

Research Paper

Training Loads and Non-Contact Injuries in Soccer: A Full Season Monitoring of a Team in Iranian Premier League**D. Khezri¹, H. Abbasi², H. Nobari³**

1. Assistant Professor in Sport Biomechanics, Department of Sport Biomechanics and Technology, Sport Science Research Institute, Tehran, Iran. (Corresponding Author)

2. Assistant Professor, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Sport Sciences Research Institute, Tehran, Iran

3. Department of Physiology, School of Sport Sciences, University of Extremadura, Cáceres, Spain

Received Date: 2022/01/09**Accepted Date: 2022/02/12****Abstract**

Training loads are important for improving performance and injury prevention. So the present study aimed to monitor training loads and investigate the prediction of non-contact injuries by parameters related to internal and external loads in a Premier League team during a season. 23 players of the Foulad Mobarakeh Sepahan soccer team participated in the study. The training load was measured using GPS and Borg's questionnaire. The parameters of acute load, chronic load, internal load, acute to chronic load ratio, monotony, strain, and the number of non-contact injuries were calculated. Spearman and Pearson's statistical tests were used to examine the relationship between variables. Multiple linear regressions were used to evaluate the predictability of injury through load-related parameters. The results showed that acute load, monotony, and strain were directly and moderately related to non-contact injuries. However, these parameters could not predict non-contact injuries in soccer players. It seems that paying attention to these parameters can help coaches to reduce soccer non-contact injury. However, more data is needed in this regard.

Keywords: Soccer, Acute Load, Chronic Load, Monotony, Non-Contact Injury

1. Email: D.khezri@ssrc.ac.ir, Daividkhezry@gmail.com

2. Email: h.abbasi@ssrc.ac.ir

3. Email: hnobarin@alumnos.unex.es



Extended Abstract

Background and Purpose

The lower number of injuries in football players is related to success in national and international competitions. Therefore, injury prevention is of great importance (1). Accordingly, identifying risk factors for injury is a prior action to taking preventive measures. Training loads including internal and external loads have been suggested as one of the risk factors for injury in the literature (1).

Football is becoming more developed, faster, and more aggressive than ever before, so football players need to be more physically fit (2). To satisfy physical demands, football players must be exposed to regular and appropriate training regimes (2), taking into account the balance between training load (volume, intensity, and frequency of training), and recovery (2). A low training load is not practical for proper functional and adaptive responses. However, excessive training load increases the risk of injury and disease (3). The high rate of injuries in professional football players shows that finding the right balance between training, competitions, and recovery is one of the major challenges for football coaches (2). Monitoring training loads can be a good approach to address this challenge. The goal of monitoring football players is to reduce the risk of overreaching, overtraining, illness, and injury (4).

It has not yet been determined which training load is more effective in preventing noncontact injuries. While training loads have many derivatives, picking the right parameter is worthwhile. Therefore, considering the huge investments of clubs on athletes and the importance of preventing non-contact injury, the purpose of this study was to investigate the distribution of internal and external training loads and to examine injury prediction through parameters related to training loads of a Premier League football team which is in a season of competitions.

Materials and Methods

23 players of the Foulad Mobarakeh Sepahan football team participated in the present study. The team players were monitored for a full-time season. GPS device (Model SPI HPU, GPSports) was used to record the components related to the internal and external load. The indices used in external load monitoring were evaluated by training time recorded with GPS, and an RPE questionnaire with a 10-point Borg scale for internal load monitoring. The parameters of acute load, chronic load, internal load, acute to chronic load ratio, monotony, strain, and the number of non-contact injuries were calculated and collected. Spearman and Pearson's statistical tests were used to examine the relationship between variables.



Multiple linear regression was used to evaluate the predictability of injury through load-related parameters.

Findings

The results showed that acute load, monotony, and strain were directly and moderately related to non-contact injuries. However, these parameters cannot predict these injuries. No significant relationship was observed between the other parameters and the number of non-contact injuries. The acute to chronic load ratio showed that in the second, thirtieth, and forty-first weeks of the 46 weeks of training, the team players were at risk of injury. For 12 weeks, the players did not have adequate training pressure, and for 31 weeks, they were exposed to the appropriate training load with the least risk of injury.

Conclusion

Internal and external training loads have many derivatives that can be used to improve performance and prevent non-contact injuries. The results of this study showed that strain, monotony, and acute load can be better predictors of injury. It seems that paying attention to these parameters can help coaches to reduce injury. However, more data is needed to conclusively prove this claim and more considerations are needed in this regard.

In addition, investigating the acute to chronic load ratio showed that out of 48 weeks of training, only three weeks of acute to chronic load ratio were in the affected area, and in these three weeks, the amount of load was not very severe. Therefore, it seems very reasonable that the number of non-contact injuries during a season was not significant. Bowen et al. (2017) also expressed that the incidence of non-contact injuries increases significantly when the acute to chronic load ratio is 1.76 or higher. However, they were not significantly associated with the occurrence of injury at lower values of this ratio (5). It seems that the relationship between acute to chronic load ratio with non-contact injuries is important only when its values are high.

Furthermore, evidence from previous research has shown that athletes who complete highly consistent training periods are exposed to overtraining syndrome with a slight difference in training load (6). In the present study, the monotony was approximately the same from week 6 to week 25, which could have led to non-contact injuries.

Given the direct and moderate relationship between strain, monotony, and acute load with the incidence of non-contact injuries, attention to these parameters can



probably play a more effective role in predicting injuries, although more data is needed. Finally, due to the small occurrence of non-contact injuries in the present study, the results related to the monitoring of loads, especially acute training load, monotony, strain, and the ratio of acute to chronic load can be provided as a reference for trainers.

Keywords: Football, Acute Load, Chronic Load, Monotony, Non-Contacts Injury

References

1. Clemente FM, Clark C, Castillo D, Sarmento H, Nikolaidis PT, Rosemann T, Knechtle B. Variations of training load, monotony, and strain and dose-response relationships with maximal aerobic speed, maximal oxygen uptake, and isokinetic strength in professional soccer players. *PLoS One*. 2019 Dec 4;14(12): e0225522.
2. Verstappen S, van Rijn RM, Cost R, Stubbe JH. The association between training load and injury risk in elite youth soccer players: a systematic review and best evidence synthesis. *Sports medicine-open*. 2021 Dec;7(1):1-4.
3. Kenttä G, Hassmén P. Overtraining and recovery. *Sports Medicine*. 1998 Jul;26(1): 1-6.
4. McGuigan M. Monitoring training and performance in athletes. *Human Kinetics*; 2017 Mar 10.
5. Bowen L, Gross AS, Gimpel M, Li FX. Accumulated workloads and the acute: chronic workload ratio relate to injury risk in elite youth football players. *British Journal of Sports Medicine*. 2017 Mar 1;51(5):452-9.
6. Bruin G, Kuipers H, Keizer HA, Vander Vusse GJ. Adaptation and overtraining in horses subjected to increasing training loads. *Journal of Applied Physiology*. 1994 May 1;76(5):1908-13.

پروپوزیشن کا نام: علم انسانی و مطالعات فرہنگی
پرتال جامع علوم انسانی



بارهای تمرین و آسیب‌های غیربرخوردی در فوتبال: پایش یک فصل تیم لیگ برتری ایران

داود خضری^۱، حامد عباسی^۲، هادی نوبری^۳

۱. استادیار، گروه بیومکانیک و فناوری ورزشی، پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

۲. استادیار، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران

۳. استادیار، دپارتمان فیزیولوژی، مدرسه اسپورت ساینس، دانشگاه اکسترمدورا، کاسارز، اسپانیا

تاریخ ارسال ۱۴۰۰/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش ۱۴۰۰/۱۱/۲۳

چکیده

بارهای تمرینی یکی از شاخص‌های مهم برای بهبود عملکرد و پیشگیری از آسیب به شمار می‌روند؛ بنابراین مطالعه حاضر با هدف پایش بارهای تمرینی و بررسی پیشگویی آسیب‌های غیربرخوردی به وسیله پارامترهای مرتبط با بارهای داخلی و خارجی در فوتبال‌لیست‌های یکی از تیم‌های لیگ برتری طی یک فصل انجام شد. ۲۳ نفر از بازیکنان تیم فوتبال مبارکه سپاهان به صورت در دسترس در پژوهش حاضر شرکت کردند. بار داخلی از طریق پرسش‌نامه بورگ جمع‌آوری شد. برای ثبت داده‌ها از دستگاه GPS استفاده شد. پارامترهای بار حاد، بار مزمن، بار داخلی، نسبت بار حاد به بار مزمن، مونوتونی، استرین و تعداد آسیب‌های غیربرخوردی محاسبه و جمع‌آوری شد. برای بررسی ارتباط بین متغیرها آزمون‌های آماری اسپیرمن و پیرسون به کار گرفته شد. برای بررسی پیش‌گو بودن آسیب از رگرسیون خطی چندگانه از طریق پارامترهای مرتبط با بار استفاده شد. نتایج نشان داد بار حاد، مونوتونی و استرین با آسیب‌های غیربرخوردی ارتباط مستقیم و متوسط دارند، هرچند این پارامترها توانایی پیش‌بینی آسیب را ندارند. به نظر می‌رسد توجه به این پارامترها می‌تواند برای کاهش آسیب به مربیان کمک کند، با این حال ملاحظات بیشتری در این زمینه لازم است.

واژگان کلیدی: فوتبال، بار حاد، بار مزمن، مونوتونی، آسیب‌های غیربرخوردی

1. Email: D.khezri@ssrc.ac.ir, Daividkhezry@gmail.com

2. Email: h.abbasi@ssrc.ac.ir

3. Email: hnobarin@alumnos.unex.es



مقدمه

برای موفقیت تیم‌های فوتبال، اجتناب از آسیب‌ها بسیار ضروری است (۲،۱). هرچه آسیب‌های فوتبالیست‌ها کمتر باشد، مربیان این امکان را خواهند داشت تا کامل‌ترین تیم را (معمولاً حدود ۲۵ بازیکن که تیمی ۱۱ نفره را تشکیل می‌دهند) برای تمرین و مسابقات در اختیار داشته باشند (۴،۳). پژوهش‌های گذشته نشان داده است این آسیب‌ها بر عملکرد تیم تأثیر منفی می‌گذارد و میزان کمتر مصدومیت با موفقیت در مسابقات ملی و بین‌المللی مرتبط است؛ بنابراین، اجتناب از آسیب بسیار مهم است (۶،۵). یکی از مؤثرترین روش‌های پیشگیری از آسیب یافتن عوامل خطرزای آسیب است. در ادبیات پژوهش، بارهای تمرینی شامل بارهای داخلی و خارجی از مهم‌ترین عوامل خطرزای آسیب بیان شده‌اند (۷).

با توجه اینکه فوتبال روزبه‌روز تکامل یافته‌تر، سریع‌تر و تهاجمی‌تر از گذشته می‌شود؛ بازیکنان فوتبال به آمادگی جسمانی بیشتری نیازمندند (۸). برای برآوردن این نیاز جسمانی بازیکنان فوتبال باید با در نظر گرفتن تعادل بین بار تمرین (حجم، شدت، و دفعات تمرین) و بازگشت به حالت اولیه در معرض رژیم‌های منظم و مناسب تمرین قرار گیرند (۹،۸). بار تمرینی کم برای پاسخ عملکردی و تطبیقی مناسب کافی نیست، با وجود این بار تمرینی بیش از حد نیز خطر آسیب بیش‌تمرینی، آسیب‌ها و بیماری را افزایش می‌دهد (۱۰). میزان زیاد آسیب‌ها در بازیکنان حرفه‌ای فوتبال از دو مصدوم (۱۱) تا ۱۹/۴ مصدوم (۱۲) در هر ۱۰۰۰ ساعت بازی نشان می‌دهد یافتن تعادل مناسب بین تمرین، مسابقات و بازگشت به حالت اولیه یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های مربیان فوتبال است (۸،۱۳). پایش بارهای تمرینی می‌تواند پاسخ مناسبی برای این چالش باشد. در واقع، هدف از پایش بازیکنان فوتبال کاهش خطر فراخستگی، بیش‌تمرینی، بیماری و آسیب است (۱۴).

پایش تمرین می‌تواند درک بهتری از تأثیر بارهای تمرین روی ورزشکاران و متعاقب آن کاهش خطر آسیب، سطح خستگی یا بهبود عملکرد ورزشکاران در اختیار قرار دهد (۱۵). در این خصوص، بار تمرین به دو بخش بار داخلی و بار خارجی تقسیم می‌شود. پاسخ‌های روانی و زیستی به سطحی مشخص از بار خارجی یا عوامل استرس‌زا را بار داخلی می‌گویند. در حالی که بار خارجی تقاضای فیزیکی تحمیل‌شده توسط تمرین و اندازه‌گیری عینی کار انجام‌شده توسط بازیکنان است (۱۷،۱۶). آزمون‌های درک ذهنی از تمرین معمولاً در دسترس‌ترین روش برای کمی‌سازی بار داخلی است (۱۸). از روش‌های مرسوم اندازه‌گیری بار خارجی استفاده از مسافت‌های طی‌شده، سرعت، شتاب‌های افزایشنده



و کاهنده و تغییر جهت‌هاست. این اطلاعات با استفاده از دستگاه‌های GPS، که به شتاب‌سنج یا حس‌گرهای اینرسی مجهزند، به صورت قابل اعتماد در دسترس است (۲۰، ۱۹، ۱۶). با وجود اینکه بیان شده است بررسی بارهای تمرینی می‌تواند به پیشگیری از آسیب کمک کند (۲۱-۱۵)، گفته نشده که بررسی کدام بار نقشی مؤثرتر در پیشگیری از آسیب دارد. این در حالی است که بارهای تمرینی مشتقات زیادی دارند و انتخاب پارامتر مناسب می‌تواند مفید باشد. از طرفی پایش بارها، شیوه نوین برای بررسی بهینه بودن تمرین، کاهش وقوع آسیب و افزایش عملکرد تیم‌های ورزشی در دنیاست. در کشور ما هنوز مطالعه‌ای به بررسی توزیع بارها در هیچ تیمی نپرداخته است؛ بنابراین با توجه به سرمایه‌گذاری‌های کلان باشگاه‌ها روی ورزشکاران و اهمیت پیشگیری از آسیب غیربرخوردی، هدف از مطالعه حاضر بررسی توزیع بارهای داخلی و خارجی تمرینی و بررسی پیشگویی آسیب از طریق پارامترهای مرتبط با بارهای داخلی و خارجی تمرینی یکی از تیم‌های فوتبال لیگ برتری طی یک فصل از مسابقات است.

روش پژوهش

۲۳ نفر از بازیکنان فوتبال تیم فولاد مبارکه سپاهان (جرم: $4/16 \pm 77/04$ کیلوگرم، قد: $6/08 \pm 181/31$ سانتی‌متر و سن: $4/34 \pm 29/04$ سال) به شیوه در دسترس در پژوهش حاضر شرکت کردند. شرط لازم برای ورود به آزمون، شرکت در ۸۰ درصد از تمرینات تیم طی یک فصل کامل بود. بازیکنان پس از اطلاع از روند پژوهش و با اطلاع مربیان تیم رضایت خود را مبنی بر شرکت در آزمایش به صورت کتبی اعلام و پرسش‌نامه سلامت جسمانی را تکمیل کردند. کد مصوبه اخلاق پژوهش حاضر IR.SSRC.REC.1399.060 است.

ورزشکاران تیم به مدت یک فصل کامل بررسی و ارزیابی شدند. برای ثبت مؤلفه‌های مرتبط با بار داخلی و خارجی از دستگاه (GPS (Model SPI HPU, GPSports) استفاده شد. ویژگی‌های دستگاه حاضر شامل: GPS ۱۵ هرتز، شتاب‌سنج ۱۰۰ هرتز / ۱۶ گرم، مغناطیس‌سنج ۵۰ هرتز ردیاب سه‌محوره افزایش و کاهش شتاب‌ها بود. اندازه دستگاه ۷۴ میلی‌متر \times ۴۲ میلی‌متر \times ۱۶ میلی‌متر، وزن ۵۶ گرم و مقاوم در برابر آب بود. انتقال داده‌ها به صورت مادون قرمز و دستگاه دارای دقت و قابلیت اطمینان زیادی (تسارو، و ویلیامز، ۲۰۱۸) بود (۲۱). مطالعات گذشته روایی، پایایی، دقت،

1. Tessaro & Williams



اعتبار و ضریب همبستگی درون‌کلاسی زیادی را برای GPS استفاده‌شده در این پژوهش گزارش کرده‌اند (۲۲).

شاخص‌های مورد استفاده در پایش بار خارجی با استفاده از متغیرهای زمان تمرین، سرعت‌های مختلف دویدن طبق جدول ۱، شتاب افزایشی و کاهش‌ی طبق جدول شماره ۳، حداکثر سرعت دویدن و مسافت دویدن است که با استفاده از GPS مورد استفاده باشگاه در جلسات و مسابقات لیگ ارزیابی شدند. سپس، برای پایش بار داخلی از RPE^۱ یا مقیاس بورگ ۱۰ درجه‌ای استفاده شد که شاخصی معتبر از بار تمرینی داخلی ورزشکار است (۲۳). در هر جلسه تمرینی، بعد از سرد کردن (۳۰ دقیقه بعد) از ورزشکاران مقیاس درک فشار تمرینی پرسیده شد. در این مقیاس، بعد از آنکه بازیکنان فشار تمرینی را اعلام کردند، این فشار در زمان تمرینی به دقیقه ضرب شد تا بار تمرین هر جلسه^۲ محاسبه شود (۲۴)؛ برای مثال اگر فرد در یک جلسه تمرین ۷۰ دقیقه ورزش کرده باشد و اعلام کند فشار تمرینی طبق مقیاس بورگ ۶ بوده است، بار تمرین آن جلسه برابر است با $6 \times 70 = 420$. اگر در یک روز دو جلسه تمرین اجرا می‌شد، محاسبه بار تمرین از جمع بار تمرین محاسبه‌شده در هر دو جلسه محاسبه می‌شد^۳. سپس، در هر هفته مجموع کل بارهای تمرین روزانه به‌عنوان بار تمرین هفتگی محاسبه شد^۴. این بار، بار حاد هفتگی نیز در نظر گرفته می‌شود (۲۳). بار حاد^۵ به‌طور معمول حجم بار تمرینی است که ورزشکار در طول یک هفته انجام می‌دهد و شامل مسابقه و تمرین در این دوره هفت‌روزه است (۲۳).

بار مزمن^۶ میانگین بار تمرین حاد در چهار هفته است. در واقع، بار مزمن، به صورت حجم فعالیت انجام‌شده در ۲۸ روز معرفی می‌شود (۲۳). این متغیر بسیار مهم است؛ زیرا نشانه‌ای روشن از عملکرد تمرینات و مسابقات ورزشکار است و شاخصی برای آمادگی بدنی ورزشکار تلقی می‌شود.

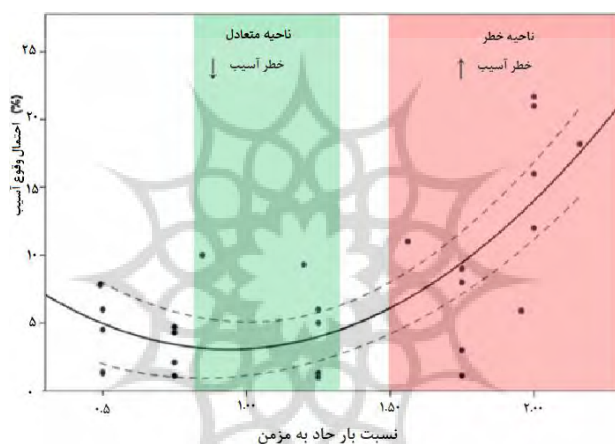
نسبت بار حاد به مزمن^۷ با تقسیم بار فعالیت حاد به بار فعالیت مزمن به دست می‌آید؛ برای مثال بار فعالیت حاد ۱۴۰۰ تقسیم بر بار کار مزمن یعنی ۱۵۰۰ می‌شود که جواب به‌دست‌آمده (۰/۹۳) مساوی با بار (ACWR) است. این متغیر نشان می‌دهد ورزشکار در بار تمرین حاد (آخرین هفته) به

1. Rating of Perceived Exertion
2. Session Training Load = Session RPE x Duration (minutes)
3. Daily Training load = Sum of all Session Training Load for the Entire Day
4. Weekly Training load = Sum of all Daily Training Load for the Entire Week
5. Acute Workload
6. Chronic Workload
7. Acute: Chronic Workload Ratio



نسبت بار تمرینانی که (در چهار هفته گذشته) انجام داده است در چه سطحی قرار دارد. تقسیم‌بندی زیر و شکل شماره ۱ بیانگر پیشگیری از آسیب ورزشکار به هنگام پایش و شناخت بار تمرین است (۲۵).

- عدد به‌دست‌آمده زیر ۰/۸ ورزشکار در معرض بی‌تمرینی قرار دارد ^۱ (۲۵).
- ۰/۸ الی ۱/۳ حد مطلوب فشار تمرین و در معرض خطر بودن کم ^۲ (۲۵).
- ۱/۳ الی ۱/۴ مرز بین شدت مطلوب و مرز آسیب (۲۵).
- بیش از ۱/۵ ورزشکار مستعد آسیب و مصدومیت آسیب‌های غیرتماسی است ^۳ (۲۵).



شکل ۱- مقادیر نسبت بار حاد به مزمن و ناحیه‌های بی‌تمرینی، متعادل و در معرض آسیب

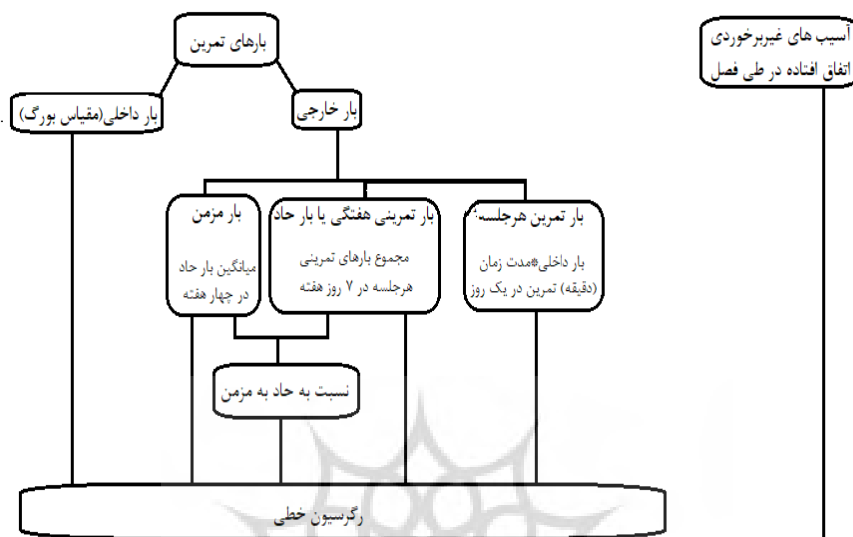
مونوتونی: به انحراف استاندارد بار هفتگی مونوتونی گفته می‌شود (۱۰).

استرین: حاصل ضرب بار هفتگی در مونوتونی استرین نام دارد (۱۰).

آسیب‌های غیربرخوردی: تمامی آسیب‌های غیربرخوردی توسط مربیان ثبت و همان روز به‌منظور ثبت در بانک‌ها به تیم پژوهش گزارش می‌شد. دیاگرام شیوه پژوهش در شکل شماره ۲ نشان داده شده است.

1. Under Training Risk
2. Optimal Load Risk
3. Excessive Load





شکل ۲- دیاگرام شیوه بررسی و تجزیه و تحلیل پژوهش

برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. تمامی پارامترها غیر از آسیب‌های غیربرخوردی از توزیع نرمال پیروی می‌کردند. برای بررسی ارتباط بین پارامترهای با توزیع نرمال از آزمون آماری پیرسون و برای بررسی ارتباط پارامترهای با توزیع غیرنرمال از آزمون ناپارامتریک اسپیرمن استفاده شد. حدود زیر برای تعریف قدرت ضرایب همبستگی در نظر گرفته شد (۵): ≤ 0.1 بی‌اهمیت؛ 0.1 تا 0.3 کم؛ 0.3 تا 0.5 متوسط؛ 0.5 تا 0.7 زیاد؛ 0.7 تا 0.9 بسیار زیاد؛ 0.9 \geq کامل). برای بررسی میزان پیش‌بینی خطر آسیب‌های غیربرخوردی با پارامترهای بارهای داخلی و خارجی از آزمون رگرسیون چندگانه خطی استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

یافته‌ها

ارتباط بین پارامترهای پژوهش با تعداد آسیب نشان داد بین تعداد آسیب با مونوتونی ($r=0.46$; CI) ارتباط معنادار (95% [0.15 to 0.67]; $P=0.00$) با استرین ($r=0.48$; CI 95% [0.22 to 0.68]; $P=0.00$) ارتباط معنادار



وجود داشت. همچنین بین مدت‌زمان تمرین و مقیاس درک فشار ($r=0.83$; CI 95% [0.70 to 0.91];)
 $r=0.45$; CI 95% [0.16 to 0.74]; $P=0.00$ ، بار حاد ($r=0.97$; CI 95% [0.94 to 0.99]; $P=0.00$)
 $r=0.66$; CI 95% [0.42 to 0.89]; $P=0.00$ ، مونتونی ($r=0.42$; CI 95% [0.11 to 0.66]; $P=0.00$) و استرین ($r=0.91$; CI 95% [0.36 to 0.85]; $P=0.00$)
 $r=0.91$; CI 95% [0.82 to 0.95]; $P=0.00$ ، مونتونی ($r=0.01$; CI 95% [0.03 to 0.61]; $P=0.01$) و استرین ($r=-0.34$; CI 95% [0.03 to 0.61]; $P=0.01$)
 $r=0.64$; CI 95% [0.37 to 0.82]; $P=0.00$) ارتباط معنادار وجود داشت. بار حاد نیز با بار مزمن ($r=0.40$; CI 95% [0.10 to 0.64]; $P=0.00$)
 $r=0.46$; CI 95% [0.15 to 0.70]; $P=0.00$) و استرین ($r=0.70$; CI 95% [0.39 to 0.90]; $P=0.00$)
 $r=0.72$; CI 95% [0.44 to 0.90]; $P=0.00$) و نسبت بار حاد به مزمن ($r=-0.38$; CI 95% [-0.58 to -0.18]; $P=0.00$)
 $r=0.14$; $P=0.00$) ارتباط معنادار داشت (جدول شماره ۱).

جدول ۱- تحلیل همبستگی پیرسون و اسپیرمن

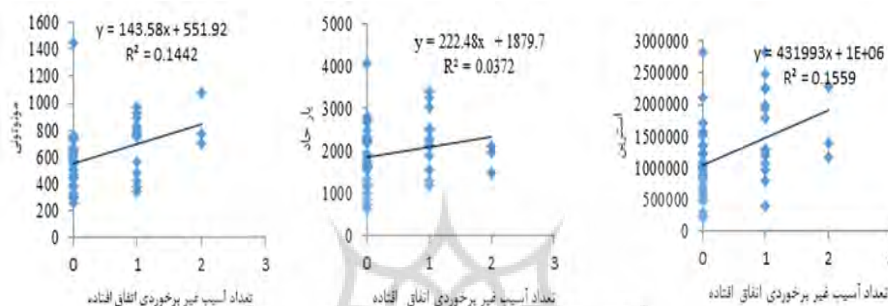
متغیرها	تعداد آسیب	مدت‌زمان تمرین (دقیقه)	مقیاس درک فشار	نسبت بار حاد به مزمن	بار حاد	بار مزمن	مونتونی	استرین
تعداد آسیب ***	۱							
مدت‌زمان تمرین (دقیقه)	۰.۱۹۶	۱						
مقیاس درک فشار	۰.۱۹۵	۰.۸۳۱*	۱					
بار حاد	۰.۳۳۵*	۰.۹۷۹*	۰.۹۰۸*	۱				
بار مزمن	۰.۱۸۹	۰.۴۵۴*	۰.۲۳۹	۰.۴۰۵*	۱			
نسبت بار حاد به مزمن	-۰.۰۹۱	-۰.۲۸۳	-۰.۲۴۱	-۰.۲۴۲	۰.۰۴۷	۱		
مونتونی	۰.۴۶۴*	۰.۴۲۳*	-۰.۳۴۹*	۰.۴۶۵*	۰.۱۰۷	-۰.۱۹۷	۱	
استرین	۰.۴۸۴*	۰.۶۶۵*	۰.۶۳۶*	۰.۷۰۶*	۰.۱۶۵	-۰.۳۸۱*	۰.۷۲۶*	۱

* = ارتباط معنادار *** = ضریب همبستگی اسپیرمن



رگرسیون خطی چندگانه:

مدل رگرسیون خطی همه پارامترها به تعداد آسیب‌های غیربرخوردی نشان داد بار حاد، مونوتونی و استرین می‌تواند پیش‌بین آسیب باشند ($r^2=0.34$; $F=4.97$; $P=0.00$). شکل شماره ۳ مدل‌های رگرسیونی این پارامترها با تعداد آسیب‌های غیر برخوردی را نشان می‌دهد.



شکل ۳- تجزیه و تحلیل رگرسیون پارامترهای پیش‌بین آسیب‌های غیربرخوردی

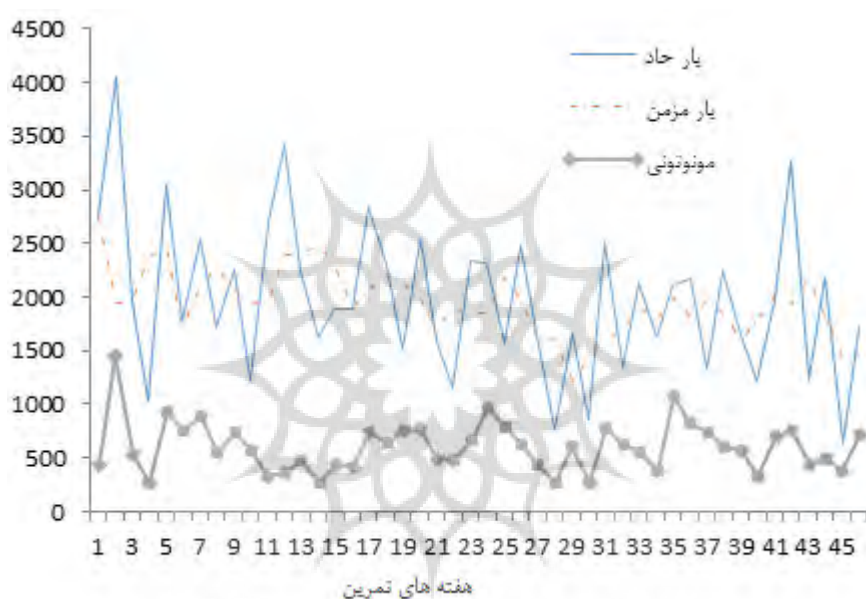
بررسی نسبت بار حاد به بار مزمن نشان داد تنها در سه هفته دوم، سی‌ام و چهل‌ویکم از ۴۶ هفته تمرین بازیکنان تیم در معرض خطر آسیب بودند. در ۱۲ هفته بازیکنان فشار تمرینی مناسبی نداشتند و در ۳۱ هفته بازیکنان در معرض بار تمرینی مناسب با کمترین احتمال وقوع آسیب قرار داشتند (جدول شماره ۲).

جدول ۲- مقایسه مقادیر نسبت بار حاد به مزمن در این پژوهش با هنجار موجود در پیشینه پژوهش

هفته	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
نسبت بار حاد به مزمن	۱.۰	۱.۴۸	۰.۴۸	۱.۳۰	۱.۰۱	۱.۱۹	۰.۷۹	۱.۰۹	۰.۶۲	۱.۳۹	۱.۴۳	۰.۹۳	۰.۶۵	۰.۸۱	۰.۹۹	۱.۳۶
مقایسه با هنجار	N	HR	UT	N	N	N	N	N	UT	N	N	UT	N	N	N	N
هفته	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱	۳۲
نسبت بار حاد به مزمن	۰.۶۷	۰.۲۷	۰.۸۰	۰.۶۸	۱.۲۱	۱.۱۸	۰.۸۳	۱.۱۷	۰.۷۹	۰.۴۶	۱.۰۲	۰.۷۱	۱.۷۰	۰.۸۳	۱.۲۷	۰.۲
مقایسه با هنجار	N	UT	UT	N	UT	N	N	N	N	N	UT	N	UT	HR	N	N
هفته	۳۳	۳۴	۳۵	۳۶	۳۷	۳۸	۳۹	۴۰	۴۱	۴۲	۴۳	۴۴	۴۵	۴۶	--	--
نسبت بار حاد به مزمن	۰.۸	۱.۱۱	۱.۰۵	0.73	۱.۲۱	۰.۸۹	۰.۷۵	۱.۱۳	۱.۶۰	۰.۶۵	۱.۰۱	۰.۳۳	۱.۱۶	۰.۸۸	--	--
مقایسه با هنجار	N	N	N	UT	N	N	UT	N	HR	UT	N	UT	N	N	--	--



HR=احتمال وقوع آسیب بالا N=دامنه بهینه عملکرد و خطر آسیب اندک UT=شرایط بی‌تمرینی
 شکل شماره ۴ توزیع بارهای حاد، مزمن و موتوتونی را نشان می‌دهد. از این شکل می‌توان استنباط کرد که در هفته‌های دوم، یازدهم، سی‌ام و چهل‌ودوم تیم با بیشترین بار حاد مواجه بوده است، در حالی که بیشترین میزان موتوتونی در هفته‌های دوم، بیست‌وچهارم و سی‌وششم اتفاق افتاده است (شکل شماره ۴).



شکل ۴- توزیع بار حاد، بار مزمن و موتوتونی طی یک فصل

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر با هدف بررسی امکان پیش‌بینی آسیب از طریق بارهای تمرینی و همچنین بررسی توزیع بارهای تمرینی طی یک فصل از لیگ برتر فوتبال انجام شد. برای ارزیابی هدف اول، ابتدا آزمون همبستگی اسپیرمن و پیرسون بین متغیرهای پژوهش و آسیب انجام شد. با توجه به اینکه پارامترهای مرتبط با بارهای داخلی و خارجی به‌گونه‌ای مشتق بار حاد هفتگی و بار داخلی بودند، طبیعی بود که در درون متغیرهای پژوهش ارتباط معنادار وجود داشته باشد (جدول شماره ۱)، اما نکته حائز اهمیت ارتباط پارامترهای مرتبط با بارهای تمرینی و میزان وقوع آسیب‌های غیربرخوردی بود که نشان داد

بین بار حاد، استرین و مونوتونی با تعداد آسیب‌های غیربرخوردی ارتباط متوسط و مستقیم وجود دارد. سپس، برای بررسی اینکه این متغیرها پیش‌بین آسیب‌اند یا خیر از آزمون رگرسیون چندگانه استفاده شد که نشان داد هرچند این پارامترها می‌توانند با آسیب مرتبط باشند، پیش‌بین آسیب نیستند (R^2 در این آزمون ۰/۳۴ بود)؛ بنابراین به نظر می‌رسد هیچ کدام از پارامترهای مرتبط با بار نتوانند وقوع آسیب را پیش‌بینی کنند. در ادامه نیز این نکته بررسی شد که هر کدام از این پارامترها تا چه می‌توانند میزان وقوع آسیب‌های غیربرخوردی را پیش‌بینی کنند که مقدار R^2 در هیچ‌یک از موارد قابل توجه نبود (شکل شماره ۳).

از طرفی، در ادبیات پژوهش بیان شده است که این پارامترها با آسیب مرتبطاند (۲۶) و یکی از مهم‌ترین این پارامترها نسبت بار حاد به مزمین معرفی شده است (۲۶، ۲۷). از این رو، برای تفسیر نتایج پژوهش حاضر به بررسی نسبت بار حاد به بار مزمین پرداختیم (جدول شماره ۲). نتایج بررسی این پارامتر نشان داد از ۴۸ هفته تمرین فقط سه هفته نسبت بار حاد به مزمین در این ناحیه افزایش می‌یافت و در این سه هفته هم مقدار بار بسیار شدید نبوده است؛ بنابراین، بسیار منطقی به نظر می‌آید که میزان آسیب‌های غیربرخوردی طی یک فصل اندک باشد. بوون و همکاران^۱ (۲۰۱۷) نیز بیان کردند که وقتی نسبت بار حاد به مزمین ۱/۷۶ یا بیشتر باشد، وقوع آسیب‌های غیربرخوردی به صورت معناداری افزایش می‌یابد، اما در مقادیر پایین‌تر این نسبت، ارتباط خاصی با وقوع آسیب پیدا نکردند (۲۸). از طرفی، ورستافن و همکاران^۲ بیان کردند که بین پارامترهای مرتبط با بار و میزان شیوع آسیب ارتباط معناداری وجود ندارد (۸). به نظر می‌رسد بررسی ارتباط نسبت بار حاد به بار مزمین با آسیب‌های غیربرخوردی فقط زمانی حائز اهمیت باشد که مقادیر آن زیاد باشد یا برای مدت‌زمان‌های بسیار زیادی بررسی شود. در ادبیات پژوهش برای بررسی ارتباط بین پارامترهای مرتبط مختلف و آسیب، اصولاً تیم‌های را به مدت چندین سال ارزیابی می‌کنند تا بتوانند ارتباط معناداری برای پیش‌بینی آسیب‌های غیربرخوردی کشف کنند (۳)؛ بنابراین به نظر می‌رسد یک فصل زمان کمی برای این بررسی است.

شواهد در پژوهش‌های گذشته نشان داده است، ورزشکارانی که دوره‌های تمرینی بسیار یکنواختی را پشت سر می‌گذارند با اندکی تفاوت در بار تمرین در معرض سندروم بیش‌تمرینی قرار می‌گیرند (۲۹). در پژوهش‌های مربوط به اسب‌های مسابقه‌ای نشان داده شده است اسب‌هایی که تمرینشان تناوب

1. Bowen
2. Verstappen



آسان و سخت را داشته است، دچار بیش‌تمرینی نشده‌اند. بدین معنا که هر گاه مونوتونی افزایش یافته، نشانه‌های بیش‌تمرینی آن‌ها کاهش یافته است (۳۰). از مقایسه این یافته‌ها با نتایج پژوهش حاضر می‌توان مشاهده کرد که مونوتونی در پژوهش حاضر از هفته شش تا ۲۵ تقریباً یکسان بوده است (شکل شماره ۴)، این موضوع می‌توانسته به آسیب‌های غیربرخوردی منجر شود. همچنین نشان داده است میزان زیاد استرین بارهای تمرینی (بار حاد \times مونوتونی) با آسیب رابطه قابل توجهی دارد. اسکیت‌بازان و بازیکن راگی با افزایش استرین بارهای تمرینی به‌طور معناداری بیشتر دچار آسیب‌های غیربرخوردی شده‌اند (۳۱). با توجه به نتایج پژوهش‌های گذشته و وجود ارتباط متوسط در پژوهش حاضر به نظر می‌رسد توجه به این پارامترها می‌تواند در پیشگیری از آسیب مفید باشد.

از طرفی یکی از مهم‌ترین دلایل پایش بارهای تمرینی داخلی و خارجی بهبود عملکرد ورزشکاران و همچنین قرار گرفتن ورزشکار در ناحیه متعادل تمرینی (بیشترین میزان عملکرد و کمترین میزان وقوع آسیب) است؛ بنابراین هدف دوم پژوهش بررسی توزیع بارهای داخلی و خارجی است. با توجه به اینکه بار داخلی ارتباط مستقیم و بسیار زیادی با بار حاد داشت، در این پژوهش صرفاً به بررسی بار حاد و مشتقات مهم‌تر آن یعنی بار مزمن و مونوتونی پرداختیم. بار مزمن نمایانگر این است که ورزشکار طی یک ماه در معرض چه باری بوده است. نتایج پژوهش حاضر، که به‌صورت نمودار بیان شده است (شکل شماره ۴)، نشان می‌دهد بار مزمن تقریباً رفتاری یکنواخت داشته است، هرچند میزان تغییرات در بار حاد بیشتر بوده است. نتایج این نمودار در زمینه توزیع بارهای تمرینی می‌تواند به مربیان کمک کند. درواقع، با توجه به تعداد اندک آسیب‌های غیربرخوردی با شرایطی تمرینی بیان‌شده، مربیان می‌توانند از نتایج مرتبط به پایش بارهای تمرینی به‌عنوان مرجع علمی استفاده کنند، اگرچه به نظر می‌رسد احتمالاً پایش بارهای تمرینی به‌تنهایی بیانگری واضح برای نمایش عملکرد یا وقوع آسیب نباشد و بررسی فاکتورهای آمادگی جسمانی در کنار پایش بارها اطلاعات مفیدتری را ارائه دهند.

پیام مقاله

بارهای داخلی و خارجی تمرین مشتقات زیادی دارند که می‌توان برای بهبود عملکرد و پیشگیری از آسیب از آن‌ها استفاده کرد. با توجه به وجود ارتباط مستقیم و متوسط استرین، مونوتونی و بار حاد با میزان وقوع آسیب‌های غیربرخوردی احتمالاً توجه به این پارامترها می‌تواند در پیشگوی آسیب نقشی مؤثرتری داشته باشند، هرچند برای اثبات قطعی این ادعا به حجم بیشتری از داده‌ها نیاز است.



در نهایت، با توجه به وقوع اندک آسیب‌های غیربرخوردی در پژوهش حاضر نتایج مرتبط با پایش بارها می‌تواند به‌عنوان مرجع در اختیار مربیان قرار بگیرد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر مستخرج از طرح مشترک تیم فوتبال فولاد مبارکه سپاهان با پژوهشگاه تربیت بدنی است. از تمامی کارکنان تیم که ما را در این پروژه یاری کردند سپاس‌گزاریم، به‌ویژه از جناب آقای منوچهر رضایی تکنسین GPS مجموعه بابت کمک‌های بی‌دریغشان نهایت تشکر و قدردانی را داریم. از دکتر افشین فیاض موقر بابت ارائه مشورت‌های آماری در این پژوهش سپاس‌گزاریم.

منابع

1. Zarei M, Abbasi H, Daneshjoo A, Barghi TS, Rommers N, Faude O, Rössler R. Long-term effects of the 11+ warm-up injury prevention programme on physical performance in adolescent male football players: a cluster-randomised controlled trial. *Journal of sports sciences*. 2018 Nov 2;36(21):2447-54.
2. Zarei M, Abbasi H. Epidemiology and prevention programs on football injuries in children and adolescent players: Systematic review. *Journal of Exercise Science and Medicine*. 2018 Feb 20;9(2):217-42. (in Persian)
3. Ekstrand J, Spreco A, Bengtsson H, Bahr R. Injury rates decreased in men's professional football: an 18-year prospective cohort study of almost 12 000 injuries sustained during 1.8 million hours of play. *British journal of sports medicine*. 2021 Feb 5.
4. Häggglund M, Waldén M, Magnusson H, Kristenson K, Bengtsson H, Ekstrand J. Injuries affect team performance negatively in professional football: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *British journal of sports medicine*. 2013 Aug 1;47(12):738-42.
5. Eirale C, Tol JL, Farooq A, Smiley F, Chalabi H. Low injury rate strongly correlates with team success in Qatari professional football. *British journal of sports medicine*. 2013 Aug 1;47(12):807-8.
6. Arnason A, Sigurdsson SB, Gudmundsson A, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2004 Feb 1;36(2):278-85.
7. Clemente FM, Clark C, Castillo D, Sarmento H, Nikolaidis PT, Rosemann T, Knechtle B. Variations of training load, monotony, and strain and dose-response relationships with maximal aerobic speed, maximal oxygen uptake, and isokinetic strength in professional soccer players. *PLoS One*. 2019 Dec 4;14(12): e0225522.



8. Verstappen S, van Rijn RM, Cost R, Stubbe JH. The association between training load and injury risk in elite youth soccer players: a systematic review and best evidence synthesis. *Sports medicine-open*. 2021 Dec;7(1):1-4.
9. Kellmann M, Bertollo M, Bosquet L, Brink M, Coutts AJ, Duffield R, Erlacher D, Halson SL, Hecksteden A, Heidari J, Kallus KW. Recovery and performance in sport: consensus statement. *International journal of sports physiology and performance*. 2018 Feb 1;13(2):240-5.
10. Kenttä G, Hassmén P. Overtraining and recovery. *Sports medicine*. 1998 Jul;26(1):1-6.
11. Junge A, Chomiak J, Dvorak J. Incidence of football injuries in youth players. *The American journal of sports medicine*. 2000 Sep;28(5_suppl):47-50.
12. Ergün M, Denerel HN, Binnet MS, Ertat KA. Injuries in elite youth football players: a prospective three-year study. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2013 Jan 1;47(5):339-46.
13. Impellizzeri FM, Marcora SM, Coutts AJ. Internal and external training load: 15 years on. *International journal of sports physiology and performance*. 2019 Feb 1;14(2):270-3.
14. McGuigan M. Monitoring training and performance in athletes. *Human Kinetics*; 2017 Mar 10.
15. Clemente FM, Silva R, Chen YS, Aquino R, Praça GM, Castellano J, Nobari H, Mendes B, Rosemann T, Knechtle B. Accelerometry-workload indices concerning different levels of participation during congested fixture periods in professional soccer: a pilot study conducted over a full season. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021 Jan;18(3):1137.
16. Clemente FM, Silva R, Ramirez-Campillo R, Afonso J, Mendes B, Chen YS. Accelerometry-based variables in professional soccer players: comparisons between periods of the season and playing positions. *Biology of Sport*. 2020 Dec;37(4):389.
17. Reche-Soto P, Cardona-Nieto D, Diaz-Suarez A, Bastida-Castillo A, Gomez-Carmona C, Garcia-Rubio J, Pino-Ortega J. Player load and metabolic power dynamics as load quantifiers in soccer. *Journal of Human Kinetics*. 2019 Oct; 69:259.
18. Delecroix B, Mccall A, Dawson B, Berthoin S, Dupont G. Workload monotony, strain and non-contact injury incidence in professional football players. *Science and Medicine in Football*. 2019 Apr 3;3(2):105-8. 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 Jun 1;21(6):579-85.
19. Castillo D, Raya-González J, Weston M, Yanci J. Distribution of external load during acquisition training sessions and match play of a professional soccer team. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2021 Dec 1;35(12):3453-8.



20. Nobari H, Praca GM, Clemente FM, Perez-Gomez J, Carlos Vivas J, Ahmadi M. Comparisons of new body load and metabolic power average workload indices between starters and non-starters: A full-season study in professional soccer players. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*. 2021 Jun;235(2):105-13.
21. Nobari H, Khalili SM, Zamorano AD, Bowman TG, Adsuar JC, Perez-Gomez J, Granacher U. Workload is Associated with the Occurrence of Non-Contact Injuries in Professional Male Soccer Players: A Pilot Study.
22. Tessaro E, Williams JH. Validity and reliability of a 15 Hz GPS device for court-based sports movements. *Sport Performance & Science Reports*. 2018 May; 29:1-4.
23. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, Doleshal P, Dodge C. A new approach to monitoring exercise training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2001 Feb 1;15(1):109-15.
24. Nobari H, Alves AR, Clemente FM, Pérez-Gómez J, Clark CC, Granacher U, Zouhal H. Associations between variations in accumulated workload and physiological variables in young male soccer players over the course of a season. *Frontiers in Physiology*. 2021 Mar 18; 12:233.
25. Windt J, Gabbett TJ. Is it all for naught? What does mathematical coupling mean for acute: chronic workload ratios?. *British journal of sports medicine*. 2019 Aug 1;53(16):988-90.
26. Nobari H, Vahabidelshad 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 Apr 29; 12:529.
27. Hulin BT, Gabbett TJ, Caputi P, Lawson DW, Sampson JA. Low chronic workload and the acute: chronic workload ratio are more predictive of injury than between-match recovery time: a two-season prospective cohort study in elite rugby league players. *British journal of sports medicine*. 2016 Aug 1;50(16):1008-12.
28. Bowen L, Gross AS, Gimpel M, Li FX. Accumulated workloads and the acute: chronic workload ratio relate to injury risk in elite youth football players. *British journal of sports medicine*. 2017 Mar 1;51(5):452-9.
29. Bruin G, Kuipers H, Keizer HA, Vander Vusse GJ. Adaptation and overtraining in horses subjected to increasing training loads. *Journal of Applied Physiology*. 1994 May 1;76(5):1908-13.
30. Foster CA. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine and science in sports and exercise*. 1998 Jul 1;30(7):1164-8.
31. Thornton HR, Delaney JA, Duthie GM, Scott BR, Chivers WJ, Sanctuary CE, Dascombe BJ. Predicting self-reported illness for professional team-sport athletes. *International journal of sports physiology and performance*. 2016 May 1;11(4): 543-50.



ارجاع‌دهی

خضری داود، عباسی حامد، نوبری هادی. بارهای تمرین و آسیب‌های غیربرخوردی در فوتبال: پایش یک فصل تیم لیگ برتری ایران. مطالعات طب ورزشی. بهار ۱۴۰۱؛ ۱۴(۳۱)، ۴۵-۶۴. شناسه دیجیتال: 10.22089/SMJ.2022.12074.1564

Khezri D, Abbasi H, Nobari H. Training Loads and Non-Contact Injuries in Soccer: A Full Season Monitoring of a Team in Iranian Premier League. Sport Medicine Studies. Spring 2022; 14 (31): 45-64. (Persian). Doi: 10.22089/SMJ.2022.12074.1564

