Sport. Med. Stud, 2026, 17 (46): 121-146, Doi: 10.22089/smj.2026.18647.1838

Sport Medicine Studies

Journal hompage: https://smj.ssrc.ac.ir

Research Article

Identification of Lower Limb Injury Risk Factors among Iranian National Youth Soccer Players Using Field Based Weight Bearing Lunge, Cutting Maneuver, and Soccer Specific Jump Landing Tests

Mohammad Hossein Alizadeh*[1], Erfan Shakiba[2], Ataalah Barati[3], Niloofar Tajalli[4]

1. Department of Sports Injuries' and Biomechanics, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Department of Sports Injuries and Biomechanics, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran
3. Department of Sports Injuries and Biomechanics, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran
4. Department of Sports Rehabilitation and Health, Faculty of Sport Sciences and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Received: 16/10/2025, Accepted: 31/01/2026, Online Published: 08/02/2026

* Corresponding Author:Mohammad Hossein Alizadeh, E-mail: alizadehm@ut.ac.ir

How to Cite: Alizadeh, M. H; Shakiba, E; Barati, A; Tajalli, N. Identification of Lower Limb Injury Risk Factors among Iranian National Youth Soccer Players Using Field Based Weight Bearing Lunge, Cutting Maneuver, and Soccer Specific Jump Landing Tests. *Sport Medicine Studies, Sport Medicine Studies*, 2026; 17(46), 121-146. Doi: 10.22089/smj.2026.18647.1838.

Extended Abstract

Background and Purpose

Lower limb injuries are common among soccer players, especially in youth categories, and can significantly affect performance, career longevity, and overall health. The most frequent injuries involve the knee, ankle, and hamstring muscles, often caused by improper landing, sudden directional changes, limited knee and trunk flexion, and poor neuromuscular control. Since biomechanical and movement factors play a central role in these injuries, identifying related risk factors and analyzing biomechanical parameters during key soccer movements such as jump landing and cutting maneuvers is crucial. Accordingly, this study aimed to identify lower limb injury risk factors among players of the Iran National Youth Soccer Team and to analyze biomechanical characteristics associated with injury risk. The findings are intended to provide scientific insights for improving movement mechanics, enhancing performance, and preventing injuries among youth soccer players.

Methods

This descriptive–comparative study was conducted on 25 male players from the Iran National Youth Football Team, all of whom competed at the highest national level. Following coordination with the national IFMARC center, demographic data including age, height, weight, and body

Copyright: © 2025 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/).

mass index (BMI) were collected. To assess lower limb functional and biomechanical characteristics, three field-based performance tests were administered: the Weight-Bearing Lunge Test (WBLT), the Football-Specific Jump-Landing Test, and the Cutting Movement Assessment Score (CMAS) test at 70° and 90° cutting angles. The WBLT was used to measure ankle dorsiflexion range of motion (ROM) for both left and right limbs using an angular-based calculation method. During the jump-landing test, each participant performed a vertical jump and landed first bilaterally and then unilaterally, while the kinematic variables including knee flexion, ankle dorsiflexion, trunk flexion, knee valgus, and lateral trunk lean were analyzed. In the CMAS protocol, cutting maneuvers to both sides were evaluated to detect biomechanical errors such as internal hip rotation, knee valgus, limited knee flexion, trunk misalignment, and insufficient deceleration strategy. All trials were recorded with two high-speed cameras operating at 250 frames per second, and movement data were analyzed using Kinovea motion analysis software. Statistical analysis was performed in SPSS version 27, employing paired t-tests to compare conditions, with a significance level set at $p < 0.05$.

Results

The results showed that the participants had a mean age of 18.40 ± 0.50 years, a mean height of 182.24 ± 6.70 cm, a mean weight of 75.24 ± 6.63 kg, and a mean BMI of 22.63 ± 1.00. The WBLT results revealed no significant difference in ankle dorsiflexion ROM between the left (47.37 ± 4.16°) and right (47.36 ± 2.75°) limbs, suggesting symmetrical ankle mobility. However, the football-specific jump-landing test indicated significant differences between single-leg and double-leg landings in knee flexion, trunk flexion, and ankle dorsiflexion ($p < 0.05$). Both knee and trunk flexion angles were substantially lower during single-leg landings than during double-leg landings, reflecting a decreased capacity for shock absorption under single-limb conditions. Furthermore, lateral trunk lean was significantly greater during single-leg landings, indicating weaker trunk stability and control, which may predispose players to increased loading on the lower limb joints.

In the CMAS test, players were assessed in four cutting conditions (left and right directions at 70° and 90° angles). More than half of the participants were classified as being at a moderate level of injury risk, with smaller percentages categorized as high-risk or low-risk. Specifically, in the 90° right cutting maneuver, 56% of the players were in the moderate-risk group and 16% in the high-risk group, while in the 70° right cutting, 60% were moderate-risk and 8% high-risk. Comparable trends were observed for the left-side maneuvers. Detailed kinematic assessments showed that many players exhibited initial internal hip rotation, knee valgus, and restricted knee flexion during cutting, particularly at the 90° angle, which are recognized as key contributors to anterior cruciate ligament (ACL) injury risk. Qualitative video analysis further revealed that most players failed to employ proper deceleration strategies during cutting maneuvers, resulting in elevated shear forces at the knee and increased ground reaction forces. Additionally, the trunk was frequently observed to remain neutral or internally rotated in the frontal plane, a pattern that amplifies valgus torque and destabilizes the knee joint. Players who demonstrated reduced knee, trunk, and ankle flexion—combined with increased valgus and lateral trunk inclination—were identified as being at a higher risk of lower limb injury.

Conclusion

These findings highlight the importance of proper landing and cutting mechanics in preventing lower limb injuries among young soccer players. Reduced knee and trunk flexion, limited ankle dorsiflexion, and poor neuromuscular trunk control increase stress on the knee, particularly the ACL, and compromise dynamic balance and stability. Increased lateral trunk lean during single-leg movements further indicates deficiencies in neuromuscular control. The study revealed that

players of the Iran National Youth Soccer Team exhibited movement patterns placing them at moderate to high risk of lower limb injuries, with primary risk factors including reduced knee and trunk flexion, dynamic knee valgus, limited ankle dorsiflexion, and impaired trunk control. These results emphasize the need for specialized training programs targeting trunk stability, proper landing techniques, ankle mobility, and cutting maneuvers. Field-based screening tools such as CMAS and soccer-specific jump-landing tests can identify at-risk players and monitor improvements. Integrating neuromuscular training in youth development may reduce injuries and enhance performance, warranting further experimental research.

Keywords: Soccer, Injury Risk Factors, Lower Limb Injuries.

Article Message

Proper landing and cutting mechanics are crucial for preventing lower limb injuries in youth soccer players. This study on the Iran National Youth Soccer Team identified key risk factors, including reduced knee and trunk flexion, limited ankle dorsiflexion, dynamic knee valgus, and poor trunk neuromuscular control. Findings emphasize the need for targeted training programs focusing on trunk stability, ankle mobility, and proper landing and cutting techniques. Field based assessments such as CMAS and soccer specific jump-landing tests can effectively identify at risk players and monitor improvements, supporting injury prevention and performance enhancement in young soccer athletes.

Ethical Considerations

The present study was derived from a research plan approved by the Faculty of Sport and Health Sciences, University of Tehran, and was approved by the Ethics Committee of the University of Tehran with the ethics code number IR.UT.SPORT.REC.1404.067.

Authors' Contributions

The authors of the present study have contributed equally to the review and writing process of the article.

Conflict of Interest

The research conducted does not have any conflict of interest.

Acknowledgments

The authors of this study sincerely thank the participating athletes and support personnel of the Iranian National Youth Soccer team who facilitated this research.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مطالعات طب ورزشی، زمستان ۱۴۰۴، دوره ۱۷، شماره ۴۶، صص ۱۴۶-۱۲۱، Doi: 10.22089/smj.2026.18647.1838

مطالعات طب ورزشی
Journal hompage: https://smj.ssrc.ac.ir

نوع مقاله: پژوهشی

شناسایی عوامل خطر آسیب‌های اندام تحتانی بازیکنان تیم ملی فوتبال جوانان ایران در آزمون‌های میدانی تحمل وزن لانج، مانور برشی، و پرش و فرود ویژه فوتبال

محمد حسین علیزاده*[۱]، عرفان شکیبا[۲]، عطاالله براتی[۳]، نیلوفر تجلی[۴]

۱. استاد آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، گروه آسیب شناسی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲. دانشجو دکتری آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، گروه آسیب شناسی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، ایران

۳. دانشجو دکتری آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، گروه آسیب شناسی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، ایران

۴. دانشجو دکتری آسیب شناسی ورزشی و تمرینات اصلاحی، گروه آسیب شناسی ورزشی و تمرینات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۲۴، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۱۱، تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۴/۱۱/۱۹

*نویسنده مسئول: محمد حسین علیزاده، Email: alizadehm@ut.ac.ir

How to Cite: Alizadeh, M. H; Shakiba, E; Barati, A; Tajalli, N. Identification of Lower Limb Injury Risk Factors among Iranian National Youth Soccer Players Using Field Based Weight Bearing Lunge, Cutting Maneuver, and Soccer Specific Jump Landing Tests. *Sport Medicine Studies, Sport Medicine Studies*, 2026; 17(46), 121-146. Doi: 10.22089/smj.2026.18647.1838.

چکیده

بازیکنان فوتبال در رده‌های سنی مختلف همواره درمعرض آسیب‌های اندام تحتانی قرار دارند. هدف این پژوهش شناسایی عوامل خطر آسیب‌های اندام تحتانی بازیکنان تیم ملی فوتبال جوانان ایران بود. این پژوهش از نوع توصیفی-مقایسه‌ای و شامل ۲۵ بازیکن مرد تیم ملی جوانان ایران بود. ابتدا اطلاعات دموگرافیک ثبت شد (میانگین سن آزمودنی‌ها ۰/۵۰±۱۸/۵۰ سال، قد ۲۴/۷۰±۱۸۲/۶ سانتی‌متر و وزن ۶/۶۳±۷۵/۲۴ کیلوگرم) و سپس دامنه حرکتی دورسی‌فلکشن مچ پای راست و چپ با آزمون تحمل وزن لانج ارزیابی شد. الگوی فرود بازیکنان با آزمون پرش و فرود ویژه فوتبال و قابلیت تغییر جهت با مانور برشی از طریق تحلیل ویدیوهای ضبط شده با دو دوربین سرعت بالا (۲۵۰ فریم بر ثانیه) و نرم‌افزار Kinovea بررسی شد. داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ با استفاده از آمار توصیفی و آزمون t زوجی در سطح معناداری ۰/۰۵ تحلیل شد. دامنه حرکتی مچ پای راست و چپ به‌ترتیب ۲/۷۵±۴۷/۳۶ و ۴/۱۶±۴۷/۳۷ بود و تفاوت معناداری بین دامنه حرکتی هر دو پا مشاهده نشد. بررسی الگوی فرود نشان داد که بین فرود تک‌پا و جفت‌پا در فلکشن زانو (P=۰/۰۱ ،t=۴/۹۷)، دورسی‌فلکشن (P=۰/۰۱ ،t=۳/۸۴) و فلکشن تنه (P=۰/۰۱ ،t=۴) تفاوت معنادار وجود داشت، اما والگوس زانو (P=۰/۶۲ ،t=۰/۴۹) تفاوت معناداری نداشت. در آزمون CMAS بیشتر بازیکنان در گروه خطر متوسط قرار داشتند. نتایج نشان داد که دامنه حرکتی مچ پا در هر دو پا تفاوتی نداشت و فرود تک‌پا

Copyright: © 2025 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/).

با کاهش فلکشن زانو، دورسی‌فلکشن و فلکشن تنه بدون تغییر معنادار در والگوس زانو همراه بود. همچنین بیشتر بازیکنان در ارزیابی خطر توسط آزمون CMAS در سطح متوسط قرار گرفتند و اصلاح الگوهای حرکتی در بازی برای آنان نیاز است؛ بنابراین اصلاح مکانیک فرود و تغییر جهت برای پیشگیری از آسیب‌های اندام تحتانی ضروری است.

واژگان کلیدی: **فوتبال، عوامل خطرساز آسیب، آسیب‌های اندام تحتانی.**

مقدمه

فوتبال یکی از محبوب‌ترین رشته‌های ورزشی است که همواره تعداد علاقه‌مندان این رشته رو به افزایش است. این علاقه‌مندی در تمامی رده‌های سنی و هر دو جنس وجود دارد و روز به روز در حال افزایش است، اما میزان شرکت‌کنندگان مرد بیشتر از شرکت‌کنندگان زن است (۱). این رشته به دلیل ماهیت افزایش و کاهش شتاب‌ها و تغییر جهت‌ها و فرودها جزو یکی از رشته‌های ورزشی با خطر بیشتر آسیب‌دیدگی است (۲).

نرخ بروز آسیب در فوتبال حرفه‌ای بزرگسال ۹/۴-۲/۴۸ در ازای هر ۱۰۰۰ ساعت گزارش شده است که این نرخ در بازیکنان نخبه جوان فوتبال به ۱۹-۲ آسیب در ازای ۱۰۰۰ ساعت مواجه می‌رسد. علاوه بر این، در یک بررسی هجده‌ساله لیگ حرفه‌ای اروپا، نرخ بروز آسیب در مسابقات ۲۳/۸ در هر ۱۰۰۰ ساعت و در تمرین ۳/۴ در هر ۱۰۰۰ ساعت بود (۱). با بروز آسیب، هزینه‌های مالی، روحی‌روانی و اجتماعی به جامعه و خود ورزشکار وارد می‌شود. هر میزان که بازیکن در رده بالاتری از مهارت باشد (به طور ویژه بازیکنان تیم ملی)، این هزینه‌ها افزایش بیشتری دارد؛ درنتیجه پیشگیری از بروز آسیب در این بازیکنان اهمیت ویژه پیدا خواهد کرد (۴، ۳). در فوتبال، آسیب‌های اندام تحتانی جز آسیب‌های رایج است که حدود ۶۷ درصد از آسیب‌های فوتبال را شامل می‌شود (۵). از عمده‌ترین آسیب‌های بازیکنان پسر جوان می‌توان به استرین و آسپرین به‌خصوص در ناحیه مچ‌پا و ران اشاره کرد (۶). مطالعات نشان داده‌اند که میزان بروز آسیب در بازیکنان رده سنی جوانان و نوجوانان به دلیل تغییرات بلوغ و تغییرات هورمون‌ها و رشد سریع برخی از اندام‌ها نسبت به سایر بخش‌های بدن، بیشتر از سایر رده‌های سنی است (۸، ۷). همچنان مطالعات عنوان کرده‌اند که در سنین رشد میزان بروز آسیب در بازیکنان جوان پسر به طور چشمگیری افزایش می‌یابد (۶). ناحیه مچ‌پا و زانو جزو نواحی از اندام تحتانی هستند که بیشترین نرخ آسیب اولیه و آسیب مجدد را در فوتبال جوانان حرفه‌ای دارد (۹، ۴). در بازیکنان پسر جوان حرفه‌ای فوتبال، نرخ بروز آسیب در مسابقات، در مفصل مچ پا ۲۰ درصد و در زانو ۱۲ درصد گزارش شده است (۷).

از میان عوامل مختلف می‌توان به تغییرات میزان فلکشن تنه و فلکشن جانبی تنه در احتمال بروز آسیب در ناحیه زانو و محدودیت حرکتی در میزان دورسی فلکشن مچ پای بازیکنان نیز اشاره کرد (۱۰). تحقیقات متعددی نشان داده‌اند که با کاهش میزان فلکشن تنه، میزان نیروی برشی واردشده به مفصل زانو و رباط متقاطع قدامی (ACL[1]) و همچنین بار واردشده به عضله همسترینگ افزایش می‌یابد که این عامل احتمال بروز آسیب ACL را در مفصل زانو افزایش می‌دهد (۱۱). از طرفی با افزایش فلکشن جانبی تنه، میزان گشتاور ابداکشن اعمال‌شده بر مفصل زانو با جابه‌جایی مرکز ثقل و افزایش شیب تنه در همان سمت افزایش می‌یابد که این عامل باعث افزایش والگوس زانو در حین تغییر فرودها و تغییر جهت‌ها می‌شود و احتمال بروز آسیب را در این مفصل افزایش می‌دهد (۱۲). نکته درخورتوجه آن است که اکثر این تحقیقات به بررسی‌های آزمایشگاهی پرداخته‌اند و تحقیقات کمی در محیط‌های ورزشی به‌صورت میدانی و فعالیت‌های عملکردی انجام شده است. با بررسی‌های بیشتر در محیط‌های عملکردی به نتایج نزدیک‌تر به شرایط واقعی می‌توان رسید.

1. Anterior Cruciate Ligament

از دیگر عوامل بروز آسیب زانو به کاهش میزان فلکشن زانو و والگوس زانو در حین حرکات برشی و فرودها می‌توان اشاره کرد (۱۵-۱۳). یافته‌ها نشان می‌دهد که کاهش میزان فلکشن زانو با کاهش میزان فلکشن تنه همراه است که همراه شدن این دو عامل بیومکانیکی با یکدیگر میزان نیروی برشی اعمالی بر رباط ACL و عضله چهارسر ران را افزایش می‌دهد (۱۶). همچنین عنوان شده است که زاویه کمتر از ۳۰ درجه فلکشن زانو در حین فرود در مفصل زانو احتمال بروز آسیب ACL را از طریق افزایش فعالیت عضله چهارسرران و اعمال نیروی برشی قدامی بر رباط، افزایش می‌دهد (۱۷). از طرفی افزایش والگوس زانو در حین فرودها و تغییر جهت‌ها منجر به افزایش بار ابداکشن در مفصل زانو می‌شود که موجب تغییر در راستای مفصل می‌شود و بیومکانیک مفصل را نیز دچار اختلال می‌کند و منجر به تغییر در عملکرد عصبی‌عضلانی و ثبات مفصل می‌شود (۱۸)؛ درنتیجه در والگوس زانو خط تحمل وزن به سمت داخل متمایل شده و سبب توزیع ناهموار وزن در زانو می‌شود که نیروی بیشتری را در سمت داخل زانو اعمال می‌کند و ممکن است در طولانی‌مدت در اثر بارگذاری نامناسب نیرو بر زانو آسیب‌های مفصلی (۱۹) یا سندروم درد کشککی ران (۲۰)، احتمال بروز آسیب‌هایی از قبیل پارگی رباط ACL، آسیب‌های مینیسک زانو، حتی اسپرین مچ پا و آسیب‌های کمپارتمان های زانو را افزایش دهد (۲۰). همراه شدن والگوس پویای زانو به همراه چرخش داخلی درشت‌نی و جابه‌جایی قدامی زانو می‌تواند رباط ACL را به صورت بالقوه در معرض خطر قرار دهد (۲۱، ۱۸). در اکثر این مطالعات عنوان شده است که این تغییرات در محیط‌های آزمایشگاهی چشمگیر بوده، اما در محیط‌های عملکردی (زمین بازی و مسابقات رسمی یا تمرینات تخصصی رشته مربوطه) به دلیل ویژگی‌های روانی و فیزیولوژیکی خاص و کنترل کمتر محیط، تغییرات چشمگیری نداشته است. شایان ذکر است، تحقیقات انجام‌شده در محیط‌های عملکردی بسیار محدود است؛ لذا انجام تحقیقات بیشتر برای نتیجه‌گیری صحیح‌تر ضروری به نظر می‌رسد (۱۵). با توجه به اهمیت محل قرار گیری مفصل زانو و ارتباط آن با مفاصل بالاتر و پایین‌تر خود و اثر گذاری این تغییرات بر مفاصل بالا و پایین از طریق زنجیره‌های مفصلی، ضروری است تحقیقات بیشتری در این زمینه انجام شود و به‌خصوص مکانیک مفصل مچ پا نیز بررسی شود (۲۲).

تغییرات در دامنه دورسی‌فلکشن مچ پا، نقش کلیدی در عملکرد فرود و مانورهای برشی دارند؛ به طوری که محدودیت در دامنه دورسی‌فلکشن مچ پا باعث ایجاد تغییرات مکانیکی نامناسب حین فرود و تغییر جهت‌ها می‌شود (۲۵-۲۳، ۱۵). این تغییرات مکانیکی به‌وجودآمده در مفصل مچ پا احتمال بروز آسیب‌های اسپرین مچ پا، افزایش فشار بر فاشیای کف پایی، شکستگی‌های فشاری در استخوان درشت‌نی، تاندونیت تاندون آشیل، استرین عضلات پا، آسیب ACL و حتی استرین در عضلات همسترینگ را به دنبال خواهد داشت (۴۱، ۲۶). مطالعات بیومکانیکی نشان داده‌اند که محدودیت دورسی‌فلکشن مچ پا در وضعیت تحمل وزن با کاهش هم‌زمان فلکشن زانو و ران و افزایش نیروی واکنش زمین همراه است که باعث ایجاد وضعیت فرود قائم‌تر و ناکارآمد در جذب ضربه می‌شود (۲۷). بررسی مجموعه عوامل مکانیکی تنه، زانو و مچ پا با هم در آزمون‌های عملکردی متعدد می‌تواند نتیجه‌گیری درخصوص ارتباط این متغییرها را بیشتر روشن کند و ارتباط این پارامترها در سنین رشد و در ورزشکاران با بالاترین سطح فعالیت ورزشی حائز اهمیت است (۲۷).

با توجه به پژوهش‌های مختلف، زمانی که ما توسط ارزیابی‌های تخصصی میدانی و نه آزمایشگاهی علت آسیب‌دیدگی‌ها را در رشته‌های تخصصی تشخیص دهیم، به طوری که بازیکنان در معرض آسیب نیز شناسایی شوند، به‌خوبی می‌توان از بروز آسیب با استفاده از برنامه‌های تخصصی پیشگیرانه متناسب با ارزیابی‌ها بازیکنان را به سمت بهبودی هدایت کرد و پیشگیری از آسیب به وقوع می‌پیوندد (۲۸). با پیشگیری از بروز آسیب می‌توان عمر ورزشی بازیکنان را در مجامع ملی و بین‌المللی افزایش داد؛ درنتیجه با توجه به اهمیت پیشگیری از آسیب و به همراه داشتن هزینه‌های مالی زیاد برای تیم‌های ملی و حتی باشگاهای فعال در بین بازیکنان، بررسی عوامل خطرساز درونی آسیب‌های اندام تحتانی با استفاده از آزمون‌های عملکردی، در پیش‌بینی بروز آسیب‌ها در بازیکنان تیم ملی فوتبال جوانان -که دارای بالاترین سطح عملکرد

ورزشی در کشور هستند، دارای اهمیت است تا با استفاده از این آزمون‌ها بتوان عوامل داخلی اثرگذار بر بروز آسیب را شناسایی کرد؛ بنابراین هدف تحقیق حاضر، شناسایی عوامل خطر آسیب‌های اندام تحتانی بازیکنان تیم ملی فوتبال جوانان ایران در آزمون‌های میدانی تحمل وزن لانج، مانور برشی، و پرش و فرود ویژه فوتبال بود.

روش پژوهش

مطالعه حاضر از نوع توصیفی و برگرفته از طرح پژوهشی مصوب دانشکده علوم ورزشی و تندرستی دانشگاه تهران با کد اخلاق به شماره IR.UT.SPORT.REC.1404.067 بود. نمونه آماری پژوهش حاضر بازیکنان تیم ملی فوتبال جوانان جمهوری اسلامی ایران بودند به تعداد ۲۵ نفر بود. برای هماهنگی در اجرای تحقیق، آزمونگران پیش از شروع آزمون‌ها آموزش دیدند و سپس خلاصه‌ای از روش اجرای آزمون‌ها برای تمام بازیکنان توضیح داده شد. در ادامه در صورت داشتن رضایت کامل، در گام اول اطلاعات دموگرافیک شامل سن، قد، وزن و شاخص توده بدن (BMI[1]) آزمودنی‌ها ثبت شد. پس از آن با استفاده از فرم محقق‌ساخته اطلاعات آسیب‌های بازیکنان طی یک سال گذشته جمع آوری شد. تمام آزمون‌ها در یک روز و با حضور بازیکنان در مرکز تیم‌های ملی انجام شد. به‌ترتیب، دامنه حرکتی دورسی‌فلکشن مچ‌پا، وضعیت فرود و مانور برشی (کاتینگ) هر بازیکن اندازه‌گیری و ثبت شد. هر آزمون توسط بازیکنان سه بار تکرار شد و بهترین رکورد هر آزمون برای هر فرد در نتایج نهایی لحاظ شد. همچنین نتایج و عملکرد هر آزمون با یکدیگر مقایسه شد و تفاوت عملکرد هر دو پا در روند ارزیابی‌ها بررسی شد.

آزمون لانج همراه با تحمل وزن (WBLT[2])

ارزیابی دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ‌پا با استفاده از آزمون تحمل وزن حین لانج مطابق شکل (۱) برای هر دو پا انجام شد. نحوه انجام آزمون به این صورت بود که آزمودنی با قرار گرفتن در وضعیت لانج به نحوی که یک پا جلو و پای دیگر در پشت قرار گیرد، دامنه حرکتی مچ پای جلویی اندازه‌گیری شد. با قرار دادن دست روی لگن و انجام حرکت لانج زانوی پایی که آزمون می‌شد، بدون بلند شدن پاشنه پا و با قرار گرفتن انگشت شست پشت صفحه مدرج روی زمین، به سمت دیوار حرکت داده شد. در این زمان، اولین نقطه برخورد زانو با دیوار مشخص شد و ارتفاع آن تا سطح زمین (GK[3]) به سانتی‌متر ثبت شد. سپس بدون تغییر وضعیت فاصله انتهای پاشنه پا تا دیوار (HW[4]) به سانتی‌متر ثبت شد. درنهایت، فاصله‌های محاسبه‌شده برای نرمال کردن دامنه دورسی‌فلکشن با استفاده از فرمول [GK/HW] arctan -90 به اندازه دورسی فلکشن مچ پا آزمودنی‌ها برای هر پا تبدیل شد (۱). روایی و پایایی این آزمون ۰/۸۰ تا ۰/۹۹ گزارش شده است.

1. Body Mass Index
2. Weight-Bearing Lunge Test
3. Ground-Knee Distance
4. Heel-Wall Distance

شکل ۱- آزمون لانج همراه با تحمل وزن (WBLT)
Figure 1- The Weight-bearing lunge test

آزمون فرود ویژه فوتبال

برای تعیین پای برتر بازیکنان از آزمون شوت زدن استفاده شد و پای ضربه به‌عنوان پای برتر در نظر گرفته شد (۲). سپس بازیکنان سه پرش سارجنت را در کنار دیوار و در مربع ۱*۱ با حرکت آزاد دست و استفاده از نیروی فلکشنی زانو و حداکثر پرش به بالا انجام دادند و بیشترین میزان پرش برای نرمال کردن ارتفاع پرش آزمودنی‌ها ثبت شد. پس از پرش نشانگرها روی نقاط منتخب آناتومیکی بدن یعنی برجستگی‌های آخرومی، جناغ سینه، خارهای خاصره‌ای قدامی فوقانی، برجستگی بزرگ ران، کندیل خارجی ران، سر استخوان نازک نی، قوزک خارجی، مرکز کشکک، و برجستگی استخوان ناوی چسبانده شد تا بازیکنان برای انجام آزمون فرود آماده شوند (۳).

آزمون پرش و فرود ویژه فوتبال در وضعیتی انجام شد که بازیکنان از روی مانع مخروطی ۷/۵ سانتی متری به اندازه نصف قد خود پرش جفت پا را انجام دادند. پس از آن پرش عمودی برای انجام ضربه سر به توپی که در نصف ارتفاع پرش عمودی قرار داشت، انجام شد. این ارتفاع براساس اختلاف بین پرش از وضعیت ایستاده قائم و حداکثر پرش با استفاده از نیروی دست و فلکشن زانو محاسبه شد. پس از انجام پرش و ضربه سر، بازیکنان روی پای برتر فرود آمدند (شکل ۲). برای تجزیه و تحلیل کینماتیکی عملکرد فرود از دو دوربین فیلم‌برداری SONY مدل cyber shot x-10 با سرعت فیلم‌برداری ۲۵۰ فریم بر ثانیه برای ضبط عملکرد فرود استفاده شد. ارتفاع لنز دوربین تا زمین ۸۰ سانتی‌متر و فاصله دوربین در دو صفحه حرکتی ساجیتال و فرونتال تا بازیکنان سه متر در نظر گرفته شد. یافته‌ها توسط نرم افزار کینوا بررسی شد.

شکل ۲- آزمون فرود ویژه فوتبال
Figure 2- Soccer Specific Jump Landing Tests

آزمون تغییر جهت (CMAS[1])

آزمون تغییر جهت یک ابزار غربالگری کیفی ۹بخشی است که برای ارزیابی کیفیت حرکات ناحیه لگن، زانو، پا و تنه بازیکنان هنگام انجام حرکت تغییر جهت یا کاتینگ (Side-step Cutting) به کار می‌رود. این ارزیابی توسط مشاهده آزمونگر از میزان ابداکشن زانو انجام می‌شود (۲۴). هدف اصلی این آزمون شناسایی الگوهای حرکتی پرخطر در زانو است که می‌تواند خطر بروز آسیب‌های غیربرخوردی ACL را افزایش دهد (۲۴). این آزمون مطابق شکل‌های (۲) و (۳) در دو مسیر با زاویه‌های ۹۰ و ۷۰ درجه انجام شد و اطلاعات مرتبط به هر پارامتر توسط دوربین فیلم‌برداری با سرعت بالا SONYکه با قرار گرفتن دوربین‌ها در ارتفاع لگن افراد در صفحه ساجیتال با فاصله پنج متر و در صفحه فرونتال با فاصله سه متر، ثبت شد و توسط نرم‌افزار کینوا ارزیابی شد. آزمون دو تکرار در هر زاویه با حداکثر سرعت توسط آزمودنی‌ها انجام شد. هر آزمودنی دو تکرار در هر زاویه را با حداکثر سرعت انجام داد. سپس یافته‌ها به صورت گذشته‌نگر توسط نرم‌افزار کینوا بررسی شد. با داشتن هریک از معیارهای CMAS امتیاز هر فرد داده شد که امتیاز بیشتر نشان‌دهنده تکنیک ضعیف‌تر در حرکت کاتینگ به پهلو بود (۲۴).

1. Cutting Movement Assessment Score

شکل ۳- الف) آزمون تغییر جهت ۹۰ درجه، ب) آزمون تغییر جهت ۷۰ درجه

Figure 3- A) 90 degree Cutting Movement test, B) 70 degree Cutting Movement test

شکل ۴- الف) آزمون تغییر جهت ۹۰ درجه، ب) آزمون تغییر جهت ۷۰ درجه

Figure 4- A) 90 degree Cutting Movement test, B) 70 degree Cutting Movement test

داده‌های جمع‌آوری شده توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ تجزیه و تحلیل شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش‌های توصیفی و آزمون t زوجی استفاده شد و سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

جدول (۱) ویژگی‌های دموگرافیک بازیکنان در مطالعه را نشان می‌دهد؛ به طوری که میانگین سنی افراد برابر با ۱۸/۴۰ سال با انحراف معیار ۰/۵۰ و میانگین قد و وزن به‌ترتیب ۱۸۲/۲۴ سانتی‌متر و ۷۵/۲۴ کیلوگرم با انحراف معیار ۶/۷۰ و ۶/۶۳ گزارش شد.

جدول ۱- ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها
Table 1- Demographic characteristics of subjects

انحراف معیار SD[1]	میانگین mean	متغیر Variable
0.50	18.40	سن (سال) Age
6.70	182.24	قد (cm) Height
6.63	75.24	وزن (kg) Weight
1.003	22.63	BMI

با استفاده از آزمون WBLT برای ارزیابی دامنه حرکتی مچ پا، نتایج نشان داد که میانگین و انحراف استاندارد برای پای راست ۴۷/۳۶ و ۲/۷۵ و برای پای چپ ۴۷/۳۷ و ۴/۱۶ بود؛ لذا با مقایسه هر دو پا تفاوت معناداری میان دامنه حرکتی مچ پا مشاهده نشد (جدول ۲).

جدول ۲- مقادیر توصیفی آزمون WBLT
Table 2- Descriptive values of the WBLT test

انحراف معیار SD	میانگین mean	WBLT
2.75	47.36	دورسی‌فلکشن مچ پا راست Right Ankle Dorsiflexion
4.16	47.37	دورسی‌فلکشن مچ پا چپ left Ankle Dorsiflexion

جدول (۳) مقادیر میانگین، انحراف معیار و خطای استاندارد میانگین پنج مؤلفه آزمون را در دو وضعیت تک‌پا و جفت‌پا نشان می‌دهد. مقایسه مقادیر توصیفی بیانگرآن است که در وضعیت تک‌پا، مقادیر فلکشن زانو، دورسی فلکشن مچ و فلکشن تنه کمتر از وضعیت جفت‌پا گزارش شده است؛ در حالی که ولگوس زانو و فلکشن جانبی تنه در وضعیت تک‌پا افزایش یافتند.

جدول ۳- مقادیر توصیفی مؤلفه‌های آزمون فرود در وضعیت‌های فرود تک پا و جفت پا
Table 3- Descriptive values of landing test components in single-leg and double-leg landing positions

خطای استاندار میانگین SEM[2]	انحراف معیار SD	میانگین mean	Factor	
1.35	6.64	26.41	فلکشن زانو - جفت پا (درجه) Knee Flexion – double Legs (Degrees)	متغیر 1 Variable 1
0.90	4.42	18.39	فلکشن زانو - تک پا (درجه) Knee Flexion – single Legs (Degrees)	

1. Standard Deviations
2. Standard Error of the Mean

جدول ۳- مقادیر توصیفی مؤلفه‌های آزمون فرود در وضعیت‌های فرود تک پا و جفت پا

Table 3- Descriptive values of landing test components in single-leg and double-leg landing positions

خطای استاندار میانگین SEM[1]	انحراف معیار SD	میانگین mean	Factor	
2.66	13.05	46.00	دورسی فلکشن - جفت پا (درجه) Dorsiflexion – double Legs (Degrees)	متغیر 2 Variable 2
1.76	8.64	34.76	دورسی فلکشن- تک پا (درجه) Dorsiflexion – single Legs (Degrees)	
1.25	6.16	17.93	فلکشن تنه - جفت پا (درجه) Trunk Flexion – double Legs (Degrees)	متغیر 3 Variable 3
1.03	5.08	10.83	فلکشن تنه - تک پا (درجه) Trunk Flexion – single Legs (Degrees)	
1.37	6.74	1.32	ولگوس زانو - جفت پا (درجه) Knee Valgus – single Legs (Degrees)	متغیر 4 Variable 4
0.74	3.67	1.94	ولگوس زانو - تک پا (درجه) Knee Valgus – single Legs (Degrees)	
0.39	1.93	3.07	خم شدن جانبی تنه - جفت پا (درجه) Trunk Lateral Flexion – single Legs (Degrees)	متغیر 5 Variable 5
0.66	3.26	5.66	خم شدن جانبی تنه - تک پا (درجه) Trunk Lateral Flexion – single Legs (Degrees)	

به‌منظور بررسی تفاوت معنادار بین وضعیت‌های فرود جفت‌پا و تک‌پا در مؤلفه‌های اندازه‌گیری‌شده، از آزمون t زوجی استفاده شد. نتایج این تحلیل آماری در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول ۴- نتایج آزمون t زوجی آزمون فرود در دو وضعیت تک پا و جفت پا

Table 4- Paired t-test results of the landing test in both single-leg and double-leg positions

P	t	تفاوت‌های جفتی Paired Differences			
		خطای استاندارد میانگین SEM	انحراف معیار SD	میانگین mean	
0.01*	4.97	1.61	7.90	8.02	فلکشن زانو Knee Flexion
0.01*	3.84	2.92	14.32	11.23	دورسی فلکشن Dorsiflexion
0.01*	4	1.49	7.33	7.09	فلکشن تنه Trunk Flexion

جدول ۴- نتایج آزمون t زوجی آزمون فرود در دو وضعیت تک پا و جفت پا

Table 4- Paired t-test results of the landing test in both single-leg and double-leg positions

	تفاوت‌های جفتی Paired Differences				
	میانگین mean	انحراف معیار SD	خطای استاندارد میانگین SEM	t	P
ولگوس زانو Knee Valgus	-0.61	6.15	1.25	-0.49	0.62
خم شدن جانبی تنه Trunk Lateral Flexion	-2.59	3.44	0.70	-3.69	0.01*

نتایج نشان داد که بین دو وضعیت آزمون فرود تک‌پا و دو پا، در مؤلفه‌های فلکشن زانو، دورسی‌فلکشن و فلکشن تنه تفاوت معناداری وجود داشت (P<۰/۰۵)؛ در حالی که ولگوس زانو در هر دو وضعیت تک‌پا و جفت‌پا تفاوت معناداری را نشان نداد. در ارتباط با فلکشن جانبی تنه، تفاوت معنادار مشاهده شد که نشان‌دهنده افزایش این متغیر در وضعیت تک‌پا نسبت به جفت‌پا بود.

در بخش مربوط به آزمون CMAS، آزمودنی‌ها در چهار مانور برشی یا کاتینگ ارزیابی شدند که شامل مانور برشی به راست و چپ در زوایای ۹۰ و ۷۰ درجه بود. براساس امتیاز کسب‌شده از این آزمون، افراد به سه دسته تقسیم شدند: ۱) در معرض خطر زیاد (نمره برابر یا بیشتر از ۷)؛ ۲) در معرض خطر متوسط (نمره بین ۴ تا ۶)؛ ۳- در معرض خطر کم (نمره کمتر یا برابر با ۳). جدول (۵) توزیع فراوانی افراد در این چهار مانور برشی را براساس سطح در معرض خطر بودن نشان می‌دهد.

جدول ۵- نتایج آزمون مانور برشی بازیکنان در معرض خطر بالا، متوسط و پایین در چهار وضعیت

Table 5- Results of the CMAS test for high, medium, and low risk players in four situations

وضعیت Condition	در معرض خطر بالا High risk		در معرض خطر متوسط Medium risk		در معرض خطر پایین Low risk		داده‌های ناقص Missing data	
	تعداد (نفر) N	درصد %	تعداد (نفر) N	درصد %	تعداد (نفر) N	درصد %	تعداد (نفر) N	درصد %
مانور برشی راست ۹۰ درجه Right CMAS at 90 Degrees	4	16	14	56	6	24	1	4
مانور برشی راست ۷۰ درجه Right CMAS at 70 Degrees	2	8	15	60	7	28	1	4
مانور برشی چپ ۹۰ درجه Left CMAS at 90 Degrees	1	4	14	56	9	36	1	4
مانور برشی چپ ۷۰ درجه Left CMAS at 70 Degrees	2	8	16	64	6	24	1	4

همان طور که مشاهده می‌شود، در اغلب شرایط مانور، درصد زیادی از افراد در گروه در معرض خطر متوسط قرار داشتند و درصد افراد دارای در معرض خطر زیاد و کم، کمتر بود.

برای بررسی دقیق‌تر خطرهای حرکتی و بیومکانیکی در حین مانور برشی، مؤلفه‌های نه‌گانه آزمون در چهار وضعیت مختلف (زاویه ۹۰ و ۷۰ درجه به دو سمت راست و چپ) تجزیه و تحلیل شدند. در جدول (۶) توزیع فراوانی و درصد بازیکنان در هر مؤلفه و وضعیت مشاهده می‌شود.

جدول ۶- وضعیت اجرای مانور برشی بازیکنان فوتبال در هر مؤلفه‌های منتخب در زوایای ۷۰ و ۹۰ درجه

Table 6- The status of the CMAS execution of football players in each selected component at angles of 70 and 90 degrees

وضعیت Condition	مؤلفه Task	تعداد N				درصد ٪	
مانور برشی راست ۹۰ درجه Right CMAS at 90 Degrees	راهبرد کاهش سرعت Clear PFC Braking Strategy	بله (۰) ۳ نفر Yes (0): 3	خیر (۱) ۲۱ نفر No (1): 21			بله ۱۲ Yes: 12	خیر ۸۴ No: 84
	فاصله جانبی محل قرارگیری پا Lateral Leg Plant Distance	باریک (۰) ۸ نفر Narrow: 8	متوسط (۱) ۱۴ نفر Moderat: 14	پهن (۲) ۲ نفر Wide: 2		باریک ۳۲ Narrow: 32	متوسط (۱) ۱۴ نفر Moderat: 14 / باریک (۰) ۸ نفر Narrow: 8
	وضعیت اولیه چرخش داخلی مفصل ران Hip in an Initially Rotated Position	بله (۱) ۱۴ نفر Yes (1): 14	خیر (۰) ۱۰ نفر No (0): 10			بله ۵۶ Yes: 4	خیر ۴۰ No: 40
	وضعیت اولیه زانو در والگوس Initial Knee ‘Valgus’ Position	بله (۱) ۹ نفر Yes (1): 9	خیر (۰) ۱۵ نفر No (0): 15			بله ۳۶ Yes: 36	خیر ۶۰ No: 60
	قرار نگرفتن پا در وضعیت طبیعی Foot Not in Neutral Foot Position	بله (۱) ۴ نفر Yes (1): 4	خیر (۰) ۲۰ نفر No (0): 20			بله ۱۶ Yes: 16	خیر ۸۰ No: 80
	وضعیت تنه در صفحات فرونتال و ترانسورس Frontal/Transverse Plane Trunk Position	چرخش به خارج خارج تنه (۲) ۱ نفر Lateral Trunk rotation (2): 1	صاف (۱) ۸ نفر Upright (1): 8	چرخش به داخل تنه (۰) ۱۵ نفر Medial Trunk rotation (0):15	چرخش خارج خارج تنه ۴ Lateral Trunk rotation: 4	چرخش به خارج خارج تنه (۲) ۱ نفر Lateral Trunk rotation (2): 1	صاف (۱) ۸ نفر Upright (1): 8
	تنه در حالت عمودی یا متمایل به عقب در تمام مدت تماس با زمین Trunk Upright or Leaning Back	بله (۱) ۷ نفر Yes (1): 7	خیر (۰) ۱۷ نفر No (0): 17			بله ۲۸ Yes: 28	خیر ۶۸ No: 68

جدول ۶- وضعیت اجرای مانور برشی بازیکنان فوتبال در هر مؤلفه‌های منتخب در زوایای ۷۰ و ۹۰ درجه

Table 6- The status of the CMAS execution of football players in each selected component at angles of 70 and 90 degrees

وضعیت Condition	مؤلفه Task	تعداد N		درصد ٪	
مانور برشی راست 70 درجه Right CMAS at 70 Degrees	Throughout Contact محدودیت در فلکشن زانو Limited Knee Flexion	بله (۱)۱۳ نفر Yes (1): 13	خیر (۰) ۱۱ نفر No (0): 11	بله ۵۲ Yes: 52	خیر ۴۴ No: 44
	حرکت بیش از حد زانو در حالت والگوس هنگام نحمل وزن Excessive Knee ‘Valgus’ Motion during Weight Acceptance	بله (۱) ۱۱ نفر Yes (1): 11	خیر (۰) ۱۳ نفر No (0): 13	بله ۴۴ Yes: 44	خیر ۵۲ No: 52
	راهبرد کاهش سرعت Clear PFC Braking Strategy	بله (۰) ۳ نفر Yes (0): 3	خیر (۱) ۲۱ نفر No (1): 21	بله ۱۲ Yes: 12	خیر ۸۴ No: 84
	فاصله جانبی محل قرارگیری پا Lateral Leg Plant Distance	باریک (۰) ۱۱ نفر Narrow: 11	متوسط (۱) ۱۱ نفر Moderat: 11	پهن (۲) ۲ نفر Wide: 2	باریک ۴۴ Narrow: 44	باریک (۰) ۱۱ نفر Narrow: 11	متوسط (۱) ۱۱ نفر Moderat: 11
	وضعیت اولیه چرخش داخلی مفصل ران Hip in an Initially Rotated Position	بله (۱) ۸ نفر Yes (1): 8	خیر (۰) ۱۶ نفر No (0): 16	بله ۳۲ Yes: 32	خیر ۳۲ No: 32
	وضعیت اولیه زانو در والگوس Initial Knee ‘Valgus’ Position	بله (۱) ۳ نفر Yes (1): 3	خیر (۰) ۲۱ نفر No (0): 21	بله ۱۲ Yes: 12	خیر ۸۴ No: 84
	قرار نگرفتن پا در وضعیت طبیعی Foot Not in Neutral Foot Position	بله (۱) ۲ نفر Yes (1): 2	خیر (۰) ۲۲ نفر No (0): 22	بله ۸ Yes: 8	خیر ۸۸ No: 88
	وضعیت تنه در صفحات فرونتال و ترانسورس Frontal/Transverse Plane Trunk Position	چرخش به خارج خارج تنه (۲) ۶ نفر Lateral Trunk rotation (2): 6	صاف (۱) ۷ نفر Upright (1): 7	چرخش به داخل تنه (۰) ۱۱ نفر Medial Trunk rotation (0):11	چرخش به خارج خارج تنه ۲۴ Lateral Trunk rotation: 24	چرخش به خارج خارج تنه (۲) ۶ نفر Lateral Trunk rotation (2): 6	صاف (۱) ۷ نفر Upright (1): 7

جدول ۶- وضعیت اجرای مانور برشی بازیکنان فوتبال در هر مؤلفه‌های منتخب در زوایای ۷۰ و ۹۰ درجه

Table 6- The status of the CMAS execution of football players in each selected component at angles of 70 and 90 degrees

وضعیت Condition	مؤلفه Task	تعداد N			درصد ٪		
مانور برشی چپ ۹۰ درجه Left CMAS at 90 Degrees	تنه در حالت عمودی یا متمایل به عقب در تمام مدت تماس با زمین Trunk Upright or Leaning Back Throughout Contact	بله (۱) ۱۱ نفر Yes (1): 11	خیر (۰) ۱۳ نفر No (0): 13		بله ۴۴ Yes: 44		خیر ۵۲ No: 52
	محدودیت در فلکشن زانو Limited Knee Flexion	بله (۱)۲۱ نفر Yes (1): 21	خیر (۰) ۳ No (0): 3		بله ۸۴ Yes: 84		خیر ۱۲ No: 12
	حرکت بیش از حد زانو در حالت والگوس هنگام پذیرش وزن Excessive Knee ‘Valgus’ Motion during Weight Acceptance	بله (۱) ۲ نفر Yes (1): 2	خیر (۰) ۲۲ نفر No (0): 22		بله ۸ Yes: 8		خیر ۸۸ No: 88
	راهبرد کاهش سرعت Clear PFC Braking Strategy	بله (۰) ۲ نفر Yes (0): 2	خیر (۱) ۲۲ نفر No (1): 21		بله ۸ Yes: 8		خیر ۸۸ No: 84
	فاصله جانبی محل قرارگیری پا Lateral Leg Plant Distance	باریک (۰) ۹ نفر Narrow: 9	متوسط (۱) ۱۴ نفر Moderat: 14	پهن (۲) ۱ نفر Wide: 1	باریک ۳۶ Narrow: 36		متوسط (۱) ۱۴ نفر Moderat: 14 / باریک (۰) ۹ نفر Narrow: 9
	وضعیت اولیه چرخش داخلی مفصل ران Hip in an Initially Rotated Position	بله (۱) ۱۱ نفر Yes (1): 11	خیر (۰) ۱۳ نفر No (0): 13		بله ۴۴ Yes: 44		خیر ۵۲ No: 52
	وضعیت اولیه زانو در والگوس Initial Knee ‘Valgus’ Position	بله (۱) ۵ نفر Yes (1): 5	خیر (۰) ۱۹ نفر No (0): 19		بله ۲۰ Yes: 20		خیر ۷۶ No: 76
	قرار نگرفتن پا در وضعیت طبیعی Foot Not in Neutral Foot Position	بله (۱) ۴ نفر Yes (1): 4	خیر (۰) ۲۰ نفر No (0): 20		بله ۱۶ Yes: 16		خیر ۸۰ No: 80
	وضعیت تنه در صفحات فرونتال و ترانسورس Frontal/Transverse Plane Trunk Position	چرخش به خارج خارج تنه (۲) ۴ نفر	صاف (۱) ۶ نفر Upright (1): 6	چرخش به داخل تنه (۰) ۱۴ نفر	چرخش به خارج خارج تنه ۱۶		صاف (۱) ۶ نفر Upright (1): 6

جدول ۶- وضعیت اجرای مانور برشی بازیکنان فوتبال در هر مؤلفه‌های منتخب در زوایای ۷۰ و ۹۰ درجه

Table 6- The status of the CMAS execution of football players in each selected component at angles of 70 and 90 degrees

وضعیت Condition	مؤلفه Task	تعداد N			درصد ٪	
		Lateral Trunk rotation (2): 4	Medial Trunk rotation (0):14	Lateral Trunk rotation: 16	Lateral Trunk rotation (2): 4	
مانور برشی چپ ۷۰ درجه Left CMAS at 70 Degrees	تنه در حالت عمودی یا متمایل به عقب در تمام مدت تماس با زمین Trunk Upright or Leaning Back Throughout Contact	بله (۱) ۶ نفر Yes (1): 6	خیر (۰) ۱۸ نفر No (0): 18	بله ۲۴ Yes: 24	خیر ۷۲ No: 72	
	محدودیت در فلکشن زانو Limited Knee Flexion	بله (۱)۱۲ نفر Yes (1): 12	خیر (۰) ۱۲ نفر No (0): 12	بله ۴۸ Yes: 48	خیر ۴۸ No: 48	
	حرکت بیش از حد زانو در حالت والگوس هنگام تحمل وزن Excessive Knee ‘Valgus’ Motion during Weight Acceptance	بله (۱) ۴ نفر Yes (1): 4	خیر (۰) ۲۰ نفر No (0): 20	بله ۱۶ Yes: 16	خیر ۸۰ No: 80	
	راهبرد کاهش سرعت Clear PFC Braking Strategy	بله (۰) ۲ نفر Yes (0): 2	خیر (۱) ۲۲ نفر No (1): 21	بله ۸ Yes: 8	خیر ۸۸ No: 88	
	فاصله جانبی محل قرارگیری پا Lateral Leg Plant Distance	باریک (۰) ۶ نفر Narrow: 6	متوسط (۱) ۱۷ نفر Moderat: 17	پهن (۲) ۱ نفر Wide: 1	باریک ۲۴ Narrow: 24	باریک (۰) ۶ نفر Narrow: 6 / متوسط (۱) ۱۷ نفر Moderat: 17
	وضعیت اولیه چرخش داخلی مفصل ران Hip in an Initially Rotated Position	بله (۱) ۱۱ نفر Yes (1): 11	خیر (۰) ۱۳ نفر No (0): 13	بله ۴۴ Yes: 44	خیر ۵۲ No: 52	
	وضعیت اولیه زانو در والگوس Initial Knee ‘Valgus’ Position	بله (۱) ۳ نفر Yes (1): 3	خیر (۰) ۲۱ نفر No (0): 21	بله ۱۲ Yes: 12	خیر ۸۴ No: 84	
	قرار نگرفتن پا در وضعیت طبیعی Foot Not in Neutral Foot Position	بله (۱) ۱ نفر Yes (1): 1	خیر (۰) ۲۳ نفر No (0): 23	بله ۴ Yes: 4	خیر ۹۲ No: 92	

جدول ۶- وضعیت اجرای مانور برشی بازیکنان فوتبال در هر مؤلفه‌های منتخب در زوایای ۷۰ و ۹۰ درجه

Table 6- The status of the CMAS execution of football players in each selected component at angles of 70 and 90 degrees

وضعیت Condition	مؤلفه Task	تعداد N			درصد ٪	
		چرخش به خارج خارج تنه (۲) ۴ نفر Lateral Trunk rotation (2): 4	صاف (۱) ۱۴ نفر Upright (1): 14	چرخش به داخل تنه (۰) ۶ نفر Medial Trunk rotation (0):6	چرخش به خارج خارج تنه ۱۶ Lateral Trunk rotation: 16	چرخش به خارج خارج تنه (۲) ۴ نفر Lateral Trunk rotation (2): 4	صاف (۱) ۱۴ نفر Upright (1): 14
	وضعیت تنه در صفحات فرونتال و ترانسورس Frontal/Transverse Plane Trunk Position						
	تنه در حالت عمودی یا متمایل به عقب در تمام مدت تماس با زمین Trunk Upright or Leaning Back Throughout Contact	بله (۱) ۷ نفر Yes (1): 7		خیر (۰) ۱۷ نفر No (0): 17	بله ۲۸ Yes: 28		خیر ۶۸ No: 68
	محدودیت در فلکشن زانو Limited Knee Flexion	بله (۱)۱۸ نفر Yes (1): 18		خیر (۰) ۶ No (0): 6	بله ۷۲ Yes: 72		خیر ۲۴ No: 24
	حرکت بیش از حد زانو در حالت والگوس هنگام پذیرش وزن Excessive Knee ‘Valgus’ Motion during Weight Acceptance	بله (۱) ۴ Yes (1): 4		خیر (۰) ۲۰ No (0): 20	بله ۱۶ Yes: 16		خیر ۸۰ No: 80

یافته‌های درج‌شده در جدول (۶) نشان داد که بخش قابل‌توجهی از بازیکنان هنگام اجرای مانور برشی، چه در زاویه ۷۰ و چه ۹۰ درجه، در سطح خطر متوسط آسیب‌های اندام تحتانی قرار داشتند. این وضعیت به دلیل محدودیت در فلکشن زانو، چرخش داخلی مفصل ران، فاصله جانبی پاهای باریک یا متوسط و استفاده کامل نکردن از راهبرد کاهش سرعت ایجاد شده است. همچنین درصد درخورتوجهی از بازیکنان در وضعیت تنه صاف یا کمی چرخیده قرار داشتند که می‌تواند بر کنترل تعادل و توزیع نیرو در فرود و تغییر جهت تأثیر بگذارد.

بحث و نتیجه‌گیری

شناسایی عوامل خطر آسیب اندام تحتانی بازیکنان تیم ملی فوتبال جوانان که بالاترین سطح مهارت را دارند، از اهمیت زیادی برخوردار است؛ زیرا ورزشکاران در این دوره سنی سرمایه‌های ارزشمندی برای آینده کشور محسوب می‌شوند و پیشگیری از آسیب فرصت حضور آنان را در صحنه‌های بین‌المللی ورزشی را سالیان متمادی به دنبال خواهد داشت.

با توجه به هدف پژوهش، نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که تفاوت معناداری در دامنه حرکتی دورسی‌فلکشن مچ پا وجود نداشت، اما رفتار بازیکنان در عملکرد فرود، در مقایسه با فرود جفت‌پا، فرود تک‌پا با کاهش فلکشن زانو،

دورسی‌فلکشن مچ پا و فلکشن تنه و افزایش والگوس زانو و فلکشن جانبی همراه بود. همچنین بخش درخورتوجهی از بازیکنان طی مانور بررشی در سطح خطر متوسط قرار داشتند.

تقارن عملکردی در دامنه حرکتی برای داشتن عملکرد مطلوب برای بازیکنان ضروری است؛ زیرا نبود تقارن در دامنه حرکتی احتمال بروز خطر آسیب در ورزشکاران را تشدید می‌کند. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که بین دامنه حرکتی دورسی‌فلکشن مچ پای چپ و راست بازیکنان جوان فوتبال در آزمون لانج ایستاده تفاوت معناداری وجود نداشت؛ به‌رغم آنکه بررسی میزان دامنه حرکتی مچ پا بین هر دو پای بازیکنان فوتسال نشان داد که تفاوت معنادار احتمالاً می‌تواند تعادل بازیکنان را تحت‌تأثیر قرار دهد و آنان را در معرض آسیب احتمالی قرار دهد (۳۲). در مقابل، تقارن عملکردی دورسی‌فلکشن مچ پا می‌تواند موجب ایجاد پایداری مناسب در مفصل مچ پا و همچنین در مفاصل مجاور، مانند زانو شود. در این زمینه مایک بویل بیان کرد که هریک از مفاصل نیازمند تحرک و پایداری ویژه خود هستند و مفاصل اندام تحتانی به‌ویژه مچ‌پا، زانو و لگن به‌ترتیب نیازمند موبیلیتی، پایداری و موبیلیتی مناسب‌اند (۳۳). براساس این تئوری، در صورتی که هرکدام از مفاصل دچار محدودیت در حرکت شده باشند، مفصل مجاور به صورت جبرانی وارد عمل می‌شود و عملکرد مناسب موردنیاز را فراهم می‌کند؛ برای مثال، هنگامی که اختلالی در میزان موبیلیتی مچ پا به وجود آید، مفصل زانو نسبت به جبران این نقص اقدام می‌کند تا موبیلیتی مفصل مچ‌پا را جبران کند، اما این عمل باعث ایجاد اختلال عملکردی در پایداری زانو خواهد شد (۳۴)؛ لذا به نظر می‌رسد که اختلال عملکردی در موبیلیتی و میزان دورسی‌فلکشن مچ‌پا نه‌تنها به تمرین‌های متداول، بلکه به تمرینات تخصصی برای افزایش موبیلیتی و دامنه حرکتی مفصل مچ‌پا نیاز دارد؛ زیرا این تمرین‌ها از اعمال فشار و بار نامطلوب بر مفصل و مفاصل مجاور مثل مچ‌پا و زانو پیشگیری می‌کند.

همچنین یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که میزان دورسی‌فلکشن مچ‌پا، فلکشن زانو و فلکشن تنه در فرود تک‌پا و در صفحه ساجیتال، کمتر از فرود جفت‌پا بود. این الگو می‌تواند حاکی از افزایش بار مکانیکی بر ساختارهای فعال و غیرفعال مفصل زانو ازجمله ACL باشد؛ چراکه مطالعات متعدد نشان داده‌اند، کاهش فلکشن زانو در فاز جذب ضربه با افزایش خطر آسیب ACL همراه است (۳۵)، اما در صفحه فرونتال میزان والگوس دینامیک زانو و فلکشن جانبی تنه در فرود تک‌پا یعنی فرود روی پای برتر بیشتر از فرود جفت‌پا بود؛ هرچند تفاوت آماری معناداری در والگوس دینامیک فرود تک‌پا و جفت‌پای بازیکنان مشاهده نشد. شاید این نبود معناداری در گام نخست، متأثر از محدودیت‌هایی نظیر تعداد کم نمونه پژوهش یا نوع اجرای آزمون باشد. به نظر می‌رسد، اجرای آزمون در محیط میدانی که در حضور حریف واقعی و در شرایط تمرین یا مسابقه باشد، همچنان با اجرای آن حتی در محیط‌های کنترل‌شده‌ای مانند ایفمارک که مرکز ارزیابی بازیکنان تیم‌های ملی است، متفاوت باشد.

یکی دیگر از نکات مهم پژوهش، نبود تطابق بین ارزیابی‌های ایستا و پویا بود. با وجود تقارن در میزان دورسی‌فلکشن مچ‌پا در آزمون WBLT، در شرایط پویا یا عملکردی (مانند فرود تک‌پا)، میزان دورسی‌فلکشن کاهش معناداری را در مچ پای بازیکنان نشان داد. این یافته نشان می‌دهد که دامنه حرکتی مناسب در شرایط ایستا، لزوماً نشانگر دامنه عملکردی مطلوب در مفصل مچ پا نیست و در طراحی پروتکل‌های ارزیابی و مداخلات اصلاحی، باید به ارزیابی‌های عملکردی و میدانی توجه بیشتری داشت.

در تحلیل بیومکانیکی عملکرد، کاهش فلکشن زانو و تنه در صفحه ساجیتال در حین فرود می‌تواند با افزایش گشتاور اکستنشنی در مفصل زانو همراه باشد که موجب انتقال بار به ساختارهای غیرفعال مفصل، ازجمله لیگامان‌ها شده و زمینه‌ساز آسیب‌هایی نظیر پارگی ACL شود. در مهارت‌هایی چون سر زدن در فوتبال که بازیکن ناگزیر به فرود تک‌پا با کنترل تنه است، الگوهای حرکتی مانند حرکت نادرست تنه تشدید می‌شوند (۳۶).

در صفحه فرونتال، افزایش فلکشن جانبی تنه و والگوس داینامیک زانو به‌عنوان الگوهای پرخطر مطرح‌اند. این حرکات به طور معمول در اثر نبود تعادل عملکردی در زنجیره عضلانی اندام تحتانی ایجاد می‌شود (۳۷). بیش‌فعالی عضلاتی مانند عضلات نزدیک‌کننده پا، کوتاهی عضله دوسررانی از مجموعه عضلات همسترینگ، کشنده پهن نیام، عضله دوقلوی داخلی و هم‌زمان ضعف عضلات سرینی میانی، سرینی بزرگ، عضله پهن داخلی، درشت‌نی قدامی و خلفی می‌تواند این اختلال را پدید آورد (۳۸)؛ اما شایان است که ضعف این عضلات الزاماً در آزمون‌های قدرت ایزومتریک قابل‌مشاهده نیست؛ بلکه نشان‌دهنده اختلال در کنترل عصبی‌عضلانی است؛ ازاین‌رو در ارائه برنامه‌های تمرینی، تأکید بیشتر بر تمرینات عصبی‌عضلانی تخصصی برای بازآموزی الگوی حرکتی صحیح، امری ضروری است.

همچنین افزایش فلکشن جانبی تنه اغلب از نقص در پایداری تنه ناشی می‌شود. حرکات نامناسب تنه در هنگام اجرای مهارت‌هایی مانند سرزدن موجب فرود خطرناک بازیکنان می‌شود. فرود مناسب نیازمند کنترل صحیح بر تنه است؛ در غیر این صورت، حرکات تنه گشتاور فراتر از انتظار را رقم می‌زند و فشار زیادی را بر اندام تحتانی به‌ویژه مفاصل مچ پا و زانو وارد می‌کند (۳۹). در این راستا، طراحی مداخلات تمرینی عصبی‌عضلانی ناحیه مرکزی تنه می‌تواند موجب بهبود راستای تنه در صفحه فرونتال و کاهش فشارهای نادرست بر زانو و مچ پا شود؛ به بیان دیگر، لازم است تمرین‌ها با تمرکز ویژه‌ای بر بهبود الگوهای حرکتی در هر دو صفحه حرکتی (ساجیتال و فرونتال)، تقویت کنترل عصبی‌عضلانی و آموزش مهارت‌های حرکتی-تعادلی ایستا و پویای تک پا و جفت پا در نظر گرفته شود.

بازیکنان فوتبال از مانور برشی و تغییر مسیر ناگهانی در مهارت‌هایی همچون دریبل، بسیار زیاد استفاده می‌کنند. یکی از مکانیسم‌هایی که اندام تحتانی را با آسیب روبه‌رو می‌کند، اجرای نامناسب مانور برشی است. در حین اجرای این حرکات بازیکن تلاش می‌کند تا در سریع‌ترین زمان به بازیابی کنترل کل بدن و تغییر مسیر در کوتاه‌ترین زمان ممکن دست یابد (۴۰)؛ ازاین‌رو اجرای این مانور نیازمند هماهنگی کامل بین بخش‌های مختلف اندام تحتانی و تنه در صفحات ساجیتال و فرونتال است. کنترل کافی نشدن این حرکت می‌تواند زمینه‌ساز بروز آسیب‌های جدی مفصل مچ پا، زانو و ران باشد. در پژوهش حاضر تعداد درخورتوجهی از بازیکنان در معرض خطر آسیب‌دیدگی اندام تحتانی، به‌ویژه خطر آسیب سطح متوسط ناشی از اجرای مهارت مانور برشی بودند؛ لذا لازم است در زمینه ایجاد بستر مناسب تمرینی و اجرای صحیح تمرینات ویژه عملکردی‌تر برای بازیکنان، بهتر و مطلوب‌تر عمل شود.

نتایج حاصل از آزمون CMAS در زوایای ۷۰ و ۹۰ درجه نشان داد که بازیکنان فوتبال در اجرای مانور برشی الگوهای حرکتی متفاوتی را به کار می‌گیرند که برخی از آن‌ها می‌تواند ریسک‌فاکتور مهمی برای آسیب‌های زانو به‌ویژه آسیب رباط صلیبی قدامی (ACL) محسوب شود. در اکثر مانورهای برشی، به‌ویژه در زاویه‌های ۹۰ درجه، درصد زیادی از بازیکنان از راهبرد کاهش سرعت استفاده نکردند. این موضوع نشان‌دهنده تأکید بر عملکرد سریع و تغییر جهت انفجاری است، اما همزمان می‌تواند منجر به افزایش نیروهای برشی و والگوس زانو شود.

از نظر فاصله جانبی محل قرارگیری پا، اغلب بازیکنان در هر چهار حالت (چپ و راست در زوایای ۷۰ و ۹۰ درجه) از الگوی متوسط استفاده کردند. این یافته با مطالعات قبلی که نشان داده‌اند فاصله جانبی بهینه می‌تواند به جذب نیرو و پایداری کمک کند، هم‌راستا است؛ با این حال، مشاهده شد که در برخی موارد قرارگیری پای باریک یا پهن با افزایش خطر بیومکانیکی برای مفصل زانو همراه بود.

در بررسی چرخش داخلی مفصل ران، درصد زیادی از بازیکنان در شرایط ۹۰ درجه به‌ویژه در مانور برشی راست، چرخش داخلی اولیه داشتند. این الگو در کنار وضعیت والگوس زانو که در بخشی از بازیکنان مشاهده شد، می‌تواند یکی از مهم‌ترین مکانیسم‌های آسیب ACL باشد. همچنین هیوت و همکاران، در زنان ورزشکار ترکیب والگوس زانو و چرخش داخلی ران را از اصلی‌ترین فاکتورهای خطر در حرکات تغییر جهت معرفی کردند (۴۱). درخصوص قرار نگرفتن پا در

وضعیت طبیعی، درصد کمی از بازیکنان دچار این خطا بودند که می‌تواند نشان‌دهنده سطحی از کنترل عصبی‌عضلانی مناسب در این گروه باشد؛ با این حال، در شرایط ۹۰ درجه راست این میزان بیشتر بود که نیازمند توجه ویژه در طراحی تمرینات اصلاحی است.

وضعیت تنه نیز یافته‌های درخورتوجهی داشت؛ به این صورت که بیشتر بازیکنان تنه را در حالت چرخش به داخل یا صاف حفظ کردند. با توجه به اینکه انحرافات تنه در صفحه فرونتال و ترانسورس می‌تواند بارهای والگوسی زانو را افزایش دهد، مشاهده این الگو در درصد زیادی از بازیکنان بیانگر اهمیت آموزش کنترل تنه در تمرینات پیشگیری از آسیب است. همچنین محدودیت در فلکشن زانو در زوایای ۷۰ درجه بسیار بیشتر از ۹۰ درجه مشاهده شد (به‌ویژه در مانور راست). این موضوع می‌تواند به افزایش بارهای واکنش زمین و کاهش ظرفیت جذب نیرو منجر شود. یافته‌ها با نتایج مطالعه کروشاگ و همکاران همخوانی دارد که استفاده ناکافی از فلکشن زانو را در لحظه تغییر جهت به‌عنوان یک مکانیسم آسیب معرفی کردند (۴۲). درنهایت، یافته‌های مربوط به حرکت بیش از حد زانو در حالت والگوس نشان داد که درصد کلی بروز این خطا در مقایسه با سایر مؤلفه‌ها کمتر بود، اما در ترکیب با سایر عوامل خطر (چرخش داخلی ران، تنه متمایل و محدودیت فلکشن زانو) می‌تواند اثرات مضاعفی بر افزایش ریسک آسیب داشته باشد.

به طور کلی، نتایج نشان داد که بازیکنان فوتبال در اجرای مانورهای برشی در زوایای مختلف دچار خطاهای بیومکانیکی چشمگیری می‌شوند. این یافته‌ها ضرورت طراحی و اجرای برنامه‌های تمرینی اصلاحی و پیشگیرانه همچون تمرینات تقویت کنترل تنه، بهبود الگوهای فرود، افزایش فلکشن زانو و اصلاح راهبردهای تغییر جهت را برجسته می‌کند. علاوه بر این، مقایسه بین زوایای ۷۰ و ۹۰ درجه نشان داد که شرایط ۹۰ درجه به دلیل ماهیت سخت‌تر تغییر جهت، با خطاهای بیشتری همراه است و می‌تواند ریسک بیشتری برای آسیب ایجاد کند.

در نتیجه‌گیری پژوهش حاضر می‌توان گفت، تشخیص زودهنگام و به‌موقع اختلالات مهارتی عملکردی بازیکنان فوتبال می‌تواند نقش مهمی در کاهش آسیب‌ها داشته باشد. به نظر می‌رسد که بررسی عوامل خطر در روند بهبودی پس از آسیب‌های ناگهانی و پیشگیری از آسیب مجدد نیز مؤثر باشد و ضمن بازگشت به‌موقع بازیکن به میدان، فشارهای ناخواسته روانی بر بازیکن و تیم را کاهش دهد؛ لذا ارزیابی نظام‌مند و مداوم بازیکنان فوتبال به‌ویژه بازیکنان نوجوان و جوان که آینده ورزش کشور محسوب می‌شوند، آنان را از احتمال بروز خطر آسیب دور می‌کند. ارزیابی عملکردی بازیکنان فوتبال در هنگام اجرای مهارت‌های مهم و پرکاربرد فوتبال در دو صفحه ساجیتال و فرونتال، امکان شناسایی علل و مکانیسم واقعی آسیب را بهتر نمایان می‌کند و الگوی‌های حرکتی در سایر اندام‌های بازیکنان فوتبال نیز نیازمند بررسی‌های بیشتر است. در پژوهش حاضر تمرکز بر ارزیابی عملکرد اندام تحتانی بازیکنان در آزمون‌های فرود پس از ضربه سر و مانور برشی بود. درنهایت، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که تفاوت معناداری در دامنه حرکتی دورسی فلکشن مچ پا مشاهده نشد؛ با این حال، در وضعیت فرود تک‌پا نسبت به جفت‌پا، میزان فلکشن زانو، دورسی فلکشن مچ‌پا و فلکشن تنه کمتر و درمقابل، والگوس زانو بیشتر بود. همچنین تفاوت معنادار منفی در فلکشن جانبی بین فرود تک‌پا و جفت‌پا وجود داشت که در تک‌پا بیشتر مشاهده شد. علاوه بر این، درصد زیادی از بازیکنان در گروه بررسی‌شده، در معرض خطر متوسط طی مانور برشی قرار داشتند که اهمیت توجه به الگوهای حرکتی ایمن را برجسته می‌کند. در این راستا می‌توان از تمرینات ویژه عصبی‌عضلانی پیشگیری از آسیب تخصصی استفاده کرد.

یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های پژوهش حاضر نبود گروه کنترل بود؛ زیرا این موضوع می‌تواند بر نتایج تأثیر بگذارد. علاوه بر این، محدودیت‌هایی در کنترل شرایط روحی و روانی، سبک زندگی، و وضعیت استراحت و تغذیه بازیکنان وجود داشت. همچنین آزمودنی‌ها، تنها بازیکنان مرد تیم ملی فوتبال بودند که این امر قابلیت تعمیم نتایج به سایر جوامع، تیم‌ها یا جنسیت‌های دیگر را محدود می‌کند. از سوی دیگر، ابزارهای اندازه‌گیری استفاده‌شده ممکن است دارای خطای

سنجش باشند که می‌تواند بر دقت داده‌ها تأثیر بگذارد. براساس نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌شود که پژوهشگران در آینده با استفاده از آزمون‌های میدانی ویژه فوتبال، متغیرهای عملکردی متعدد بازیکنان را در ارتباط با میزان آسیب‌دیدگی گذشته و پیش‌بینی آسیب‌های آینده بررسی کنند. همچنین انجام چنین بررسی‌هایی در رشته‌های ورزشی مختلف و با طراحی تمرینات تخصصی مبتنی بر نقص‌های حرکتی شناسایی‌شده می‌تواند به پیشگیری از آسیب‌ها و بهبود عملکرد ورزشکاران کمک کند.

پیام مقاله

پژوهش حاضر با هدف شناسایی دقیق الگوهای حرکتی و عوامل خطر مرتبط با آسیب‌های اندام تحتانی در بازیکنان فوتبال، به‌ویژه جوانان و نوجوانان انجام شد. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که ارزیابی‌های عملکردی تخصصی، به‌ویژه در حرکات کلیدی نظیر فرود پس از ضربه سر و مانورهای برشی، می‌تواند اطلاعات ارزشمندی درباره احتمال بروز آسیب و کیفیت کنترل حرکتی بازیکنان ارائه دهد. نتایج به‌دست‌آمده اهمیت توجه به الگوهای حرکتی ایمن، به‌کارگیری تمرینات عصبی‌عضلانی و پایش مستمر بازیکنان را برجسته کند؛ لذا این پژوهش می‌تواند راهگشای طراحی برنامه‌های تمرینی هدفمند، توسعه آزمون‌های میدانی تخصصی و بهبود فرآیندهای پیشگیری از آسیب در فوتبال باشد.

ملاحظات اخلاقی

مطالعه حاضر برگرفته از طرح پژوهشی مصوب دانشکده علوم ورزشی و تندرستی دانشگاه تهران بود و با کد اخلاق به شماره IR.UT.SPORT.REC.1404.067 به تأیید کمیته اخلاق دانشگاه تهران رسید.

مشارکت نویسندگان

نویسندگان پژوهش حاضر در فرایند جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل و نگارش مقاله به طور مساوی همکاری کردند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان پژوهش حاضر از مسئولان و کادر اجرایی تیم ملی فوتبال جوانان و مرکز ایفمارک به همراه تمامی بازیکنان تیم ملی که به‌عنوان آزمودنی در پژوهش همکاری صمیمانه داشتند، تشکر و قدردانی خود را ابراز می‌کنند.

منابع

1. Grassi A, Macchiarola L, Filippini M, Lucidi GA, Della Villa F, Zaffagnini S. Epidemiology of anterior cruciate ligament injury in Italian first division soccer players. Sports health. 2020;12(3):279-88. https://doi.org/10.1177/1941738119885642
2. Della Villa F, Di Paolo S, Santagati D, Della Croce E, Lopomo NF, Grassi A, et al. A 2D video-analysis scoring system of 90° change of direction technique identifies football players with high knee abduction moment. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA. 2022;30(11):3616-25. https://doi.org/10.1007/s00167-021-06571-2
3. Dalvandpour N, Zareei M, Abbasi H, Abdoli B, Mohammadian MA, Rommers N, et al. Focus of attention during acl injury prevention exercises affects improvements in jump-landing kinematics in soccer players: a randomized controlled trial. J Strength Cond Res. 2023;37(2):337-42. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004201
4. Larwa J, Stoy C, Chafetz RS, Boniello M, Franklin C. Stiff landings, core stability, and dynamic knee valgus: a systematic review on documented anterior cruciate ligament ruptures in male and female athletes. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(7). https://doi.org/10.3390/ijerph18073826

5. Junge A, Dvořák J. Football injuries during the 2014 FIFA World Cup. British Journal of Sports Medicine. 2015;49(9):599-602. https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094469
6. Mandorino M, Figueiredo AJ, Gjaka M, Tessitore A. Injury incidence and risk factors in youth soccer players: a systematic literature review. Part I: epidemiological analysis. Biology of Sport. 2023;40(1):3-25. https://doi.org/10.5114/biolsport.2023.109961
7. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA. 2009;17(7):705-29. https://doi.org/10.1007/s00167-009-0823-z
8. Sahabuddin FNA, Jamaludin NI, Amir NH, Shaharudin S. The effects of hip- and ankle-focused exercise intervention on dynamic knee valgus: a systematic review. PeerJ. 2021;9:e11731. https://doi.org/10.7717/peerj.11731
9. Szymski D, Krutsch V, Achenbach L, Gerling S, Pfeifer C, Alt V, et al. Epidemiological analysis of injury occurrence and current prevention strategies on international amateur football level during the UEFA Regions Cup 2019. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. 2022;142(2):271-80. https://doi.org/10.1007/s00402-021-03861-9
10. Oliveira-Júnior O, Gabbett TJ, Bittencourt NFN, Quintão RC, Reis GF, Claudino JG, et al. Potential financial loss and risk factors for hamstring muscle injuries in elite male Brazilian soccer players: a season-long prospective cohort pilot study. Frontiers in Sports and Active Living. 2024;6:1360452. https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1360452
11. Jeong J, Choi D-H, Shin CS. Core strength training can alter neuromuscular and biomechanical risk factors for anterior cruciate ligament injury. The American Journal of Sports Medicine. 2021;49(1):183-92. https://doi.org/10.1177/0363546520972990
12. Della Villa F, Di Paolo S, Santagati D, Della Croce E, Lopomo NF, Grassi A, et al. A 2D video-analysis scoring system of 90° change of direction technique identifies football players with high knee abduction moment. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2022;30(11):3616-25. https://doi.org/10.1007/s00167-021-06571-2
13. Crotti M, Heering T, Lander N, Fox A, Barnett LM, Duncan MJ. Extrinsic risk factors for primary noncontact anterior cruciate ligament injury in adolescents aged between 14 and 18 years: a systematic review. Sports Medicine (Auckland, NZ). 2024;54(4):875-94. https://doi.org/10.1007/s40279-023-01975-1
14. Hägglund M, Waldén M, Ekstrand J. Risk factors for lower extremity muscle injury in professional soccer: the UEFA injury study. 2013;41(2):327-35. https://doi.org/10.1177/0363546512470634
15. Odatuwa-Omagbemi DO, Izuagba E, Enemudo RE, Otene CI, Ijezie NC. Epidemiological pattern of musculoskeletal injuries in children aged 16 years and below in a regional trauma centre in nigeria. Cureus. 2023;15(4):e38125. https://doi.org/10.7759/cureus.38125
16. Sebyani M, Shirzad E, Minoo Nejad H. Effect of core muscles functional fatigue on some kinematics parameters related to anterior cruciate ligament (ACL) injury during cutting maneuver in mollegiate male athletes. Studies in Sport Medicine. 2018;10(23):61-80. https://doi.org/10.22089/smj.2018.1147
17. Daneshjoo A, Mohseni M. Comparing the knee joint kinematic parameters during landing at different minutes of soccer game. Journal of Sport Biomechanics. 2019;5(1):2-13. https://doi.org/10.32598/biomechanics.5.1.1
18. Sedaghati P, Mohammadi S, Fadaei Dehcheshmeh M. Study of dynamic knee valgus in male soccer players: a review article. Journal of Sport Biomechanics. 2022;7(4):238-49. https://doi.org/10.32598/biomechanics.7.4.316.1
19. Uhlár Á, Ambrus M, Kékesi M, Fodor E, Grand L, Szathmáry G, et al. Kinect azure–based accurate measurement of dynamic valgus position of the knee—a corrigible predisposing factor of osteoarthritis. Applied Sciences. 2021;11(12):5536. https://doi.org/10.3390/app11125536
20. Sahabuddin FNA, Jamaludin NI, Amir NH, Shaharudin S. The effects of hip-and ankle-focused exercise intervention on dynamic knee valgus: a systematic review. PeerJ. 2021;9:e11731. https://doi.org/10.7717/peerj.11731
21. Lee J, Shin CS. Association between ankle angle at initial contact and biomechanical ACL injury risk factors in male during self-selected single-leg landing. Gait & Posture. 2021;83:127-31. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.08.130

22. Sohn J, Koo D. Effects of load increase on lower extremity kinetic and kinematic variables in the back squat exercise. Technology and health care: official journal of the European Society for Engineering and Medicine. 2023;31(S1):247-58. https://doi.org/10.3233/THC-236021
23. Saki F, Madhoosh M. Effect of eight weeks plyometric training on hip strength in female athletes with dynamic knee valgus. Journal of Applied Exercise Physiology. 2019;15(29):155-67. https://doi.org/10.22080/JAEP.2019.15101.1818
24. Mazaherinezhad A, Angoorani H. Journal of Medical Council of Islamic Republic of Iran. 2017;35(1):46-52.
25. Zago M, David S, Bertozzi F, Brunetti C, Gatti A, Salaorni F, et al. Fatigue Induced by Repeated Changes of Direction in Élite Female Football (Soccer) Players: Impact on Lower Limb Biomechanics and Implications for ACL injury prevention. Frontiers in bioengineering and biotechnology. 2021;9:666841. https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.666841
26. Mason-Mackay AR, Whatman C, Reid D. The effect of reduced ankle dorsiflexion on lower extremity mechanics during landing: a systematic review. Journal of Science and Medicine in Sport. 2017;20(5):451-8. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.06.006
27. Taylor JB, Wright ES, Waxman JP, Schmitz RJ, Groves JD, Shultz SJ. Ankle dorsiflexion affects hip and knee biomechanics during landing. Sports health. 2022;14(3):328-35. https://doi.org/10.1177/19417381211019683
28. Fox AS, Bonacci J, McLean SG, Spittle M, Saunders N. A systematic evaluation of field-based screening methods for the assessment of anterior cruciate ligament (ACL) injury risk. Sports Medicine. 2016;46(5):715-35. https://doi.org/10.1007/s40279-015-0443-3
29. Powden CJ, Hoch JM, Hoch MC. Reliability and minimal detectable change of the weight-bearing lunge test: a systematic review. Manual Therapy. 2015;20(4):524-32. https://doi.org/10.1016/j.math.2015.01.004
30. Hosseini E, Daneshjoo A, Sahebozamani M. Comparing the Knee Joint Kinematic Parameters Of Female Athletes During Sidestep Cutting Task Before And After Fatigue In Predictable And Unpredictable Settings. Iauh-Biomech. 2019;5(3):178. https://doi.org/10.32598/biomechanics.5.3.5
31. Alimoradi M, Sahebazamini M, Bigtashkhani R. The effect of +11 injury prevention program on the jumping-landing error in female amateur soccer player. J Research in Sport Medicine and Technology. 2021;19(22):91-102. https://doi.org/10.29252/jsmt.19.2.91
32. Morais JE, Sampaio T, Oliveira JP, Lopes VP, Barbosa TM. Characterization of the lower limb dynamic balance and ankle dorsiflexion in young male futsal players: implications for performance and injury prevention. 2024;20(6):12-20. https://doi.org/10.22514/jomh.2024.085
33. Wikstrom EA, Tillman MD, Chmielewski TL, Borsa PA. Measurement and evaluation of dynamic joint stability of the knee and ankle after injury. Sports medicine (Auckland, NZ). 2006;36(5):393-410. https://doi.org/10.2165/00007256-200636050-00003
34. Rabin A, Portnoy S, Kozol Z. The association of ankle dorsiflexion range of motion with hip and knee kinematics during the lateral step-down test. The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 2016;46(11):1002-9. https://doi.org/10.2519/jospt.2016.6621
35. Leppänen M, Pasanen K, Krosshaug T, Kannus P, Vasankari T, Kujala UM, et al. Sagittal plane hip, knee, and ankle biomechanics and the risk of anterior cruciate ligament injury: a prospective study. Orthop J Sports Med. 2017;5(12):2325967117745487. https://doi.org/10.1177/2325967117745487
36. Chen L, Jiang Z, Yang C, Cheng R, Zheng S, Qian J. Effect of different landing actions on knee joint biomechanics of female college athletes: based on opensim simulation. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. 2022;10:899799. https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.899799
37. Straub RK, Powers CM. Biomechanical predictors of primary ACL injury: a scoping review of prospective studies. Gait & Posture. 2025;116:22-9. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2024.11.013
38. Rinaldi VG, Prill R, Jahnke S, Zaffagnini S, Becker R. The influence of gluteal muscle strength deficits on dynamic knee valgus: a scoping review. Journal of Experimental Orthopaedics. 2022;9(1):81. https://doi.org/10.1186/s40634-022-00513-8
39. Triguero-Mas M, Donaire-Gonzalez D, Seto E, Valentín A, Smith G, Martínez D, et al. Living close to natural outdoor environments in four european cities: adults' contact with the environments and physical activity. Int J Environ Res Public Health. 2017;14(10). https://doi.org/10.3390/ijerph14101162

40. Fox AS. Change-of-direction biomechanics: is what's best for anterior cruciate ligament injury prevention also best for performance? Sports medicine (Auckland, NZ). 2018;48(8):1799-807. https://doi.org/10.1007/s40279-018-0931-3
41. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS, Jr., Colosimo AJ, McLean SG, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. The American Journal of Sports Medicine. 2005;33(4):492-501. https://doi.org/10.1177/0363546504269591
42. Krosshaug T, Steffen K, Kristianslund E, Nilstad A, Mok KM, Myklebust G, et al. The vertical drop jump is a poor screening test for acl injuries in female elite soccer and handball players: a prospective cohort study of 710 athletes. The American Journal of Sports Medicine. 2016;44(4):874-83. https://doi.org/10.1177/0363546515625048

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی