



Article Type: Original Article

The Effect of Eight Weeks of Football+ Training on the Hamstring-to-Quadriceps Strength Ratio in Young Male Amateur Football Players

Mostafa Zarei¹, seyed hossein seyed yaghoobzade¹, Ebrahim Heydarnia²,
Mojtaba Asgari²

1. Department of Health and Sports Rehabilitation, Faculty of Sports Sciences and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

2. Department of Arts and Sports Sciences, Faculty of Sport Sciences, TU Dortmund University, Dortmund, Germany

Received: 30/11/2025, **Accepted:** 15/06/2026, **Published:** 22/06/2026

* Corresponding Author: Mostafa Zarei, E-mail: zareeimostafa@yahoo.com

How to Cite: Zarei M., seyed yaghoobzade S. H., Heydarnia E., Asgari M. The Effect of Eight Weeks of Football+ Training on the Hamstring to Quadriceps Strength Ratio in Young Male Amateur Football Players. Studies in Sport Medicine. 2026;18(48):17–30 [In Persian]. <https://doi.org/10.22089/smj.2026.18801.1845>

Extended Abstract

Background and Purpose

Football, as a high-impact and dynamic sport, carries a significant risk of musculoskeletal injuries, with hamstring strains being among the most prevalent. The isokinetic hamstring-to-quadriceps (H/Q) strength ratio is a critical biomechanical and neuromuscular indicator for assessing muscular balance and predicting lower limb injury risk, particularly hamstring injuries. The conventional H/Q ratio (Hcon/Qcon) compares concentric strengths of the agonist and antagonist muscles, while the functional H/Q ratio (Hecc/Qcon) compares the eccentric strength of the hamstrings to the concentric strength of the quadriceps, more closely mimicking the deceleration demands of high-speed running. Structured neuromuscular training programs, such as "Football+," have been developed to mitigate injury risk by enhancing strength, proprioception, and dynamic control. This randomized controlled trial aimed to investigate the specific effects of an eight-week, supervised Football+ (Level 1) program on both the conventional and functional isokinetic H/Q ratios in the lower limbs of young male amateur football players.

Methods

The study employed a randomized controlled trial design. Thirty male amateur football players from Tehran's second-division youth league were randomly allocated into two groups: an experimental group (n = 15) and a control group (n = 15). Participants were matched for age, weight, and height. The experimental group replaced their standard warm-up routine with the Football+ (Level 1) program, performed twice weekly for eight weeks. The control group continued their traditional



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

warm-up protocol, which consisted of running, basic football drills, and static stretching. The Football+ program is an integrated neuromuscular training protocol comprising three parts (running exercises, strength, plyometric, and balance exercises, and advanced running exercises) and is designed with three progressive levels of difficulty. Due to external disruptions (severe air pollution in Tehran leading to cancellations), only Level 1 of the program was implemented throughout the intervention period.

Isokinetic peak torque of the knee flexors (hamstrings) and extensors (quadriceps) was assessed pre- and post-intervention using a Biodex isokinetic dynamometer. Assessments were conducted at angular velocities of 60°/s (slow) and 180°/s (medium) for both the dominant (preferred kicking leg) and non-dominant limbs. Concentric strength for both muscle groups was evaluated using a concentric-concentric (con-con) protocol. Eccentric hamstring strength was also tested using an eccentric-eccentric (ecc-ecc) protocol; however, due to a technical error, eccentric quadriceps data for most participants were not saved, precluding the calculation of a combined H/Q ratio. From the collected data, both the conventional ratio (Hcon/Qcon) and the functional ratio (Hecc/Qcon) were calculated for each limb and velocity.

Statistical analysis was performed using SPSS software. The normality of data distribution was confirmed using the Shapiro–Wilk test. A repeated-measures analysis of variance (ANOVA) was employed to examine within-group (time) and between-group (intervention) effects, as well as time-by-group interactions, with the significance level set at $\alpha \leq 0.05$.

Results

The analysis of the eight primary outcome variables (conventional and functional ratios at 60°/s and 180°/s for both the right and left limbs) yielded specific and nuanced findings. The most significant results pertained to the functional H/Q ratio (Hecc/Qcon) in the left limb. For the left limb at 60°/s, while the time-by-group interaction was not significant ($F(1,24) = 1.918$, $p = 0.179$), the analysis of between-group effects revealed a statistically significant difference between the Football+ and control groups ($F(1,24) = 8.147$, $p = 0.009$), with a large effect size ($\eta^2 = 0.25$). Similarly, for the functional ratio in the left limb at 180°/s, a significant between-group effect was observed ($F(1,24) = 12.693$, $p = 0.002$), with an even larger effect size ($\eta^2 = 0.35$).

In contrast, none of the other six variables demonstrated statistically significant differences. This includes the conventional H/Q ratio (Hcon/Qcon) at both 60°/s and 180°/s for both the right and left limbs, and the functional H/Q ratio for the right limb at both testing velocities. All between-group p -values for these variables were greater than 0.05, indicating that the Football+ intervention did not produce a statistically significant effect on these specific parameters under the given conditions.

Conclusion

This study provides preliminary evidence that an eight-week supervised Football+ (Level 1) program can positively influence the functional H/Q ratio, a key biomechanical risk factor for hamstring injuries, particularly in the support limb. This highlights the potential of integrated neuromuscular training, even at a foundational level, to modify injury risk profiles. The specificity of the effects to the functional ratio and the non-dominant limb offers valuable insights for coaches and sports medicine professionals, emphasizing the need for targeted assessment and training. While the program did not significantly alter conventional strength ratios, its implementation as a standard warm-up routine represents a practical and effective strategy within a comprehensive injury prevention framework. Future research should investigate the long-term effects of the full, multi-level Football+ program on actual injury incidence rates in conjunction with detailed biomechanical profiling.

Keywords: Soccer, Injury Prevention, Muscle Strength, Balance, Football+

Article Message

The results of this study showed that eight weeks of the Football Plus (Level 1) program can improve the functional ratio of the hamstrings to the quadriceps in amateur football players, which was especially evident in the supporting limb. This improvement in the functional balance of the knee muscles can play an important role in reducing the risk of hamstring injuries and improving the neuromuscular stability of players. Therefore, coaches and training professionals can use this program as a practical and evidence-based method to enhance neuromuscular function and prevent injury in football players.

Ethical Considerations

This study has a research ethics certificate from the Research Ethics Committee of the Institute of Physical Education and Sport Sciences of Tehran, code IR.SSRC.REC.1402.069.

Authors' Contributions

All authors participated in all stages of the research, including study design, data collection, statistical analysis, interpretation of results, and writing the final version of the article, and all confirm the accuracy and authenticity of the data and research findings.

Conflict of Interest

The authors of this article deny any conflict of interest.

Funding

This work is based on research funded by the Iran National Science Foundation (INSF) under project number 4037562.

Acknowledgments

We would like to thank all the participants in this research.



تأثیر هشت هفته تمرینات فوتبال پلاس بر نسبت قدرت همسترینگ به چهارسر رانی بازیکنان مرد آماتور جوان

مصطفی زارعی^{۱*}، سیدحسین سیدیعقوبزاده^۱، ابراهیم حیدرنیا^۲، مجتبی عسگری^۲

۱. گروه تندرستی و بازتوانی ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران.

۲. گروه علوم هنر و ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فنی دورتموند، دورتموند، آلمان.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۰۹، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۲۵، تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۰۱

* مسئول نویسنده: مصطفی زارعی، zareeimostafa@yahoo.com

How to Cite: Zarei M., seyed yaghoobzade S. H., Heydarnia E., Asgari M. The Effect of Eight Weeks of Football+ Training on the Hamstring to Quadriceps Strength Ratio in Young Male Amateur Football Players. Studies in Sport Medicine. 2026;18(48):17-30 [In Persian]. <https://doi.org/10.22089/smj.2026.18801.1845>

چکیده

نسبت قدرت ایزوکینتیک همسترینگ به چهارسر رانی یک شاخص کلیدی برای پیش‌بینی آسیب‌های همسترینگ در فوتبال است. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر هشت هفته برنامه تمرینی «فوتبال پلاس» (سطح یک) بر این نسبت در بازیکنان مرد آماتور جوان انجام شد. پژوهش حاضر، کارآزمایی تصادفی کنترل‌شده‌ای است که ۳۰ بازیکن به صورت تصادفی در دو گروه تجربی (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت هشت هفته و دو جلسه در هفته، برنامه فوتبال پلاس را به‌عنوان گرم‌کردن اجرا کرد؛ در حالی که گروه کنترل به گرم‌کردن سنتی خود ادامه داد. قدرت ایزوکینتیک عضلات چهارسر و همسترینگ در سرعت‌های ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه، قبل و پس از مداخله اندازه‌گیری و نسبت‌های معمول و عملکردی محاسبه شد. تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون اندازه‌گیری مکرر واریانس نشان داد که متغیر نسبت عملکردی همسترینگ به چهارسر در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه در پای چپ، تعامل درون‌گروهی معنادار نبود ($p=0/179$)، اما تحلیل اثرات بین‌گروهی تفاوت معناداری را بین دو گروه نشان داد ($p=0/009$). به طور مشابه، برای متغیر نسبت عملکردی همسترینگ به چهارسر در سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه در پای چپ نیز اثر بین‌گروهی معنادار بود ($p=0/002$). شش متغیر دیگر شامل نسبت‌های معمول و عملکردی در سرعت‌های مختلف برای هر دو پا، تفاوت آماری معناداری بین گروه تجربی و کنترل نشان ندادند (همگی $p\leq 0/05$). به نظر می‌رسد، اجرای هشت هفته برنامه فوتبال پلاس می‌تواند نسبت عملکردی همسترینگ به چهارسر را در اندام تحتانی بازیکنان فوتبال آماتور بهبود بخشد. اگرچه این برنامه به طور معناداری نسبت‌های قدرت معمول را تغییر نداد، اجرای آن به‌عنوان روال استاندارد گرم کردن می‌تواند استراتژی عملی و مؤثری در چارچوب گسترده‌تر پیشگیری از آسیب باشد.

واژگان کلیدی: فوتبال، پیشگیری از آسیب، قدرت عضله، تعادل، فوتبال+.



مقدمه

فوتبال به عنوان ورزش پربرخورد و پویا، همواره با ریسک زیاد بروز آسیب‌های ورزشی همراه است (۱). آمارها نشان می‌دهد که شیوع آسیب‌های جدی در این ورزش به طور درخور توجهی زیاد است؛ به طوری که مطالعات اخیر نرخ بروز آن را بین ۱ تا ۴ آسیب به ازای هر ۱۰۰۰ ساعت فعالیت گزارش می‌کنند (۲). در میان آسیب‌های متعدد، از آسیب‌های عضلانی تاندونی به نوان یکی از شایع‌ترین آسیب‌ها، در مطالعات اپیدمیولوژیک نام برده می‌شود (۳). در این میان، عضلات همسترینگ (به‌ویژه عضله دوسر رانی) (۴) و اکتورها (کشاله ران) (۵) بیشتر از سایر گروه‌های عضلانی در معرض آسیب هستند که این امر عمدتاً ناشی از حرکات انفجاری، شتاب و تغییر جهت‌های ناگهانی و ضربات پرشی در فوتبال است (۶). در مواجهه با این چالش، پیشگیری به عنوان پایه مدیریت آسیب‌های ورزشی در اولویت قرار گرفته است. شواهد فزاینده‌ای از مطالعات سیستماتیک و متاآنالیزهای معتبر نشان می‌دهند که اجرای برنامه‌های تمرینی ساختاریافته و مبتنی بر شواهد که بر تقویت عضلات آسیب‌پذیر، بهبود تعادل عضلانی و افزایش ظرفیت عملکردی عصبی-عضلانی تمرکز دارند، می‌تواند به طور معناداری در کاهش میزان بروز این آسیب‌ها مؤثر باشد (۷-۹)؛ بنابراین با وجود اینکه مکانیسم‌های آسیب چندعاملی هستند، پیشگیری فعال از طریق تمرین، استراتژی اثبات‌شده و مقرون‌به‌صرفه‌ای محسوب می‌شود و جایگاه محوری در علم پزشکی ورزشی معاصر دارد (۱۰، ۱۱).

در پاسخ به ضرورت پیشگیری فعال، برنامه‌های تمرینی ساختاریافته‌ای همچون «فوتبال پلاس» توسعه یافته‌اند. این پروتکل که عموماً به عنوان یک برنامه تمرینی تلفیقی شناخته می‌شود، ماهیتی چندوجهی دارد و بر پایه تمرینات قدرتی، پلايومتریک، تعادلی و ثبات مرکزی طراحی شده است (۱۲). مکانیسم اصلی اجرای آن، غالباً به صورت پروتکلی مرحله‌ای و تحت نظارت مستقیم مربی است که به تدریج بر شدت و پیچیدگی تمرینات می‌افزاید (۱۲). از منظر پیشگیری از آسیب‌ها، به‌ویژه آسیب‌های عضلانی، شواهد پژوهشی نشان می‌دهند که چنین برنامه‌هایی از طریق مکانیسم‌های متعددی عمل می‌کنند. مکانیسم‌های کلیدی شامل بهبود قدرت و استقامت عضلانی (به‌ویژه در عضلات آسیب‌پذیر همسترینگ و اکتور) (۱۳)، بهینه‌سازی کنترل عصبی-عضلانی در حین فرود و تغییر جهت (۱۴)، تصحیح الگوهای حرکتی ناکارآمد و افزایش ظرفیت تحمل بار بافت‌های عضلانی-تاندونی است (۱۵). مطالعات پیشین انجام‌شده روی بازیکنان فوتبال حاکی از آن‌اند که اجرای منظم این قبیل برنامه‌ها مانند نسخه‌های مشابه پروتکل FIFA 11+ منجر به کاهش آماری معناداری در نرخ بروز آسیب‌های عضلانی شده است (۱۲)؛ بنابراین «فوتبال پلاس» به عنوان یک مداخله تمرینی جامع، پتانسیل زیادی در کاهش بار آسیب‌های فوتبال از طریق تقویت فاکتورهای فیزیولوژیک و بیومکانیکی کلیدی دارد.

در این میان، ارزیابی قدرت ایزوکینتیک به عنوان یک روش استاندارد طلایی برای سنجش عینی عملکرد عضلانی و شناسایی عوامل خطر قابل اصلاح، نقشی محوری ایفا می‌کند (۱۶). قدرت ایزوکینتیک نه تنها نشان‌دهنده حداکثر گشتاور تولیدی یک گروه عضلانی است، بلکه نسبت قدرت ایزوکینتیک عضلات همسترینگ به چهارسران به عنوان شاخص حیاتی برای تعادل عضلانی-مفصلی در ورزشکاران شناخته می‌شود (۱۷). مطالعات اپیدمیولوژیک به طور مستند ارتباط قوی میان کاهش این نسبت (به‌ویژه در سرعت‌های زاویه‌ای زیاد) و افزایش شیوع آسیب‌های عضلانی، به طور خاص پارگی‌های همسترینگ، را نشان می‌دهند (۱۸). یک مطالعه مروری تأیید می‌کند که بازیکنانی با نسبت H/Q کمتر از ۰/۶، تا چهار برابر بیشتر در معرض خطر آسیب همسترینگ قرار دارند (۱۹). عوامل متعددی بر قدرت ایزوکینتیک ورزشکاران تأثیر می‌گذارند که از مهم‌ترین آن‌ها

می‌توان به خستگی عضلانی، نبود تعادل در حجم تمرینات، سابقه آسیب قلبی و کم‌حرکی نسبی عضلات پشت ران در مقایسه با عضلات جلوی ران اشاره کرد (۲۰). این عوامل منجر به ایجاد الگوی بیومکانیکی ناکارآمد در حین فعالیت‌های انفجاری مانند دویدن و پریدن می‌شود که در نهایت بار و استرس بیش از حدی را بر بافت‌های آسیب‌پذیر تحمیل می‌کند و احتمال پارگی فیبرهای عضلانی را به شدت افزایش می‌دهد (۲۱، ۲۲)؛ بنابراین اهمیت سنجش قدرت ایزوکینتیک و نسبت H/Q در این است که این شاخص‌ها، پنجره‌ای به سوی سلامت عصبی-عضلانی بازیکن می‌گشایند و معیار کمی، قابل اعتماد و پیش‌بین برای طراحی برنامه‌های پیشگیری هدفمند، مانند «فوتبال پلاس»، در اختیار متخصصان قرار می‌دهند.

با وجود شواهد قاطع درمورد ارتباط معنادار بین نقص در پروفایل ایزوکینتیک و افزایش خطر آسیب و همچنین با علم بر اثربخشی برنامه‌های تمرینی تلفیقی مانند «فوتبال پلاس»، خلأ پژوهشی درخور توجهی در ادبیات موضوع مشهود است. اکثر مطالعات پیشین که به بررسی اثرات این قبیل برنامه‌ها پرداخته‌اند، بر شاخص‌های کلی‌تر مانند نرخ بروز آسیب متمرکز بوده‌اند و کمتر به بررسی تغییرات عینی و کمی در شاخص‌های ایزوکینتیک، به‌ویژه در جمعیت بازیکنان آماتور، پرداخته‌اند؛ این در حالی است که ارزیابی دقیق پارامترهایی مانند گشتاور اوج عضلات چهارسر و همسترینگ و محاسبه نسبت عملکردی همسترینگ به چهارسر در سرعت‌های مختلف، می‌تواند بینش عمیق‌تری از مکانیسم‌های فیزیولوژیک نهفته در اثرات پیشگیرانه این برنامه‌ها ارائه دهد؛ بنابراین با توجه به اهمیت مقوله قدرت ایزوکینتیک و کم‌بودن مطالعاتی که به صورت اختصاصی اثرات برنامه «فوتبال پلاس» را بر این شاخص‌های حیاتی سنجیده باشند، هدف اصلی پژوهش حاضر، بررسی تأثیر هشت هفته اجرای پروتکل تحت نظارت «فوتبال پلاس (سطح یک)» بر نسبت عملکردی همسترینگ به چهارسرانی در بازیکنان مرد آماتور جوان بود.

روش پژوهش

مطالعه حاضر از نوع نیمه‌تجربی یا کارآزمایی تصادفی کنترل‌شده بود که به صورت پیش‌آزمون-پس‌آزمون و با حضور دو گروه (تمرین فوتبال پلاس و کنترل) در بازیکنان مرد آماتور جوان انجام شد. جامعه آماری پژوهش حاضر بازیکنان لیگ دسته دوم جوانان تهران بودند که بعد از دعوت از تیم‌ها و پذیرش آن‌ها، در انتها دو تیم انتخاب شد و بازیکنان این دو تیم براساس معیارهای ورود به تحقیق وارد مطالعه شدند. با استفاده از نرم‌افزار تعیین حجم نمونه جی‌پاور و با در نظر گرفتن توان آزمون (بتا) ۰/۸۰، اندازه اثر ۰/۳۰، خطای آلفای ۰/۰۵ و فاصله اطمینان ۰/۹۵ و همچنین با احتساب احتمال ریزش آزمودنی‌ها، تعداد نمونه کلی ۳۰ نفر محاسبه شد که به صورت تصادفی در دو گروه پانزده نفری تمرین فوتبال پلاس و کنترل تقسیم شدند. شرکت‌کنندگان فرم مشخصات و رضایت‌نامه شرکت در تحقیق را تکمیل و امضا کردند. معیارهای ورود آزمودنی‌ها به مطالعه حاضر، نداشتن آسیب اسکلتی-عضلانی و قرارداد داشتن با تیم در فصل جاری بودند. معیارهای خروج عبارت بود از: غیبت در دو جلسه یا بیشتر، از جلسات مداخله؛ حضور نداشتن در برنامه‌های تمرینی سازمان‌یافته دیگر؛ شرکت نکردن در پیش یا پس‌آزمون‌های تحقیق؛ نداشتن آسیب اندام تحتانی تا شش هفته قبل از ارزیابی‌ها؛ جراحی اسکلتی عضلانی، ضربه مغزی یا هر نوع مشکلات قلبی عروقی تا شش ماه قبل از مطالعه.

در اولین مرحله آزمودنی‌ها به همراه مربیان در یک جلسه توجیهی آنلاین شرکت کردند و اهداف مطالعه، رویه‌های مداخله و پروتکل‌های آزمایش را قبل از شروع مطالعه به آن‌ها توضیح داده شد. سپس جمع‌آوری داده‌های جمعیت‌شناختی صورت

گرفت و به عنوان پیش آزمون بازیکنان ارزیابی های اولیه از قدرت ایزو کینتیک خم کننده ها و بازکننده های زانو را تکمیل کردند. سپس آن ها به دو گروه فوتبال پلاس (تعداد=۱۵، میانگین سن ۱۷/۳۱ و انحراف معیار ۰/۱۲، وزن ۷۰/۱۶ و انحراف معیار ۲/۰۹ و قد ۱/۷۷ و انحراف معیار ۰/۱۲) یا گروه کنترل (تعداد=۱۶، میانگین سن ۱۲/۱ و انحراف معیار ۰/۰۹، وزن ۶۷/۹۹ و انحراف معیار ۲/۰۳ و قد ۱/۷۸ و انحراف معیار ۰/۰۳) تقسیم شدند؛ بر این اساس، گروه مداخله برنامه فوتبال پلاس را به عنوان برنامه گرم کردن، دو بار در هفته به مدت هشت هفته، از هفته چهارم پیش فصل تا هفته ششم مسابقه انجام دادند. گروه کنترل گرم کردن سنتی خود شامل دویدن، تمرینات پایه فوتبال و حرکات کششی استاتیک را دنبال کردند. برنامه فوتبال پلاس شامل سه بخش است و ۲۰ تا ۲۲ دقیقه طول می کشد. این برنامه از سیستم سه سطحی دشواری پیروی می کند و به بازیکنان اجازه می دهد هر چهار تا شش هفته براساس پیشرفت و بازخورد خود، شدت تمرین را افزایش دهند؛ با این حال، در طول دوره مداخله، سطح آلودگی هوا در تهران از آستانه خطرناک فراتر رفت و منجر به لغو فعالیت های ورزشی در فضای باز در دو نوبت شد؛ در نتیجه و با توجه به سطح پیشرفت بازیکنان و بازخورد مربیگری، فقط سطح ۱ برنامه فوتبال پلاس اجرا شد. پس از مداخله، آزمون های اولیه تحقیق به عنوان پس آزمون دوباره اجرا شد. شایان ذکر است که چهار بازیکن طبق معیارهای مطالعه از پژوهش کنار گذاشته شدند. شرکت کنندگان ابتدا گرم کردن استاندارد پنج دقیقه ای را روی ارگومتر دوچرخه با سرعت ۵۰ تا ۱۰۰ وات انجام دادند. سپس قدرت ایزو کینتیک زانو با استفاده از دینامومتر ایزو کینتیک با یو دکس ارزیابی شد. پای غالب براساس پای ترجیحی شوت زدن تعیین شد. شرکت کنندگان طوری نشستند که محور دینامومتر با اپی کندیل خارجی ران همسو باشد و تکیه گاه روی ۷۰ تا ۸۵ درجه تنظیم شده باشد. از تسمه ها برای تثبیت ران، لگن و تنه استفاده شد. هر شرکت کننده سه تکرار گرم کردن زیر بیشینه را با سرعت زاویه ای ۶۰ درجه در ثانیه (آهسته) و ۱۸۰ درجه در ثانیه (متوسط) برای خم شدن و باز شدن زانو در دامنه حرکتی ۰ تا ۹۰ درجه انجام داد. قدرت کانسنتریک با استفاده از پروتکل con-con و به دنبال آن قدرت اکسنتریک از طریق پروتکل ecc-ecc روی هر دو پای غالب و غیرغالب آزمایش شد. متأسفانه، داده های مربوط به عضله چهارسر ران اکسنتریک برای اکثر شرکت کنندگان به دلیل خطای فنی ذخیره نشد. برای هر سرعت، یک ست از سه تکرار با حداکثر تلاش، با ۲ دقیقه استراحت بین سرعت ها و ۵ دقیقه استراحت قبل از آزمایش پای مخالف، ثبت شد. همچنین برای اطمینان از حداکثر تلاش تشویق کلامی ارائه شد.

برای تجزیه تحلیل داده های پژوهش از نرم افزار آماری SPSS و با سطح معناداری $\alpha \leq 0.05$ استفاده شد. به منظور بررسی توزیع نرمال متغیرهای تحقیق از آزمون شاپیرو-ویلک و برای بررسی تعامل متغیرها در پیش آزمون و پس-آزمون از آزمون اندازه گیری واریانس مکرر استفاده شد. شایان ذکر است، این کارآزمایی در درگاه ثبت کارآزمایی های بالینی و با کد [IRCT20240306061185N5](https://www.clinicaltrials.gov/ct2/show/study?term=IRCT20240306061185N5&rank=1) ثبت شده است.

نتایج

در تحقیق حاضر، پیش فرض نرمال بودن توزیع داده ها به وسیله آزمون شاپیرو-ویلک بررسی شد. نتایج نشان داد که داده های مربوط به تمامی متغیرهای تحقیق دارای سطح معناداری بزرگ تر از ۰/۰۵ بود ($p > 0.05$)؛ یعنی توزیع داده های مربوط این متغیرها نرمال بود؛ لذا برای بررسی اختلافات بین گروهی در پس آزمون از آمار پارامتریک استفاده شد. با توجه به نرمال بودن

متغیرهای نسبت معمول و نسبت عملکردی قدرت ایزوکینتیک همسترینگ به چهارسران در پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر دو پای آزمودنی‌های گروه کنترل و تمرین، از آزمون اندازه‌گیری واریانس مکرر برای مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد. نتایج این آزمون در جدول (۱) آورده شده است. همان طور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود، نتایج تحقیق درخصوص تأثیر هشت هفته تمرین فوتبال پلاس بر شاخص‌های ایزوکینتیک زانو نشان داد که از بین هشت متغیر بررسی شده، تنها دو متغیر تفاوت آماری معناداری را بین گروه‌ها نشان دادند. برای متغیر نسبت عملکردی همسترینگ به چهارسر در سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه در پای چپ، تعامل زمان×گروه معنادار نبود ($F(1/24)=1/918$, $p=0/179$)، اما تحلیل اثرات بین‌گروهی تفاوت معناداری را بین دو گروه نشان داد ($F(1/24)=8/147$, $p=0/009$, $\eta^2=0/25$). به طور مشابه، برای متغیر نسبت عملکردی همسترینگ به چهارسر در سرعت ۱۸۰ درجه بر ثانیه در پای چپ نیز اثر بین‌گروهی معنادار بود ($F(1/24)=12/693$, $p=0/002$, $\eta^2=0/35$). شش متغیر دیگر شامل نسبت‌های معمول و عملکردی در سرعت‌های مختلف برای هر دو پا، تفاوت آماری معناداری بین گروه تجربی و کنترل نشان ندادند (همگی $p \leq 0/05$).

جدول ۱- میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش
Table 1- The mean and standard deviations of study

واریانس Results of ANOVA					گروه کنترل Control group (N=16)		گروه تجربی Experimental group (N=15)			نسبت (H:Q)
η^2	P بین گروهی Between-group P-value	η^2	F	P درون گروهی Within-group P-value	پس آزمون Post-test	پیش آزمون Pre-test	پس آزمون Post-test	پیش آزمون Pre-test		
-	0.25	0.005	0.16	0.74	0.74±0.54	0.57±0.55	0.55±0.54	0.46±0.52	راست Right	H/Q con60
-	0.14	0.50	1.24	0.28	0.06±0.52	0.09±0.53	0.10±0.59	0.07±0.54	چپ Left	(نسبت معمول)
-	0.35	0.05	1.14	0.30	0.09±0.59	0.08±0.59	0.09±0.66	0.11±0.60	راست Right	H/Q con180
-	0.09	0.06	0.004	0.95	0.09±0.59	0.08±0.58	0.09±0.66	0.13±0.63	چپ Left	(نسبت معمول)
-	0.19	0.006	0.14	0.71	0.15±0.76	0.13±0.78	0.10±0.93	0.13±0.87	راست Right	Hecc/Qcon60
0.25	0.009*	0.07	1.92	0.18	0.11±0.71	0.11±0.74	0.15±0.86	0.12±0.83	چپ Left	(نسبت عملکردی)
-	0.07	0.11	2.84	0.10	0.18±1.01	0.11±1.11	0.21±1.21	0.15±1.17	راست Right	Hecc/Qcon180
0.35	0.002*	0.004	0.09	0.76	0.46±0.97	0.21±1.07	0.12±1.18	0.27±1.25	چپ Left	(نسبت عملکردی)

بحث و نتیجه گیری

هدف اولیه کارآزمایی تصادفی کنترل شده حاضر، بررسی تأثیر برنامه هشت هفته‌ای تحت نظارت فوتبال پلاس (سطح یک) بر نسبت‌های ایزوکینتیک همسترینگ به چهارسر در بازیکنان جوان مرد آماتور فوتبال بود. یافته‌های اصلی نشان داد که برنامه تمرینی تفاوت‌های معناداری بین گروهی در نسبت عملکردی H/Q در پای چپ در هر دو سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه و ۱۸۰ درجه بر ثانیه ایجاد کرد؛ هرچند تعامل زمان در گروه معنادار نبود؛ با این حال، هیچ اثر معناداری برای نسبت معمول H/Q در هیچ یک از اندام‌ها یا برای نسبت عملکردی در پای راست مشاهده نشد.

اثرات بین گروهی معنادار مشاهده شده برای نسبت عملکردی H/Q (Hecc/Qcon) در پای چپ، با اندازه‌های اثر بزرگ ($\eta^2 = 0.25$ تا 0.35)، درخور توجه‌ترین یافته این مطالعه است. نسبت عملکردی به طور فزاینده‌ای به عنوان شاخص حساس‌تری برای پایداری پویای مفصل زانو و خطر آسیب در مقایسه با نسبت معمول شناخته می‌شود؛ زیرا قدرت اکسنتریک همسترینگ

فصلنامه مطالعات طب ورزشی، تابستان ۱۴۰۵، دوره ۱۸، شماره ۴۸

را در مقابل قدرت کانسنتریک چهارسر ارزیابی می‌کند و مرحله کاهش سرعت در دویدن با سرعت زیاد را شبیه‌سازی می‌کند (۲۳، ۱۸). نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که برنامه فوتبال پلاس، حتی در سطح مقدماتی آن، ممکن است سازگاری‌های عصبی-عضلانی خاصی القا کند که ظرفیت همسترینگ را به طور مؤثر افزایش می‌دهد. این موضوع با مکانیسم‌های پیشنهادی برنامه‌های پیشگیری از آسیب که هدف آن‌ها بهبود کنترل عصبی-عضلانی و هماهنگی بین‌عضلانی در حین فعالیت‌های پویا است، همسوست (۱۲). اختصاصی بودن این اثر به نسبت عملکردی، بر اهمیت انتخاب معیارهای پیامد مناسب هنگام ارزیابی کارایی چنین مداخلاتی تأکید می‌کند. جانب‌گرایی نتایج معنادار به پای چپ شایان توجه است. در یک گروه از بازیکنان عمدتاً راست‌پا، پای چپ (پای حمایتگر) اغلب نقش بزرگ‌تری در تثبیت و تحمل وزن در حین مانورهای برش و فرود ایفا می‌کند (۲۴). این موضوع قابل قبول است که مؤلفه‌های تلفیقی تعادل، پایداری و پلايومتریک برنامه فوتبال پلاس، محرک قوی‌تری برای سازگاری عصبی-عضلانی در اندام کمتر غالب و متمرکز بر تثبیت فراهم کرده باشند. این فرضیه توسط مطالعات اخیر حمایت می‌شود که پیشنهاد کردند برنامه‌های پیشگیری ممکن است به طور ترجیحی کمبودهای اندام حمایت‌گر را مدنظر قرار دهند (۲۵). به‌عنوان یک جایگزین، امکان وجود فقدان تعادل پایه بین گروه‌ها، اگرچه غیرمعنادار، در تأثیرگذاری بر نتایج را نمی‌توان به طور کامل رد کرد.

نبود تعامل معنادار زمان در گروه برای هریک از متغیرها نشان می‌دهد که الگوی تغییرات از پیش‌آزمون به پس‌آزمون به طور محسوسی بین گروه تجربی و کنترل متفاوت نبوده است. این یافته، در کنار اثرات بین‌گروهی معنادار، نشان می‌دهد که گروه مداخله در کل، سطح بالاتری از نسبت عملکردی H/Q را در هر دو نقطه زمانی حفظ کرده است. این امر را می‌توان به این صورت نسبت داد که گروه مداخله احتمالاً با یک پروفایل مطلوب‌تر شروع کرده است، که سپس حفظ شده یا کمی بهبود یافته است؛ در حالی که گروه کنترل ممکن است کاهش جزئی یا رکود را تجربه کرده باشد؛ پدیده‌ای که گاهی در طول یک فصل رقابتی به دلیل بار تمرین و خستگی مشاهده می‌شود (۲۶).

نبود اثرات معنادار بر نسبت معمول H/Q (Hcon/Qcon) در تمام شرایط آزمون‌شده، با برخی تحقیقات قبلی همخوانی دارد (۲۷، ۲۸). نسبت معمول عمدتاً تعادل قدرت در حین انقباضات کانسنتریک را منعکس می‌کند که ممکن است اختصاصیت کمتری نسبت به مکانیسم آسیب همسترینگ در مقایسه با demands اکسنتریک ثبت‌شده توسط نسبت عملکردی داشته باشد (۲۹، ۱۸). علاوه بر این، شدت مقدماتی «سطح یک» برنامه فوتبال پلاس، در کنار تمرکز آن بر کیفیت حرکت و کنترل عصبی-عضلانی به جای بازده حداکثر قدرت، ممکن است برای القای تغییرات قابل اندازه‌گیری در بازده گشتاور اوج کانسنتریک در دوره مداخله نسبتاً کوتاه هشت‌هفته‌ای کافی نبوده باشد. مدت‌زمان تمرین طولانی‌تر یا پیشرفت به سطوح شدت بالاتر (سطوح ۲ و ۳) ممکن است برای ایجاد تغییرات معنادار در نسبت معمول ضروری باشد (۱۲).

چندین محدودیت این مطالعه باید مدنظر قرار گیرد: اول، مشکل فنی منجر به از دست رفتن داده‌های اکسنتریک چهارسر، محاسبه نسبت H/Q ترکیبی را که ارزیابی جامع‌تری ارائه می‌دهد، غیرممکن کرد؛ دوم، دوره مداخله توسط عوامل خارجی (آلودگی هوا) مختل شد که برنامه را محدود کرد و مداخله را به سطح یک محدود کرد و این موضوع ممکن است اثر تمرینی کلی را تضعیف کرده باشد؛ سوم، حجم نمونه، اگرچه از پیش محاسبه شده بود، نسبتاً کوچک بود و از بازیکنان آماتور تشکیل

شده بود که ممکن است تعمیم‌پذیری یافته‌ها را محدود کند؛ بنابراین مطالعات آینده باید از نمونه‌های بزرگ‌تر استفاده کنند، اجرای بدون وقفه برنامه کامل را در تمام سطوح شدت آن تضمین کنند و مجموعه جامع‌تری از آزمون‌های ایزوکینتیک و عملکردی مبتنی بر زمین را شامل شوند.

در نتیجه، این مطالعه شواهد مقدماتی ارائه می‌دهد که یک برنامه هشت‌هفته‌ای تحت نظارت فوتبال پلاس (سطح یک) می‌تواند نسبت عملکردی همسترینگ به چهارسر را در پای چپ بازیکنان جوان مرد آماتور فوتبال به طور مثبت تحت‌تأثیر قرار دهد. این یافته پتانسیل تمرین عصبی-عضلانی تلفیقی، حتی در یک سطح مقدماتی، برای تغییر عوامل خطر بیومکانیکی کلیدی مرتبط با آسیب‌های همسترینگ را برجسته می‌سازد. اختصاصی بودن اثرات به نسبت عملکردی و اندام غیرغالب، بینش‌های ارزشمندی برای مربیان و متخصصان پزشکی ورزشی ارائه می‌دهد و بر نیاز به ارزیابی و تمرین هدفمند تأکید می‌کند. در حالی که برنامه به طور معناداری نسبت‌های قدرت معمول را تغییر نداد، اجرای آن به‌عنوان روال استاندارد گرم کردن می‌تواند استراتژی عملی و مؤثری در چارچوب گسترده‌تر پیشگیری از آسیب باشد. تحقیقات آینده باید اثرات بلندمدت برنامه کامل و چندسطحی فوتبال پلاس را بر نرخ بروز آسیب، همراه با پروفایل بیومکانیکی بررسی کنند.

پیام مقاله

نتایج این پژوهش نشان داد که اجرای هشت هفته برنامه فوتبال پلاس (سطح یک) می‌تواند نسبت عملکردی همسترینگ به چهارسر را در بازیکنان فوتبال آماتور بهبود دهد، که این تغییر به‌ویژه در اندام حمایت‌گر مشهود بود. این بهبود در تعادل عملکردی عضلات زانو می‌تواند نقش مهمی در کاهش خطر آسیب‌های همسترینگ و ارتقای پایداری عصبی-عضلانی بازیکنان ایفا کند؛ بنابراین، مربیان و متخصصان تمرین می‌توانند از این برنامه به‌عنوان یک روش کاربردی و مبتنی بر شواهد برای تقویت عملکرد عصبی-عضلانی و پیشگیری از آسیب در بازیکنان فوتبال بهره بگیرند.

ملاحظات اخلاقی

تحقیق حاضر دارای گواهی اخلاق در پژوهش از کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه شهید بهشتی تهران و با کد [IR.SSRC.REC.1402.069](https://doi.org/10.22034/IR.SSRC.REC.1402.069) است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در تمامی مراحل پژوهش از جمله طراحی مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل آماری، تفسیر نتایج و نگارش نسخه نهایی مقاله مشارکت داشته‌اند و همگی صحت و اصالت داده‌ها و یافته‌های پژوهش را تأیید می‌کنند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

حمایت مالی

این پژوهش با اساس طرحی با حمایت مالی بنیاد ملی علم ایران (INSF)، تحت شماره پروژه ۴۰۳۷۵۶۲، انجام شد.

تشکر و قدردانی

از همه شرکت کنندگان این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

فصلنامه مطالعات طب ورزشی، تابستان ۱۴۰۵، دوره ۱۸، شماره ۴۸

منابع

1. Salamon D, Stachowiak J, Sosin J, Pilarz A, Zwierzchowska M, Sojka A, et al. Knee injuries in football—types, circumstances, impact and prevention. *Quality in Sport*. 2024;34:56199. <https://doi.org/10.12775/qs.2024.34.56199>
2. Stepper B, Hecksteden A, Stagge H, Faude O, Donath L. Systematic review on badminton injuries: incidence, characteristics and risk factors. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*. 2025;11(1):e002127. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2024-002127>
3. Vassis K, Misiris I, Siouras A, Spanos S, Kasiotis F, Dimitriadis Z, et al. Retrospective epidemiological study on musculoskeletal injuries in amateur football athletes in Greece. *International Journal of Performance Analysis in Sport*. 2025;25(4):768-89. <https://doi.org/10.1080/24748668.2024.2446089>
4. Astrella A, Iordanov D, De Caro D, Jiménez-Reyes P, Mendiguchia J. Biceps femoris muscle-tendon strain during an entire overground sprint acceleration: a biomechanical explanation for hamstring injuries in the acceleration phase. *Sports Biomechanics*. 2025;24(6):1725-38. <https://doi.org/10.1080/14763141.2024.2353233>
5. Kekelekis A, Musa RM, Nikolaidis PT, Clemente FM, Kellis E. Hip Muscle strength ratios predicting groin injury in male soccer players using machine learning and multivariate analysis—a prospective cohort study. *Muscles*. 2024;3(3):297-309. <https://doi.org/10.3390/muscles3030026>
6. Hallén A, Tomás R, Ekstrand J, Bengtsson H, Van den Steen E, Häggglund M, et al. UEFA Women's Elite Club Injury Study: a prospective study on 1527 injuries over four consecutive seasons 2018/2019 to 2021/2022 reveals thigh muscle injuries to be most common and ACL injuries most burdensome. *British Journal of Sports Medicine*. 2024;58(3):128-36. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2023-107133>
7. Robles-Palazón FJ, Blázquez-Rincón D, López-Valenciano A, Comfort P, López-López JA, Ayala F. A systematic review and network meta-analysis on the effectiveness of exercise-based interventions for reducing the injury incidence in youth team-sport players. Part 1: an analysis by classical training components. *Annals of Medicine*. 2024;56(1):2408457. <https://doi.org/10.1080/07853890.2024.2408457>
8. Ayala F, Robles-Palazón FJ, Blázquez-Rincón D, López-Valenciano A, López-López JA, De Ste Croix M. A systematic review and network meta-analysis on the effectiveness of exercise-based interventions for reducing the injury incidence in youth team-sport players. Part 2: an analysis by movement patterns. *Annals of Medicine*. 2024;56(1):2337724. <https://doi.org/10.1080/07853890.2024.2337724>
9. Gulanes AA, Fadare SA, Pepania JE, Hanima CO. Preventing sports injuries: a review of evidence-based strategies and interventions. *Salud, Ciencia y Tecnología*. 2024(4):951. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2024951>
10. Stergiou M, Calvo AL, Forelli F. Effectiveness of neuromuscular training in preventing lower limb soccer injuries: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*. 2025;14(5):1714. <https://doi.org/10.3390/jcm14051714>
11. Obërtinca R, Meha R, Hoxha I, Shabani B, Meyer T, aus der Fünter K. Efficacy of a new injury prevention programme (FUNBALL) in young male football (soccer) players: a cluster-randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*. 2024;58(10):548-55. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2023-107388>
12. Asgari M, Schmidt M, Terschluse B, Sueck M, Jaitner T. Acute effects of the FIFA11+ and Football+ warm-ups on motor performance. A crossover randomized controlled trial. *PloS one*. 2023;18(4):e0284702. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0284702>
13. Szweczyk J, Świta M, Szuciak A. The impact of strength training on the prevention of orthopedic injuries in sports: a literature review. *Quality in Sport*. 2024;31:55268. <https://doi.org/10.12775/QS.2024.31.55268>

14. Pangestuputra AW, Changestu DA. Neuromuscular Training in ACL Injury Prevention: A Narrative Review. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2024;12(10_suppl3):2325967124S00394. <https://doi.org/10.1177/2325967124S00394>
15. Forelli F, Moiroux-Sahraoui A, Nielsen-Le Roux M, Miraglia N, Gaspar M, Stergiou M, et al. Stay in the game: comprehensive approaches to decrease the risk of sports injuries. *Cureus*. 2024;16(12). <https://doi.org/10.7759/cureus.76461>
16. Pérez-Contreras J, Loro-Ferrer JF, Inostroza-Ríos F, Merino-Muñoz P, Bustamante Garrido A, Hermosilla-Palma F, et al. Kinetic Variables as indicators of lower limb indirect injury risk in professional soccer: a systematic review. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*. 2025;10(2):228. <https://doi.org/10.3390/jfmk10020228>
17. Taketomi S, Kawaguchi K, Mizutani Y, Takei S, Yamagami R, Kono K, et al. Intrinsic risk factors for noncontact anterior cruciate ligament injury in young female soccer players: a prospective cohort study. *The American Journal of Sports Medicine*. 2024;52(12):2972-9. <https://doi.org/10.1177/03635465241278745>
18. Veeck F, Ruas CV, Pinto MD, Grazioli R, Cardoso GP, Albuquerque T, et al. Low pre-season hamstring-to-quadriceps strength ratio identified in players who further sustained in-season hamstring strain injuries: a retrospective study from a brazilian serie A team. *Sports*. 2023;11(4):89. <https://doi.org/10.3390/sports11040089>
19. Kellis E, Sahinis C, Baltzopoulos V. Is hamstrings-to-quadriceps torque ratio useful for predicting anterior cruciate ligament and hamstring injuries? A systematic and critical review. *Journal of Sport and Health Science*. 2023;12(3):343-58. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2022.01.002>
20. Owoeye OBA, Mulenga D, Kim J, Breitbach A, Neme JR. Normative hamstrings and quadriceps isometric strength values and hamstrings-quadriceps asymmetry in healthy collegiate soccer and basketball players. *Int J Exerc Sci*. 2024;17(4):768-78. <https://doi.org/10.70252/KOZO5621>
21. Wang VZ. Hamstring Strain in Sprinting Athletes: Biomechanics, Risk Factors, and Injury Prevention Strategies. *Theoretical and Natural Science*. 2025;68(1):204-14. <https://doi.org/10.54254/2753-8818/2025.20270>
22. Hagos A, Merchant AA, Kayani B, Yasen AT, Haddad FS. Risk factors and injury prevention strategies for hamstring injuries: a narrative review. *EFORT Open Reviews*. 2025;10(8):636-45. <https://doi.org/10.1530/EOR-2024-0135>
23. Möck S, Happ K, Wirth K. The evaluation of strength imbalances as risk factor for contactless injuries of the knee and thigh: a critical review. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2023;63(5):685-95. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.23.14501-4>
24. Maly T, Hank M, Verbruggen FF, Clarup C, Phillips K, Zahalka F, et al. Relationships of lower extremity and trunk asymmetries in elite soccer players. *Frontiers in Physiology*. 2024;15:1343090. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1343090>
25. Pineda-Escobar S, Matias-Soto J, García-Muñoz C, Martinez-Calderon J, editors. Protecting athletes: the clinical relevance of meta-analyses on injury prevention programs for sports and musculoskeletal body regions: an overview of systematic reviews with meta-analyses of randomized clinical trials. *Healthcare*; 2025. <https://doi.org/10.3390/healthcare13131530>
26. Rahnama N, Reilly T, Lees A, Graham-Smith P. Muscle fatigue induced by exercise simulating the work rate of competitive soccer. *Journal of Sports Science*. 2003;21(11):933-42. <https://doi.org/10.1080/0264041031000140428>
27. Schneider C, Van Hooren B, Cronin J, Jukic I. The effects of training interventions on modifiable hamstring strain injury risk factors in healthy soccer players: a systematic review. *Strength & Conditioning Journal*. 2023;45(2):207-27. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000736>
28. Perkins S, Canavan P. Isokinetic Assessment of knee flexor and extensor strength and lower extremity flexibility assessment of an NCAA Division III men's soccer team. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2023;18(3):626-35. <https://doi.org/10.26603/001c.74971>

29. Lunn DE, Nicholson G, Cooke M, Crespo R, Robinson T, Price RJ, et al. Discrete hamstring: quadriceps strength ratios do not represent angle-specific ratios in premier league soccer players. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2023;37(12):2417-22.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004574>