



Original Article

Predicting Sports Injuries in Male Student Athletes Using FMS, Y Balance, and LESS Tests

Mohsen Naderi¹, MohammadHossein Alizadeh², Ehsan Abshenas³

1. Ph.D student of sport injury and corrective exercise, Faculty of physical education and sport sciences, University of Tehran. Tehran. Iran
2. Professor, Department of Sports Medicine, University of Tehran, Iran
3. Department of health and Sport Medicine, Faculty of physical education and sport sciences, University of Tehran. Tehran. Iran

Received: 12/09/2023, **Revised:** 08/03/2024, **Accepted:** 16/03/2024

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

How to Cite: Naderi, M; Alizadeh, M. H; Abshenas, E. (2024). Predicting Sports Injuries in Male Student Athletes Using FMS, Y Balance, and LESS Tests. Sport Medicine Studies, 16(41), 63-78. In Persian.

Extended Abstract

Background & Purpose

In response to the high incidence of sports injuries, researchers have recently focused on the development of field screening tools that are capable of identifying risk factors for musculoskeletal injuries, including faulty and compensatory movement patterns, weak core stability, and deficiencies in athletes' balance, so that targeted interventions can be carried out. FMS, LESS and Y balance test are some examples of the most famous functional tests that can be used to identify athletes at risk of injury. But in general, the evidence and results presented for the use of this tool in injury prediction are contradictory, and their use as an injury prediction tool among athletes is challenging. Therefore, the present study was conducted with the aim of using Y balance test, LESS and FMS test to identify male athletes prone to injury.

Methods & Materials

This prospective cohort study investigated the correlation between functional tests including Y balance test, LESS and FMS and sports injury as well as the ability to predict injury through these tests. The population of the current research was male university athletes and the research sample was 189 male student athletes participating in the 15th Iranian Student Sports Olympiad, who were evaluated as available. First, the examiners were trained in six teams of five people. Before the start of the Olympiad and before the dispatch of the convoys, the trained forces appeared at the venue of the teams' camp and evaluated the tests from the samples and the scores of the subjects. it is registered. The registration of the injuries of the athletes during the competitions was done in such a way that the examiners were present next to the doctor of the competitions during the competitions and when a player was injured and needed the help of the medical team, this situation was registered as an injury. Other things such as mechanism of injury, type of movement leading to injury, time of injury,



position of the player at the time of injury, history of injury, area of injury were recorded in the data collection form through interviews with the injured athlete. In order to statistically analyze the data, logistic regression test and Pearson correlation coefficient were used. Also, the descriptive information related to sports injuries was reported in the form of frequency and frequency percentage. The significance level in this research was considered equal to 0.95 and alpha smaller than 0.05. The information obtained and recorded from the evaluations was analyzed using SPSS version 26 software.

Results

A total of 39 injuries were registered during the competition in 189 subjects. Among them, 8 injuries were due to contact, 24 were non-contact injuries, 4 injuries were due to contact with the ground and 3 injuries were due to contact with equipment. Bivariate logistic regression was used to test the present hypothesis. In this way, the dependent variable "injured" was classified with two classes "injured" and "no injury". Injured people were given a number of 1 and uninjured people were given a number of zero. In this research, there were four independent predictor variables, including FMS total score, LESS test total score, and y balance test total score for both legs as predictor variables. These variables were entered into the model with the advanced method of Wald's statistics to check and predict the relationship between the variables and the amount of damage. Based on the results, none of the predictor variables were included in the process of the logistic regression equation. This means that in this research, the predictor variables did not have the ability to predict the criterion variable, i.e. injury.

Conclusion

In this study, the injury rate was calculated at 20/64 per 100 people, which is a high rate compared to many major sports events in the world. Considering the more than twice the rate of injuries in the Student Olympiad compared to the Tokyo Olympic Games, which usually has a lot of pressure and was also held during the peak of the Coronavirus; It is suggested that in addition to the physical and mental preparation of participating student athletes, other factors affecting the occurrence of injuries such as proper timing for holding the Olympiad, use of standard sports equipment and facilities such as hall, clothes And the right sports shoes should also be taken into account so that we can witness the minimum injury with the correct management of the risk factors of the sports environment. It should be mentioned that with the recommendations made by the International Olympic Committee in recent years, the injury rate among athletes participating in the Olympics has not only increased but also decreased. The results of this research showed that none of the predictor variables, including: functional movement screening test, y balance test and landing error scoring system, have the ability to predict injury in boys participating in the Student Olympiad.

Keywords: Injury Prevention, Functional Movement Screen (FMS), Y Balance Test (YBT), Landing Error Scoring System (LESS).

Article Message

According to the results of this research, it can be concluded that it is not possible to predict injury in a general way using FMS, Y balance test and less. Although these tests have different natures, there is a possibility that the athlete does not have a strong weakness in performing these tests due to his high preparation, and this can be one of the possible reasons for the lack of predictability of these tests in this research.



بررسی میزان پیش‌بینی آسیب‌های ورزشی دانشجویان پسر ورزشکار با استفاده از آزمون‌های غربالگری حرکتی عملکردی، تعادلی وای و سیستم امتیازدهی خطای فرود

محسن نادری^۱، محمدحسین علیزاده^۲، احسان آبشناس^۳

۱. دانشجوی دکتری آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۲. استاد گروه بهداشت و طب ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۳. دانشجوی دکتری آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۲۱، تاریخ اصلاح: ۱۴۰۲/۱۲/۱۸، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۶

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

How to Cite: Naderi, M; Alizadeh, M. H; Abshenas, E. (2024). Predicting Sports Injuries in Male Student Athletes Using FMS, Y Balance, and LESS Tests. Sport Medicine Studies, 16(41), 63-78. In Persian.

چکیده

هدف از اجرای این پژوهش بررسی میزان پیش‌بینی آسیب‌های ورزشی دانشجویان پسر ورزشکار با استفاده از آزمون‌های غربالگری حرکتی عملکردی، آزمون تعادلی وای و سیستم امتیازدهی خطای فرود بود. نمونه پژوهش، ۱۸۹ نفر از دانشجویان ورزشکار پسر شرکت‌کننده در بانزدهمین المپیاد ورزشی دانشجویی ایران بودند که به صورت دردسترس و در رشته‌های تیمی و انفرادی ارزیابی شدند. آزمون تعادل وای، سیستم امتیازدهی خطای فرود و آزمون غربالگری حرکتی عملکردی از نمونه‌ها قبل از المپیاد گرفته شد و آسیب‌های ورزشکاران در طول مسابقات توسط فرم جمع‌آوری اطلاعات، به روش آینده‌نگر ثبت شد. به‌منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از آزمون رگرسیون لجستیک و ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. نتایج پژوهش نشان داد، در مجموع ۳۹ آسیب در طول مسابقات در ۱۸۹ نفر آزمودنی به ثبت رسید که معادل ۲۰.۶۴ درصد است. به‌رغم آسیب چشمگیر دانشجویان ورزشکار، هیچ‌یک از متغیرهای پیش‌بین یعنی آزمون‌های سه‌گانه، قابلیت پیش‌بینی متغیر ملاک یعنی آسیب‌دیدگی را نداشتند. شاید بتوان آسیب‌های ورزشی را با آزمون‌های تخصصی رشته‌های ورزشی پیش‌بینی کرد.

واژگان کلیدی: پیشگیری، آزمون غربالگری حرکتی عملکردی، آزمون تعادلی وای، سیستم امتیازدهی خطای فرود.



مقدمه

افزایش مشارکت افراد در ورزش و به‌ویژه ورزش قهرمانی، با افزایش تعداد آسیب‌های ورزشی همراه است (۱). مطالعه همه-گیرشناسی چهاردهمین المپiad ورزشی دانشجویان دانشگاه‌های سراسر کشور نشان داد که ۱۱/۸ درصد از ورزشکاران دچار آسیب شدند و نرخ بروز آسیب، ۱۱۴ آسیب به ازای هر ۱۰۰۰ ورزشکار در معرض آسیب محاسبه شد (۲)؛ بنابراین پیشگیری از آسیب اهمیت بسیار زیادی پیدا می‌کند و از آنجاکه ورزش دانشگاه‌ها با نسل جوان و آینده‌ساز جامعه سروکار دارد و همچنین اساس تحولات و پیشرفت‌های اجتماعی از این مکان آغاز می‌شود، شایسته توجه و دقت نظر بیشتری است.

در پاسخ به وقوع زیاد آسیب، اخیراً محققان بر توسعه ابزارهای غربالگری میدانی متمرکز شده‌اند که توانایی شناسایی عوامل خطرزای آسیب‌های اسکلتی-عضلانی از جمله الگوی حرکتی غلط و جبرانی، ضعف ثبات مرکزی و نقص در تعادل ورزشکاران را دارد که بتوان مداخلات هدفمند را انجام داد (۳، ۴). آزمون‌های غربالگری حرکات عملکردی (FMS)، سیستم نمره‌دهی خطای فرود ۲ و آزمون تعادل وای ۳، چند نمونه از معروف‌ترین آزمون‌های عملکردی هستند که می‌توانند با توجه به کنترل وضعیت پویا، ثبات، تحرک و عدم تقارن برای شناسایی ورزشکار در معرض آسیب استفاده شوند (۴). از مشهورترین آزمون‌های غربالگری با هدف شناسایی ضعف‌ها و الگوهای حرکتی غلط و جبرانی، عدم تقارن سمت چپ و راست و همچنین شناسایی افراد در معرض خطر آسیب‌های اسکلتی-عضلانی می‌توان به آزمون غربالگری حرکتی عملکردی (FMS) اشاره کرد (۴، ۵). مک‌کان ۴ و همکاران در مطالعه خود گزارش کردند که ورزشکاران با ضعف در تعادل تا هفت برابر بیشتر در مقایسه با دیگر ورزشکاران آسیب می‌بینند (۶). یکی از معروف‌ترین آزمون‌های ارزیابی تعادل پویا، آزمون تعادل وای است که قابلیت ارزیابی تعادل پویا، عدم تقارن سمت چپ و راست و شناسایی افراد مستعد آسیب را دارد (۷). همچنین آزمون سیستم امتیاز دهی خطای فرود، ابزاری میدانی و ارزان‌قیمت است که خطاهای تکنیک فرود را در حرکت انسان بررسی می‌کند (۸).

اما درمجموع شواهد و نتایج ارائه‌شده برای کاربرد این ابزار در پیش‌بینی آسیب متناقض است و کاربرد آن‌ها به‌عنوان یک ابزار پیش‌بینی آسیب در بین ورزشکاران، چالش‌انگیز است (۹، ۱۰)؛ به عنوان مثال، کلدزیاج ۵ و همکاران نشان دادند که امتیاز ترکیبی FMS یک شاخص معتبر به‌منظور شناسایی خطر آسیب در بازیکنان فوتبال مرد غیر حرفه‌ای است (۹)، ولی برخلاف آن، باردنت ۶ و همکاران گزارش دادند که FMS ابزاری مناسب برای پیش‌بینی آسیب در ورزشکاران دبیرستانی نیست (۱۱). اخیراً برخی از مطالعات اعتبار FMS را در شناسایی ورزشکاران مرد در معرض خطر یا جمعیت‌های مختلط به چالش کشیده‌اند (۱۲-۱۴). پادوا ۷ و همکاران به این نتیجه رسیدند که LESS ابزاری معتبر برای شناسایی الگوهای حرکتی بالقوه پرخطر در طول یک پرش فرود در ورزشکاران زن و مرد است (۸). همچنین اسمیت ۸ و همکاران گزارش کردند که LESS داری ارتباط با خطر آسیب ACL در یک مطالعه بزرگ با بیش از ۵۰۰۰ ورزشکار دانشگاهی و دبیرستانی نبوده است. آن‌ها دریافتند که

1. Functional Movement Screen
2. The Landing Error Scoring System
3. Y Balance Test
4. McCunn
5. Kolodziej
6. Bardenett
7. Padua
8. Smith

نمرات LESS قادر به پیش‌بینی آسیب ACL نیست (۱۵)؛ با این حال، بررسی پیشینه درمورد استفاده از LESS نشان می‌دهد که مطالعات بیشتری به‌منظور تأیید اعتبار پیش‌بینی آن برای آسیب‌های اندام تحتانی نیاز است (۱۶). درخصوص استفاده از آزمون تعادل وای در پیش‌بینی آسیب نیز اسمیت و همکاران برای ارزیابی خطر آسیب در ۱۸۴ ورزشکار از سیزده تیم ورزشی NCAA از این آزمون استفاده کردند. آن‌ها دریافتند که آسیب غیرتماسی با چهار سانتی‌متر یا بیشتر، با عدم تقارن دسترسی قدامی مرتبط است. جالب توجه است که منحنی ROC نتوانست حساسیت و ویژگی را برای امتیاز ترکیبی به حداکثر برساند. هیچ رابطه‌ای بین نمره ترکیبی و آسیب نیز وجود نداشت (۱۵).

بیشتر مطالعات پیشین از یک آزمون به‌تنهایی برای پیش‌بینی آسیب استفاده کرده‌اند (۲۲-۱۷). در برخی از مطالعات نیز دو آزمون به‌طور هم‌زمان استفاده شده است (۲۳) و درخصوص میزان پیش‌بین‌بودن آزمون‌ها اولویت‌بندی صورت نگرفته است. نتایج متناقضی درباره پیش‌بین‌بودن این آزمون‌ها در پیش‌بینی آسیب وجود داشت و همچنین مطالعه‌ای که هم‌زمان این آزمون‌ها را در پیش‌بینی آسیب استفاده کرده باشد، یافت نشد؛ بنابراین مطالعه حاضر با هدف استفاده از آزمون‌های غربالگری عملکردی شامل آزمون تعادل وای، آزمون غربالگری حرکتی عملکردی و سیستم نمره‌دهی خطای فرود برای شناسایی ورزشکاران مرد مستعد آسیب انجام شد.

روش پژوهش

این مطالعه از نوع کوهرت آینده‌نگر بود که به بررسی همبستگی بین آزمون‌های عملکردی شامل آزمون تعادل Y، LESS، FMS و آسیب ورزشی و همچنین توانایی پیش‌بینی آسیب از طریق این آزمون‌ها پرداخت. جامعه پژوهش حاضر، ورزشکاران مرد دانشگاهی بودند. نمونه پژوهش نیز ۱۸۹ نفر از دانشجویان ورزشکار مرد شرکت‌کننده در پانزدهمین المپیاد ورزشی دانشجویی ایران به میزبانی تبریز بودند که به‌صورت در دسترس ارزیابی شدند. حجم نمونه براساس مدل پیشنهادی گرین و با استفاده از فرمول $k \geq 50 + 8N$ تعیین شد که در آن N برابر با متغیرهای پیش‌بین بود که در مطالعه حاضر ۴ است. طبق این فرمول، حداقل حجم نمونه لازم برای این پژوهش برابر با ۸۲ نفر است که به دلیل بهبود توان مطالعه ۱۸۹ نفر وارد روند این تحقیق شدند (۲۴).

ابتدا آزمونگران در قالب شش تیم پنج‌نفره آموزش دیدند. سپس اطلاعات دموگرافیک آزمودنی‌ها در فرم اطلاعات شخصی شامل سن، جنس، قد، وزن، دست و پای برتر، طول پا تکمیل شد. قبل از شروع المپیاد و پیش از اعزام کاروان‌ها، نیروهای آموزش‌دیده در محل برگزاری اردوی تیم‌ها حاضر شدند و به ارزیابی آزمون غربالگری حرکتی عملکردی، آزمون تعادل وای و آزمون سیستم امتیازدهی خطای فرود از نمونه‌ها پرداختند و نمرات آزمودنی‌ها ثبت شد. ثبت آسیب‌های ورزشکاران در طول مسابقات بدین صورت انجام گرفت که آزمونگران در کنار پزشک مسابقات در هنگام برگزاری مسابقات حضور داشتند و زمانی که بازیکنی دچار مصدومیت می‌شد و به کمک تیم پزشکی نیاز پیدا می‌کرد، این وضعیت به‌عنوان آسیب ثبت شد. رادلت ۱ و همکاران «هرگونه رخدادی را که نیازمند ارزیابی درون زمین توسط کادر پزشکی باشد، یا باعث قطع فعالیت بازیکن برای هر مدت زمان از بازی شود و یا نیازمند کمک‌های اولیه در حین فعالیت شود» آسیب ورزشی تلقی کردند (۲۵). سایر موارد همچون مکانیسم آسیب، نوع حرکت منجر به آسیب، زمان وقوع آسیب، پست بازیکن موقع آسیب‌دیدگی، سابقه آسیب‌دیدگی و منطقه وقوع آسیب، از طریق مصاحبه با ورزشکار آسیب‌دیده در فرم جمع‌آوری اطلاعات ثبت شد. برای تجزیه و تحلیل

آماري داده‌ها از آزمون رگرسیون لجستیک و ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. اطلاعات توصیفی مربوط به آسیب‌های ورزشی نیز به صورت فراوانی و درصد فراوانی گزارش شد. سطح معناداری در این تحقیق برابر با ۰/۹۵ و آلفای کوچک‌تر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. اطلاعات ثبت‌شده از ارزیابی‌ها، با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ تجزیه و تحلیل شد. این پژوهش دارای کد اخلاق از پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی به شناسه (IR.SSRI.REC.1400.1334) است.

آزمون غربالگری حرکتی عملکردی: FMS شامل هفت آزمون است که الگوهای حرکتی ترکیبی (اسکوات عمیق، گام برداشتن از روی مانع و لانچ)، الگوهای تحرک‌پذیری ابتدایی (آزمون تحرک‌پذیری شانه و بالا آوردن مستقیم فعال پا) و الگوهای پایداری ناحیه مرکزی بدن (پایداری تنه و پایداری چرخشی) را به‌طور نسبی ارزیابی می‌کند. امتیاز کلی FMS براساس کیفیت انجام هرکدام از این حرکات از صفر تا ۲۱ متغیر است. ارزیابی براساس تجزیه و تحلیل کیفی، از طریق سیستم امتیازدهی چهار امتیازی (صفر تا سه) انجام شد. نحوه امتیازدهی این آزمون‌ها به این صورت انجام گرفت که برای انجام صحیح حرکت بدون حرکات جبرانی ۳ امتیاز، انجام حرکت با حرکات جبرانی ۲ امتیاز، ناتوانی در انجام حرکت بدون حرکات جبرانی ۱ امتیاز و ایجاد درد حین انجام حرکت یا انجام آزمون آشکارسازی، امتیاز صفر اختصاص داده شد. درخصوص نحوه امتیازدهی و شیوه اجرای صحیح برای کسب بیشترین امتیاز، به هیچ‌یک از آزمودنی‌ها توضیح داده نشد (۲۶). برای به دست آوردن امتیاز نهایی، امتیاز تمامی آزمون‌های فرد با هم جمع شد. پایایی درون‌آزمونگر و بین‌آزمونگر متوسط تا خوبی برای این آزمون گزارش شده است (۲۷).



شکل ۱- آزمون غربالگری حرکتی عملکردی

Figure 1- Functional Movement Screening Test

آزمون تعادلی وای: یک آزمون معتبر برای ارزیابی تعادل پویا معرفی شده است (۲۸). در این آزمون سه جهت (قدامی، خلفی-داخلی و خلفی-خارجی) به صورت Y و با زوایای ۱۳۵، ۱۳۵ و ۹۰ درجه نسبت به هم قرار می‌گیرند. برای اجرای آزمون، آزمودنی با یک پا در مرکز دستگاه می‌ایستد و با پای دیگر قسمت متحرک را تا آنجا که خطا نکند (پا از مرکز دستگاه حرکت نکند، روی پای که عمل دستیابی را انجام می‌دهد تکیه نکند یا آزمودنی نیافتد) به جلو می‌راند و سپس به حالت طبیعی روی دو پا برمی‌گردد. فاصله قسمت متحرک تا مرکز دستگاه فاصله دستیابی است (شکل ۲). آزمودنی سه بار آزمون را انجام داد و آزمونگر میانگین دستیابی در هریک از جهات را اندازه‌گیری کرد و بر طول پا (برحسب سانتی‌متر) تقسیم و در ۱۰۰ ضرب کرد تا فاصله دستیابی برحسب درصد اندازه طول پا در هریک از سه جهت به دست آید. از جمع اعداد به‌دست‌آمده

و تقسیم آن به عدد سه، امتیاز ترکیبی آزمودنی برای هر پا محاسبه شد (۲۹). ضریب پایایی درون‌آزمونگر و بین‌آزمونگر برای نمره کل به ترتیب ۰/۹۱ و ۰/۹۹ گزارش شده است (۲۹).



شکل ۲- آزمون تعادلی وای
Figure 2 – Y Balance Test

آزمون سیستم امتیازدهی خطای فرود: به منظور ارزیابی خطای فرود از آزمون سیستم امتیازدهی خطای فرود استفاده شد. برای اجرای این آزمون، به آزمودنی‌ها آموزش داده شد تا به صورت دو پا از یک سکو به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر در فاصله ۵۰ درصد قد آزمودنی دورتر از سکو که با یک برچسب مشخص می‌شد، پرش کنند و بلافاصله یک پرش عمودی حداکثر پس از فرود انجام دهند (۲۱). آزمودنی باید بین فرود روی سطح زمین و شروع به پرش عمودی مکث نمی‌کرد. آزمودنی‌ها بازخوردی درمورد تکنیک دریافت نکردند، اما در صورتی که با هر دو پا از روی سکو نمی‌پریدند یا پس از پرش هر دو پای آن‌ها از برچسب مشخص‌شده عبور نمی‌کرد، تلاش دیگری را باید جایگزین می‌کردند. برای اجرای صحیح و راحت به آزمودنی‌ها اجازه داده شد تکلیف پرش-فرود را در دو تا سه حرکت تکرار کرده و سپس برای ثبت تلاش‌ها اعلام آمادگی کنند. تکالیف پرش-فرود توسط دو دوربین ویدیویی در صفحه‌های فرونتال و ساجیتال در فاصله سه‌متری و ارتفاع یک و نیم متر ثبت ویدیویی شد (شکل ۳). فیلم‌های ثبت‌شده توسط آزمونگر با استفاده از فرم امتیازدهی استاندارد LESS و با استفاده از نرم‌افزار کینوا تجزیه و تحلیل شد. آزمون امتیازدهی خطای فرود ۱۷ آیتم دارد که امتیازدهی به تک‌تک آیتم‌ها به این صورت بود که به حرکت صحیح عدد صفر و حرکت غلط عدد ۱ تعلق می‌گرفت. امتیاز نهایی برای هر فرد، از مجموع امتیازات تمامی آیتم‌ها محاسبه شد. نمرات آزمون خطای فرود، براساس میزان تکنیک فرود آزمودنی‌ها در چهار دسته (عالی ≤ 4 ، less خوب $4 < \leq 5$ ، متوسط $5 < \leq 6$ ، less ضعیف $6 < \leq 7$) قرار گرفت؛ به‌طوری‌که امتیازات بیشتر (خطاهای بیشتر) نشانگر تکنیک-های فرود خطرناک است (۲۱). این سیستم قابلیت اجرایی زیادی دارد و می‌تواند روش‌های خطرناک فرود را به لحاظ بالینی ارزیابی کند که پایایی بین‌آزمونگر و درون‌آزمونگر آن به ترتیب خوب تا عالی گزارش شده است (۲۱).



شکل ۳- آزمون سیستم امتیازدهی خطای فرود

Figure 3 - Landing Error Scoring System Test

نتایج

خصوصیات دموگرافیک شرکت‌کننده‌ها در پژوهش شامل سن، قد، وزن و شاخص توده بدن، در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها

Table 1- The mean and standard deviation of the demographic characteristics of the subjects

متغیر Variable	انحراف معیار $\pm$ میانگین Standard deviation $\pm$ mean
سن Age	22.3 $\pm$ 64.45
قد (سانتی متر) height (cm)	179.10 $\pm$ 92.48
وزن (کیلوگرم) weight (kg)	74.14 $\pm$ 68.19
شاخص توده بدنی (کیلوگرم/متر ^۲) body mass index (kg/m ²)	22.3 $\pm$ 95.17

در مجموع، ۳۹ آسیب در طول مسابقات در ۱۸۹ نفر آزمودنی به ثبت رسید. از این میان، ۸ آسیب از نوع برخوردی، ۲۴ آسیب از نوع غیر برخوردی، ۴ آسیب به دلیل برخورد با زمین و ۳ آسیب به دلیل برخورد با وسایل بود. نوع و تعداد آسیب‌های ثبت‌شده در جدول (۲) نمایش داده شده است که بیشترین نوع آسیب به گرفتگی عضلانی مربوط بود.

جدول ۲- نوع و تعداد آسیب‌های دانشجویان پسر ورزشکار پانزدهمین المپιάد ورزشی

Table 2- Type and number of injuries of male student athletes of the 15th Sports Olympiad

درصد فراوانی Frequency	فراوانی Abundance	آسیب‌ها injuries
25.64	10	گرفتگی عضلانی muscle cramp
7.69	3	استرین strain
10.25	4	کبودگی، کوفتگی، خون‌مردگی Bruising, contusion, bleeding
15.38	6	زخم سطحی و خراش Superficial wounds and scratches
10.25	4	کشیدگی رباط ligament strain
0	0	پارگی رباط ligament tear
10.25	4	دررفتگی و نیمه‌دررفتگی Dislocation and subluxation
0	0	شکستگی fracture
20.51	8	سایر آسیب‌ها Other injuries
100	39	مجموع Total

در جدول (۳) تعداد آسیب مربوط به هر ناحیه ارائه شده است.

جدول ۳- موضع و فراوانی آسیب‌های ورزشی دانشجویان پسر پانزدهمین المپιάد

Table 3- Location and frequency of sports injuries of male students of the 15th Olympiad

درصد فراوانی Frequency	فراوانی Abundance	ناحیه آسیب injury area	درصد فراوانی Frequency	فراوانی Abundance	ناحیه آسیب injury area
0	0	قفسه سینه chest	5.12	2	انگشتان پا Toes
0	0	ناحیه بالایی پشت thoracic	10.25	4	استخوان‌هایی کف پای Bones of the feet
0	0	گردن neck	2.56	1	کف پا the soles of the feet
0	0	صورت face	0	0	پاشنه Heel
0	0	دندان	0	0	تاندون آشیل

جدول ۳- موضع و فراوانی آسیب‌های ورزشی دانشجویان پسر پانزدهمین المپیا

Table 3- Location and frequency of sports injuries of male students of the 15th Olympiad

درصد فراوانی Frequency	فراوانی Abundance	ناحیه آسیب injury area	درصد فراوانی Frequency	فراوانی Abundance	ناحیه آسیب injury area
		Tooth			Achilles tendon
0	0	ابرو eyebrow	5.12	2	مچ پا ankle
0	0	دیگر آسیب‌های سر Other head injuries	2.56	1	عضلات پشت ساق پا Calf muscles
0	0	ترقوه clavicle	2.56	1	ساق پا shin
0	0	بین گردن و شانه Between neck and shoulder	2.56	1	زانو knee
17.94	7	شانه shoulder	2.56	1	ران thigh
0	0	بازو Arm	12.82	5	همسترینگ hamstring
0	5	آرنج elbow	0	0	مفصل ران Hip
2.56	1	ساعد forearm	0	0	باسن gluteal
2.56	1	مچ دست wrist	0	0	لگن pelvis
0	0	کف دست Palm	2.56	1	کشاله ران Groin
0	0	انگشت شست دست thumb	0	0	شکم abdomen
5.12	2	انگشتان دیگر Other fingers	10.25	4	کمر Low back

برای آزمون فرضیه حاضر از رگرسیون لجستیک دووجهی استفاده شد؛ به این ترتیب، متغیر وابسته «آسیب» با دو طبقه «آسیب‌دیده» و «بدون آسیب» طبقه‌بندی شد. به افراد آسیب‌دیده عدد ۱ و به افراد بدون آسیب عدد صفر داده شد. در این تحقیق، چهار متغیر مستقل پیش‌بین شامل نمره مجموع FMS، نمره مجموع آزمون LESS و نمره کلی آزمون تعادل وای برای هر دو پا به‌عنوان متغیر پیش‌بین وجود داشت. این متغیرها با روش پیشرو آماره والد وارد مدل شدند تا ارتباط متغیرها و میزان آسیب‌ها بررسی و پیش‌بینی کنند.

ابتدا در جدول (۴) همبستگی بین متغیرهای پیش‌بین و متغیر ملاک بررسی شد. با توجه به نتایج، ارتباط معناداری بین آزمون غربالگری حرکتی عملکردی و تعادل وای با آسیب دیده نشد.

جدول ۴- نتایج آزمون همبستگی پیرسون بین میزان آسیب و آزمون‌های عملکردی

Table 4- The results of Pearson correlation test between the amount of injuries and functional tests

معناداری significance	میزان آسیب The amount of injury	ضریب همبستگی پیرسون Pearson
0.742	0.024	آزمون غربالگری حرکتی عملکردی Functional movement screen
0.701	-0.028	آزمون تعادل وای (پای برتر) Y balance test (dominant leg)
0.803	-0.018	آزمون تعادل وای (پای غیر برتر) Y balance test (non-dominant leg)
0.064	-0.135	سیستم خطای پرش و فرود Landing Error Scoring System

جدول ۵- متغیرهای پیش‌بین که در معادله رگرسیون لجستیک قرار نگرفتند

Table 5- Predictor variables that were not included in the logistic regression equation

معناداری Significance	درجه آزادی Degrees of freedom	نمره Score	متغیر مستقل independent variable
0.699	1	0.150	آزمون غربالگری حرکتی عملکردی Functional movement screen
0.802	1	0.063	آزمون تعادل وای (پای برتر) Y balance test (dominant leg)
0.741	1	0.109	آزمون تعادل وای (پای غیر برتر) Y balance test (non-dominant leg)
0.064	1	3.441	سیستم خطای پرش و فرود Landing Error Scoring System

براساس نتایج جدول (۵)، هیچ‌یک از متغیرهای پیش‌بین وارد روند معادله رگرسیون لجستیک نشدند؛ یعنی در این پژوهش متغیرهای پیش‌بین قابلیت پیش‌بینی متغیر ملاک یعنی آسیب‌دیدگی را نداشتند.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف استفاده از آزمون‌های غربالگری عملکردی به منظور شناسایی ورزشکاران مرد مستعد آسیب انجام شد. در این پژوهش نرخ آسیب ۲۰/۶۴ در هر ۱۰۰ نفر محاسبه شد که در مقایسه با بسیاری از رویدادهای بزرگ ورزشی جهان نرخ بالایی است؛ به عنوان مثال، این نرخ در المپیک ۲۰۰۸ پکن برابر با ۹/۶ (۳۰)، در المپیک ۲۰۱۲ لندن ۱۲/۸ (۳۱)، در المپیک ریو ۹/۸ (۳۲) و در المپیک توکیو برابر با ۹/۱ (۳۳) در هر ۱۰۰ ورزشکار بود. در چهاردهمین المپیاد ورزشی دانشجویان

ایران نیز در بخش پسران ۱۱۵ آسیب ورزشی در ۹۱۳ شرکت کننده به ثبت رسید که نرخ آسیب ۱۲/۵ درصد گزارش شد. این میزان از نرخ بروز آسیب در میان دانشجویان ورزشکار شرکت کننده در المپiad بعد از دوران کرونا، بیانگر آن است که احتمالاً دانشجویان آمادگی های لازم جسمانی را برای شرکت در این رویداد مهم نداشتند و مسئولان نیز تمرکز و مدیریت لازم را برای پیشگیری از آسیب در نظر نگرفتند. با توجه نرخ بیشتر از دو برابر آسیب های المپiad دانشجویی در مقایسه با بازی های المپیک توکیو که معمولاً دارای فشار بسیار زیادی است و در زمان اوج کرونا نیز برگزار شد، پیشنهاد می شود که در کنار آمادگی های جسمانی و روانی دانشجویان ورزشکار شرکت کننده، به سایر عوامل تأثیرگذار بر بروز آسیب همچون زمان بندی مناسب برای برگزاری المپiad، بهره گیری از تجهیزات و امکانات ورزشی استاندارد مانند سالن، لباس و کفش ورزشی مناسب توجه شود تا با مدیریت صحیح عوامل خطر محیط ورزشی، شاهد آسیب کمتر باشیم. گفتنی است، با تهمیداتی که کمیته بین المللی المپیک طی سالیان اخیر اندیشیده است، نرخ بروز آسیب در میان ورزشکاران شرکت کننده در المپیک، نه تنها روند افزایشی، بلکه روند کاهشی نیز داشته است.

نتایج این پژوهش نشان داد که هیچ کدام از متغیرهای پیش بین شامل آزمون غربالگری حرکتی عملکردی، آزمون تعادلی وای و آزمون خطای پرش و فرود، توانایی پیش بین بودن آسیب در پسران شرکت کننده در المپiad دانشجویی را ندارند. این نتایج تحقیق حاضر با پژوهش های چرودر^۱ و همکاران (۱۷)، زالایی^۲ و همکاران (۱۸)، باکن^۳ و همکاران (۳۴)، راسلینگ^۴ و همکاران (۳۵)، اسمیت^۵ و همکاران (۳۶) و پورتاس^۶ همکاران (۳۷) همسو است. همه این تحقیقات گزارش کردند که آزمون غربالگری حرکتی عملکردی پیش بین آسیب ورزشی نیست. در تناقض با تحقیق حاضر، کیسل و همکاران به بررسی توانایی آزمون FMS در پیش بینی آسیب در بازیکنان نخبه فوتبال پرداختند. در این مطالعه گزارش شد که ورزشکاران با نمره ۱۴ و کمتر از آن آسیب های بیشتری را در طول فصل تجربه می کنند (۳۸). در یک نمونه بزرگ تر به تعداد ۱۶۰ نفر از بازیکنان نخبه فوتبال نیز گزارش شد که نمره مجموع ۱۴ و کمتر از آن و همچنین عدم تقارن پیش بین آسیب هستند (۱۹). در مطالعه هامس و همکاران برخلاف مطالعات مذکور، نمره ۱۰ و کمتر از آن به عنوان نمره مرزی پیش بین آسیب گزارش شد (۳۹). با توجه به مطالعات انجام شده در این زمینه، نتایج درخصوص پیش بین بودن آزمون FMS تناقض دارد.

در مطالعات قبلی گزارش شده است که یکی از دلایل احتمالی نتایج ضد و نقیض مطالعات می تواند تفاوت در جمعیت و ورزش بررسی شده باشد. درواقع، نیازهای فیزیکی ورزش های مختلف با یکدیگر متفاوت است که این تفاوت به آسیب های مختلف و مکانیسم های متفاوت در آسیب منجر می شود (۴۰)؛ در نتیجه یکی از دلایل احتمالی پیش بین نبودن این آزمون ها، تنوع در رشته های ورزشی در مطالعه حاضر بوده است. همچنین بسیاری از مطالعات تنها آسیب هایی را وارد روند تحقیق کرده بودند که به از دست دادن زمان حداقل سه ماه از تمرین یا مسابقه منجر می شد که این امر باعث از دست دادن اطلاعات بسیاری از آسیب ها می شد (۴۱)؛ اما به دلیل اینکه در این مطالعه آسیب های بدون از دست دادن زمان، بیشترین نسبت آسیب در ورزشکاران بود (۲۰)، همه آسیب ها وارد روند تجزیه و تحلیل آماری شدند. در این خصوص، نتایج تحقیق حاضر با مطالعه

1. Schroeder
2. Zalai
3. Bakken
4. Rusling
5. Smith
6. Portas

فلیپ و همکاران (۱۲) همسوست. آن‌ها در یک مطالعه طولی مشاهده‌ای آینده‌نگر، به بررسی قابلیت‌های اندازه‌گیری و روایی پیش‌بینی گزارش‌شده FMS پرداختند. این مطالعه روی ۲۴ فوتبالیست مرد از یک تیم در انگلستان، همراه با تجزیه و تحلیل یک پایگاه داده موجود در یک فصل (سپتامبر ۲۰۱۵ تا می ۲۰۱۶) انجام شد. گزارش شد که FMS ویژگی‌های لازم برای در نظر گرفتن مقیاس اندازه‌گیری را نشان نمی‌دهد و اعتبار اندازه‌گیری و پیش‌بینی را ندارد. همچنین عنوان کردند، دلیل احتمالی این مشاهده‌ها می‌تواند پیچیدگی دستورالعمل‌های مرتبط با مقیاس باشد (۱۲).

از طرفی مدت زمان برگزاری مسابقات در دوره المپاد در مقایسه با سایر رویدادهای ورزشی، کوتاه‌مدت است. در این بازه در رشته‌های تیمی ممکن است بسیاری از ورزشکاران اصلاً وارد روند مسابقات نشوند یا بسیاری از تیم‌ها زودتر حذف شوند و از دور مسابقات کنار روند که در این بین، ورزشکاران از لحاظ میزان زمان مسابقه و شانس آسیب‌دیدگی با هم برابر نخواهند بود؛ این مورد، خود می‌تواند یکی از دلایل احتمالی دیگر در خصوص پیش‌بین نبودن آزمون‌های به‌کاررفته برای آسیب‌دیدگی باشد.

در ارتباط با پیش‌بین نبودن نمره کلی آزمون خطای پرش و فرود، نتایج پژوهش حاضر با مطالعه لیسمن ۱ و همکاران (۴۲) همسوست. این نتیجه با بررسی‌های سیستماتیک اخیر که توانایی ارزیابی‌های حرکتی بالینی از جمله LESS را برای شناسایی خطر آینده در برخی از جمعیت‌های ورزشی و نظامی زیر سؤال برده‌اند، هم‌راستا است (۴۳، ۱۶).

از آنجاکه LESS حرکت را در مرحله فرود پرش از ارتفاع استاندارد بررسی می‌کند، کنترل عصبی-عضلانی کافی برای عملکرد رضایت‌بخش نیاز است که با خطاهای شناسایی‌شده، کمتر معین می‌شود. به‌طور مشخص، کنترل عصبی-عضلانی غیرمؤثر به‌عنوان یک عامل خطر برای آسیب ACL غیرتماسی و سایر آسیب‌های اندام تحتانی گزارش شده است (۴۴)؛ بنابراین هدف تلاش‌های قبلی پیشگیری از آسیب بوده است. تا به امروز، سه مطالعه آینده‌نگر در خصوص بررسی توانایی LESS (مجموعه امتیازدهی ۱۷ ماده) برای شناسایی ورزشکارانی انجام شده است که در معرض خطر آسیب غیرتماسی ACL هستند.

از مطالعات غیرهمسو با تحقیق حاضر، مطالعه پادوا و همکاران (۲۱) است که گزارش کردند بازیکنان جوان نخبه فوتبال با نمره کل ۵ یا بیشتر از ۵ در معرض خطر بیشتری برای آسیب‌های ACL غیرتماسی در مقایسه با بازیکنانی هستند که کمتر از این نقطه برش امتیاز می‌گیرند. علاوه بر این، میانگین امتیاز LESS در ورزشکاران آسیب‌دیده ACL بیشتر از گروه غیرآسیب‌دیده بود. درمقابل، اسمیت و همکاران (۲۲) هیچ ارتباط معناداری را بین کل نمرات LESS و خطر آسیب غیرتماسی ACL در گروه‌های ورزشکاران دبیرستانی و دانشگاهی گزارش نکردند.

آسیب ACL تنها بخشی از آسیب‌های ورزشی در رویدادها را تشکیل می‌دهد و مکانیسم دیگر آسیب‌ها متفاوت با آسیب ACL است. به‌عنوان یکی از دلایل احتمالی دیگر، در یک مطالعه اعتبارسنجی با استفاده از تجزیه و تحلیل حرکت سه‌بعدی گزارش شده است که ارتباطی قوی بین امتیازات کلی LESS و کینماتیک و کینماتیک حرکت (کاهش زوایای خم شدن زانو و لگن، افزایش زوایای اداکشن والگوس و لگن، افزایش اکستنشن لگن و والگوس لحظه‌ای زانو) وجود ندارد.

در ارتباط با پیش‌بین بودن آزمون تعادلی وای به‌منظور شناسایی آسیب در آینده، این تحقیق با پژوهش لیسمن و همکاران (۲۳) همسوست. در همین راستا، رایت ۲ و همکاران نیز گزارش کردند که آزمون تعادلی وای توانایی پیش‌بین بودن آسیب را در جمعیتی از ورزشکاران رشته‌های مختلف به‌صورت عمومی، ندارد (۴۵)؛ اما از تحقیقات غیرهمسو می‌توان به پژوهش کالانو

1. Lisman

1. Wright

و همکاران اشاره کرد که در آن ۷۴ فوتبالیست حضور داشتند. در تحقیق آن‌ها گزارش شد که آزمون تعادلی وای قابلیت پیش‌بینی آسیب را دارد و افرادی که بیش از چهار سانتی‌متر در جهت خلفی-داخلی اختلاف در تقارن دارند، ۳/۸۶ برابر و افراد با نمره کمتر از ۲ برابر دیگران مستعد آسیب هستند (۷).

طبق نتایج این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که امکان پیش‌بینی آسیب به صورت عمومی با استفاده از آزمون‌های غربالگری حرکتی عملکردی، تعادلی وای و سیستم امتیازدهی خطای فرود وجود ندارد. این آزمون‌ها هرچند دارای ماهیت‌های متفاوتی هستند، این احتمال وجود دارد که فرد ورزشکار به دلیل داشتن آمادگی زیاد، ضعف شدیدی در انجام این آزمون‌ها نداشته باشد که این امر می‌تواند یکی از دلایل احتمالی پیش‌بین نبودن این آزمون‌ها در تحقیق حاضر باشد. از طرفی دیگر، با توجه به ماهیت متفاوت آزمون‌های استفاده‌شده، تمرکز در دو آزمون وای و سیستم امتیازدهی خطای فرود، بر اندام تحتانی است که همین مطلب می‌تواند بر پیش‌بین بودن آسیب به صورت عمومی تأثیر بگذارد. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده امکان پیش‌بینی آسیب به صورت ناحیه به ناحیه در بدن بررسی شود و از آزمون‌های خاص نواحی پرآسیب به‌منظور پیش‌بینی آسیب در همان نواحی استفاده شود. همچنین یافته‌های حاضر بیانگر آن است که پیش‌بینی آسیب‌های ورزشی نیازمند به‌کارگیری آزمون تخصصی هر رشته است و آزمون‌های عمومی ظرفیت لازم در ارزیابی‌های دقیق را ندارند. ازجمله محدودیت‌های پژوهش حاضر این بود که امکان پیگیری همه ورزشکاران و ثبت همه آسیب‌ها برای محققان وجود نداشت. همچنین ثبت آسیب، اجرای آزمون‌ها در زمان محدود برگزاری المپιάد، فشردگی تقویم مسابقات و نبود توانایی در پیگیری ورزشکاران، از دیگر محدودیت‌های پژوهش بود.

پیام مقاله

این پژوهش می‌تواند سبب افزایش بینش نسبت به تست‌های عملکردی در پیش‌بینی آسیب‌های ورزشی به‌خصوص در تورنمنت‌های کوتاه‌مدت مثل المپیادهای ورزشی شود؛ ازاین‌رو لزوم توجه به تفاوت رشته‌های ورزشی مختلف در ارزیابی‌ها را آشکار می‌کند.

تشکر و قدردانی

از همه شرکت‌کنندگانی که ما را در این پژوهش همراهی کردند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

1. Hammes D, et al. Injury prevention in male veteran football players—a randomised controlled trial using “FIFA 11+”. Journal of sports sciences. 2015;33(9):873-81.
2. Ashkan Azizi MHA, Minoonejad H. Epidemiology of Sports injuries in the 14th Iranian college athletes Olympiad by using injury surveillance system. University of Tehran; 2019.
3. Bayati RA, Majelan Sh, Mirzaei B. The effect of 12 weeks of wrestling+ specific warm-up program on dynamic balance in cadet wrestlers. Journal of Sport Biomechanics. 2018;4(1):63-73.
4. Zarei M, Rahmani N. The relationship between dynamic stability and functional movement screening test. Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal. 2018;8(2):107-14.
5. Cook G. Movement: functional movement systems: screening, assessment. corrective strategies (1st ed.). Aptos, CA: On Target Publications, 2010, pp. 73-106.
6. McCunn R, et al. Reliability and association with injury of movement screens: a critical review. Sports Medicine. 2016;46(6):763-81.

7. Gonell AC, Romero JA, Soler LM. Relationship between the y balance test scores and soft tissue injury incidence in a soccer team. *Int J Sports Phys Ther*. 2015;10(7):955-66.
8. Padua DA, et al. The Landing Error Scoring System (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: the JUMP-ACL study. *The American Journal of Sports Medicine*. 2009;37(10):1996-2002.
9. Kolodziej M, Jaitner T. Single functional movement screen items as main predictors of injury risk in amateur male soccer players. *German Journal of Exercise and Sport Research*. 2018;48(3):349-57.
10. Letafatkar A, et al. Relationship between functional movement screening score and history of injury. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2014;9(1):21.
11. Bardenett SM, et al. Functional movement screen normative values and validity in high school athletes: can the FMS™ be used as a predictor of injury? *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2015;10(3):303.
12. Philp F, et al. Study of the measurement and predictive validity of the functional movement screen. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*. 2018;4(1):e000357.
13. Dorrel BS, et al. Evaluation of the functional movement screen as an injury prediction tool among active adult populations: a systematic review and meta-analysis. *Sports Health*. 2015;7(6):532-7.
14. Bonazza NA, et al. Reliability, validity, and injury predictive value of the functional movement screen: a systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine*. 2017;45(3):725-32.
15. Smith CA, Chimera NJ, Warren M. Association of y balance test reach asymmetry and injury in division I athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2015;47(1):136-41.
16. Hanzlíková I, Hébert-Losier K. Is the landing error scoring system reliable and valid? a systematic review. *Sports Health*. 2020;12(2):181-8.
17. Schroeder J, et al. The functional movement screen for injury prediction in male amateur football. *German Journal of Sports Medicine/Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*. 2016;67(2):1.
18. Zalai D, et al. Quality of functional movement patterns and injury examination in elite-level male professional football players. *Acta Physiologica Hungarica*. 2015;102(1):34-42.
19. Garrison M, et al. Association between the functional movement screen and injury development in college athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2015;10(1):21.
20. O'connor FG, et al. Functional movement screening: predicting injuries in officer candidates. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2011;43(12):2224-30.
21. Padua DA, et al. The landing error scoring system as a screening tool for an anterior cruciate ligament injury-prevention program in elite-youth soccer athletes. *Journal of Athletic Training*. 2015;50(6):589-95.
22. Smith HC, et al. A prospective evaluation of the Landing Error Scoring System (LESS) as a screening tool for anterior cruciate ligament injury risk. *The American Journal of Sports Medicine*. 2012;40(3):521-6.
23. Lisman P, et al. Association of functional movement screen and Y-balance test scores with injury in high school athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2021;35(7):1930-8.
24. Green SB. How many subjects does it take to do a regression analysis. *Multivariate Behavioral Research*. 1991;26(3):499-510.
25. Radelet MA, et al. Survey of the injury rate for children in community sports. *Pediatrics*. 2002;110(3):e28-e28.
26. Everard EM, Harrison AJ, Lyons M. Examining the relationship between the functional movement screen and the landing error scoring system in an active, male collegiate population. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2017;31(5):1265-72.
27. Teyhen DS, et al. The functional movement screen: a reliability study. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2012;42(6):530-40.
28. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *Journal of Athletic Training*. 2012;47(3):339-57.
29. Plisky PJ, et al. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *North American Journal of Sports Physical Therapy: NAJSPT*. 2009;4(2):92.

30. Junge A, et al. Sports injuries during the summer Olympic Games 2008. *The American Journal of Sports Medicine*. 2009;37(11):2165-72.
31. Engebretsen L, et al. Sports injuries and illnesses during the London Summer Olympic Games 2012. *British Journal of Sports Medicine*. 2013;47(7):407-14.
32. Soligard T, et al. Sports injury and illness incidence in the Rio de Janeiro 2016 Olympic summer games: a prospective study of 11274 athletes from 207 countries. *British Journal of Sports Medicine*. 2017;51(17):1265-71.
33. Soligard T, et al. New sports, COVID-19 and the heat: sports injuries and illnesses in the Tokyo 2020 Summer Olympics. *British Journal of Sports Medicine*. 2023;57(1):46-54.
34. Bakken A, et al. Interseason variability of a functional movement test, the 9+ screening battery, in professional male football players. *British Journal of Sports Medicine*. 2017;51(14):1081-6.
35. Rusling C, et al. The functional movement screening tool does not predict injury in football. *Progress in Orthopedic Science*. 2015;1(2):41-6.
36. Smith PD, Hanlon MP. Assessing the effectiveness of the functional movement screen in predicting noncontact injury rates in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2017;31(12):3327-32.
37. Portas MD, et al. Maturation effect on Functional Movement Screen™ score in adolescent soccer players. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2016;19(10):854-8.
38. Agresta C, Slobodinsky M, Tucker C. Functional Movement Screen™—Normative values in healthy distance runners. *International journal of sports medicine*. 2014;35(14):1203-7.
39. Hammes D, et al. Injury prediction in veteran football players using the Functional Movement Screen™. *Journal of Sports Sciences*. 2016;34(14):1371-9.
40. Sharrock C, et al. A pilot study of core stability and athletic performance: is there a relationship? *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2011;6(2):63
41. Knapik JJ, et al. Efficacy of functional movement screening for predicting injuries in coast guard cadets. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2015;29(5):1157-62.
42. Lisman P, et al. The relationship between landing error scoring system performance and injury in female collegiate athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2021;16(6):1415.
43. Whittaker JL, et al. Predicting sport and occupational lower extremity injury risk through movement quality screening: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*. 2017;51(7):580-5.
44. Zazulak BT, et al. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: prospective biomechanical-epidemiologic study. *The American Journal of Sports Medicine*. 2007;35(7):1123-30.
45. Wright AA, et al. Association of Lower Quarter Y-Balance Test with lower extremity injury in NCAA Division 1 athletes: an independent validation study. *Physiotherapy*. 2017;103(2):231-6.