Original Article

Comparison of Stop X Exercises with and Without Ankle Mobility Training on Proprioception and Landing Pattern in Adolescent Soccer Players with Dynamic Knee Valgus: A Randomized clinical Trial

Majid Ghanbari[1], **Farzaneh Saki**[1], **Fatemeh Ahadi**[1]

[1] Department of Exercise Rehabilitation, Faculty of Sports Science, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

✉ **Corresponding author:** Department of Exercise Rehabilitation, Faculty of Sports Science, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

Email: f_saki@basu.ac.ir
Tel: +989188503783
Postal Code: 65176-59918

Received: 2 Feb 2026
Revised: 13 May 2026
Accepted: 10 Jun 2026

How to cite this article: Ghanbari M, Saki F, Ahadi F. Comparison of Stop X Exercises With and Without Ankle Mobility Training on Proprioception and Landing Pattern in Adolescent Soccer Players with Dynamic Knee Valgus: A Randomized Controlled Trial. J Shahid Sadoughi Uni Med Sci 2026; 34(6): 10323-335.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 Unported License which allows users to read, copy, distribute and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

Abstract

Introduction: The STOP-X training protocol was designed to optimize neuromuscular control, enhance proprioception, and improve landing mechanics. Although effective, evidence suggests that restricted ankle mobility may limit optimal performance; therefore, adding ankle mobility exercises has been proposed as a complementary intervention to facilitate kinetic chain mechanics. This study aimed to compare the effects of STOP-X training with and without ankle mobility exercises on proprioceptive indices and landing patterns in adolescent soccer players with dynamic knee valgus.

Methods: This randomized controlled clinical trial included 30 adolescent male soccer players aged 12–14 years with dynamic knee valgus. After screening for eligibility and obtaining informed consent, participants were randomly assigned using Random Number Generator software into two groups of 15: a control group (STOP-X alone) and an experimental group (STOP-X plus ankle mobility exercises). The outcome assessor was blinded to group allocation. Both groups underwent an 8-week rehabilitation program, three sessions per week, with session duration progressively increasing from 25 to 40 minutes. The STOP-X protocol included running drills, balance exercises, plyometrics with emphasis on proper landing, and lower-extremity and core strengthening, all progressed via overload principles. The experimental group performed 15 minutes of ankle mobility exercises—including myofascial release of plantar flexors, dynamic stretching, dorsiflexion drills, and resisted dorsiflexion/plantarflexion with elastic bands—prior to STOP-X training. Knee proprioception was assessed using a joint position reproduction error test at a target angle of 45°, and landing mechanics were evaluated with the Landing Error Scoring System (LESS). Data were analyzed using ANCOVA in SPSS version 16, controlling for pretest values, with significance set at $P<0.05$.

Results: Both training protocols significantly improved proprioception and landing mechanics. However, between-group comparisons showed that the combined STOP-X and ankle mobility group demonstrated significantly greater improvements in proprioception ($P=0.039$) and greater reduction in landing errors ($P=0.001$) compared to the STOP-X-only group.

Conclusion: While STOP-X training alone effectively improves proprioception and landing mechanics, its combination with ankle mobility exercises yields superior functional gains. These improvements likely result from enhanced kinetic chain function and reduced biomechanical constraints at the ankle, contributing to decreased dynamic knee valgus. Therefore, integrating neuromuscular training with ankle mobility exercises is recommended as a more comprehensive strategy for preventing lower-extremity injuries in adolescent soccer players.

Keywords: Ankle; Mobility restriction; Exercise; Proprioception; Dynamic knee valgus.
Registration ID in IRCT: IRCT202215056826N2

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-10-08]

[DOI: 10.18502/ssu.v34i6.22668]

مقاله پژوهشی

مقایسه تمرینات استوپ ایکس با و بدون موبیلیتی مچ پا بر حس عمقی و الگوی فرود فوتبالیست‌های نوجوان دارای والگوس پویای زانو: کارآزمایی بالینی تصادفی شده

مجید قنبری[۱]، فرزانه ساکی[۲]✉، فاطمه احدی[۳]

[۱] گروه توانبخشی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

چکیده

مقدمه: پروتکل تمرینی استوپ‌ایکس با هدف بهینه‌سازی کنترل عصبی–عضلانی، تقویت حس عمقی و اصلاح الگوی فرود طراحی شده است. با وجود اثربخشی این پروتکل، شواهد نشان می‌دهد که محدودیت حرکتی مچ پا می‌تواند مانع عملکرد بهینه شود؛ ازاین‌رو، افزودن تمرینات موبیلیتی مچ پا به‌عنوان مداخله‌ای مکمل برای تسهیل مکانیک زنجیره حرکتی مطرح است. پژوهش حاضر با هدف مقایسه تأثیر تمرینات استوپ‌ایکس با و بدون تمرینات موبیلیتی مچ پا بر شاخص‌های حس عمقی و الگوی فرود در فوتبالیست‌های نوجوان مبتلا به والگوس پویای زانو انجام شد.

روش بررسی: این کارآزمایی بالینی تصادفی‌شده روی ۳۰ فوتبالیست پسر ۱۲–۱۴ ساله با والگوس پویای زانو اجرا شد. پس از بررسی معیارهای ورود/خروج و اخذ رضایت، شرکت‌کنندگان به‌طور تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری استوپ‌ایکس (کنترل) و استوپ‌ایکس+موبیلیتی مچ پا (تجربی) قرار گرفتند. ارزیاب نسبت به گروه‌بندی کور بود. هر دو گروه به مدت ۸ هفته، هفته‌ای ۳ جلسه تمرین کردند (۲۵ تا ۴۰ دقیقه بر اساس پیشرفت). پروتکل استوپ‌ایکس شامل دویدن، تعادل، پلایومتریک و تقویت اندام تحتانی و مرکزی بود. گروه تجربی پیش از تمرین، ۱۵ دقیقه تمرینات موبیلیتی مچ پا (رهاسازی مایوفاشیال، کشش پویا، دورسی‌فلکشن و تمرینات مقاومتی با باند) انجام دادند. حس عمقی زانو با آزمون بازسازی زاویه (هدف ۴۵ درجه) و الگوی فرود با سیستم LESS ارزیابی شد. داده‌ها با آنالیز کوواریانس در SPSS version 16 تحلیل شدند (سطح معناداری ۰/۰۵).

نتایج: هر دو پروتکل باعث بهبود معنادار حس عمقی و مکانیک فرود شدند. بااین‌حال، گروه ترکیبی در مقایسه با گروه استوپ‌ایکس تنها، بهبود بیشتری در حس عمقی ($P=0.039$) و کاهش خطاهای فرود ($P=0.001$) نشان داد. نتیجه‌گیری: اگرچه استوپ‌ایکس به‌تنهایی مؤثر است، ترکیب آن با تمرینات موبیلیتی مچ پا دستاوردهای عملکردی بیشتری ایجاد می‌کند. این بهبود احتمالاً ناشی از اصلاح زنجیره حرکتی و کاهش محدودیت‌های بیومکانیکی مچ پا بوده و به کاهش والگوس پویای زانو کمک می‌کند. بنابراین، رویکرد تلفیقی عصبی–عضلانی و موبیلیتی مچ پا به‌عنوان استراتژی جامع‌تر برای پیشگیری از آسیب‌های اندام تحتانی در فوتبالیست‌های نوجوان توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: مچ پا، محدودیت تحرک، تمرینات، حس عمقی، والگوس پویا زانو

Registration ID in IRCT: IRCT202215056826N2

✉ **نویسنده مسئول:**
فرزانه ساکی
گروه توانبخشی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

پست الکترونیک:
F_saki@basu.ac.ir
تلفن: ۰۹۱۸۸۵۰۳۷۸۳
صندوق پستی: ۶۵۱۷۶-۵۹۹۱۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۱۳
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۲/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۳/۲۰

ارجاع:
قنبری مجید، ساکی فرزانه، احدی فاطمه. مقایسه تمرینات استوپ ایکس با و بدون موبیلیتی مچ پا بر حس عمقی و الگوی فرود فوتبالیست‌های نوجوان دارای والگوس پویای زانو: کارآزمایی بالینی تصادفی شده. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد ۱۴۰۵؛ ۳۴ (۶): ۳۳۵-۱۰۳۲۳.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-10-08]

[DOI: 10.18502/ssu.v34i6.22668]

CC BY-NC 4.0

مقدمه

فوتبال یکی از محبوب‌ترین و پرطرفدارترین ورزش‌های تیمی در سراسر جهان به شمار می‌رود (۱). بر اساس آمار منتشرشده از سوی فدراسیون بین‌المللی فوتبال، حدود ۲۷۰ میلیون نفر در سراسر دنیا به‌طور فعال در این ورزش مشارکت دارند (۲). گزارش‌ها نشان می‌دهد حدود ۵۸ درصد از بازیکنان فوتبال زیر ۱۸ سال هستند و نزدیک به ۷۵ درصد از این گروه سنی نیز کمتر از ۱۴ سال دارند (۳). ورزش فوتبال با وجود مزایای گسترده برای سلامت فیزیولوژیکی، به‌دلیل ماهیت حرکات انفجاری، تغییر جهت‌های مکرر و فرودهای پرفشار، ورزشی ذاتاً آسیب‌زا محسوب می‌شود (۴). مطالعات پیشین نشان داده‌اند که شیوع آسیب‌دیدگی در میان بازیکنان مرد فوتبال بین ۱۰ تا ۳۵ آسیب در هر ۱۰۰۰ ساعت بازی است که حدود یک چهارم تا یک سوم این آسیب‌ها از نوع غیرتماسی هستند (۴). در میان این آسیب‌ها، پارگی رباط صلیبی قدامی یکی از شدیدترین و شایع‌ترین آسیب‌های غیرتماسی در ورزش فوتبال محسوب می‌شود (۵). نرخ بروز این آسیب در فوتبالیست‌های نوجوان به‌ویژه در گروه سنی ۱۰ تا ۱۴ سال به دلیل نابالغی اسکلتی‌عضلانی، به‌طور قابل‌توجهی بیشتر از بزرگسالان گزارش شده و می‌تواند پیامدهای بلندمدت حرفه‌ای به همراه داشته باشد (۶). شناسایی و اصلاح عوامل خطر بیومکانیکی برای کاهش آسیب رباط صلیبی قدامی امری حیاتی است. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که والگوس پویای زانو و چرخش درشت‌نی، فاکتورهای خطر اصلی برای آسیب رباط صلیبی قدامی هستند (۷). به‌طوری‌که ورزشکاران آسیب‌دیده در هنگام فرود، والگوس زانوی بیشتری نسبت به افراد سالم نشان می‌دهند (۸). عوامل موثر بر والگوس پویا زانو شامل کاهش دامنه دورسی فلکشن مچ پا و ضعف در قدرت یا فعال‌سازی عضلات ران، به‌ویژه ابداکتورها و چرخاننده‌های خارجی (مانند عضله سرینی میانی) است که نقش کلیدی در کنترل صفحه فرونتال زانو دارند (۹). برای شناسایی افراد در معرض خطر بالای آسیب رباط صلیبی قدامی و هم‌چنین برای ارزیابی خطر این الگوهای بیومکانیکی، وجود یک ابزار استاندارد ضروری است. سیستم امتیازدهی خطای فرود Landing Error Scoring System (LESS) یک ابزار معتبر و قابل اعتماد برای شناسایی الگوهای بیومکانیکی پر خطر در طول تکلیف پرش و فرود است (۳). پادوا و همکارا در سال ۲۰۱۵ در یک مطالعه آینده‌نگر، خطر پارگی رباط صلیبی قدامی را در بازیکنان جوان نخبه فوتبال ارزیابی کردند و نتیجه گرفتند که سیستم امتیازدهی خطای فرود حساسیت خوب (۸۶٪) و ویژگی قابل قبولی (۶۴٪) را برای شناسایی خطر آسیب غیر تماسی رباط صلیبی قدامی نشان می‌دهد (۱۰) به‌طور خاص، افرادی‌که نمره سیستم امتیازدهی خطای فرود آن‌ها ۵ یا بیشتر (پرخطر) ثبت شد، در معرض خطر نسبی ۱۰/۷ برابری آسیب‌دیدگی رباط صلیبی قدامی در مقایسه با افراد با نمره کمتر از ۵ (کم‌خطر) قرار داشتند (۱۱).

کاهش تعادل پویا یکی از عوامل مهم بروز آسیب‌های اندام تحتانی به‌شمار می‌رود. آسیب رباط صلیبی قدامی معمولاً با اختلال در تعادل و کنترل پاسچر همراه است (۱۲). مطالعات نشان داده‌اند فوتبالیست‌هایی که از تعادل ضعیف‌تری برخوردارند، تقریباً دو برابر بیشتر در معرض آسیب‌های اندام تحتانی قرار دارند (۱۳). تمرینات تعادلی با تحریک و فعال‌سازی سیستم حس عمقی، نقش مؤثری در بهبود عملکرد عصبی‌عضلانی ایفا می‌کنند؛ به همین دلیل، حس عمقی به‌عنوان یکی از شاخص‌های بالینی مهم در ارزیابی و بازتوانی ورزشکاران آسیب‌دیده شناخته می‌شود (۴). این حس نقش مهمی در کاهش خطر آسیب دارد و هرگونه اختلال در آن می‌تواند احتمال آسیب‌دیدگی را افزایش دهد. هم‌چنین، نقص‌های عصبی‌عضلانی هنگام فعالیت‌هایی مانند پرش و فرود، موجب اختلال در حس عمقی شده و خطر آسیب زانو، به‌ویژه آسیب رباط صلیبی قدامی، را افزایش می‌دهند (۱۴). انجمن زانو آلمان، با توجه به اهمیت گرم‌کردن و اعمال تمرینات اصلاحی در پیشگیری از آسیب رباط صلیبی قدامی، برنامه تمرینی اختصاصی استوپ ایکس (STOP-X) را برای اصلاح والگوس پویا زانو طراحی و معرفی کرده است. این برنامه می‌تواند صدمات زانو را تا ۲۷ درصد و آسیب رباط صلیبی قدامی را تا ۵۱ درصد کاهش دهد (۱۳). تمرینات استوپ ایکس شامل بخش‌های دویدن، آموزش تعادل، تمرینات پرش-فرود و تمرینات قدرتی می‌باشد (۴). این برنامه با تمرینات ساده شروع شده و سطح سختی تمرینات فردی با گذشت زمان افزایش می‌یابد (۱۳). بررسی‌ها نشان می‌دهد تمرکز اصلی استوپ ایکس بر تقویت مفصل ران است. در عین حال، مطالعات اخیر تأکید کرده‌اند که والگوس بیش‌ازحد زانو می‌تواند با محدودیت قدرت و دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا و کینماتیک زنجیره حرکتی مرتبط باشد (۱۵). شواهد، از جمله یافته‌های سیگوارد و همکاران در سال ۲۰۰۸، نشان می‌دهد افراد دارای محدودیت

CC BY-NC 4.0

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-10-08]
[DOI: 10.18502/ssu.v34i6.22668]

دورسی‌فلکشن مچ پا هنگام فرود، والگوس زانوی بیشتری را تجربه می‌کنند (۱۶). هم‌چنین، بل و همکاران در سال ۲۰۰۸ گزارش کردند که افزایش دامنه دورسی‌فلکشن مچ پا موجب کاهش جابه‌جایی داخلی زانو در اسکات کنترل‌شده و بهبود حرکت زانو در صفحه فرونتال می‌شود (۱۷) بر این اساس، تمرینات موبیلیتی مچ پا می‌توانند با افزایش دامنه حرکتی دورسی‌فلکشن، الگوهای حرکتی اندام تحتانی را اصلاح کرده و در کاهش عوامل خطر مرتبط با آسیب زانو مؤثر باشند. با توجه به اینکه بروز والگوس بیش‌ازحد زانو اغلب از عدم تعادل عضلانی میان مفاصل ران و مچ پا ناشی می‌شود، ضرورت دارد رویکردی تلفیقی در طراحی برنامه‌های تمرینی مدنظر قرار گیرد که هر دو بخش پروگزیمال و دیستال اندام تحتانی را هدف قرار دهد. چنین رویکردی می‌تواند در اصلاح عملکرد عصبی‌عضلانی و بهبود حس عمقی نقش مؤثری داشته باشد. از این‌رو، هدف مطالعه حاضر مقایسه تأثیر تمرینات استوپ ایکس با و بدون تمرینات موبیلیتی مچ پا بر شاخص‌های حس عمقی و خطای فرود در بازیکنان نوجوان فوتبال دارای والگوس پویای زانو است.

روش بررسی

شرکت کنندگان: در این کارآزمایی بالینی تصادفی کنترل‌شده، ۳۴ فوتبالیست پسر نوجوان مبتلا به نقص والگوس پویای زانو شرکت کردند. جامعه هدف مطالعه شامل دانش‌آموزان فوتبالیست مدارس فوتبال شهرستان قروه استان کردستان بود. پس از غربالگری اولیه، افراد واجد شرایط بر اساس معیارهای ورود و خروج مشخص انتخاب و برای شرکت در مطالعه دعوت شدند. معیارهای ورود شامل فوتبالیست‌های پسر در محدوده سنی ۱۲ تا ۱۴ سال با زاویه والگوس پویای زانو بیش از ۱۰ درجه در آزمون اسکات تک‌پا (ارزیابی با دوربین و نرم‌افزار تحلیل حرکت)، محدودیت دامنه حرکتی مفصل مچ پا کمتر از ۱۰ سانتی‌متر در آزمون رساندن زانو به دیوار حین لانج و حداقل سه سال سابقه تمرین منظم فوتبال بود. معیارهای خروج شامل شرکت در برنامه‌های توانبخشی دیگر با هدف اصلاح والگوس زانو، سابقه جراحی یا آسیب جدی اندام تحتانی، عدم حضور در دو جلسه متوالی یا سه جلسه غیرمتوالی تمرین، و عدم تمایل به ادامه همکاری بود.

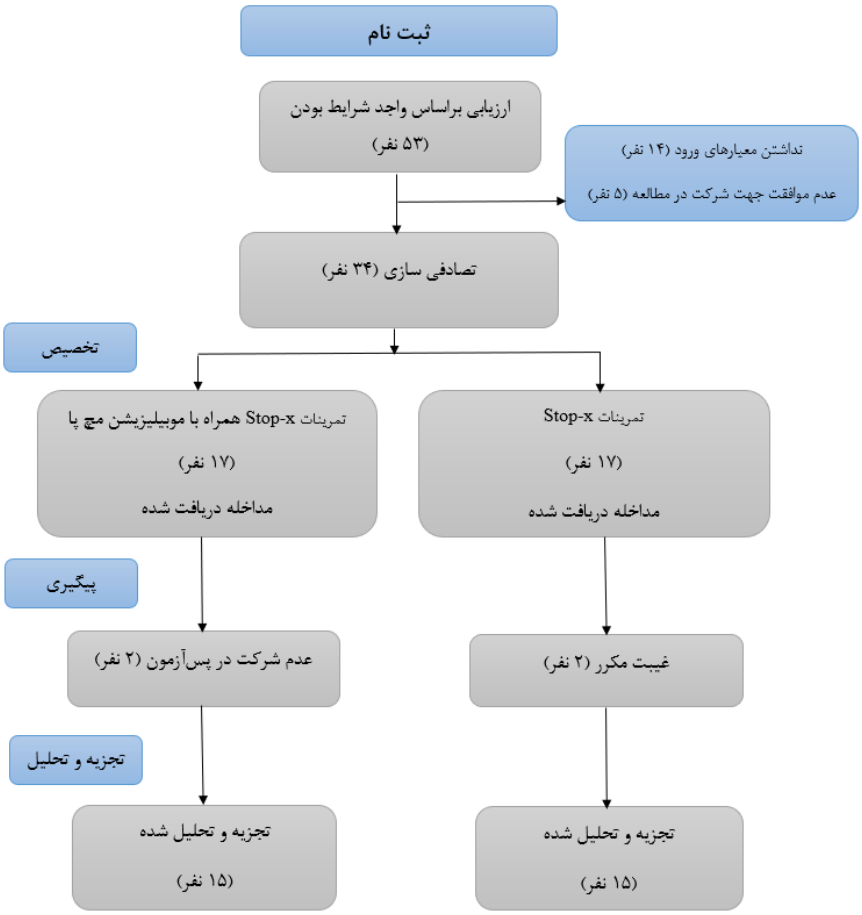
حجم نمونه: حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار G*Power نسخه ۱/۳/۹/۴ و بر اساس آزمون ANCOVA محاسبه شد. با در نظر گرفتن توان آماری ۸۰ درصد، سطح معناداری ۰/۰۵ و اندازه اثر ۰/۵۵ براساس مطالعه بابا گل‌تبار و همکاران در سال ۲۰۲۲ حداقل حجم نمونه مورد نیاز ۱۵ نفر برای هر گروه برآورد شد. با درنظر گرفتن احتمال ریزش، تعداد شرکت‌کنندگان به ۱۷ نفر در هر گروه افزایش یافت (۱۳).

طراحی مطالعه: این مطالعه یک کارآزمایی بالینی تصادفی شده، با طراحی آینده‌نگر بود که طی یک دوره هشت هفته‌ای، از ۲۰ فروردین تا ۱۱ تیر ۱۴۰۲، انجام شد. مجموعاً ۳۴ پسر فوتبالیست نوجوان مبتلا به نقص والگوس پویا زانو که شرایط لازم برای شرکت در مطالعه را داشتند، شناسایی شدند. در این راستا، جهت تضمین اثربخشی و پایبندی به اصول کورسازی، یک ارزیاب مستقل و آموزش‌دیده که هیچ‌گونه نقشی در اجرای پروتکل‌های مداخله‌ای نداشت و از تخصیص گروه‌ها مطلع نبود، مسئولیت انجام کلیه ارزیابی‌های مربوط به متغیرها را بر عهده گرفت. این رویکرد، اطمینان از بی‌طرفی در ارزیابی نتایج را فراهم آوردتصادفی‌سازی در این مطالعه به روش بلوکی انجام شد. ابتدا ۳۴ آزمودنی واجد شرایط با استفاده از قرعه‌کشی ساده، شماره‌گذاری شدند (۱ تا ۳۴). سپس با استفاده از نرم‌افزار Random Number Generator، ترتیب تصادفی شرکت‌کنندگان برای تخصیص به دو گروه تولید گردید. تخصیص نهایی به گروه‌ها با استفاده از روش پنهان‌سازی تخصیص Sequentially Numbered, Opaque Sealed Envelopes انجام شد تا تعادل ۱۷ نفر در هر گروه حفظ شود. به این ترتیب، ۱۷ نفر به گروه کنترل (تمرینات استوپ ایکس) و ۱۷ نفر به گروه مداخله (تمرینات استوپ ایکس همراه با تمرینات موبیلیتی مچ پا) تخصیص یافتند. گروه کنترل به‌عنوان کنترل فعال در نظر گرفته شد و شامل اجرای تمرینات استاندارد استوپ‌ایکس بود، در حالی‌که گروه مداخله علاوه بر این تمرینات، برنامه موبیلیتی مچ پا را نیز دریافت نمود. در طول مطالعه، در هر گروه دو شرکت‌کننده به دلیل عدم پایبندی به پروتکل تمرینی و غیبت در جلسات، از تحلیل نهایی کنار گذاشته شدند. بنابراین تحلیل نهایی بر اساس داده‌های ۱۵ شرکت‌کننده در هر گروه انجام شد (نمودار۱). پیش از آغاز پروتکل‌های مداخله‌ای، از تمامی شرکت‌کنندگان آزمون‌های مربوط به متغیرهای وابسته شامل آزمون سیستم نمره‌دهی خطای فرود (LESS) و آزمون ارزیابی حس عمقی در زاویه ۴۵ درجه اکستنشن فعال زانو به‌وسیله گونیامتر به عمل آمد. نتایج حاصل از این ارزیابی‌ها به‌عنوان داده‌های پیش‌آزمون ثبت و ذخیره گردید. ارزیاب سپس، هر دو

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-10-08]
[DOI: 10.18502/ssu.v34i6.22668]

CC BY-NC 4.0

گروه مداخله به مدت هشت هفته، سه جلسه در هفته و مدت زمان ۲۵ تا ۴۰ دقیقه پروتکل تمرینی مخصوص به خود را دریافت کردند. پس از اتمام دوره هشت هفته‌ای، تمامی آزمون‌های مربوط به پیش‌آزمون مجدداً تکرار شد و نتایج به‌عنوان داده‌های پس‌آزمون ثبت و ذخیره گردید. ارزیاب مسئول اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش نسبت به تخصیص گروهی شرکت‌کنندگان کور بود و در اجرای مداخلات تمرینی مشارکتی نداشت. در نهایت، داده‌های جمع‌آوری‌شده جهت پردازش و تحلیل آماری، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.



نمودار ۱: نمودار کانسورت روند انتخاب، ارزیابی و مشارکت شرکت‌کنندگان

اندازه گیری‌ها

سیستم نمره دهی خطای فرود (LESS): جهت کمی‌سازی و ارزیابی بیومکانیکی خطاهای تکنیکی فرود که با افزایش خطر آسیب همراه هستند، از آزمون سیستم امتیازدهی خطای فرود استفاده شد. به منظور اجرای این آزمون، آزمودنی‌ها تحت آموزش قرار گرفتند تا پرش دوپایی را از سکویی به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر آغاز کرده و پس از فرود بر روی زمین، بلافاصله و بدون مکث، یک پرش عمودی حداکثری انجام دهند. ناحیه فرود در فاصله ۵۰ درصد قد آزمودنی، دورتر از سکو، با استفاده از یک برچسب مشخص گردید. در طول اجرای آزمون، هیچ‌گونه بازخوردی در خصوص تکنیک فرود به شرکت‌کنندگان داده نشد. با این‌حال، در صورتی که آزمودنی‌ها پرش را به صورت دوپایی آغاز نمی‌کردند یا پس از فرود، هر دو پا آن‌ها از برچسب تعیین‌شده عبور نمی‌کرد، آزمون مجدداً تکرار می‌شد تا رعایت کامل شرایط استاندارد تضمین گردد. ضبط ویدئویی عملکردها با استفاده از دو دوربین در صفحات فرونتال و ساجیتال، با فاصله سه متر و ارتفاع ۱/۵ متر از سطح زمین، انجام گرفت. ویدیوهای ثبت‌شده با استفاده از نرم‌افزار Kinovea ساخت فرانسه نسخه

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-10-08]
[DOI: 10.18502/ssu.v34i6.22668]

CC BY-NC 4.0

۰/۹/۵ تجزیه و تحلیل شد و توسط آزمونگر با استفاده از فرم امتیازدهی کدگذاری گردید. آزمون سیستم امتیازدهی خطای فرود شامل ۱۷ آیتم ارزیابی است که در آن، به اجرای صحیح هر آیتم نمره صفر و به اجرای اشتباه نمره یک تخصیص داده شد. در نهایت، امتیاز نهایی هر فرد از مجموع نمرات تمامی آیتم‌ها محاسبه گردید. بر اساس این امتیازات، آزمودنی‌ها در چهار دسته (عالی =less<۴، خوب =۵≤less>۴، متوسط =۶≤less>۵، ضعیف =less>۶) طبقه بندی شدند، به‌طوری‌که امتیازات بیشتر نشانگر تکنیک‌های فرود خطرزا بود. این رویکرد نمره‌دهی، به دلیل دارا بودن قابلیت اجرایی بالا و اثربخشی در شناسایی مکانیک‌های خطرزای فرود، از پایداری بین آزمونگر و درون آزمونگر عالی تا خوب برخوردار است (۱۰،۱۱).

ارزیابی حس عمقی مفصل زانو: حس عمقی مفصل زانو با استفاده از آزمون خطای بازسازی زاویه مفصلی در زاویه هدف ۴۵ درجه مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمودنی‌ها در وضعیت نشسته بر روی لبه تخت قرار گرفتند، به نحوی که مفصل زانو و ران در حالت ۹۰ درجه خم شده و اندام تحتانی به صورت آویزان و آزاد بود. آزمونگر ابتدا بطور غیرفعال مفصل زانو را به زاویه هدف ۴۵ درجه هدایت کرد و آزمودنی موظف بود این وضعیت را برای مدت پنج ثانیه حفظ کرده و آن را در حافظه خود تثبیت نماید. سپس، با استفاده از چشم‌بند برای حذف ورودی بینایی، از آزمودنی خواسته شد تا زاویه هدف تثبیت‌شده را مجدداً بازسازی کند. اختلاف زاویه بازسازی شده با زاویه هدف، به عنوان خطای بازسازی زاویه مفصلی ثبت گردید. این آزمون در سه کوشش متوالی با استفاده از گونیامتر تکرار شد و میانگین این سه کوشش به عنوان شاخص نهایی خطای بازسازی زاویه مفصلی مفصل زانو ثبت گردید (۱۸،۱۹).

مداخلات: پروتکل‌های توانبخشی برای هردو گروه به مدت هشت هفته، سه جلسه در هفته و مدت زمان اولیه ۲۵ دقیقه طراحی گردید که با توجه به بهبود عملکرد تا ۴۰ دقیقه افزایش یافت. پروتکل‌های توانبخشی شامل ۱) تمرینات استوپ ایکس و ۲) تمرینات موبیلیتی مچ پا بود. تمامی جلسات تحت نظارت یک متخصص توانبخشی ورزشی برگزار گردید.

تمرینات استوپ ایکس: تمرینات استوپ ایکس به‌عنوان یک پروتکل تمرینی جامع و چندوجهی، با هدف ارتقاء عملکرد حرکتی، اصلاح نقص‌های بیومکانیکی و کاهش میزان آسیب‌های ورزشی، به‌ویژه در ناحیه اندام تحتانی، طراحی گردیده است. این مداخله تمرینی در طول هشت هفته، سه جلسه در هفته و مدت زمان هر جلسه بین ۲۵ تا ۴۰ دقیقه، در برنامه تمرینی ورزشکاران گنجانده شد (۱۳). مؤلفه‌های کلیدی آن شامل ترکیبی از تمرینات دویدن با شدت‌های متغیر و الگوهای حرکتی متنوع برای آماده‌سازی سیستم قلبی-عروقی و سیستم عصبی-عضلانی، تمرینات تعادلی با تمرکز بر بهبود ثبات ایستا و پویا با بهره‌گیری از سطوح پایدار و ناپایدار به منظور تقویت سیستم حس عمقی ، اجرای تمرینات پرشی با تأکید بر اجرای تکنیک صحیح فرود و هم‌چنین تقویت عضلات کلیدی اندام تحتانی و عضلات مرکزی بدن با استفاده از وزن بدن یا تجهیزات مقاومتی، با هدف افزایش ظرفیت تحمل بار و پایداری مفصلی می‌باشد (۲۰). این برنامه با تمرینات ساده آغاز شده و به تدریج، از طریق افزایش سطح دشواری تمرینات فردی، چالش‌های حرکتی و بیومکانیکی پیچیده تری را برای آزمودنی‌ها فراهم می‌آورد که این اصل پیشرفت تدریجی، به سازگاری سیستم عصبی-عضلانی و بهبود مستمر عملکرد کمک شایانی می‌نماید (۲۱). شدت تمرینات علاوه بر افزایش حجم تمرین (تعداد تکرار و ست)، بر اساس مقیاس Borg (RPE 11–15)کنترل شد تا بار تمرینی در محدوده متوسط تا نسبتاً سنگین حفظ گردد. پیشرفت تمرینات استوپ‌ایکس در طول ۸ هفته به صورت مرحله‌ای و بر اساس اصل اضافه‌بار تدریجی طراحی شد. در هفته‌های ۱ تا ۲ (مرحله سازگاری)، تمرینات با شدت پایین، حجم کمتر و بدون اعمال ناپایداری انجام شدند تا سازگاری اولیه عصبی–عضلانی ایجاد شود. در هفته‌های ۳ تا ۴ (مرحله میانی)، حجم تمرینات افزایش یافت و تمرینات بر روی سطوح ناپایدار (پد نرم) و با استفاده از مدیسنبال اضافه گردید. در نهایت، در هفته‌های ۵ تا ۸ (مرحله پیشرفته)، پیچیدگی تمرینات افزایش یافت که شامل تمرین روی نیمکره تعادل، افزایش حجم تمرینات پلایومتریک و اضافه شدن تمرینات با یار تمرینی بود. ارتقای مرحله تمرینی بر اساس معیارهای عملکردی انجام شد، به‌گونه‌ای که شرکت‌کنندگان تنها در صورت دستیابی به حداقل ۸۰٪ اجرای صحیح بدون خطای حرکتی (از جمله عدم وقوع والگوس زانو و فرود ناصحیح)، عدم بروز درد در اندام تحتانی و کسب کنترل کافی در الگوی فرود، به مرحله بعدی وارد می‌شدند.

تمرینات موبیلیتی مچ پا: تمرینات موبیلیتی مچ پا برای افزایش دورسی‌فلکشن و بهبود عملکرد مچ طراحی شد. گروه ترکیبی

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-10-08]
[DOI: 10.18502/ssu.v34i6.22668]

CC BY-NC 4.0

این تمرینات را همراه با تمرینات استوپ‌ایکس در طول هشت هفته انجام داد. تمرینات موبیلیتی به عنوان بخش گرم‌کردن و آماده‌سازی، قبل از تمرینات استوپ‌ایکس در هر جلسه (۱۵ دقیقه) اجرا شد تا دامنه حرکتی مچ بهینه و عملکرد پرش‌ها بهبود یابد. تمرینات شامل ماساژ پلانتارفلکسورها با رهاسازی مایوفاشیال، کشش‌های پویا و تخصصی (کشش پلانتارفلکسورها با زانوی خم، دورسی‌فلکشن با سطوح شیب‌دار)، تمرینات مقاومتی دورسی‌فلکشن و پلانتارفلکشن با باند بود (۲۲). شدت تمرینات به صورت تدریجی در طول ۸ هفته افزایش یافت، شامل افزایش مدت کشش، افزایش مقاومت باندهای الاستیک و افزایش دامنه حرکتی در تمرینات عملکردی.جزئیات اجرایی در (جدول ۲) آمده است.

تجزیه و تحلیل آماری

کلیه تحلیل‌های آماری این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS version 16 انجام پذیرفت. آمار توصیفی، شامل میانگین و انحراف معیار ، برای همه متغیرها محاسبه شد. پیش از انجام آزمون‌های استنباطی، نرمال بودن توزیع داده‌ها با به‌کارگیری آزمون شاپیروویلک ارزیابی گردید و شرط همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون مورد سنجش قرار گرفت. جهت بررسی تأثیر متغیر مستقل گروهی بر متغیرهای وابسته، با کنترل اثرات متغیرهای پیش‌آزمون، تحلیل کوواریانس یک‌طرفه اجرا گردید. سطح معناداری آماری برای تمامی آزمون‌ها P<۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

اطلاعات دموگرافیک: در جدول ۳، مشخصات دموگرافیک کلیه شرکت‌کنندگان ارائه شده است. این اطلاعات به منظور اطمینان از همگنی نمونه و بررسی پیش‌فرض‌های آماری لازم برای تحلیل‌ها جمع‌آوری گردیده است.

نتایج حاصل از تحلیل آماری، که در جدول ۴ ارائه شده است، بیانگر وجود تفاوت معنادار در متغیرهای حس عمقی و مقیاس سیستم امتیازدهی خطای فرود، بین دو گروه مورد مطالعه بود. نتایج آزمون ANCOVA با تعدیل اثر پیش آزمون، برتری قابل‌توجه گروه ترکیبی را نسبت به گروه تمرینات استوپ ایکس در هر دو متغیر تأیید نمود. به طور خاص، نتایج حاکی از بهبود معنادار حس عمقی در گروه مداخله در مقایسه با گروه کنترل بود (p<۰/۰۵). هم‌چنین، در متغیر سیستم امتیازدهی خطای فرود، گروه تجربی پس از هشت هفته تمرین، میانگین خطای کمتری را در ارزیابی فرود نشان داد که این تفاوت آماری معنادار بود (p<۰/۰۵).

نتایج نشان داد که در هر دو گروه، بهبودهای درون‌گروهی معناداری در متغیرهای مورد بررسی مشاهده شد. در گروه کنترل خطای حس عمقی از ۱/۰۷ ± ۵/۱۳ درجه به ۱/۰۹ ± ۳/۶۶ درجه در پس آزمون کاهش یافت. هم‌چنین نمره LESS از ۱/۶۷ ± ۱۰/۳۳ به ۱/۴۸ ± ۷/۰۶ پیدا کرد. در تجربی خطای حس عمقی از ۱/۰۳ ± ۵/۷۷ درجه به ۰/۹۵ ± ۳/۱۵ درجه کاهش یافت و نمره LESS از ۱/۶۹ ± ۱۰/۰۰ به ۱/۷۶ ± ۵/۱۳ رسید.

جدول ۱: برنامه تمرینات استوپ ایکس

فاکتور	تمرین/هفته	هفته ۱	هفته ۲	هفته ۳ و ۴	هفته ۵	هفته ۶ و ۷	هفته ۸
	گرم کردن آسان	**۵ دقیقه**	**۵ دقیقه**	**۵ دقیقه**	**۵ دقیقه**	**۵ دقیقه**	**۵ دقیقه**
رفتن و دویدن	دویدن با چرخش خارجی ران	تکرار ۲×۸	۲×۱۰ تکرار	تکرار ۲×۱۲	تکرار ۲×۱۴	-	-
تعادل	لانچ (R-L)	تکرار ۲×۱۰	۲×۱۰ تکرار	-	-	-	-
	لانچ روی پد نرم (R-L)	-	-	تکرار ۲×۱۰	تکرار ۲×۱۰		
	اسکات روی یک پا (R-L)	تکرار ۲×۱۰	۲×۱۲ تکرار	-	-	-	-

CC BY-NC 4.0

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-10-08]
[DOI: 10.18502/ssu.v34i6.22668]

	اسکات روی یک پا بر روی پد نرم (R-L)	-	-	تکرار ۲×۱۰	تکرار ۲×۱۲	-	-
	اسکات روی یک پا با در دست داشتن توپ مدیسنبال دو کیلویی(R-L)	-	-	تکرار ۲×۱۰	تکرار ۲×۱۲	-	-
	اسکات روی یک پا با در دست داشتن توپ مدیسنبال بر روی پد نرم (R-L)	-	-	-	-	تکرار ۲×۱۰	تکرار ۲×۱۲
	لانج زانو در جهت عقربه‌های ساعت بر روی پد نرم	-	-	-	-	تکرار ۲	تکرار ۳
	تمرین با یار تمرینی: آزمودنی با یک پا روی پد نرم ایستاده و با پای دیگر یک توپ را پرتاب می‌کند (R-L)	-	-	-	-	تکرار ۲×۱۰	تکرار ۲×۱۲
	تمرین با یار تمرین: ایستادن روی یک پا بر روی نیمکره تعادل و تلاش برای برهم زدن یار تمرینی (R-L)	-	-	-	-	تکرار ۲×۴	تکرار ۲×۶
	گام برداری به پهلو باتراباند دور مچ پا	تکرار ۲×۱۰	۲×۱۲ تکرار	-	-	-	-
	اسکات با تراباند	تکرار ۲×۱۰	۲×۱۲ تکرار	-	-	-	-
	پلانک	ثانیه ۳×۳۰	۳×۴۰ ثانیه	-	-	-	-
	پلانک پویا	-	-	ثانیه ۳×۳۰	ثانیه ۳×۴۵	ثانیه ۳×۶۰	ثانیه ۳×۶۰
قدرتی	پلانک جانبی با بلند کردن لگن (R-L)	تکرار ۲×۱۰	۲×۱۲ تکرار	-	-	-	-
	پلانک جانبی با ابداکشن ران (R-L)	-	-	تکرار ۱×۱۵	تکرار ۱×۲۰	تکرار ۱×۲۵	تکرار ۱×۳۰
	اسکات روی جعبه	تکرار ۲×۱۰	۲×۱۲ تکرار	-	-	-	-
	اسکات عمیق روی جعبه	-	-	تکرار ۲×۱۲	تکرار ۲×۱۴	-	-
	اسکات با یک پا روی جعبه (R-L)	-	-	-	-	تکرار ۲×۸	تکرار ۲×۱۰
	همسترینگ روسی با کش	تکرار ۱۰	۱۲ تکرار	تکرار ۲×۱۰	۲ ×۱۲ تکرار	-	-
	همسترینگ روسی	-	-	-	-	تکرار ۸	تکرار ۱۰
جامپینگ	پرش بلند	تکرار ۲×۸	۲×۱۰ تکرار	تکرار ۳×۸	تکرار ۳×۱۰	-	-

CC BY-NC 4.0

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-10-08]
[DOI: 10.18502/ssu.v34i6.22668]

دویدن با پرش‌های جانبی	-	-	-	-	تکرار ۸×۲	تکرار ۱۰×۲
دویدن با پرش‌های بلند	-	-	-	-	تکرار ۸×۲	۱۰×۲تکرار
پرش-فرود در همان نقطه	-	-	-	-	تکرار ۸×۲	۱۰×۲تکرار

استراحت بین ست‌ها متناسب با شدت تمرین و برابر با مدت زمان اجرای هر ست در نظر گرفته شد-
R-L: راست و چپ (هر دو طرف بدن)
[-] تمرین اجرا نشد

جدول ۲: برنامه تمرینات موبیلیتی مچ پا

تمرین ها	ست	تکرار / زمان
سلف ماساژ پلانتار فلکسورها	هر پا ۳ مرتبه	۳۰ ثانیه
کشش پلانتار فلکسورها با زانوی خم	هر پا ۲ مرتبه	۱ دقیقه
افت پاشنه تک‌پا	هر پا ۳ مرتبه	۱۵-۱۲ تکرار
کشش مچ بوسیله بند	هر پا ۳ مرتبه	۲۰ ثانیه

جدول ۳: اطلاعات دموگرافیک شرکت کنندگان

مشخصات	گروه استوپ ایکس (n=۱۵)	گروه ترکیبی (n=۱۵)	P
سن (سال)	۱۳/۶۵ ± ۰/۶۳	۱۳/۳۴ ± ۰/۶۴	۰/۴۶۱
قد (سانتی‌متر)	۱۷۳/۰۲ ± ۵/۶	۱۷۲/۸ ± ۵/۳	۰/۵۲۹
وزن (کیلوگرم)	۵۳/۸ ± ۴/۳	۵۳/۲ ± ۴/۰۱	۰/۵۸۱

آزمون t دو نمونه مستقل، P<۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری

جدول ۴: تغییرات بین گروهی و درون گروهی در پیامدهای حس عمقی و سیستم امتیاز دهی خطای فرود

نتایج	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	تفاوت میانگین	اندازه اثر درون گروهی	کوهن	میزان پی	اندازه اثر بین گروهی
حس عمقی	استوپ ایکس	۵/۱۳ ± ۱/۰۷	۳/۶۶ ± ۱/۰۹	۱/۴۷	۰/۰۷۲	۱/۳۲	۰/۰۳۹	۰/۱۴۹
	ترکیبی	۵/۷۷ ± ۱/۰۳	۳/۱۵ ± ۰/۹۵	۲/۶۲	۰/۱۵۲	۲/۳۷		
LESS	استوپ ایکس	۱۰/۳۳ ± ۱/۶۷	۷/۰۶ ± ۱/۴۸	۳/۲۷	۰/۰۰۳	۲/۶۷	۰/۰۰۱	۰/۳۴۸
	ترکیبی	۱۰/۰۰ ± ۱/۶۹	۵/۱۳ ± ۱/۷۶	۴/۸۷	۰/۰۰۹	۳/۳۳		

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-10-08]
[DOI: 10.18502/ssu.v34i6.22668]

CC BY-NC 4.0

بحث

هدف از این مطالعه مقایسه هشت هفته تمرینات استوپ ایکس با و بدون تمرینات موبیلیتی مچ پا بر حس عمقی و خطای فرود در بازیکنان فوتبال مبتلا به والگوس پویای زانو بود. نتایج نشان داد که هر دو گروه تمرینی در حس عمقی و خطای فرود بهبود معنی‌دار درون‌گروهی داشتند، اما گروه تمرینات ترکیبی عملکرد بهتری در ارتقای حس عمقی و کاهش خطای فرود نشان داد که این تفاوت از نظر آماری معنادار بود. این یافته‌ها حاکی از آن است که افزودن تمرینات موبیلیتی مچ پا به برنامه استوپ ایکس می‌تواند اثر تقویتی بر کنترل عصبی‌عضلانی و کیفیت فرود داشته باشد. نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های اسلامی و همکاران در سال ۲۰۲۳ همسو است. این محققان در تحقیق خود، تاثیر هشت هفته تمرینات استوپ ایکس و FIFA 11^+ Kids بر حس عمقی و تعادل در بازیکنان فوتبال مرد مبتلا به والگوس پویا زانو را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که تمرینات استوپ ایکس در بهبود حس عمقی، والگوس پویای زانو و تعادل در بین بازیکنان جوان فوتبال با ناهنجاری والگوس پویا زانو، مؤثرتر از تمرینات FIFA 11^+ هستند (۲۳). هم‌چنین بابا گل تبار و همکاران ۱۴۰۰ مطالعه‌ای را تحت عنوان تعیین تأثیر برنامهٔ تمرینی انجمن زانوی آلمان (برنامه استوپ ایکس) بر راستای زانو و تعادل فوتبالیست‌های نوجوان با والگوس پویا زانو به انجام رساندند. نتایج این تحقیق نشان داد که در تمامی متغیرهای پژوهش در لحظه‌ی برخورد، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه تمرین و کنترل وجود دارد. هم‌چنین نشان داد که تمرینات استوپ ایکس در بهبود نوجوانان فوتبالیست مبتلا به والگوس پویای زانو تأثیر مثبتی را داشته است (۱۳). مطالعات نشان داده‌اند که نقص‌های عصبی‌ـعضلانی در فعالیت‌های پرش و فرود می‌توانند کنترل حسی‌ـحرکتی و حس عمقی را تحت تأثیر قرار دهند. از آنجا که اطلاعات حس عمقی نقش اساسی در کنترل حرکت، پایداری عملکردی مفاصل و فعال‌سازی مناسب عضلات تثبیت‌کننده زانو دارد، اختلال در این سیستم ممکن است خطر الگوهای حرکتی نامطلوب و آسیب‌های اندام تحتانی را افزایش دهد (۲۴). نقص در حس عمقی زانو و به دنبال آن والگوس پویا زانو می‌تواند به‌عنوان یکی از عوامل اصلی مؤثر در پایداری ضعیف تعادل در جمعیت ورزشکاران در نظر گرفته شود، که در نهایت فرد را در معرض آسیب رباط صلیبی قدامی قرار می‌دهد (۴). کنترل عصبی‌عضلانی مکانیسمی است که نقش مهمی در حفظ پایداری عملکردی مفصل زانو ایفا می‌کند و از طریق دریافت اطلاعات حسی از گیرنده‌های مکانیکی موجود در عضلات، تاندون‌ها و لیگامان‌ها و تنظیم متعاقب پاسخ‌های عضلانی، ثبات مفصل را تأمین می‌کند (۲۵). افزایش قابلیت‌های حس عمقی و کنترل عصبی‌عضلانی از عوامل ضروری برای پیشگیری از آسیب محسوب می‌شوند؛ هم‌چنین تحقیقات نشان داده است که بهبود کنترل عصبی‌عضلانی پس از تمرین می‌تواند در کاهش زاویه والگوس زانو و بهبود عملکرد حس عمقی نقش مؤثری داشته باشد (۲۶). هم‌چنین بل و همکاران در سال ۲۰۱۳ با اعمال تمرینات قدرتی و انعطاف‌پذیری در ناحیه مچ‌پا توانستند زاویه سه‌بعدی والگوس زانو را بهبود بخشند. هم‌چنین این مقاله پیشنهاد داد که به‌منظور بهبود زاویه سه‌بعدی والگوس پویا زانو از تمریناتی که بر ناحیه مچ‌پا تاکید دارد، استفاده شود که در تایید این موارد می‌توان اشاره کرد که بهبود همکاری و تعادل عضلانی و هم‌چنین تحرک‌پذیری مناسب‌تر مفصل مچ پا از دلایل احتمالی بهبود کینماتیک اندام تحتانی بوده است (۲۷). از منظر بیومکانیکی، محدودیت دورسی‌فلکشن مچ پا یکی از عوامل زمینه‌ساز افزایش پرونیشن پا و چرخش داخلی درشت‌نی است. این تطابق‌های جبرانی منجر به افزایش والگوس پویا زانو در حین فرود می‌گردند (۲۸). از آنجا که والگوس بیش‌ازحد زانو معمولاً ناشی از عدم تعادل عضلانی میان مفاصل ران و مچ پا است، رویکردی تلفیقی که هر دو بخش پروگزیمال و دیستال اندام تحتانی را هدف قرار دهد، از نظر اصلاح عملکرد عصبی‌عضلانی و حس عمقی اهمیت دارد. همین مورد یکی از دلایل احتمالی بهبود بیشتر در گروه تمرینات ترکیبی در پژوهش حاضر است. در مجموع، پژوهش حاضر تأکید می‌کند که تمرینات پیشگیری از آسیب استوپ ایکس به همراه موبیلیتی مچ پا نسبت به اجرای تمرینات استوپ ایکس به تنهایی، در بهبود حس عمقی و اصلاح کینماتیک فرود مؤثرتر است. به نظر می‌رسد این اثر از طریق افزایش تحرک‌پذیری مفصل مچ پا، کاهش جبران‌های مکانیکی، فعال‌تر شدن گیرنده‌های حس عمقی و ارتقای هماهنگی عضلانی ایجاد شده باشد. ازاین‌رو پیشنهاد می‌شود در طراحی برنامه‌های پیشگیری از آسیب رباط صلیبی قدامی در فوتبالیست‌های نوجوان، ترکیب تمرینات عصبی‌عضلانی با موبیلیتی مچ پا به عنوان یک رویکرد جامع و مؤثر مورد توجه قرار گیرد.

از محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به دامنه سنی محدود شرکت‌کنندگان اشاره کرد که تعمیم نتایج به گروه‌های سنی

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-10-08]
[DOI: 10.18502/ssu.v34i6.22668]

CC BY-NC 4.0

متفاوت را دشوار می‌سازد. هم‌چنین، مدت زمان اجرای برنامه نسبتاً کوتاه بود و هیچ پیگیری بلندمدتی برای ارزیابی پایداری اثرات تمرینات انجام نشد؛ بنابراین درباره ماندگاری بهبود در حس عمقی و الگوی فرود نمی‌توان نتیجه‌گیری قطعی داشت. از سوی دیگر، ارزیابی‌ها عمدتاً بر شاخص‌های عملکردی مانند سیستم امتیازدهی خطای فرود و سنجش حس عمقی مبتنی بودند و از ابزارهای پیشرفته‌تری مانند الکترومیوگرافی یا تحلیل‌های سه‌بعدی حرکت استفاده نشده است که این امر دقت تحلیل بیومکانیکی را محدود می‌کند. علاوه بر این، کنترل کاملی بر متغیرهای بیرونی نظیر شدت تمرینات فوتبال، الگوهای خواب، یا وضعیت تغذیه شرکت‌کنندگان وجود نداشت که ممکن است بر پاسخ‌های عصبی‌عضلانی اثرگذار باشند. یکی از محدودیت‌های مهم این پژوهش، تفاوت در حجم تمرینی بین دو گروه بود. مدت زمان جلسات تمرینی گروه تجربی (۵۵–۴۰ دقیقه) به دلیل افزودن ۱۵ دقیقه تمرین موبیلیتی مچ پا، طولانی‌تر از گروه کنترل (۴۰–۲۵ دقیقه) بود. بنابراین، نمی‌توان به‌طور قطعی تعیین کرد که بهبودهای مشاهده‌شده در گروه تجربی صرفاً ناشی از محتوای تمرینات موبیلیتی مچ پا بوده یا تحت تأثیر حجم تمرینی بالاتر قرار گرفته است. با توجه به موارد فوق، نتایج مطالعه باید با احتیاط تفسیر شوند و پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده از نمونه‌های بزرگ‌تر، پیگیری‌های طولانی‌مدت، حجم تمرینی برابر بین گروه‌ها، و ابزارهای اندازه‌گیری دقیق‌تر برای ارزیابی مکانیسم‌های عصبی‌عضلانی مرتبط با حس عمقی و والگوس زانو استفاده شود.

نتیجه‌گیری

یافته‌های این مطالعه نشان داد که تلفیق تمرینات استوپ ایکس با تمرینات موبیلیتی مچ پا، در مقایسه با اجرای تمرینات استوپ ایکس به تنهایی، اثربخشی معنادارتری بر ارتقای حس عمقی و کاهش خطای فرود در فوتبالیست‌های نوجوان مبتلا به والگوس پویای زانو دارد. به‌نظر می‌رسد افزایش تحرک‌پذیری مچ پا از طریق بهبود هماهنگی عصبی-عضلانی و اصلاح کینماتیک اندام تحتانی، موجب کاهش حرکات جبرانی نامطلوب می‌گردد. همسویی نتایج حاضر با ادبیات پیشین، بر کارآمدی رویکردهای تلفیقی تأکید دارد؛ از این‌رو، به‌کارگیری این برنامه تمرینی به عنوان یک راهبرد پیشگیرانه مؤثر جهت کاهش خطر آسیب رباط صلیبی قدامی در فوتبالیست‌های نوجوان توصیه می‌شود.

سپاس‌گزاری

مقاله حاضر، برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقای مجید قنبری در دانشگاه بوعلی‌سینا همدان بود. بدین‌وسیله از تمامی بیمارانی‌که به‌صورت داوطلبانه در این کارآزمایی بالینی شرکت کردند صمیمانه تشکر می‌کنیم.

حامی مالی

ندارد.

تعارض در منافع

وجود ندارد.

ملاحظات اخلاقی

کلیه مراحل مطالعه با رعایت اصول اخلاقی و مطابق با اعلامیه هلسینکی و دستورالعمل‌های کانسورت (CONSORT) برای گزارش شفاف کارآزمایی‌های بالینی طراحی و اجرا گردید. این مطالعه توسط کمیته اخلاق دانشگاه بوعلی سینا (IR.BASU.REC.1401.023) تأیید شده است.

مشارکت نویسندگان

فرزانه ساکی و مجید قنبری در ارائه ایده، فرزانه ساکی در طراحی مطالعه، مجید قنبری در جمع‌آوری داده‌ها، فرزانه ساکی و فاطمه احدی در تجزیه و تحلیل داده‌ها مشارکت داشته و همه نویسندگان در تدوین، ویرایش اولیه و نهایی مقاله و پاسخگویی به سوالات مرتبط با مقاله سهیم هستند.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-10-08]

[DOI: 10.18502/ssu.v34i6.22668]

CC BY-NC 4.0

References

1. Akbari H, Sahebozamani M, Daneshjoo A, Amiri-Khorasani M, Shimokochi Y. ***Effect of the FIFA 11+ on landing patterns and baseline movement errors in elite male youth soccer players***. J Sport Rehabil. 2019; 29(6): 730-7.

2. Dvorak J. ***Osteoarthritis in football: FIFA/F-MARC approach***. Br J Sports Med. 2011; 45(8): 673-6.

3. Padua DA, Marshall SW, Boling MC, Thigpen CA, Garrett WE Jr, Beutler AI. ***The Landing Error Scoring System (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: the JUMP-ACL study***. Am J Sports Med. 2009; 37(10): 1996-2002.

4. Seyedi M, Zarei M, Daneshjoo A, Rajabi R, Shirzad E, Mozafaripour E, et al. ***Effects of FIFA 11+ warm-up program on kinematics and proprioception in adolescent soccer players: a parallel-group randomized control trial***. Sci Rep. 2023; 13(1): 5527.

5. Miralles-Iborra A, Vera-Garcia FJ, Elvira JL, Del Coso J, Buckthorpe M, Manchón-Davó M, et al. ***Mechanisms, Injury Patterns and Biomechanical Factors of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Football (Soccer): A Systematic Review and Meta-Analysis of Video-Analysis Studies***. Sports Med. 2026: 1-16.

6. García-Luna MA, Cortell-Tormo JM, García-Jaén M, Ortega-Navarro M, Tortosa-Martínez J. ***Acute effects of ACL injury-prevention warm-up and soccer-specific fatigue protocol on dynamic knee valgus in youth male soccer players***. Int J Environ Res Public Health. 2020; 17(15): 5608.

7. Collings TJ, Diamond LE, Barrett RS, Timmins RG, Hickey JT, Du Moulin WS, et al. ***Strength and biomechanical risk factors for non-contact ACL injury in elite female footballers: a prospective study***. Med Sci Sports Exerc. 2022; 54(8): 1242-1251.

8. Saki F, Romiani H, Ziya M, Gheidi N. ***The effects of gluteus medius and tibialis anterior kinesio taping on postural control, knee kinematics, and knee proprioception in female athletes with dynamic knee valgus***. Phys Ther Sport. 2022; 53: 84-90.

9. Zhang Z, Xu D, Wang M, Zhou H, Liang M, Baker JS, et al. ***The effect of restricted ankle dorsiflexion on knee injury risk during landing***. Acta Bioeng Biomech. 2025; 27(1): 93-109.

10. Padua DA, DiStefano LJ, Beutler AI, De La Motte SJ, DiStefano MJ, Marshall SW. ***The landing error scoring system as a screening tool for an anterior cruciate ligament injury–prevention program in elite-youth soccer athletes***. J Athl Train. 2015; 50(6): 589-95.

11. Hanzlíková I, Athens J, Hébert-Losier K. ***Clinical implications of landing error scoring system calculation methods***. Phys Ther Sport. 2020; 44: 61-6.

12. Fernandes TL, Felix ECR, Bessa F, Luna NM, Sugimoto D, Greve JMDA, et al. ***Evaluation of static and dynamic balance in athletes with anterior cruciate ligament injury–A controlled study***. Clinics. 2016; 71(8): 425-9.

13. Babagoltabar Samakoush H, Norasteh AA. ***The effect of German Knee Association training program (STOP X program) on knee condition and balance of adolescent soccer players with dynamic knee valgus***. Stud Sport Med. 2022; 13(30): 231-54.

14. Mohamadi A, Letafatkar A, Hosseini SH, Heshmati S. ***The effect of six weeks of hamstring eccentric exercises on the postural control and knee joint proprioception in adolescent football players***. J Sport Biomech. 2017; 3(3): 15-25.

15. Kagaya Y, Fujii Y, Nishizono H. ***Association between hip abductor function, rear-foot dynamic alignment, and dynamic knee valgus during single-leg squats and drop landings***. J Sport Health Sci. 2015; 4(2): 182-7.

16. Sigward SM, Ota S, Powers CM. ***Predictors of frontal plane knee excursion during a drop land in young female soccer players***. J Orthop Sports Phys Ther. 2008; 38(11): 661-7.

17. Bell DR, Padua DA, Clark MA. ***Muscle strength and flexibility characteristics of people displaying excessive medial knee displacement***. Arch Phys Med Rehabil. 2008; 89(7): 1323-8.

18. Aboeleneen AM, Darwesh AA, Embaby H, Elbanna MF. ***Short-term effect of cryotherapy on knee joint proprioception and quadriceps isometric strength in healthy young females***. Bull Fac Phys Ther. 2018; 23(1): 1-8.

CC BY-NC 4.0

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-10-08]
[DOI: 10.18502/ssu.v34i6.22668]

19. Demir A. ***The effect of exergames on sedentary university students' shoulder and knee proprioception***. Int J Educ Technol Sci Res. 2020; 5(12): 657-76.

20. Hasani Chenari R, Mohammad Ali Nasab Firouzjah E, Roshani S. ***The effect of Stop X exercises on balance, strength and range of motion of male adolescent football players with dynamic knee valgus***. Sci Rep. 2025; 15(1): 18213.

21. Rostami M, Sedaghati P, Daneshmandi H. ***The effectiveness of the STOP-X training program on the knee valgus angle and balance in female basketball players with dynamic knee valgus: a randomized controlled trial***. BMC Sports Sci Med Rehabil. 2024; 16(1): 52.

22. Howe LP, Bampouras TM, North JS, Waldron M. ***Improved ankle mobility after a 4-week training program affects landing mechanics: a randomized controlled trial***. J Strength Cond Res. 2022; 36(7): 1875-83.

23. Eslami A, Sahebozamani M, Bahiraei S. ***The Effect of Eight Weeks of Stop-X and FIFA 11+ Kids Warm-Up on Proprioception and Balance in Football Players with Dynamic Knee Valgus***. Research Square. 2023.

24. Moon KM, Kim J, Seong Y, Suh B-C, Kang K, Choe HK, et al. ***Proprioception, the regulator of motor function***. BMB Rep. 2021; 54(8): 393.

25. Salamanna F, Caravelli S, Marchese L, Carniato M, Vocale E, Gardini G, et al. ***Proprioception and mechanoreceptors in osteoarthritis: a systematic literature review***. J Clin Med. 2023; 12(20): 6623.

26. Arumugam A, Björklund M, Mikko S, Häger CK. ***Effects of neuromuscular training on knee proprioception in individuals with anterior cruciate ligament injury: a systematic review and GRADE evidence synthesis***. BMJ Open. 2021; 11(5): e049226.

27. Bell DR, Oates DC, Clark MA, Padua DA. ***Two-and 3-dimensional knee valgus are reduced after an exercise intervention in young adults with demonstrable valgus during squatting***. J Athl Train. 2013; 48(4): 442-9.

28. Dill KE, Begalle RL, Frank BS, Zinder SM, Padua DA. ***Altered knee and ankle kinematics during squatting in those with limited weight-bearing–lunge ankle-dorsiflexion range of motion***. J Athl Train. 2014; 49(6): 723-32.

[Downloaded from jssu.ssu.ac.ir on 2026-10-08]

[DOI: 10.18502/ssu.v34i6.22668]

CC BY-NC 4.0