه داشت. دانش‌آموز بعد از هر حرکت به شروع بازگشت و پیش از حرکت بعدی، ۳ ثانیه در آن حالت باقی ماند. طول پای افراد بر فاصله دستیابی آنها اثر می‌گذارد. بنابراین میانگین فاصله دستیابی به طول پای هر آزمودنی تقسیم و در

این اندازه، امتیازی بود که دانش‌آموز کسب کرد. آزمون سه مرتبه تکرار شد و بهترین امتیاز ثبت شد. آزمون پرش سارجنت دارای روایی ۷۸ درصد و پایایی ۹۳ درصد است.^{۱۱}

ارزیابی تعادل پویا با آزمون Y: در این آزمون سه جهت قدامی، قدامی خارجی و قدامی داخلی به صورت Y و با زوایای ۱۳۵، ۱۳۵ و ۹۰ درجه نسبت به یکدیگر قرار گرفتند. آزمودنی ۴ بار تمرین نمود؛

تمرینات اصلاحی رایج شامل ۷ حرکت اصلاحی^۶ بودند (جدول ۲ و جدول ۳).

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS-20 تجزیه و تحلیل شدند. از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن توزیع متغیرهای کمی (چابکی، توان و تعادل پویا) به تفکیک هر گروه (کنترل، تمرینات اصلاحی رایج و بازی‌های اصلاحی) استفاده شد. همچنین از تحلیل آنووا (ANOVA) و آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. اختلاف میانگین‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر گروه به‌عنوان میزان پیشرفت محاسبه شد. سطح معنی‌داری آزمون‌ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های جمعیت‌شناختی شامل میانگین و انحراف معیار سن، قد و وزن در جدول ۴ آمده است و همه گروه‌ها همگن بودند. میانگین و انحراف معیار متغیرهای توان، چابکی و تعادل پویای پای برتر در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول ۵ آمده است. در

عدد ۱۰۰ ضرب شد و فاصله دستیابی به عنوان درصدی از اندازه طول به دست آمده؛ محاسبه شد. طول پا از خار خاصه قدامی فوقانی تا قوزک داخلی با متر نواری اندازه‌گیری شد. آزمون Y دارای پایایی ۹۸-۹۱ درصد است.^{۱۱}

آزمودنی‌ها با روش تخصیص تصادفی ساده در سه گروه ۱۴ نفری شامل گروه کنترل (بدون مداخله)، گروه تمرینات اصلاحی رایج (برنامه تمرینی منتخب شامل ۷ تمرین) و گروه بازی‌های اصلاحی (برنامه بازی‌های منتخب شامل ۴ بازی) قرار گرفتند.

گروه تمرینات اصلاحی رایج و بازی‌های اصلاحی به مدت هشت هفته و هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه ۶۰ دقیقه شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۴۵ دقیقه برنامه تمرینی و ۵ دقیقه سرد کردن به انجام پروتکل تمرینی پرداختند و در طول جلسات بر سختی و شدت و حجم پروتکل تمرینی افزوده شد (جدول یک). برای گروه کنترل مداخله‌ای صورت نگرفت و به فعالیت‌های روزمره پرداختند.

پروتکل بازی‌های اصلاحی شامل چهار بازی^{۲۲} و پروتکل

جدول ۴: میانگین و انحراف معیار سن، قد و وزن دانش‌آموزان دارای زانوی پرانرژی در گروه‌های مورد مطالعه

متغیرها	گروه‌ها (n=۱۴)	میانگین و انحراف معیار	F	P-value
سن (ماه)	کنترل	۱۳۶/۹۲±۱۱/۲۷	۰/۵۴۰	۰/۵۸۷
	تمرینات اصلاحی	۱۳۶/۷۱±۱۳/۳۱		
	بازی‌های اصلاحی	۱۳۲/۳۶±۱۳/۸۱		
قد (سانتی‌متر)	کنترل	۱۴۱/۷۵±۷/۱۸	۰/۷۰	۰/۹۳۲
	تمرینات اصلاحی	۱۴۲/۶۴±۶/۷۳		
	بازی‌های اصلاحی	۱۴۱/۷۱±۸/۰۳		
وزن (کیلوگرم)	کنترل	۳۵/۱۷±۴/۸۷	۰/۳۰۰	۰/۸۲۰
	تمرینات اصلاحی	۳۴/۱۴±۴/۳۴		
	بازی‌های اصلاحی	۳۴±۵/۱۸		

جدول ۵: میانگین و انحراف معیار توان، چابکی و تعادل پویا در دانش‌آموزان دارای زانوی پرانرژی در گروه‌های مورد مطالعه

متغیرها	گروه‌ها (n=۱۴)	پیش‌آزمون میانگین و انحراف معیار	F	P-value	پس‌آزمون میانگین و انحراف معیار	P-value	میزان پیشرفت میانگین و انحراف معیار
توان (سانتی‌متر)	کنترل	۲۳/۱۶±۲/۰۳	۲/۵۵۵	۰/۰۹۱	۲۳/۰۸±۱/۸۸	۰/۰۰۳	-۰/۰۸±۰/۱۶۶
	تمرینات اصلاحی	۲۵/۵۰±۴/۱۰			۲۶/۸۵±۳/۶۲		۱/۳۵±۱/۴۰
	بازی‌های اصلاحی	۲۳/۴۴±۲/۰۱			۲۵/۴۲±۱/۹۶		۱/۹۷±۰/۷۱
چابکی (ثانیه)	کنترل	۱۲/۰۵±۰/۸۵	۱/۰۷۵	۰/۳۵۲	۱۱/۹۹±۰/۷۷	۰/۰۰۱	-۰/۰۶±۰/۲۳
	تمرینات اصلاحی	۱۱/۷۷±۰/۷۸			۱۰/۸۷±۰/۵۵		-۰/۰۹±۰/۱۶۴
	بازی‌های اصلاحی	۱۲/۲۱±۰/۷۴			۱۱/۴۷±۰/۷۳		-۰/۰۷۳±۰/۷۹
تعادل پویا (سانتی‌متر)	کنترل	۳/۳۶±۰/۱۳	۰/۸۸۸	۰/۴۲۰	۳/۳۶±۰/۱۵	۰/۰۰۹	۰/۰۱±۰/۰۳
	تمرینات اصلاحی	۳/۲۸±۰/۱۷			۳/۶۳±۰/۱۸		۰/۳۵±۰/۰۸
	بازی‌های اصلاحی	۳/۳۵±۰/۲۱			۳/۶۲±۰/۳۱		۰/۲۷±۰/۲۲

جدول ۶: میانگین و انحراف معیار پیش‌آزمون و پس‌آزمون و میزان پیشرفت دانش‌آموزان دارای زانوی پرانرژی در گروه‌های مورد مطالعه

گروه‌ها	پیش‌آزمون زانوی پرانرژی (میلی‌متر) میانگین و انحراف معیار	پس‌آزمون زانوی پرانرژی (میلی‌متر) میانگین و انحراف معیار	میزان پیشرفت (میلی‌متر) میانگین و انحراف معیار	P-value
کنترل	۲۸/۲۵±۳/۷۹	۲۸/۶۷±۴/۱۴	۰/۴۲±۰/۱۶۶	۰/۰۰۱
تمرینات اصلاحی	۲۷/۲۱±۵/۲۳	۲۱/۷۹±۳/۴۰	-۵/۴۳±۲/۶۵	
بازی‌های اصلاحی	۳۱/۸۶±۷/۲۴	۲۱/۲۹±۴/۷۱	-۱۰/۵۷±۴/۱۸	

افراد بدون ناهنجاری تفاوت معنی‌داری وجود دارد و افراد دارای ناهنجاری در عوامل آمادگی جسمانی از گروه بدون ناهنجاری ضعیف‌تر عمل کردند.^{۲۴} عمارتی و همکاران اثر یک دوره بازی‌های منتخب دبستانی را بر رشد ادراکی - حرکتی و رشد اجتماعی کودکان مطالعه کردند. همچنین تأثیر این بازی‌ها بر چالاکی در دختران ۱۲-۸ ساله ارزیابی شد. نتایج نشان داد بازی‌های دبستانی انتخاب شده بر چالاکی نسبت به فعالیت‌های معمول موثرتر است.^{۲۵} با توجه به نتایج مطالعات فوق، ناهنجاری‌های قامتی مطرح شده در این مطالعات بر متغیر توان و چابکی اثر معنی‌داری داشت و اصلاح این ناهنجاری‌ها باعث بهبود وضعیت توان و چابکی گردید.^{۲۴، ۲۵} در مطالعه حاضر نیز ارتباط متغیر توان و چابکی با زانوی پرنانتری ارزیابی شد و نتایج از اثر معنی‌دار ناهنجاری زانوی پرنانتری بر این دو متغیر توان و چابکی حکایت داشت. به طوری که با اصلاح زانوی پرنانتری این دو متغیر بهبود یافتند. پژوهشی که در آن تأثیر بازی‌های اصلاحی در متغیر توان و چابکی بررسی شده باشد؛ یافت نشد. از دلایل بهبود دو متغیر ذکر شده می‌توان به بازگشت راستای زانو به وضعیت طبیعی و به کارگیری موثرتر و عادی‌تر عضلات اطراف زانو اشاره کرد.

بر اساس نتایج آزمون Y مطالعه حاضر برای ارزیابی تعادل پویا، در گروه بازی‌های اصلاحی در مرحله پیش‌آزمون با میانگین ۳/۳۵ به میانگین ۳/۶۲ در مرحله پس‌آزمون رسید. به طوری که ۸/۰۵ درصد پیشرفت حاصل شد و در گروه تمرینات اصلاحی رایج در مرحله پیش‌آزمون با میانگین ۳/۲۸ به میانگین ۳/۶۳ در مرحله پس‌آزمون رسید. به طوری که ۱۰/۶۷ درصد پیشرفت حاصل شد. به عبارت دیگر روش تمرینات اصلاحی ۲/۶۲ درصد موثرتر از روش بازی‌های اصلاحی عمل کرد. تغییرات بیومکانیکی ناشی از برهم خوردن راستای طبیعی آناتومیکی بر بازخورد مفصل یا گیرنده های حس عمقی یا هر دو، در مفاصل ران و زانو اثر گذاشته و سبب تغییر ثبات و رفتارهای بازتابی این دو مفصل می‌شود. در نتیجه، کنترل ثبات، عملکرد عصبی عضلانی و حس عمقی در مفصل زانو به طور چشمگیری در افراد مبتلا به زانوی پرنانتری کاهش می‌یابد.^{۲۶} در مطالعاتی مشخص گردید که زانوی پرنانتری موجب کاهش تعادل می‌شود.^{۲۷-۳۰} قیامی‌راد و همکاران به مقایسه اثربخشی دو روش تمرینات اصلاحی آکادمی ملی پزشکی ورزشی و بازی‌های اصلاحی بر زانوی پرنانتری پسران ۱۰ تا ۱۲ ساله پرداختند و نتایج نشان داد که انجام بازی‌های اصلاحی در بازتوانی حرکتی افراد در کاهش میزان زانوی پرنانتری مؤثر است.^{۳۱}

در مطالعه احمدنژاد و همکاران اثر هشت هفته بازی‌های اصلاحی بر کایفوزیس، تعادل ایستا و پویای کودکان سالم و کم‌توان ذهنی ارزیابی شد. نتایج نشان داد که بازی‌های اصلاحی بر انحنای کایفوز

پیش‌آزمون، بین سه گروه در متغیرهای توان، چابکی و تعادل پویای پای برتر آزمودنی‌ها تفاوت آماری معنی‌داری وجود نداشت. در پس‌آزمون، بین گروه‌ها در همه متغیرهای توان ($P < 0/003$)، چابکی ($P < 0/001$) و تعادل پویای ($P < 0/009$) پای برتر تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده شد. برای حذف اثر اختلافات نمرات پیش‌آزمون، اختلاف میانگین نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون به‌عنوان میزان پیشرفت محاسبه شد و آزمودنی‌ها در گروه کنترل تغییرات قابل توجهی نداشتند. متغیر چابکی به‌طور میانگین در گروه تمرینات اصلاحی ۰/۹۰ ثانیه و در گروه بازی‌های اصلاحی ۰/۷۳ ثانیه پیشرفت داشت. متغیر توان به‌طور میانگین در گروه تمرینات اصلاحی ۱/۳۵ سانتی‌متر و در گروه بازی‌های اصلاحی ۱/۹۷ سانتی‌متر پیشرفت داشت. متغیر تعادل پویای پای برتر به‌طور میانگین در گروه تمرینات اصلاحی ۰/۳۵ سانتی‌متر و در گروه بازی‌های اصلاحی ۰/۲۷ سانتی‌متر پیشرفت داشت. هر دو گروه مداخله در شاخص‌های چابکی، توان و تعادل پویای اندام تحتانی غالب در مقایسه با گروه کنترل، بهبود آماری معنی‌دار نشان دادند ($P < 0/05$)؛ اما تفاوت آماری معنی‌داری بین دو گروه مداخله در میزان بهبود این شاخص‌ها یافت نشد.

پس از هشت هفته پروتکل تمرینی، زانوی پرنانتری در گروه‌های تمرینی بهبود یافت. میزان پیشرفت اصلاح زانوی پرنانتری به‌طور میانگین در گروه بازی‌های اصلاحی ۱۰/۵۷ میلی‌متر و در گروه تمرینات اصلاحی ۵/۴۳ میلی‌متر بود ($P < 0/001$) (جدول ۶). بین دو گروه تمرینی شامل تمرینات اصلاحی و بازی‌های اصلاحی در اصلاح زانوی پرنانتری تفاوت آماری معنی‌داری به نفع گروه بازی‌های اصلاحی وجود داشت ($P < 0/001$).

بحث

با توجه به نتایج این مطالعه، میزان اصلاح ناهنجاری زانوی پرنانتری در گروه بازی‌های اصلاحی به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه تمرینات اصلاحی تعیین شد. بین دو گروه مداخله در میزان بهبود شاخص‌های چابکی، توان و تعادل پویای اندام تحتانی غالب تفاوت آماری معنی‌داری یافت نشد.

بر اساس تحقیقات ۷۳ درصد بازیکنان فوتبال دارای ناهنجاری زانوی پرنانتری هستند. حدادنژاد معتقد است که ناهنجاری زانوی پرنانتری می‌تواند باعث تضعیف اجرا در فوتبالیست‌های نوجوان گردد. در مطالعه جعفرنژادگرو و همکاران که روی فوتبالیست‌های ۱۵ تا ۱۷ ساله مبتلا به زانوی پرنانتری انجام شد؛ اصلاح زانوی پرنانتری باعث بهبود تعادل پویا گردید.^{۲۱}

خسروی ارتباط میان ناهنجاری‌های اندام تحتانی با برخی فاکتورهای آمادگی جسمانی را بررسی و به این نتیجه رسیدند که در توان و چابکی بین افراد دارای ناهنجاری‌های مختلف اندام تحتانی با

بارزتر بود.

ملاحظات اخلاقی

مطالعه مورد تایید کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه شهرکرد (IR.SKU.REC.1401.002) قرار گرفت.

مشارکت نویسندگان

سعید شهبانی: مدیریت و طراحی پروژه، انجام پروژه، جمع آوری داده‌ها، تفسیر نتایج، نوشتن نسخه اولیه مقاله و تایید نسخه نهایی مقاله.

دکتر محمد ربیعی: مدیریت و طراحی پروژه، آنالیز داده‌ها، تفسیر نتایج و تایید نسخه نهایی مقاله

تعارض منافع

بین نویسندگان تضاد منافع وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه آقای سعید شهبانی (کد مصوب ۱۷۰/۱۲۲۱) برای اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی از دانشگاه شهرکرد بود. بدین وسیله از شرکت کنندگان در مطالعه، والدین دانش‌آموزان و مدیران مدارس شهرستان کوهرنگ که در این مطالعه ما را یاری نمودند؛ سپاسگزاری می‌شود.

References

- Karamvisi H, Babakhani F, Barati A. [The Effect of Genu Varum on the Pre-activation, Muscle Activation Pattern and Time to Stabilization During the Single Leg Jump-Landing]. *JPSR*. 2020;8(4):63-76. <https://doi.org/10.22038/jpsr.2020.36185.1876>. [Article in Persian]
- Arshadi R, Ghasemi GA, Samadi H. Effects of an 8-week selective corrective exercises program on electromyography activity of scapular and neck muscles in persons with upper crossed syndrome: Randomized controlled trial. *Phys Ther Sport*. 2019 May;37:113-19. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.03.008>.
- 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]. *JQRHS*. 2019; 8(2):14-30. [Article in Persian]
- Hosseini R, Norasteh AA, Nemati N. [Comparing the Balance of Male Athletes Aged 11-14 Years With and Without Genu Varum]. *J Sport Biomech*. 2019;4(4):54-65. <http://dx.doi.org/10.32598/biomechanics.4.4.54>. [Article in Persian]
- Tajdini Kakavandi H, Sadeghi H, Abasi A. [Investigating Ground Reaction Forces and Electromyography Muscle Activity of Lower Extremity During the Stance Phase of Walking in Active Male with and Without Genu Varum Deformity in Kharazmi University in 2017: A Descriptive Study]. *JRUMS*. 2019;18(7):675-88. [Article in Persian]
- Daneshmandi H, Alizadeh MH, Gharakhanlou R. [Corrective Exercises]. 17th ed. Tehran: SAMT Publication. 2019. [Persian]
- Prodromos CC, Han Y, Rogowski J, Joyce B, Shi K. A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen.

و تعادل پویای کودکان سالم و کم‌توان ذهنی و تعادل ایستای کودکان سالم موثر است؛ اما بر تعادل ایستا کودکان کم‌توان ذهنی اثر معنی‌داری نداشت.^{۳۲}

یافته‌های ذکر شده در مطالعات فوق با نتایج حاصل از مطالعه حاضر مطابقت دارد. مطالعه‌ای که در آن اثر بازی‌های اصلاحی در وضعیت تعادل ایستا و پویای افراد مبتلا به زانوی پرانتری مورد بررسی قرار گرفته باشد؛ مشاهده نشد. ضعف در تعادل در افراد مبتلا به زانوی پرانتری را می‌توان به عواملی همچون برهم خوردن راستای صحیح مفصل (تغییرات بیومکانیکی مفصل)، اختلال در عملکرد عصبی-عضلانی و تغییر نسبت قدرت عضلات اطراف زانو و همچنین تحریک گیرنده‌های حس عمقی اطراف زانو نسبت داد که با اصلاح وضعیت زانو و در نتیجه بهبود عملکرد عضلات اطراف زانو و گیرنده‌های عمقی آن، برقراری هماهنگی عصبی عضلانی و حس عمقی موثرتر در مفصل زانو، تعادل این افراد بهبود پیدا می‌نماید.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که هر دو روش تمرینی شامل تمرینات اصلاحی رایج و بازی‌های اصلاحی سبب اصلاح نسبی زانوی پرانتری و بهبود معنی‌دار متغیرهای چابکی، توان و تعادل پویای پای برتر می‌گردد؛ اما بهبودی زانوی پرانتری در گروه بازی‌های اصلاحی

Arthroscopy. 2007 Dec;23(12):1320-1325.e6. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2007.07.003>.

- Messier SP, Martin DF, Mihalko SL, Ip E, DeVita P, Cannon DW, et al. A 2-Year Prospective Cohort Study of Overuse Running Injuries: The Runners and Injury Longitudinal Study (TRAILS). *Am J Sports Med*. 2018 Jul;46(9):2211-21. <https://doi.org/10.1177/0363546518773755>.
- Melekoglu T, Isin A. The Relationship between Football Participation Level and Lower Leg Alignment in Youth Males: Genu Varum. *J Educ Train Stud*. 2019;7(2):137-41. <https://doi.org/10.11114/jets.v7i2.3955>.
- Sheikh M, Shahbazi M, Tahmasbi SH. [Measurement and Evaluation in Physical Education and Sports Sciences]. 15th ed. Tehran: Bamdad Book. 2022; pp: 153-57, 197, 207. [Persian]
- Rajabi R, Samadi H. [Laboratory of corrective movements]. 14th ed. Tehran: University of Tehran. 2020; pp: 63, 144. [Persian]
- Momenifar F, Raji A, Jafarnezhadgero AA, Yousefi Bilehsavar O, Yarahmadi J. [The Effect of Ramadan Fasting Combined With Regular Aerobic Exercise on Cortisol Level and Trait-State Anxiety in Female Professional Athletes]. *SJRM*. 2000;11(3):320-31. <https://doi.org/10.32598/SJRM.11.3.7>. [Article in Persian]
- Mongashti Joni Y, Fatahi F, Ghanizadeh Hasar N, Hosseinpour E. Effect of Genu Varum Deformity on Gluteus Medius Muscle Activity and Postural Control During Single-Leg Jump-Landing. *PTJ*. 2017;7(2):79-88. <http://dx.doi.org/10.32598/ptj.7.2.79>.
- Bakhtary AH, Fatemi E, RezaSoltani A. [Genu varum deformity may increase postural sway and falling risk]. *Koomesh*. 2012;13(3):e152518. [Article in Persian]
- 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 (SMJ)*. 2020;12(28):55-70. <https://doi.org/10.22089/smj.2021.10190.1469>. [Article in Persian]
16. Daneshmandi H, Rezazadeh F, Aali Sh, Khodadad B. [The Relationship between Posture and Physical Fitness in Blind, Deaf and Normal Children]. *Med J Tabriz Uni Med*. 2016;38(2):28-35. [Article in Persian]
 17. Tavana Kermani M, Ebrahimi Atri A, Khoshraftar Yazdi N. [The Effect of Eight Weeks Corrective Exercise on the Functional Kyphosis Curvature in the Teenager Girls]. *SJRM*. 2017;6(1):161-68. <https://doi.org/10.22037/jrm.2017.1100275>. [Article in Persian]
 18. Soleimani H. [Comparison of the effects of two common corrective exercise methods and corrective games on the degree of scoliosis curvature in 10- to 13-year-old girls]. Thesis. Shahrekord University. 2016. [Persian]
 19. Kuo MS, Chuang TY. How gamification motivates visits and engagement for online academic dissemination – An empirical study. *Comput Human Behav*. 2016; 55(Part A): 16-27. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.08.025>.
 20. Tavana Kermani M, Ebrahimi Atri A, Khoshraftar Yazdi N. [The Effect of Eight Weeks Corrective Exercise on the Functional Kyphosis Curvature in the Teenager Girls]. *SJRM*. 2017;6(1):161-68. <https://doi.org/10.22037/jrm.2017.1100275>.
 21. Jafarzadeh H, Fouladi R, Fallah Mohammadi M. [Effect of Six Weeks of Exercise With Traband on the Dynamic Balance of 15-17 Years Old Soccer Players With Genu Varum Deformity]. *SJRM*. 2022;11(4):576-89. <https://doi.org/10.32598/SJRM.11.4.4>. [Persian]
 22. Ghasemi B, Shahrani Z. [Corrective movements (with the approach of corrective games)]. 1st ed. Esfahan: University Jihad. 2013; pp: 106-11. [Persian]
 23. Rajabi R, Bayat Turk M, Mozafaripour I, Alaffan N, Mousavi SH. [Preventive and corrective games for musculoskeletal disorders in children]. 1st ed. Tehran: University of Tehran. 2020; pp: 133-43. [Persian]
 24. Khosravi MT. [Investigating the relationship between lower limb abnormalities and some physical fitness factors]. Thesis. Faculty of Physical Education and Sports Sciences. Gilan University. 2012. [Persian]
 25. Emarati FS, Namazizadeh M, Mokhtari F, Mohammadian F. [Effects of selected elementary school games on the perceptual-motor ability and social growth of 8-to-9 year-old female students]. *JRRS*. 2011; 7(5): 661-73. [Article in Persian]
 26. Ghanizadeh Hesar N, Ebrahimi B, Zolnoor Z. [The effect of corrective exercises on the static balance of athletes and non-athletes with knee braces]. The first national conference on physical education and school sports in the country. Urmia. 2014. [Persian]
 27. Mirzadeh Moghaddam A, Soltandost Nari SM, Khoshraftar Yazdi N. [Investigating static balance and lower extremity kinematics during Walking in patients with Genuvarum]. *SJRM*. 2015;4(4):148-55. <https://doi.org/10.22037/jrm.2015.1100230>.
 28. Yahyaiarad M. [A study of knee misalignment and dynamic balance in female athletes]. Thesis. Faculty of Physical Education and Sports Sciences. Gilan University. 2012. [Persian]
 29. Samaei A, Bakhtiary AH, Elham F, Rezasoltani A. Effects of genu varum deformity on postural stability. *Int J Sports Med*. 2012 Jun;33(6):469-73. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1301331>.
 30. Ghodsinezhad Kalahrodi O, Piri H, Ebrahimi E. [The Effect of Eight Weeks of Corrective Games on the Functional Assessment, Navicular Drop Index, and Balance in Male Students Aged 9 to 12 with Flexible Flatfoot]. *J Clin Res Paramed Sci*. 2025;14(1):e157990. <https://doi.org/10.5812/jcrps-157990>. [Article in Persian]
 31. Ghiami Rad A, Fattahi Turki A, Shahbazi B. [Comparison of the Effectiveness of Two Corrective Exercise Methods (NASM) and Corrective Games on Genu Varum in Boys Aged 10-12]. *J Sport Biomech*. 2023;9(2):128-38. <http://dx.doi.org/10.61186/JSportBiomech.9.2.128>. [Article in Persian]
 32. Ahmadnezhad L, Ebrahimi- Atri A, Khoshraftar-Yazdi N, Sokhangoei Y. [Research Paper: Effect of Eight Weeks Corrective Games on Kyphosis Curve and Strengths of Trunk Muscle in Kyphotic Mentally Retarded Children]. *JREHAB*. 2016;17(2):178-87. <http://dx.doi.org/10.21859/jrehab-1702178> [Article in Persian]