



Do indicators associated with the internal and external training load and competition serve as injury risk factors for soccer players? A study in the Persian Gulf Pro League

Talvari, Amir Hossein¹; Alizadeh, Mohammad Hossein^{2*}; Gaeini, Abbas Ali³; Nobari, Hadi⁴

1. Ph.D .student, Department of Sport Injury and Biomechanics, Faculty of Sport Sciences and Health, Alborz Campus, University of Tehran, Tehran, Iran.

2. Professor, Department of Sports Injury and Biomechanics, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran

3. Professor, Sports Physiology Department, Faculty of Sports Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran

4. Professor at the Faculty of Sports Sciences, University of Extremadura, Spain

Received: July 2023; Accepted: September 2023

Keywords

Internal Load,
External Load,
Injury Risk,
Soccer,
GPS.

Abstract

Background and Aim: Elite soccer players face significant physical pressures during training and competition to achieve their optimal performance level. These pressures consist of internal and external loads, each of which can contribute to injuries and a decrease in the athlete's performance. Therefore, this study aims to investigate the possibility of predicting injuries in elite football players associated with internal and external training loads and competition.

Methods: This study is a prospective, descriptive cohort study. Data related to 41 players active in the Iranian Premier League in the 1400-1401 season were gathered in a targeted and accessible manner. Data on internal load were collected using the perceived pressure scale, and data on external load were collected by registering GPS data. Logistic regression was used to predict the occurrence of injuries using statistical methods.

Results: The results showed that the variables of maximum speed, total distance, duration, acceleration zone 3, deceleration in zone 1, and work rate intervals can predict injury ($p < 0.05$). However, variables such as average speed, deceleration in zone 3, repeated sprints, sprint maximum acceleration, and RPE cannot predict injury ($p > 0.05$).

Conclusion: According to the results, it can be concluded that predicting injuries in football players should not rely on a single factor. Instead, various aspects of injury occurrences should be considered, such as maximum speed, total distance, acceleration increase and decrease, and workload volume during training and competition.

* Corresponding Author: Tel: 09123489807

✉ Email: mhalizadeh47@yahoo.com

Orcid Code:0000-0003-1507-5602

Extended Abstract

Introduction

Elite soccer players experience an average of two injuries per season, causing them to miss an average of 37 days in a 300-day season. It has also been shown that the risk of injury is higher during match time than during training sessions. One of the most recent epidemiological studies showing an increase in injuries over the past 16 years has highlighted that muscle injuries are one of the most common injuries (2). In this context, non-contact injuries are often preventable and are associated with intrinsic, extrinsic, and workload-related risk factors (3). Several preventive strategies (eg, multipart protocols and warm-up prevention programs) have been used to reduce injuries in soccer players. However, preventive programs to reduce injury rates are insufficient, mainly due to the high physical demand required during soccer matches (14). Therefore, this study aims to investigate the possibility of predicting injuries in elite football players associated with internal and external training loads and competition.

Method

Data related to 41 players active in the Iranian Premier League (e.g., Persian Gulf Pro League) in the 1400-1401 season were gathered in a targeted and accessible manner. Data on internal load were collected using the perceived pressure scale, and data on external load were collected by registering GPS data. Logistic regression was used to predict the occurrence of injuries using statistical methods. According to the sample power analysis from past studies, the sample size of 41 players is sufficient to reduce the second type of measurement error (19). Injuries are registered and collected with the diagnosis and approval of each team's medical staff in standard forms designed based on FIFA injury registration forms (including the severity of the injury, type of injury, injured side, previous injury, and type of collision leading to damage).

Results

The results showed that the variables of maximum speed, total distance, duration, acceleration zone 3, deceleration in zone 1, and work rate intervals can predict injury ($p < 0.05$). However, variables such as average speed, deceleration in zone 3, repeated sprints, sprint

maximum acceleration, and RPE cannot predict injury ($p > 0.05$).

Discussion

Changing the duration according to the size of the training and competition field into three categories, playing on small, medium, and large fields, directly affects the amount of activity and physiological stress. Also, the increase in heart rate during training and competition, that is, the increase in the intensity of activity, can affect the number of injuries due to this increase (33). The results of the analysis of duration as an external stress variable suggest that this variable is a predictor of injury occurrence among top soccer players ($P = 0.022$). High training loads, even over long distances, are associated with an increased risk of injury. A 10% increase in distance covered during exercise is associated with a 5% increase in injury risk (34). The results of this study demonstrate the importance and predictability of this variable in elite soccer player injuries ($P = 0.029$). The results of the present study show that the amount of work rate interval count is significant, and this variable can predict injury in the elite players of the Iranian Premier League ($P = 0.03$). The players with higher aerobic capacity are better able to tolerate absolute changes in training load than players with lower aerobic capacity (9). Among the variables related to maximum speed ($P = 0.03$), average speed ($P = 0.06$), repetitive speeds ($P = 0.06$), and maximum acceleration ($P = 0.05$), only the maximum speed variable can be a predictor. In general, activity with a rate of more than 4 m/s is known as high-speed running (40).

The acceleration variable in zone 3 shows that higher acceleration levels in this zone protect players from injury ($P = 0.01$). On the other hand, deceleration in zone 1 suggests that higher levels of deceleration in this zone may increase the risk of injury ($P = 0.04$). Also, the decrease in speed in zone 3 ($P = 0.06$) has a negative relationship with damage. Acceleration and deceleration represent key activities during team training and competition (46). Internal load monitoring is primarily performed in high-performance sports to determine the amount of pressure applied and designed by coaches and to reduce the risk of injury (16). The results showed that the perceived pressure from

training and competition sessions as a variable for measuring internal load could not predict the occurrence of injury ($P=0.13$).

Clinical application

The results of this study provide recommendations on the relevance of monitoring external and internal load indicators in professional soccer to reduce the risk of injury during training and competition. Coaches and trainers should put their players in high-speed, alternating acceleration and deceleration training sessions, such as playing on small and large fields, to reduce the risks associated with these loads.

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles were considered in this article.

Funding

No financial support was received from public, commercial, or not-for-profit funding agencies.

Author's Contribution

All authors equally contributed to the conception, design, execution, and writing of this study.

Conflict of interest

The authors of the present study declare that they have no conflicts of interest regarding the publication of this research.

Acknowledgments

We thank and appreciate all the people who dedicated their time and effort to conduct this research. This article is derived from the doctoral thesis of Amirhossein Talvari under the supervision of Dr. Mohammad Hossein Alizadeh at the University of Tehran.

Table 1. Logistic regression results of Iranian Premier League football players

Variable	Z. value	S.E	P. value	OR	Wald	CI 95%	
Maximum speed	2.14	1.24	0.03	14.45	4.61	1.91	2.90
Average speed	1.83	4.77	0.06	6422.37	3.36	1.83	3.95
Distance	-2.17	0.01	0.02	0.09	4.71	0.93	9.92
Duration	2.283	0.83	0.02	6.70	5.21	1.74	4.931
Acceleration zone 3	-2.33	1.50	0.01	0.02	5.44	0.0007	3.36
Deceleration zone 1	1.98	0.13	0.04	1.31	3.93	1.05	1.81
Deceleration zone 3	-1.88	0.45	0.06	0.42	3.53	0.15	9.48
Repeat sprints	-1.83	0.38	0.06	0.49	3.35	0.21	9.69
Sprint Maximum Acceleration	1.93	7.68	0.05	2901221.82	3.74	6.66	1.34
Work Rate Interval Count	2.06	1.03	0.03	8.55	4.26	1.34	8.95
RPE	-1.48	0.01	0.13	0.98	2.19	0.95	1.004
AIC					58.59		



آیا نشانگرهای مرتبط با بار داخلی و خارجی تمرین و مسابقه یک عامل خطر آسیب برای بازیکنان فوتبال است؟ یک مطالعه در لیگ برتر خلیج فارس

امیرحسین تلواری^۱، محمدحسین علیزاده^{۲*}، عباسعلی گایینی^۳، هادی نویری^۴

۱- دانشجوی دکتری، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، پردیس البرز دانشگاه تهران، ایران.

۲- استاد گروه آسیب‌های ورزشی و بیومکانیک، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی دانشگاه تهران، ایران.

۳- استاد گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی دانشگاه تهران، ایران.

۴- استاد دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اکسترامدورا، اسپانیا.

مقاله پژوهشی

دریافت: تیر ۱۴۰۲؛ پذیرش: شهریور ۱۴۰۲

چکیده

زمینه و هدف: بازیکنان نخبه فوتبال برای دستیابی به بالاترین سطح عملکردی خود، متحمل فشارهای بدنی زیادی در جریان تمرین و مسابقه می‌شوند، که هر یک از آن‌ها می‌تواند زمینه بروز آسیب و کاهش عملکرد ورزشکار شود. لذا هدف از این پژوهش بررسی امکان پیش‌بینی آسیب بازیکنان نخبه فوتبال مرتبط با نشانگرهای بار داخلی و خارجی تمرینی و مسابقه می‌باشد. **روش بررسی:** پژوهش حاضر از نوع توصیفی هم‌گروهی آینده‌نگر و طولی می‌باشد. اطلاعات ۴۱ بازیکن شاغل در لیگ برتر فوتبال کشور به‌صورت هدفمند و در دسترس مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های مربوط به نشانگر بار داخلی از طریق مقیاس درک فشار، و داده‌های مربوط به نشانگرهای بار خارجی با ثبت داده‌ها از طریق فناوری GPS جمع‌آوری شد. جهت پیش‌بینی بروز آسیب از روش آماری رگرسیون لجستیک در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده گردید. **نتایج:** نتایج نشان داد متغیرهای حداکثر سرعت، مسافت کل، مدت‌زمان، افزایش شتاب در ناحیه سه، کاهش شتاب در ناحیه یک و حجم کار اینتروال توانایی پیش‌بینی آسیب را دارند ($p < 0.05$). درحالی‌که متغیرهای میانگین سرعت، کاهش شتاب در ناحیه سه، تعداد دویدن‌ها با سرعت بالا، سرعت با حداکثر شتاب و مقیاس درک فشار توانایی پیش‌بینی آسیب را ندارند ($p > 0.05$). **نتیجه‌گیری:** در پیش‌بینی آسیب‌های بازیکنان فوتبال به یک عامل نباید بسنده کرد بلکه عوامل مختلف که با بروز آسیب ارتباط دارند مانند حداکثر سرعت، مسافت کل، افزایش و کاهش شتاب، و حجم در تمرین و مسابقه را باید در نظر گرفت.

واژگان کلیدی

ریسک آسیب،

بار داخلی،

بار خارجی،

فوتبال،

سیستم موقعیت‌یابی جهانی

مقدمه

آسیب‌دیدگی در فوتبال حرفه‌ای رایج است، به‌طوری‌که میزان کلی آسیب‌ها در بازیکنان حرفه‌ای مرد فوتبال بین ۲/۵ تا ۹/۴ مصدومیت در هر ۱۰۰۰ ساعت قرار گرفتن در معرض است (۱). بازیکنان نخبه فوتبال به‌طور متوسط دو آسیب‌دیدگی را در یک فصل تجربه می‌کنند که باعث می‌شود آن‌ها به‌طور میانگین ۳۷ روز را در یک فصل ۳۰۰ روزه از دست بدهند. همچنین نشان داده‌شده است که خطر آسیب‌دیدگی در زمان مسابقه بیشتر از جلسات تمرینی است. یکی از آخرین مطالعات همه‌گیرشناسی که افزایش آسیب‌ها را در ۱۶ سال گذشته نشان می‌دهد، تأکید کرده است که آسیب‌های عضلانی یکی از شایع‌ترین آسیب‌ها است (۲). در این زمینه، آسیب‌های غیر برخوردی اغلب قابل‌پیشگیری هستند و همراه با عوامل خطرزای درونی، بیرونی و حجم کار مرتبط هستند (۳).

بنابراین تعیین میزان بار مناسب تمرین و مسابقه برای هر نوع رویکرد پیش‌بینی آسیب در فوتبال ضروری است. بار تمرین^۱ متغیری است به‌منظور ایجاد پاسخ مطلوب در ورزشکاران، و با توجه به متغیر مورداندازه‌گیری به‌صورت درونی و بیرونی در ورزشکاران اتفاق می‌افتد، می‌تواند به‌صورت داخلی و خارجی توصیف شود (۴). بار خارجی^۲ به تمام حرکات یک بازیکن گفته می‌شود که از طریق دستگاه‌های ردیابی الکترونیکی مانند جی‌پی‌اس و شتاب سنج‌ها قابل اندازه‌گیری است، و شامل اندازه‌گیری کمیت‌هایی مانند سرعت، مسافت و شتاب است. همچنین بار داخلی^۳ به پاسخ‌های فیزیولوژیکی بازیکنان در برابر بار خارجی اشاره دارد که از طریق ضربان قلب و میزان درک فشار اندازه‌گیری می‌شود (۵).

به‌منظور اندازه‌گیری بار خارجی و کمی کردن میزان فشار اعمال‌شده به یک ورزشکار در یک جلسه تمرین یا مسابقه، تیم‌ها از فناوری GPS که اغلب شامل شتاب سنج، مغناطیس سنج و ژيروسکوپ است، برای نظارت بر ورزشکاران خود در طول تمرین و مسابقه استفاده می‌کنند. چندین مطالعه در بازیکنان نخبه فوتبال مرد، ارتباط بین بار تمرین و مسابقه و خطر آسیب را بررسی کرده‌اند و به این نتیجه دست یافتند که اگر بار تمرین و مسابقه بیش از تحمل بدن

باشد، خطر آسیب بازیکنان افزایش می‌یابد (۶-۱۱). فناوری GPS این امکان را به مربیان می‌دهد که تمرین خود را برای بهبود عملکرد و کاهش خطر آسیب مدیریت کنند. ارمن و همکاران (۲۰۱۶) در تأیید یافته‌های گابت اظهار داشتند افزایش کلی شدت تمرین به‌طورجدی منجر به آسیب می‌شود. آن‌ها دریافتند که رابطه مثبتی بین بروز آسیب در تمرین با شدت، مدت و بار یک جلسه تمرینی وجود دارد (۶). به‌طورکلی اندازه‌گیری این متغیرها می‌تواند آمادگی هوازی بازیکنان در ورزش‌های تیمی را فراهم کند، اما هنوز ارتباط این متغیرها با آسیب مشخص نشده است. گابت^۴ و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که دویدن در مسافت‌های طولانی با شدت‌های بالا (۵-۷ متر بر مجذور ثانیه) و بسیار بالا (>۷ متر بر مجذور ثانیه) با خطر افزایش آسیب‌های بافت نرم همراه هستند (۱۲). افزایش میزان فشار درک شده از فعالیت در جلسه تمرین یا مسابقه با افزایش خطر آسیب در بازیکنان جوان نخبه فوتبال و بازیکنان سایر ورزش‌ها از قبیل فوتبال استرالیایی و لیگ راگی در ارتباط است (۱۳-۱۶). بنابراین نظارت بر بار تمرین و مسابقه، به‌منظور مدیریت کردن و به حداقل رساندن خطر آسیب امری مهم و ضروری به شمار می‌آید (۵).

با توجه به اهمیت نظارت بر بار تمرین و مسابقه برای جلوگیری از آسیب در بازیکنان حرفه‌ای فوتبال، این مطالعه با فرض این‌که بار تمرین زیاد در هفته با نسبت شانس آسیب‌های غیر برخوردی بیشتر در ارتباط است (۱۷)، به دنبال پاسخ به این سؤال است که آیا نشانگرهای بار داخلی و خارجی تمرین و مسابقه یک عامل خطر آسیب برای بازیکنان فوتبال است؟

روش تحقیق

پژوهش حاضر از نوع توصیفی هم‌گروهی آینده‌نگر و طولی (یک‌فصل مسابقه) می‌باشد. ۴۱ بازیکن فوتبال [با میانگین سن $28/51 \pm (5/38)$ ، قد $1/82 \pm (0/06)$ متر، وزن $76/36 \pm (5/90)$ کیلوگرم و شاخص توده بدن $22/22 \pm (0/57)$ ، از تیم‌های لیگ برتر ایران جام خلیج فارس در طول یک فصل (۱۴۰۱-۱۴۰۰) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. کلیه بازیکنان بیش از پنج سال تجربه بازی حرفه‌ای را داشتند. شرط ورود اطلاعات بازیکنان به این پژوهش

را انتخاب کنند. هرچه عدد بالاتر باشد یعنی فشاری که بر روی ورزشکار است بیشتر است.

جمع‌آوری اطلاعات بار خارجی

در این پژوهش داده‌های GPS به مدت ۳۰ هفته از طریق حس‌گرهای قابل حمل POLAR مدل Polar Team² Pro 10 هرگز ساخت کشور آمریکا جمع‌آوری شد. این حس‌گرها توسط یک کمربند کشی قرمز رنگ در پشت و بین کتف‌ها (در برخی موارد در جلو بروی جناغ سینه) قرار می‌گرفت. به‌طوری‌که ۱۵ دقیقه قبل از جمع‌آوری اطلاعات GPS ها فعال شدند تا امکان دریافت پیام‌های ماهواره‌ای را فراهم کند. بازیکنان در هنگام تمرین و مسابقه بلاپوش GPS را پوشیدند و اطلاعات بازیکنان لحظه‌به‌لحظه در تبلت مخصوص توسط مربیان به ثبت رسید. سپس داده‌هایی که پس از هر جلسه تمرین و مسابقه توسط مربیان ثبت گردیده بود، جمع‌آوری شدند و برای تحلیل مورد استفاده قرار گرفت.

ثبت آسیب

آسیب‌ها با تشخیص و تأیید کادر پزشکی هر تیم در فرم‌های استاندارد که بر اساس فرم‌های ثبت آسیب فیفا طراحی شده بودند (شامل شدت آسیب، نوع آسیب، سمت آسیب‌دیده، آسیب قبلی و نوع برخورد منجر به آسیب) ثبت و جمع‌آوری شد.

روش آماری

به‌منظور محاسبات آمار توصیفی از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ و برای تحلیل آماری اطلاعات از نرم‌افزار R نسخه ۴.۲.۲ و R Studio نسخه ۳.۵.۳+۲۰۲۲.۱۲.۰ استفاده شد. همچنین در تجزیه و تحلیل رگرسیون لجستیک، با استفاده از منحنی عملکرد گیرنده مدل پیش‌بینی مورد ارزیابی بیش‌تر قرار گرفت.

جدول ۱. طبقه‌بندی ثبت آسیب در بازیکنان فوتبال لیگ برتر ایران

طبقه‌بندی ثبت آسیب	فراوانی	درصد
سر / صورت	۱	۲/۸۵
شانه / ترقوه	۱	۲/۸۵
جناغ/دنده‌ها/ قسمت بالای پشت	۱	۲/۸۵
کمر/ ساکروم/ لگن	۱	۲/۸۵
هیپ / کشاله ران	۲	۵/۷۱

شرکت در حداقل سه جلسه فعالیت در هفته شامل تمرینات زمین چمن و سایر برنامه‌های تمرینی (شامل آماده‌سازی تکنیک و تاکتیک) یا مسابقه، و از شروط خروج از پژوهش نیز عدم شرکت منظم و پیوسته در تمرینات تیم (غیبت بیش از ۲ جلسه متوالی یا بیش از ۶ جلسه) در طول تمرینات، در دسترس نبودن اطلاعات GPS به‌صورت کامل و عدم ثبت آسیب توسط تیم پزشکی بوده است. همچنین، داده‌های دروازه‌بانان در این پژوهش حذف گردید (۱۸). بر اساس تجزیه و تحلیل توان نمونه از نتایج پژوهش‌های انجام‌شده در این زمینه، ارتباط بین بار تمرینی و آسیب‌های غیر تماسی را گزارش کردند. آن‌ها محاسبه کردند که حجم نمونه ۲۱ نفری برای کاهش خطر خطای نوع دوم کافی است، در حالی که ما ۴۱ شرکت‌کننده در این مطالعه داریم (۱۲، ۲۱-۱۹).

روند اجرای پژوهش

کلیه جلسات تمرینی که به‌صورت تیمی انجام‌شده بود، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین اطلاعات به‌دست‌آمده از جلسات تمرین فنی، تاکتیکی و بدنی تیم در حین فصل در تجزیه و تحلیل پژوهش گنجانده شده بود، که هم بازیکنان ترکیب اصلی و هم بازیکنان ترکیب دوم در تمرین حضور داشتند. تمرینات فردی، توانبخشی و ریکاوری و جلسات اختصاصی بدنسازی از روند تجزیه و تحلیل حذف شدند. اطلاعات مربوط به بار داخلی تمرین و رقابت از طریق مقیاس درک فشار (RPE)^۱ و اطلاعات مربوط به بار خارجی از طریق فناوری GPS جمع‌آوری شد. جمع‌آوری اطلاعات مربوط به بار داخلی و خارجی تمرین و مسابقه توسط مربیان خود باشگاه و با هماهنگی سرمربی تیم انجام شد.

جمع‌آوری اطلاعات بار داخلی

برای پایش بار داخلی از RPE یا مقیاس بورگ ۱۰ درجه استفاده شد که شاخصی معتبر از بار تمرینی داخلی ورزشکار است (۲۲). ۳۰ دقیقه بعد از هر جلسه تمرینی از بازیکنان مقیاس درک فشار پرسیده شد. بار داخلی تمرین- جلسه با ضرب کردن امتیاز RPE- جلسه گزارش‌شده و مدت‌زمان جلسه تمرینی (دقیقه) محاسبه گردید. از بازیکنان خواسته شد خوب به مقیاس نگاه کنند و یک عدد

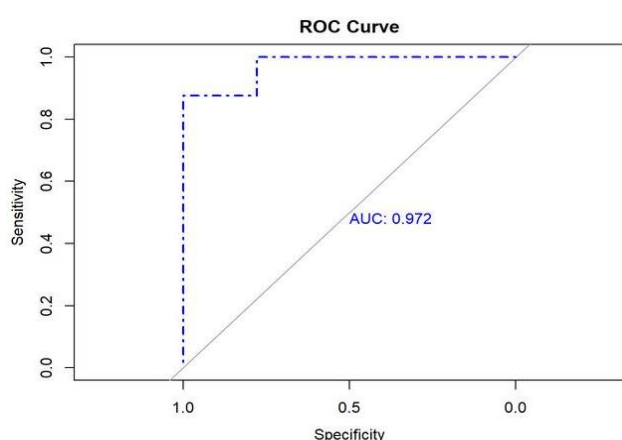
of 30 meters, Operation at temperatures from -10 to +45 degrees Celsius, ABS sensor material, ABS+30% GF, PC, stainless steel)

¹. Rating Of Perceived Exertion (RPE)

². Polar team Pro (39g, 36 *68*13 ml, Water resistance up to a depth

در هر ۱۰۰۰ ساعت تمرین و میزان بروز آسیب در طول مسابقه برای بازیکنان مورد مطالعه پژوهش حاضر ۷/۴۰ در هر ۱۰۰۰ ساعت مسابقه بود (جدول ۱).

همچنین جهت بررسی ارزش مدل پیش‌بین تحقیق در بروز آسیب دیدگی از منحنی عملکرد گیرنده استفاده شد. نتایج آزمون منحنی عملکرد گیرنده نشان می‌دهد که این مقیاس می‌تواند در ۹۷ درصد از موارد بازیکنان به‌طور صحیحی طبقه‌بندی کند. با توجه به نمودار و سطح زیر نمودار مشخص است که در این مطالعه هم میزان حساسیت و هم ویژگی بالا است (شکل ۱).



شکل ۱. نمودار منحنی عملکرد گیرنده ROC

در این پژوهش برای سنجش نیکویی برازش از معیار آکائیک (AIC) استفاده شد. بررسی ضرایب متغیر مدل پیش‌بین نشان می‌دهد که آزمون والد برای متغیرهای حداکثر سرعت، مسافت کل، مدت زمان، افزایش شتاب در ناحیه سه، سرعت با حداکثر شتاب و میزان حجم کار اینتروال به‌طور معنی‌داری در توانایی پیش‌بینی بروز آسیب سهم دارند ($p < 0.05$) (جدول ۲).

ران	۱۷	۴۸/۵۸
زانو	۸	۲۲/۸۵
ساق/ تاندون آشیل	۲	۵/۷۱
مچ پا	۱	۲/۸۵
پا / انگشتان پا	۱	۲/۸۵
سمت راست	۱۷	۵۰
آسیب چپ	۱۷	۵۰
در رفتگی کامل/ جزئی	۱	۲/۸۵
شکستگی	۳	۸/۶۰
هماتوم / کوفتگی / کبودی	۴	۱۱/۴۲
پارگی / کشیدگی / گرفتگی عضلانی	۱۹	۵۴/۲۸
اسپرین / آسیب‌های لیگامان	۶	۱۷/۱۴
آسیب‌های دیگر	۲	۵/۷۱
تدریجی	۴	۱۱/۴۲
ناگهانی	۳۱	۸۸/۵۸
پریدن	۴	۱۱/۴۲
شوت زدن	۱	۲/۸۵
دویدن با سرعت بالا	۱۰	۲۸/۵۷
کشیدگی	۸	۲۲/۸۵
تکل زدن	۲	۵/۷۱
چرخش/تغییر جهت	۵	۱۴/۳۰
موارد دیگر	۵	۱۴/۳۰
تمرین	۱۵	۴۲/۸۶
مسابقه	۲۰	۵۷/۱۴

نتایج مطالعه

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در طی دوره ۳۰ هفته برای ۴۱ بازیکن پژوهش حاضر میزان بروز آسیب در طول ۲۰۵۲۰ ساعت مشارکت (۱۷۸۲۰ ساعت تمرین و ۲۷۰۰ ساعت مسابقه)، ۱/۷۰ آسیب در هر ۱۰۰۰ ساعت بود. همچنین میزان بروز آسیب در طول تمرین ۰/۸۴ آسیب

جدول ۲. نتایج رگرسیون لجستیک گام‌به‌گام بازیکنان فوتبال لیگ برتر ایران

متغیر	Z	S.E	P	OR	Wald	نسبت احتمال حدود اطمینان پایین بالا
حداکثر سرعت	۲/۱۴۹	۱/۲۴۲	۰/۰۳۱	۱۴/۴۵۱	۴/۶۱۹	۱/۹۱۱ ۲/۹۰۱
میانگین سرعت	۱/۸۳۵	۴/۷۷۸	۰/۰۶۶	۶۴۲۲/۳۷۷	۳/۳۶۶	۱/۸۳۱ ۳/۹۵۶
مسافت	-۲/۱۷۱	۰/۰۱۴	۰/۰۲۹	۰/۹۶۸	۴/۷۱۳	۰/۹۳۴ ۹/۹۲۳
مدت زمان	۲/۲۸۳	۰/۸۳۳	۰/۰۲۲	۶/۷۰۴	۵/۲۱۴	۱/۷۴۹ ۴/۹۳۱
افزایش شتاب در ناحیه سه	-۲/۳۳۳	۱/۵۰۸	۰/۰۱۹	۰/۰۲۹	۵/۴۴۱	۰/۰۰۰۷ ۳/۳۶۶
کاهش شتاب در ناحیه یک	۱/۹۸۳	۰/۱۳۷	۰/۰۴۷	۱/۳۱۴	۳/۹۳۱	۱/۰۵۱ ۱/۸۱۷

کاهش شتاب در ناحیه سه	۰/۸۸۱	۰/۴۵۴	۰/۰۶۰	۰/۴۲۵	۳/۵۳۹	۰/۱۵۲	۹/۴۸۱
تعداد دویدن‌های با سرعت	-۱/۸۳۲	۰/۳۸۲	۰/۰۶۷	۰/۴۹۶	۳/۳۵۵	۰/۲۱۱	۹/۶۹۷
سرعت با حداکثر شتاب	۱/۹۳۵	۷/۶۸۸	۰/۰۵۲	۲۹۰/۱۲۲۱/۸۲۴	۳/۷۴۶	۶/۶۶۴	۱/۳۴۴
حجم کار اینتروال	۲/۰۶۶	۱/۰۳۹	۰/۰۳۸	۸/۵۵۹	۴/۲۶۷	۱/۳۴۵	۸/۹۵۷
مقیاس درک فشار	-۱/۴۸۳	۰/۰۱۲	۰/۱۳۸	۰/۹۸۲	۲/۱۹۹	۰/۹۵۶	۱/۰۰۴
AIC	۵۸/۵۹۱						

جدول طبقه‌بندی خروجی رگرسیون لجستیک عملکرد مدل و قدرت تفکیک ورزشکاران در طبقات متغیر وابسته را ارزیابی می‌کند و همچنین به میزان صحت و سقم مدل در

طبقه‌بندی ورزشکاران بر اساس متغیر وابسته پی می‌برد (جدول ۳).

جدول ۳. نتایج جدول طبقه‌بندی آسیب بازیکنان لیگ فوتبال برتر ایران

پیش‌بینی شده			
درصد درستی	آسیب		مشاهده شده
	دارد	ندارد	
۰/۸۸	۲	۷	ندارد
۰/۷۱	۵	۱	دارد
۰/۸۰	درصد کلی		

بحث

مطالعه حاضر باهدف پیش‌بینی آسیب از طریق نشانگرهای بار داخلی و خارجی طی یک فصل از لیگ برتر فوتبال انجام شد. نتایج به دست آمده نشان داد میزان بروز کلی آسیب در یک فصل رقابتی ۱/۷۰ در هر ۱۰۰۰ ساعت است. علاوه بر این تعداد آسیب‌های ثبت شده از لحاظ آناتومیکی در طول یک فصل در ناحیه ران با ۴۸/۵۸ درصد و ناحیه زانو با ۲۲/۸۵ درصد بیش‌ترین درصد آسیب‌دیدگی، و پس از آن آسیب‌های تاندون آشیل و بقیه نواحی کمترین میزان آسیب را داشتند (جدول ۱). بروز کلی آسیب در پژوهش حاضر کمتر از مقدار گزارش شده در پژوهش‌های دیگر است (۲۳-۲۶). از جمله دلایل تفاوت نتایج می‌توان به تفاوت در سطح لیگ و ویژگی‌های نمونه اشاره کرد. ون بیجسترولد و همکاران (۲۰۱۴) میزان بروز کلی آسیب را ۹/۱ آسیب در هر ۱۰۰۰ ساعت به دست آوردند. آن‌ها دو ویژگی سطح تمرین و شدت بازی را از مهم‌ترین دلایلی تفاوت در نتایج به دست آمده عنوان کردند (۲۷). همچنین میزان بار اعمالی (۲۸)، استفاده از استراتژی‌های متفاوت پیشگیری از آسیب (۲۹)، سبک زندگی (۳۰) و تقویم رقابتی (۳۱) از عوامل دیگری هستند که می‌تواند بر روی میزان بروز آسیب تأثیرگذار باشد.

بار خارجی در تمرین و مسابقه دربردارنده نشانگرهایی همچون مسافت کل، مسافت طی شده با سرعت‌های متفاوت (متر در دقیقه)، حداکثر ضربان قلب، افزایش و کاهش شتاب، مدت زمان تمرین و مسابقه می‌باشد و کمیت و کیفیت بار خارجی مؤثر بر مهارت و اجرای ورزشکار را می‌توان با استفاده از این نشانگرها ارزیابی نمود. همچنین در ادبیات پژوهش بیان شده است نشانگرهای مرتبط با بار تمرین و مسابقه با آسیب مرتبط هستند (جدول ۲) (۳۲). تغییر مدت زمان با توجه به اندازه زمین تمرین و مسابقه به سه دسته، بازی در زمین‌های کوچک، متوسط و بزرگ^۱ تأثیر مستقیمی با میزان فعالیت و تنش فیزیولوژیکی دارد. افزایش ضربان قلب در جریان تمرین و مسابقه، یعنی افزایش شدت فعالیت، که در نتیجه این افزایش میزان آسیب‌دیدگی را می‌تواند تحت تأثیر قرار دهد (۳۳).

برینک و همکاران (۲۰۱۰) ارتباط بین مدت زمان تمرین و مسابقه و خطر آسیب ناشی از برخورد و استفاده بیش از حد را ارزیابی کردند و به این نتیجه دست یافتند که مدت زمان هفتگی برای بازیکنان دارای آسیب تروماتیک در مقایسه با بازیکنان سالم به طور قابل توجهی بالاتر بوده است (۱۳). همچنین در مطالعه‌ای که توسط اوون^۲ و همکاران (۲۰۱۵)

². Owen

¹. Side Small Game (SSG), Medium Side Game (MSG), Large Side Game (LSG)

کمتری را تجربه کرده‌اند. همچنین در میان ورزشکاران با بار تمرینی با شدت تدریجی بالاتر، یک اثر محافظتی در این ورزشکاران به وجود آمد، که این اثر محافظتی در بازیکنانی که در معرض بیش از ده و یا پانزده بار دویدن با حداکثر سرعت افزایش قرار می‌گرفتند در مقایسه با بازیکنانی که در معرض کمتر از این مقدار قرار می‌گرفتند، مشهود بود ($P=0.03$) (۱۹). مسافت طی شده با سرعت‌های مختلف در تکرارهای بسیار بالا و یا بسیار پایین می‌تواند خطر آسیب را نیز افزایش دهد. اگرچه این نشانگر از جمله نشانگرهای مهم بار خارجی محسوب می‌شود، اما نمی‌توان تنها بر نظارت حرکت در سرعت‌های بالا متمرکز شد، چراکه وظایف متابولیکی در سرعت‌های پایین که می‌تواند باعث بروز آسیب شوند، نادیده گرفته می‌شود (۴۴، ۴۵). همه‌گیرشناسی آسیب‌ها در فوتبال نیز این موضوع را تأیید می‌کند که آسیب‌های ناشی از کشیدگی عضلانی در زمان‌های انتهایی تمرین و مسابقه، احتمالاً نتیجه افزایش خستگی است. گابت و همکاران (۲۰۱۲) با در نظر گرفتن مسافت شتاب نشان دادند که مسافت‌های طی شده در شتاب‌های کم ($0.55-1.11 \text{ m/s}^2$)، متوسط ($1.12-2.78 \text{ m/s}^2$) و حداکثر ($\leq 2.79 \text{ m/s}^2$) با آسیب‌هایی که باعث دوری بازیکنان از تمرین و مسابقه می‌شود، مرتبط است. هر چه تعداد شتاب‌ها بیشتر باشد، خطر آسیب منجر به دوری بازیکنان از تمرین یا مسابقه کمتر می‌شود (۱۲). افزایش و کاهش شتاب نماینده فعالیت‌های اصلی در حین تمرین و مسابقه‌های تیمی هستند (۴۶). باین‌حال، این نوع فعالیت‌های دویدن به‌طور قابل‌توجهی در افزایش مصرف انرژی متابولیکی در دوره‌های تمرینی و مسابقه مؤثر هستند (۴۵، ۴۷). توانایی کاهش سرعت، به‌عنوان کاهش شتاب شناخته می‌شود.

ظرفیت یک بازیکن در کاهش سرعت برای تغییر جهت، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۴۸). کاهش سرعت تا ۱۸ درصد از کل مسافت طی شده در طول بازی حرفه‌ای فوتبال را تشکیل می‌دهد (۴۴). در بازیکنان حرفه‌ای ورزش‌های تیمی، اعمال بارهای برون‌گرا غیرعادی در زمان کاهش سرعت که به‌صورت مکرر در حال انجام است، احتمال آسیب‌دیدگی را در تکرارهای بعدی افزایش می‌دهد (۴۹). به‌طور کلی زمانی که تلاش‌های مکرری در جریان تمرینات کاهش سرعت انجام می‌شود، احتمال آسیب‌های عضلانی و کاهش عملکردی

انجام شد، نتایج نشان داد که بازیکنانی که در کل جریان تمرین و مسابقه مدت‌زمان بیشتری را با مقدار ضربان قلب بین ۸۵ تا ۸۹٪ حداکثر ضربان قلب خود طی کرده باشند، با خطر بروز آسیب مواجه خواهند شد ($p=0.02$) (۱۱). مسافت کل^۱ طی شده از دیگر نشانگرهای رایج بار خارجی است که با حجم کار فیزیکی بازیکنان در حین تمرین و مسابقه مرتبط است. بارهای تمرینی بالا، از جمله مسافت‌های زیاد طی شده، با افزایش خطر آسیب مرتبط است. افزایش ۱۰ درصدی مسافت طی شده در طول تمرین با افزایش ۵ درصدی خطر آسیب مرتبط است (۳۴). به‌علاوه میزان مسافت طی شده در فوتبال در پانزده دقیقه انتهایی هر نیمه حدود ۵ درصد کاهش می‌یابد (۳۵).

سازگاری تمرینی بازیکنان در دستیابی به حداکثر اکسیژن مصرفی به‌عنوان یکی از شاخص‌های قلبی و عروقی در بازیکنان آسیب‌دیده نسبت به بازیکنان بدون آسیب کمتر است. به‌علاوه داشتن قدرت عضلانی مناسب در اندام تحتانی و همین‌طور توانایی انجام فعالیت‌های تکراری با سرعت‌ها و شتاب‌های مختلف باعث می‌شود که بازیکنان تحمل بارکاری بالاتری داشته باشند و در نتیجه خطر آسیب کمتری را تجربه کنند (۳۶، ۳۷). آن دسته از بازیکنان که دارای ظرفیت هوازی بالاتری هستند، نسبت به بازیکنانی که ظرفیت هوازی پایین‌تری دارند، تغییرات مطلق در بار تمرین را بهتر تحمل کنند (۹). در مطالعه‌ای که توسط مندز و همکاران (۲۰۱۲) انجام گردید، به این نتیجه دست یافتند که افزایش تعداد نرخ کار اینتروال در زمان فعالیت با شدت بالا، باعث بروز خستگی، کاهش کنترل عصبی و عضلانی و آسیب می‌شود (۳۸، ۳۹). به‌طور کلی فعالیت با سرعت بالای چهار متر بر ثانیه به‌عنوان دویدن با سرعت بالا شناخته می‌شود (۴۰). در طول مسابقات فوتبال، فقط یک تا چهار درصد از مسافت حرکت، به دویدن با سرعت بالا اختصاص دارد (۴۱) و عموماً دویدن با سرعت بالا در لحظات مهم تمرین و مسابقه رخ می‌دهد (۴۲، ۴۳). مالون^۲ و همکاران (۲۰۱۸) به بررسی خطر آسیب در بازیکنان فوتبال گالیک با معیارهای دوی سرعت حداکثر پرداختند. بازیکنانی که در طول تمرین و مسابقه با بیش از ۹۵ درصد حداکثر سرعت خود دویدند ($P=0.001$) نسبت به بازیکنانی که از ۸۵ درصد از حداکثر سرعت دوی سرعت خود تجاوز نکردند، در هفته بعدی تمرین و مسابقه خطر آسیب

². Malone

¹. Total Distance

دقیق‌تری بر روی متغیرهایی که قابلیت پیش‌بینی آسیب را در این پژوهش داشتند، و آن دسته از متغیرهایی که قابلیت پیش‌بینی آسیب را نداشتند، صورت گیرد، زیرا استفاده از این متغیرها در پیش‌بینی آسیب، مدل پیشگیری قوی‌تری را ارائه می‌دهند. همچنین به‌منظور درک بهتر از میزان اثربخشی این متغیرها، پیشنهاد می‌شود که پژوهش‌های آینده با توجه به اثر زمان و وقوع آسیب، تقسیم‌بندی بار به‌صورت هفتگی و با نسبت‌های مشخص جهت پیش‌بینی بروز آسیب انجام گردد، تا از این طریق اثرگذاری دقیق‌تری از نشانگرهای بار داخلی و خارجی در پیش‌بینی بروز آسیب ارائه شود.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که متغیرهای مسافت کل، مدت‌زمان، افزایش شتاب در ناحیه سه، کاهش شتاب در ناحیه یک، میزان نرخ کار اینتروال و حداکثر سرعت قابلیت پیش‌بینی بروز آسیب در بازیکنان فوتبال لیگ برتر ایران را دارند و در مقابل تعداد دویدهای همراه با سرعت‌بالا، دویدن با حداکثر شتاب، کاهش شتاب در ناحیه سه، سرعت متوسط و مقدار RPE قابلیت پیش‌بینی بروز آسیب در بازیکنان فوتبال لیگ برتر ایران را ندارند. به همین منظور داشتن یک فهم درست از واکنش درونی و بیرونی یک بازیکن به بار تمرین و مسابقه، بهینه‌سازی عملکرد جسمانی و کاهش خطر آسیب، امری ضروری است.

کاربرد بالینی

نتایج این پژوهش توصیه‌هایی را در مورد ارتباط نظارت بر نشانگرهای بار خارجی و داخلی در فوتبال حرفه‌ای برای کاهش خطر آسیب در جریان تمرین و مسابقه ارائه می‌دهد. مربیان و تمرین‌دهندگان ورزش‌های تیمی باید بازیکنان خود را در دوره‌های تمرینی که همراه با سرعت‌بالا و افزایش و کاهش شتاب متناوب مانند بازی در زمین‌های کوچک و بزرگ قرار دهند، تا از این طریق خطرهای مرتبط با این بارها را به‌خوبی درک کنند.

ملاحظات اخلاقی

با توجه به اینکه تحقیق مذکور با استفاده از بانک اطلاعاتی باشگاه‌های حاضر در لیگ برتر ایران اخذ شده، هیچ‌گونه مداخله‌ای در روند تحقیق صورت نگرفته است و مقاله حاضر از تجزیه و تحلیل یافته‌های برگرفته از این بانک اطلاعاتی می‌باشد.

افزایش خواهد یافت. جاسپرز و همکاران (۲۰۱۸) با ارزیابی تعداد شتاب‌ها و سرعت‌ها در ورزشکاران فوتبال بیان کردند که بازیکنان در گروه تعداد پایین دویدهای همراه با کاهش شتاب (<227)، در مقایسه با بازیکنان در گروه تعداد بالا دویدهای همراه با کاهش شتاب در دو هفته (<1462)، و گروه تعداد بسیار زیاد دویدهای همراه با کاهش شتاب در سه (<2140) و چهار هفته (<2813) احتمال خطر آسیب‌دیدگی وجود دارد (۸).

نظارت بر بار داخلی بیشتر در ورزش‌های با سطح عملکردی بالا و باهدف دست‌یابی مربیان به حداکثر فشار تمرینی همراه با کاهش خطر آسیب‌دیدگی صورت می‌گیرد (۵). گنزالز و همکاران (۲۰۱۹) کلیه آسیب‌های غیر برخورداری به همراه میزان فشار درک شده تمرین و مسابقه ۲۲ بازیکن شاغل در لیگ زیر ۱۹ سال اسپانیا را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که هیچ ارتباطی بین بار داخلی با توجه به بروز آسیب وجود ندارد. علاوه بر این، بار داخلی توانایی ضعیفی در پیش‌بینی وقوع آسیب را دارد (۲۲). از طرفی مالون و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای بر روی بازیکنان حرفه‌ای فوتبال نشان دادند، که اگر آن دسته از بازیکنان حرفه‌ای فوتبال بار داخلی ۱۵۰۰ تا ۲۱۲۰ واحد (یکای اختیاری) داشته باشند به‌طور قابل‌توجهی خطر بروز آسیب در آن‌ها افزایش می‌یابد (۹). هر چه بازیکنان بیش‌تر در معرض محرک‌های تمرینی متنوع (قلبی و تنفسی، متابولیکی، حساس به دما و شرایط) قرار گیرند، درک بهتری از میزان شدت تمرین (تمرین حداکثر) به دست می‌آورند (۵۰)، و از این طریق می‌توانند بابت مقدار واقعی از میزان sRPE بار داخلی، مانع از خستگی زودرس، یکنواختی و بیش‌تمرینی و درنهایت بروز آسیب در طراحی تمرینات توسط مربیان شوند. این پژوهش با محدودیت‌هایی همراه بود که ممکن است بر روی تعمیم‌پذیری نتایج اثرگذار باشد. از مهم‌ترین محدودیت‌های پژوهش حاضر استفاده تیم‌ها از مدل‌های مختلف دستگاه‌های GPS با فرکانس‌های متفاوت بود. این تفاوت هم در سرعت ثبت داده‌ها و هم در نوع متغیر قابل‌اندازه‌گیری می‌تواند تفاوت ایجاد کند و نتایج را تحت تأثیر قرار دهد. علاوه بر این سبک بازی و پست بازیکنان در جریان تمرین و رقابت، یکی دیگر از محدودیت به شمار می‌آید. با توجه به یافته‌های این مطالعه و محدودیت‌هایی که در مسیر آن وجود داشت، پیشنهاد می‌شود تجزیه و تحلیل

حمایت مالی

مطالعه حاضر هیچ‌گونه حمایت مالی از هیچ سازمانی دریافت نکرده است.

نقش نویسندگان

در تحقیق حاضر، همه نویسندگان به‌طور یکسان در ایده‌پردازی، طراحی، اجرا و نگارش این مطالعه مشارکت داشته‌اند.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از رساله دکتری امیرحسین تلواری در دانشگاه تهران، تحت راهنمایی دکتر محمدحسین علیزاده است. نویسندگان از همه‌کسانی که در انجام این مطالعه همکاری داشتند، صمیمانه قدردانی و تشکر می‌کنند.

تضاد منافع

نویسندگان مطالعه حاضر اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافی در رابطه با انتشار این تحقیق ندارند.

References

- Della Villa F, Mandelbaum BR, Lemak LJ. The Effect of Playing Position on Injury Risk in Male Soccer Players: Systematic Review of the Literature and Risk Considerations for Each Playing Position. *American journal of orthopedics* (Belle Mead, NJ). 2018;47(10).<https://doi.org/10.12788/ajo.2018.0092>
- Jones CM, Griffiths PC, Mellalieu SD. Training load and fatigue marker associations with injury and illness: a systematic review of longitudinal studies. *Sports medicine*. 2017;47:943-74.<https://doi.org/10.1007/s40279-016-0619-5>
- Gabbett TJ. The development and application of an injury prediction model for noncontact, soft-tissue injuries in elite collision sport athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(10):2593-603.<https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181f19da4>
- Impellizzeri FM, Marcora SM, Coutts AJ. Internal and external training load: 15 years on. *Int J Sports Physiol Perform*. 2019;14(2):270-3.<https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0935>
- Gabbett TJ. The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *British journal of sports medicine*. 2016;50(5):273-80.<http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>
- Ehrmann FE, Duncan CS, Sindhusake D, Franzsen WN, Greene DA. GPS and injury prevention in professional soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2016;30(2):360-7.
- <https://doi.org/10.1519/jsc.00000000000001093>
- Ekstrand J, Lundqvist D, Lagerbäck L, Vouillamoz M, Papadimitiou N, Karlsson J. Is there a correlation between coaches' leadership styles and injuries in elite football teams? A study of 36 elite teams in 17 countries. *British Journal of Sports Medicine*. 2018;52(8):527-31.<http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2017-098001>
- Jaspers A, Kuyvenhoven JP, Staes F, Frencken WG, Helsen WF, Brink MS. Examination of the external and internal load indicators' association with overuse injuries in professional soccer players. *Journal of science and medicine in sport*. 2018;21(6):579-85.<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.10.005>
- Malone S, Owen A, Newton M, Mendes B, Collins KD, Gabbett TJ. The acute: chronic workload ratio in relation to injury risk in professional soccer. *Journal of science and medicine in sport*. 2017;20(6):561-5.<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.10.014>
- McCall A, Dupont G, Ekstrand J. Internal workload and non-contact injury: a one-season study of five teams from the UEFA Elite Club Injury Study. *British journal of sports medicine*. 2018;52(23):1517-22.<http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2017-098473>
- Owen AL, Forsyth JJ, Wong DP, Dellal A, Connelly SP, Chamari K. Heart rate-based training intensity and its impact on injury incidence among elite-level professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2015;29(6):1705-12.<https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000810>

12. Gabbett TJ, Ullah S. Relationship between running loads and soft-tissue injury in elite team sport athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(4):953-60.<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182302023>
13. Brink MS, Visscher C, Arends S, Zwerver J, Post WJ, Lemmink KA. Monitoring stress and recovery: new insights for the prevention of injuries and illnesses in elite youth soccer players. *British journal of sports medicine*. 2010;44(11):809-15.<http://dx.doi.org/10.1136/bjsm.2009.069476>
14. Gabbett TJ, Jenkins DG. Relationship between training load and injury in professional rugby league players. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2011;14(3):204-9.<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2010.12.002>
15. Rogalski B, Dawson B, Heasman J, Gabbett TJ. Training and game loads and injury risk in elite Australian footballers. *Journal of science and medicine in sport*. 2013;16(6):499-503.<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.12.004>
16. Gabbett TJ. Influence of training and match intensity on injuries in rugby league. *Journal of sports sciences*. 2004;22(5):409-17.<https://doi.org/10.1080/02640410310001641638>
17. Malone S, Roe M, Doran DA, Gabbett TJ, Collins KD. Aerobic fitness and playing experience protect against spikes in workload: the role of the acute: chronic workload ratio on injury risk in elite Gaelic football. *International journal of sports physiology and performance*. 2016.<http://dx.doi.org/10.1123/ijsp.2016-0090>
18. Nobari H, Gonçalves LG, Aquino R, Clemente FM, Rezaei M, Carlos-Vivas J, et al. Wearable inertial measurement unit to measure external load: a full-season study in professional soccer players. *Applied Sciences*. 2022;12(3):1140
19. Malone S, Owen A, Mendes B, Hughes B, Collins K, Gabbett TJ. High-speed running and sprinting as an injury risk factor in soccer: can well-developed physical qualities reduce the risk? *Journal of science and medicine in sport*. 2018;21(3):257-62.<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.05.016>
20. Nobari H, Khalili SM, Zamorano AD, Bowman TG, Granacher U. Workload is associated with the occurrence of non-contact injuries in professional male soccer players: A pilot study. *Frontiers in Psychology*. 2022;13:925722.<https://doi.org/10.25932/publ ishup-56221>
21. Nobari H, Mainer-Pardos E, Denche Zamorano A, Bowman TG, Clemente FM, Pérez-Gómez J. Sprint variables are associated with the odds ratios of non-contact injuries in professional soccer players. *International journal of environmental research and public health*. 2021;18(19):10417.<https://doi.org/10.3390/ijerph181910417>
22. Raya-González J, Nakamura FY, Castillo D, Yanci J, Fanchini M. Determining the relationship between internal load markers and noncontact injuries in young elite soccer players. *International journal of sports physiology and performance*. 2019;14(4):421-5.<https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0466>
23. Häggglund M, Waldén M, Ekstrand J. Injury recurrence is lower at the highest professional football level than at national and amateur levels: does sports medicine and sports physiotherapy deliver? *British journal of sports medicine*. 2016;50(12):751-8.<http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2015-095951>
24. Kordi R, Hemmati F, Heidarian H, Ziaee V. Comparison of the incidence, nature and cause of injuries sustained on dirt field and artificial turf field by amateur football players. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*. 2011;3:1-6.<https://doi.org/10.1186/1758-2555-3-3>
25. Sousa P, Rebelo A, Brito J. Injuries in amateur soccer players on artificial turf: a one-season prospective study. *Physical Therapy in Sport*. 2013;14(3):146-51.<https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2012.05.003>
26. van Beijsterveldt A-M, Steffen K, Stubbe JH, Frederiks JE, van de Port IG, Backx FJ. Soccer injuries and recovery in Dutch male amateur soccer players: results of a prospective cohort study. *Clinical journal of sport medicine*. 2014;24(4):337-42.<https://doi.org/10.1097/jsm.0000000000000028>
27. Kekelekis A, Kounali Z, Kofotolis N, Clemente FM, Kellis E, editors. Epidemiology of injuries in amateur male soccer players: a prospective one-year study. *Healthcare*; 2023: MDPI.
28. Mandorino M, Figueiredo AJ, Gjaka M, Tessitore A. Injury incidence and risk factors in youth soccer players: a systematic literature review. Part II: Intrinsic and extrinsic risk

- factors. *Biology of sport*. 2022;40(1):27-49.<https://doi.org/10.5114/biol sport.2023.109962>
29. McCall A, Dupont G, Ekstrand J. Injury prevention strategies, coach compliance and player adherence of 33 of the UEFA Elite Club Injury Study teams: a survey of teams' head medical officers. *British journal of sports medicine*. 2016;50(12):725-30.<http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2015-095259>
 30. Nobari H, Alves AR, Haghighi H, Clemente FM, Carlos-Vivas J, Pérez-Gómez J, et al. Association between training load and well-being measures in young soccer players during a season. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(9):4451.<https://doi.org/10.3390/ijerph18094451>
 31. Jones A, Jones G, Greig N, Bower P, Brown J, Hind K, et al. Epidemiology of injury in English Professional Football players: A cohort study. *Physical therapy in sport*. 2019;35:18-22.<https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.10.011>
 32. Nobari H, Vahabdelshad R, Pérez-Gómez J, Ardigò LP. Variations of training workload in micro-and meso-cycles based on position in elite young soccer players: a competition season study. *Frontiers in physiology*. 2021;12:668145.<https://doi.org/10.3389/fphys.2021.668145>
 33. Fanchini M, Azzalin A, Castagna C, Schena F, McCall A, Impellizzeri FM. Effect of bout duration on exercise intensity and technical performance of small-sided games in soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2011;25(2):453-8.<https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181c1f8a2>
 34. Hulin BT, Gabbett TJ, Blanch P, Chapman P, Bailey D, Orchard JW. Spikes in acute workload are associated with increased injury risk in elite cricket fast bowlers. *British journal of sports medicine*. 2014;48(8):708-12.<http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2013-092524>
 35. Mohr M, Krstrup P, Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of sports sciences*. 2003;21(7):519-28.<https://doi.org/10.1080/0264041031000071182>
 36. Dellal A, Lago-Peñas C, Rey E, Chamari K, Orhant E. The effects of a congested fixture period on physical performance, technical activity and injury rate during matches in a professional soccer team. *British journal of sports medicine*. 2015;49(6):390-4.<http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2012-091290>
 37. Malone S, Hughes B, Doran DA, Collins K, Gabbett TJ. Can the workload-injury relationship be moderated by improved strength, speed and repeated-sprint qualities? *Journal of science and medicine in sport*. 2019;22(1):29-34.<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.01.010>
 38. Casamichana D, Castellano J, Calleja-Gonzalez J, San Román J, Castagna C. Relationship between indicators of training load in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2013;27(2):369-74.<https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3182548afl>
 39. Mendez-Villanueva A, Buchheit M, Simpson B, Bourdon P. Match play intensity distribution in youth soccer. *International journal of sports medicine*. 2012;101-10.<https://doi.org/10.1055/s-0032-1306323>
 40. Sullivan C, Bilsborough JC, Cianciosi M, Hocking J, Cordy J, Coutts AJ. Match score affects activity profile and skill performance in professional Australian Football players. *Journal of science and medicine in sport*. 2014;17(3):326-31.<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.05.001>
 41. Spencer M, Bishop D, Dawson B, Goodman C. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports medicine*. 2005;35:1025-44.<https://doi.org/10.2165/00007256-200535120-00003>
 42. Barnes C, Archer D, Hogg B, Bush M, Bradley P. The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *International journal of sports medicine*. 2014;35(13):1095-100.<https://doi.org/10.1055/s-0034-1375695>
 43. Faude O, Koch T, Meyer T. Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of sports sciences*. 2012;30(7):625-31.<https://doi.org/10.1080/02640414.2012.665940>
 44. Akenhead R, Hayes PR, Thompson KG, French D. Diminutions of acceleration and deceleration output during professional

- football match play. *J Sci Med Sport*. 2013;16(6):556-61. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.12.005>
45. Osgnach C, Poser S, Bernardini R, Rinaldo R, Di Prampero PE. Energy cost and metabolic power in elite soccer: a new match analysis approach. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42(1):170-8. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3181ae5cfd>
46. Dalen T, Jørgen I, Gertjan E, Havard HG, Ulrik W. Player load, acceleration, and deceleration during forty-five competitive matches of elite soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2016;30(2):351-9. <https://doi.org/10.1519/jsc.00000000000001063>
47. Di Prampero P, Fusi S, Sepulcri L, Morin J-B, Belli A, Antonutto G. Sprint running: a new energetic approach. *Journal of experimental Biology*. 2005;208(14):2809-16. <https://doi.org/10.1242/jeb.01700>
48. Kovacs MS, Roetert EP, Ellenbecker TS. Efficient deceleration: The forgotten factor in tennis-specific training. *Strength & Conditioning Journal*. 2008;30(6):58-69. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31818e5fbc>
49. Lakomy J, Haydon DT. The effects of enforced, rapid deceleration on performance in a multiple sprint test. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2004;18(3):579-83. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2004\)18%3C579:teoerd%3E2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)18%3C579:teoerd%3E2.0.co;2)
50. Eston R. What do we really know about children's ability to perceive exertion? Time to consider the bigger picture. *Pediatric Exercise Science*. 2009;21(4):377-83. <https://doi.org/10.1123/pes.21.4.377>