



Original Article

Association between Dynamic Neuromuscular Stabilization Functional Test and the Incidence of Musculoskeletal Injuries in Football Players

Mojtaba Kamkar^{1*}, PhD Candidate; Ali Asghar Norasteh², PhD; Mostafa Zarei³, PhD

¹Department of Corrective Exercises and Sport Injuries, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

²Department of Physiotherapy, Faculty of Medicine, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran

³Department of Sport Rehabilitation and Health, Faculty of Sport Sciences and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Article Information

Article History:

Received: May 31, 2025

Accepted: October 06, 2025

*Corresponding Author:

Mojtaba Kamkar, PhD Candidate;
Department of Corrective Exercises
and Sport Injuries, School of Physical
Education and Sport Sciences,
University of Guilan, Rasht, Iran
Email: mojtaba_kamkar50@yahoo.com

Abstract

Introduction: Non-contact injuries are a common issue in football, and identifying potential risk factors can aid in designing preventive interventions. This study aimed to investigate the association between the Dynamic Neuromuscular Stabilization Functional (FDNS) Test and the incidence of non-contact musculoskeletal injuries in football players.

Methods: This prospective correlational study involved 100 male football players aged 18-25 years who were active in the North Khorasan provincial league in 2023. All participants performed the FDNS test, which consisted of 11 subtests. Non-contact sports injuries were recorded weekly throughout the season by the researcher using a modified version of the Fuller et al., injury questionnaire. Data were analyzed using Spearman's correlation coefficient at a significance level of $P < 0.05$ with SPSS software, version 27.

Results: A total of 45 non-contact injuries were reported during the season (prevalence rate=45%; injury incidence=4.1 injuries per 1000 hours). The most common injury sites were the ankle, groin, and hamstring. There was a statistically significant but weak negative correlation between the overall FDNS test score and non-contact injuries ($r = -0.304$, $P = 0.002$). Among the subtests, hip flexion ($r = -0.230$, $P = 0.043$) and trunk extension ($r = -0.244$, $P = 0.014$) showed weak but significant correlations with injury occurrence.

Conclusion: The observed association between the FDNS test scores and non-contact injuries in this study was weak. However, this test might have the potential to be used as a component of initial injury screening. Nevertheless, further studies are necessary to more comprehensively evaluate the predictive validity of this test.

Keywords: Incidence; Cumulative Trauma Disorders; Athletic Injuries; Postural Balance; Core stability; Soccer; Exercise

Please cite this article as:

Kamkar M, Norasteh AA, Zarei M. Association between Dynamic Neuromuscular Stabilization Functional Test and the Incidence of Musculoskeletal Injuries in Football Players. Sadra Med. Sci. J. 2026; 14(2): 434-448. doi: 10.30476/smsj.2026.107326.1648.



مجله علوم پزشکی صدرا

<https://smsj.sums.ac.ir/>


مقاله پژوهشی

بررسی ارتباط بین آزمون عملکردی ثبات عصبی عضلانی پویا با آسیب‌های اسکلتی عضلانی در بازیکنان فوتبال

مجتبی کامکار^{۱*}، علی اصغر نورسته^۲، مصطفی زارعی^۳

^۱گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
^۲گروه فیزیوتراپی، استاد، دانشکده پزشکی، گروه فیزیوتراپی، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران
^۳گروه توانبخشی و سلامت، دانشکده علوم ورزشی دانشگاه شهید بهشتی تهران، تهران، ایران

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۱۴

نویسنده مسئول:

مجتبی کامکار

گروه آسیب شناسی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
 پست الکترونیکی: mojtaba_kamkar50@yahoo.com

مقدمه: آسیب‌های غیر برخوردی از مشکلات شایع در فوتبال هستند و شناسایی عوامل خطر بالقوه می‌تواند به طراحی مداخلات پیشگیرانه از این آسیب‌ها کمک کند. هدف این مطالعه، بررسی ارتباط آزمون عملکردی ثبات عصبی عضلانی پویا (FDNS) با بروز آسیب‌های غیر برخوردی در فوتبالیست‌ها بود.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر، آینده‌نگر و از نوع همبستگی است، آزمودنی‌ها ۱۰۰ فوتبالیست مرد در بازه سنی ۱۸-۲۵ سال بودند که در سال ۱۴۰۲ در لیگ استان خراسان شمالی فعالیت می‌کردند. تمامی آزمودنی‌ها، آزمون‌های عملکردی ثبات عصبی عضلانی، شامل ۱۱ خرده آزمون را اجرا کردند. آسیب‌های ورزشی غیر برخوردی به‌صورت هفتگی و با استفاده از پرسشنامه تعدیل‌شده فولر و همکاران توسط محقق ثبت، و داده‌ها با آزمون اسپیرمن در سطح معناداری ۰/۰۵ و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: در طول فصل، ۴۵ آسیب غیر برخوردی گزارش شد (نرخ شیوع: ۴۵ درصد، ۴/۱ آسیب در هر ۱۰۰۰ ساعت). بیشترین آسیب‌ها در مچ پا، کشاله ران و همسترینگ رخ داد. نتایج نشان داد که بین امتیاز کلی آزمون و آسیب‌های غیر برخوردی همبستگی معناداری وجود دارد ($r=0/304$, $P=0/002$)، همچنین، خرده آزمون‌های فلکشن ران ($r=0/230$, $P=0/043$)، و اکستنشن تنه ($r=0/244$, $P=0/014$)، نیز همبستگی ضعیف و معناداری با آسیب‌ها داشتند.

نتیجه‌گیری: ارتباط مشاهده‌شده بین آزمون عملکردی ثبات عصبی عضلانی پویا و آسیب‌های غیر برخوردی در این مطالعه ضعیف بود، ولی این آزمون ممکن است پتانسیل استفاده به‌عنوان بخشی از غربالگری اولیه آسیب را داشته باشد. با این حال، انجام مطالعات بیشتر برای بررسی جامع‌تر اعتبار پیش‌بینی‌کنندگی این آزمون لازم است.

کلمات کلیدی: بروز؛ اختلالات تجمعی ناشی از ضربه؛ آسیب‌های ورزشی؛ تعادل وضعیتی؛ ثبات مرکزی بدن؛ فوتبال؛ ورزش

لطفاً این مقاله را به این صورت استناد کنید:

کامکار م، نورسته ع، زارعی م. بررسی ارتباط بین آزمون عملکردی ثبات عصبی عضلانی پویا با آسیب‌های اسکلتی عضلانی در بازیکنان فوتبال. مجله علوم پزشکی صدرا. دوره ۱۴، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۵، ۴۳۴-۴۴۸.

بررسی کرده‌اند (۱۳). الگوهای حرکتی نامناسب با افزایش خطر آسیب، تغییر بارگذاری مفصل و فشارهای تجمعی مرتبط هستند (۱۴، ۱۵). استفاده از ارزیابی‌های عملکردی و راهبردهای تمرینی می‌تواند عملکرد ورزشی را بهبود ببخشد، پیشگیری از آسیب را تسهیل کند و برنامه‌های تمرینی مناسبی ارائه دهد (۱۵-۱۷). شناسایی عدم تقارن بدن، بی‌ثباتی مفصل و اختلال فعال‌سازی عضلات وضعیتی از طریق ارزیابی الگوهای حرکتی، امکان اصلاح این عوامل خطر از طریق تمرینات مناسب را فراهم می‌کند (۱۸، ۱۹). به همین دلیل، آزمون‌هایی که کیفیت حرکت را ارزیابی می‌کنند برای تشخیص، پیش‌بینی خطر آسیب و کنترل تمرین ضروری هستند (۱۰، ۲۰، ۲۱). غربالگری و ارزیابی عملکردی پیش از فصل مسابقات با شناسایی ورزشکاران در معرض خطر، امکان طراحی برنامه‌های پیشگیری و کاهش آسیب را فراهم می‌کند (۴، ۱۵، ۲۲-۲۴). در این راستا، آزمون‌های کلینیکی غربالگری و ارزیابی عملکردی متعددی، از جمله آزمون غربالگری حرکات عملکردی^{۱۱}، آزمون تعادل Y و ستاره‌ای^{۱۲}، آزمون پرش تاک^{۱۳}، آزمون سیستم امتیاز خطای فرود^{۱۴}، آزمون‌های پرش و فرود^{۱۵} و آزمون‌های دیگر معرفی شده‌اند (۲۵-۲۷). برخی از این آزمون‌ها بر بخش خاصی از بدن، به‌ویژه اندام تحتانی تمرکز دارند و برخی دیگر با استفاده از حرکات بنیادی، تقارن سمت چپ و راست و تعادل بین ثبات و تحرک را ارزیابی می‌کنند (۲۶، ۲۷).

در دهه پیش پروفیسور پاول کولار^{۱۶} رویکرد ثبات عصبی عضلانی پویا^{۱۷} را که بر مبنای اصول نوروفیزیولوژیک سیستم حرکتی بود، معرفی کرد. این رویکرد دربرگیرنده اصول حرکت‌شناسی رشد^{۱۸} در اولین سال زندگی است. این اصول وضعیت بدنی ایده‌آل^{۱۹}، الگوهای تنفسی و ثبات عملکردی مفصل^{۲۰} به‌وسیله الگوهای عصبی اختصاصی شده را تعریف کرد، اهمیت رابطه و به‌کارگیری مناسب همه فعل و انفعالات عضلانی برای ثبات پویای ستون فقرات را توضیح داد و از مجموعه آزمون‌های عملکردی برای ارزیابی کیفی الگوهای مختلف ثبات وضعیتی استفاده

درک عوامل خطر آسیب و تعامل آن‌ها برای پیشگیری و پیش‌بینی آسیب‌های ورزشی حیاتی است (۱، ۲). بیش از ۷۰ درصد آسیب‌های اسکلتی-عضلانی ناشی از عوامل درونی هستند (۳). اختلال عملکرد حرکتی، ناشی از بی‌ثباتی وضعیتی^۱، یکی از عوامل اصلی آسیب‌های غیر برخورداردی^۲ به شمار می‌رود (۴، ۵). به نظر فرانک^۳ و همکاران (۲۰۱۳)، ثبات وضعیتی^۴ برای حرکت هماهنگ ضروری است و ثبات ناحیه مرکزی بدن^۵ نیز نقش مهمی در آن دارد (۶). هنگامی که عضله قدرت فزاینده^۶ کافی دارد اما عملکرد وضعیتی آن ضعیف است، بی‌ثباتی وضعیتی رخ می‌دهد که در سیستم عصبی مرکزی تثبیت می‌شود و می‌تواند منجر به اضافه‌بار، کاهش عملکرد ورزشی و افزایش خطر آسیب شود (۷). ارزیابی این بی‌ثباتی نیازمند آزمون‌های وضعیتی عملکردی است، نه صرفاً آزمون عضلانی دستی، و بهتر است از آزمون‌های ساده و سراسری^۷ برای مشاهده و تحلیل رفتار پویای فرد استفاده شود (۷، ۸). زیرا الگوهای حرکتی، توالی‌های بنیادی برنامه‌ریزی‌شده در سیستم عصبی مرکزی هستند که به یک حرکت سراسری پاسخ می‌دهند، جایی که بدن خود را برای رسیدن به یک هدف سازمان‌دهی می‌کند (۹).

شناخت الگوهای حرکتی نامناسب^۸ و شناسایی پیوندهای ضعیف^۹ برای اصلاح وضعیت بدنی و بهبود عملکرد ورزشکاران ضروری است (۱۰). بسیاری از ورزشکاران ممکن است با الگوهای حرکتی نامناسب تمرین کنند یا به‌سادگی در اصلاح این اختلالات در طول برنامه‌های توان‌بخشی و آماده‌سازی دچار شکست شوند (۱۱)، بنابراین یادگیری چنین الگوهای نامناسبی ممکن است به‌جای بهینه‌سازی عملکرد، مشکل (درد، ضعف، عملکرد ضعیف) را تقویت کند (۱۲). در دو دهه اخیر، متخصصان با استفاده از ارزیابی الگوهای حرکتی سراسری^{۱۰}، هم‌زمانی کنترل عصبی-عضلانی، دامنه حرکتی، قدرت، استقامت، تعادل و هماهنگی حرکتی را در گروه‌های مختلف جامعه

11. Functional Movement Screening Tests (FMS)

12. Y Balance and Star Excursion Balance Test

13. Tuck Jump Test

14. Landing Error Scoring Test

15. Drop Jump Screening Test

16. Povel Kolar

17. Dynamic neuromuscular stabilization

18. Developmental Kinesiology

19. Ideal Posture

20. Joint Centration

1. Postural instability

2. Noncontact injuries

3. Frank

4. Postural stability

5. Core stability

6. Phasic Strength

7. Global tests

8. Poor movement patterns

9. Weak links

10. Global movement patterns

معیارهای ورود و خروج

معیارهای ورود شامل نداشتن هرگونه درد اسکلتی عضلانی حاد یا مزمن در زمان انجام مطالعه یا هرگونه بیماری مرتبط با سیستم عصبی یا بیماری های داخلی، هرگونه آسیب یا سابقه جراحی در اندام تحتانی و فوقانی در شش ماه گذشته و عدم سابقه جراحی در ستون فقرات در یک سال گذشته (۲۹)، و معیارهای خروج ابتلای شرکت کنندگان به یک یا همه معیارهای ورود بود.

روند اجرای پژوهش

در ابتدا با هماهنگی هیئت فوتبال و مربیان تیم های فوتبال استان، محقق با حاضر شدن در محل تمرین تیم ها، پرسشنامه محقق ساخته را برای ثبت مشخصات فردی و اطلاعات مورد نیازی که دربرگیرنده معیارهای ورود به تحقیق بود، بین ورزشکاران تقسیم نمود و توضیحات لازم جهت تکمیل آن ها را به ورزشکاران ارائه کرد. بعد از جمع آوری پرسشنامه ها، بررسی اولیه انجام شد و افراد با معیارهای ورود به مطالعه انتخاب شدند. سپس جهت هماهنگی برای حضور در محل ارزیابی واقع در آزمایشگاه علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد و دریافت رضایت نامه شرکت در مطالعه با آن ها تماس گرفته شد، بعد از حضور آزمودنی ها در محل اجرای آزمون، توضیح کاملی در مورد پژوهش و آزمون های مورد نظر توسط محقق ارائه گردید. هرکدام از افراد با رضایت کامل و به طور اختیاری فرم رضایت نامه را تکمیل کردند و بعد مرحله اول جمع آوری اطلاعات، شامل اطلاعات دموگرافیک (قد، وزن، شاخص توده بدنی و اندام برتر) انجام شد.

روش اندازه گیری آزمون ها

بعد از آشنایی آزمودنی ها با روش اجرای آزمون ها و ۱۰ دقیقه گرم کردن، شرکت کنندگان آزمون های عملکردی ثبات عصبی عضلانی پویا^{۲۲} که شامل ۱۱ خرده آزمون:

۱. آزمون های تنفس کلیشه ای^{۲۳}، ۲. تنظیم فشار داخل شکمی^{۲۴}، ۳. دیافراگم^{۲۵}، ۴. فلکشن ران^{۲۶}، ۵. بالا آوردن پاها در وضعیت طاق باز^{۲۷}، ۶. فلکشن تنه

نمود و فعال سازی صحیح دیافراگم، الگوی تنفس و ثبات مرکزی بدن قبل از هر حرکت هدفمندی را مورد تأکید قرار داد (۲۸، ۶). با توجه به نتایج متناقض مطالعات پیشین و ضرورت بررسی همه جانبه عوامل مؤثر در الگوهای حرکتی ورزشکاران، به نظر می رسد توسعه و معرفی آزمون های عملکردی جدید می تواند در شناسایی مؤلفه های مرتبط با بروز آسیب های غیر برخورداردی نقش مؤثری ایفا کند. در بسیاری از پژوهش ها، ثبات وضعیتی به عنوان یکی از عوامل کلیدی آسیب معرفی شده است. از این رو، آزمون هایی همچون آزمون عملکردی ثبات عصبی-عضلانی پویا^{۲۱} می توانند ثبات عملکردی ورزشکاران را در وضعیت های مختلف بدنی ارزیابی کنند و آن را با الگوهای ایده آل وضعیت بدنی در دوران نوزادی مقایسه نمایند. چنین رویکردی می تواند اختلالات کلیدی در الگوهای حرکتی را آشکار سازد و زمینه ساز طراحی و اجرای راهبردهای تمرینی اصلاحی مؤثر باشد. بر این اساس، مطالعه حاضر با هدف بررسی ارتباط آزمون عملکردی ثبات عصبی-عضلانی پویا، به عنوان یک رویکرد نوین ارزیابی و تمرینی، با آسیب های غیر برخورداردی در بازیکنان فوتبال انجام شد.

مواد و روش ها

مطالعه حاضر یک مطالعه آینده نگر از نوع همبستگی بود.

جامعه آماری

جامعه آماری پژوهش شامل فوتبالیست های مرد سالمت استان خراسان شمالی بود.

حجم نمونه و روش نمونه گیری

نمونه آماری تحقیق حاضر را ۱۰۰ فوتبالیست مرد سالم در بازه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال استان خراسان شمالی تشکیل داده بودند، این تعداد نمونه با استفاده از نرم افزار G*Power با اندازه اثر پیش فرض ۰/۳، سطح معنی داری ۰/۰۵ و توان آزمون ۰/۹۵، ۱۱۵ نفر محاسبه شده بود که بعد از بررسی های انجام شده در بین ۱۰ تیم حاضر در سوپر لیگ استان، ۱۱۰ نفر انتخاب شدند ولی با حذف تعداد ۱۰ نفر در مدت زمان ارزیابی ها، در نهایت تعداد ۱۰۰ آزمودنی در تجزیه و تحلیل نهایی وارد مطالعه شدند.

22. Dynamic Neuromuscular Stabilization Functional (FDNS)

23. Stereotypical Breathing Test (SBT)

24. Intra-Abdominal Pressure Regulation Test (IAPRT)

25. Diaphragm Test

26. Hip Flexion Test (HFT)

27. Supine test with legs raised up (ST whit LRU)

21. Dynamic neuromuscular stabilization functional test



شکل ۱. آزمون تنفس کلیشه‌ای: فرد در حالت نشسته روی تخت قرار می‌گیرد، ستون فقرات صاف و شانه‌ها در حالت استراحت حفظ می‌شود و از فرد خواسته می‌شود که چند دم و بازدم عمیق انجام دهد. در طول آزمون، ارزیاب از جلو به فرد نگاه می‌کند، تمرکز بر روی دنده‌های پایینی و حرکت شانه است. درعین‌حال، فضاهای بین دنده‌های تحتانی یا بالای کشاله ران لمس شود. اختلالات شایع: حرکت قفسه سینه به سمت بالا، در فضاهای بین دنده‌های پایینی بسیار کم یا هیچ بازشدنی وجود ندارد، حرکت شانه‌ها در هنگام دم به سمت بالا و جلو، موج عمل دم به دیواره پایین شکم (کشاله ران) نمی‌رسد.



شکل ۲. آزمون تنظیم فشار داخل شکم: آزمودنی در حالت نشسته قرار می‌گیرد، دست‌ها و پاها در حالت استراحت و ستون فقرات عمودی است. بخش‌های تحتانی شکم در بالای کشاله ران لمس شده و از فرد خواسته می‌شود با بالا بردن فشار داخل شکمی به انگشتان آزمونگر که در بالای رباط‌های اینگوینال (Inguinal ligament) قرار گرفته‌اند، فشار وارد کند. مقدار و تقارن فعال‌سازی، به‌طور همزمان خطوط شکمی و حرکت ناف تحت نظر قرار دارد. اختلالات شایع: ناتوانی در منبسط کردن دیواره تحتانی شکم یا فعال شدن نامتقارن آن، حرکت ناف به سمت داخل و بالا، بالا رفتن قفسه سینه

و گردن در وضعیت طاق‌باز^{۲۸}، ۷. بلند کردن بازوها در وضعیت طاق‌باز^{۲۹}، ۸. اکستنشن تنه^{۳۰}، ۹. قرار گرفتن در وضعیت چهار دست و پا^{۳۱}، ۱۰. وضعیت خرس^{۳۲} و ۱۱. آزمون اسکات^{۳۳} (تصاویر ۱۱-۱) (۳۰)، را اجرا کردند و طبق دستورالعمل مشخص شده و در فرم مخصوص ثبت امتیازات، به‌صورت کیفی امتیاز ۱ تا ۴ به هر کدام از آزمون‌ها داده شد، (امتیاز ۱= ناتوانی در انجام آزمون، امتیاز ۲= اجرا کردن ضعیف آزمون، امتیاز ۳= کیفیت اجرا مناسب است ولی ایده‌آل نیست، امتیاز ۴= وضعیت بدنی در انجام آزمون ایده‌آل است (پیوست ۱) (۳۰). فاصله بین هر کدام از خرده آزمون‌ها بیشتر از ۳۰ ثانیه نبود. همچنین هریک از آزمون‌ها ۲ مرتبه انجام می‌شد، اولین اجرا برای اطمینان از آشنا شدن آزمودنی‌ها با دستورالعمل آزمون و تکرار دوم برای ثبت امتیاز آزمون‌ها انجام می‌شد (۳۱). تمامی آزمون‌ها توسط یک آزمونگر (محقق) انجام شد که در ابتدای این مطالعه پایایی ارزیابی درون آزمونگر برای آزمون‌های عملکردی ثبات عصبی عضلانی پویا ۰/۹۳ گزارش شده بود.

نحوه ثبت آسیب‌های ورزشی در طول فصل مسابقات

برای ثبت آسیب‌های ورزشی در طول فصل مسابقات از پرسشنامه تعدیل‌شده ثبت آسیب‌های ورزشی فولر^{۳۴} و همکاران (۲۰۰۶) استفاده شد. این پرسشنامه شامل بخش‌های مختلفی مانند، مشخصات فردی، سؤالاتی در ارتباط با نوع آسیب، حاد یا مزمن بودن، برخوردی یا غیر برخوردی بودن و موضع آسیب است که آسیب‌های اسکلتی عضلانی در بیش از ۲۳ ناحیه از اندام تحتانی، اندام فوقانی و تنه را اندازه‌گیری و ثبت می‌کند و دارای اعتبار مناسبی در ثبت آسیب‌های ورزشی است (۳۲-۳۵). جمع‌آوری و ثبت آسیب‌ها به‌صورت هفتگی توسط محقق انجام می‌شد. آسیب ورزشی، به هر نوع شکایت فیزیکی ناشی از یک مسابقه یا جلسه تمرین فوتبال که منجر به مداخله پزشکی یا از دست دادن زمان شده بود، اطلاق می‌شد (۳۲) و تنها آسیب‌های غیر برخوردی، شامل آسیب‌های پرکاری و آسیب‌های شدید، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. آسیب‌ها بر حسب تعداد روزهای دور بودن از فعالیت ورزشی به آسیب‌های با شدت کم (۳-۱ روز)، خفیف (۷-۴)، متوسط (۲۸-۸) و شدید (بیش از ۲۸ روز) تقسیم شدند (۳۲).

28. Trunk and Neck Flexion Test (T&NFT)

29. Arm Lifting Test (ALT)

30. Trunk Extension Test (TET)

31. Quadruped Position Test (QPT)

32. Bear Position Test (BPT)

33. Squat Test

34. Fuller



شکل ۵. آزمون بالا آوردن پا از جلو: فرد در وضعیت خوابیده به پشت قرار می گیرد. آزمونگر پاهای آزمودنی را درحالی که از ناحیه زانو و ران ۹۰ درجه خم شده است، بالای میز قرار می دهد. سپس به آرامی تکیه گاه پاها برداشته شده و از فرد خواسته می شود که این وضعیت را به مدت ۳۰ تا ۶۰ ثانیه به طور فعال حفظ کند. آزمونگر به صورت بصری وضعیت سر و ثبات ستون فقرات را با بررسی اینکه آیا ستون فقرات روی تشک باقی مانده است، بررسی می کند، فعال شدن تمام قسمت های دیواره شکم را مشاهده می کند و هرگونه دیاستاز رکتوس شکمی (Diastasis rectus abdominis) را تحت نظر دارد. آزمونگر الگوی ثبات را از بالا و از پهلو ارزیابی می کند. اختلالات شایع: هایپر اکستنشن (Hyperextension) ستون فقرات گردنی و کمری، فعال شدن نامتناسب دیواره شکم با فرورفتگی های بالای کشاله ران، دیاستاز راست شکمی.



شکل ۶. آزمون فلکشن گردن و تنه: فرد روی تخت به حالت طاق باز دراز کشیده، بازوهای در حالت استراحت در امتداد تنه قرار می گیرند و از او خواسته می شود به آرامی گردن و تنه را خم کند تا زوایای پایین کتف از میز جدا شود. اختلالات شایع: بیرون زدگی فک پایین به دلیل ضعف فلکسورهای عمقی گردن (Cervical retraction) و بیش فعالی جناغی چنبری پستانی، بالا آمدن قفسه سینه در نتیجه عدم تعادل بین ثبات دهنده های فوقانی و تحتانی قفسه سینه، بالا رفتن دنده های تحتانی، حرکت ناف به سمت بالا به دلیل بیش فعالی قسمت فوقانی راست شکمی.



شکل ۷. آزمون بالا آوردن دست از جلو: آزمودنی در حالت طاق باز دراز کشیده و دست ها و پاهای خود را در وضعیت راحت حفظ کرده است. به فرد گفته می شود تا بازوها را به حالت فلکشن بالا بیاورد. ارزیاب الگوی ثبات را از پهلو و از نمای قدامی ارزیابی می کند. اختلالات شایع: بالا رفتن قفسه سینه، ناپایداری قفسه سینه، عدم تماس اتصال کمری-پشتی با تخت، گودی افزایش یافته کمری.

روش تجزیه و تحلیل داده ها

از روش های آماری توصیفی برای محاسبه میانگین و انحراف استاندارد اطلاعات دموگرافیک^{۳۵} (سن، قد، وزن، سابقه فعالیت) استفاده شد. با توجه به کیفی بودن داده ها، برای بررسی ارتباط بین امتیازات آزمون عملکردی ثبات عصبی عضلانی پویا با آسیب های غیر برخوردار، از آزمون همبستگی اسپیرمن^{۳۶} استفاده شد.

35. Demographic

36. Spearman's Rank Correlation Coefficient



شکل ۳. آزمون دیافراگم: فرد در حالت نشسته قرار گرفته، دست ها و پاها در وضعیت راحت، و ستون فقرات را به حالت عمودی قرار می دهد. آزمونگر انگشتان خود را بین دنده های تحتانی بیمار و پایین تر از آن قرار می دهد، از فرد خواسته می شود تا نفس عمیق بکشد و هوا را به سمت انگشتان او هدایت کند تا بخش های جانبی - پشتی دیواره شکم فعال شود. آزمونگر هم از نظر بصری و هم با لمس هرگونه حرکت جانبی دنده های تحتانی، میزان و تقارن فعال شدن بخش های جانبی-پشتی دیواره شکم (فلش های روی تصویر) را ارزیابی می کند. راستای ستون فقرات، حرکت شانه یا انقباض ناخواسته پاتولوژیک در پشت نیز زیر نظر گرفته می شود. اختلالات شایع: ناتوانی در منبسط کردن بخش های جانبی-پشتی دیواره شکم یا فعال شدن نامتقارن آن، بالا بردن قفسه سینه و شانه ها، از دست دادن حالت مستقیم ستون فقرات (کیفوز ستون فقرات یا انحراف جانبی، تیلت قدامی یا خلفی لگن)



شکل ۴. آزمون فلکشن ران: فرد روی تخت نشسته، دست و پاها در حالت استراحت هستند، پاها با زمین تماس ندارند و ستون فقرات در حالت راست قرار دارد. از فرد خواسته می شود که به آرامی یک پا و سپس پای دیگر را (تقریباً ۱۰-۲۰ سانتی متر) از زمین بلند کند. آزمونگر هرگونه حرکات ستون فقرات و لگن را به صورت بصری ارزیابی می کند و بخش های جانبی-پشتی دیواره شکم را لمس می کند (مانند آزمون دیافراگم). اختلالات شایع: ناتوانی در راست نگه داشتن ستون فقرات و ثابت نگه داشتن لگن، جابجایی جانبی تنه، فعالیت ناکافی یا نامتقارن بخش های جانبی-پشتی دیواره شکم



شکل ۱۱. آزمون اسکات: آزمودنی یک اسکات را تا زاویه ۹۰ در زانو انجام می‌دهد و وضعیت خود را برای ۳۰ تا ۵۰ ثانیه حفظ می‌کند. بازوها ۹۰ درجه خم شده و در جلوی بدن قرار دارند تا وضعیت بدن را متعادل کنند. آزمونگر الگوی ثبات را از پشت (همچنین ممکن است بخش‌های جانبی-پشتی دیواره شکم را لمس کند. اختلالات شایع: حرکت یکنواخت نیست، بیشترین اکستنشن در اتصالات گردنی-جمجمه‌ای و گردنی-قفسه سینه رخ می‌دهد، تیلت قدامی لگن، بالا رفتن و نزدیک شدن کتفها و بیرون زدن لبه داخلی آن‌ها، فعالیت ناکافی یا نامتقارن بخش‌های جانبی-پشتی دیواره شکم، بیش فعالی عضلات همسترینگ (Hamstring muscles).

ضرب‌های همبستگی به این صورت تفسیر شدند: همبستگی کم (صفر تا ۰/۲۵)، نبود همبستگی (۰/۲۵ تا ۰/۵۰)، همبستگی ضعیف (۰/۵۰ تا ۰/۷۵)، همبستگی متوسط تا خوب و بالاتر از ۰/۷۵ = همبستگی خوب تا عالی بود. تمامی اطلاعات در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۷ و در سطح معنی‌داری $P \leq 0.05$ تجزیه و تحلیل شدند.

ملاحظات اخلاقی

در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت‌بدنی در نظر گرفته شده و کد اخلاق به شماره IR.SSRC.REC.1402.147 دریافت شده است.

یافته‌ها

تعداد ۱۰۰ فوتبالیست با میانگین سنی 19.8 ± 2.2 سال، وزن 68.47 ± 7.86 کیلوگرم و قد 177.13 ± 5.24 سانتیمتر با سابقه 7.2 ± 2.6 سال فعالیت در رشته فوتبال مشارکت داشتند (جدول ۱). میزان بروز آسیب در ناحیه ساق و مچ پا ۱۹، زانو ۳، ران ۱۹، کمر ۲ و شانه ۲ مورد گزارش شد (جدول ۲). میانگین کلی آزمون عملکردی ثبات عصبی عضلانی پویا در گروه آسیب‌نندیده 32.38 ± 1.71 و آسیب‌دیده 31.05 ± 2.15 بود (جدول ۳).

طبق (جدول ۲) ۴۵ آسیب در بین ۱۰۰ ورزشکار رشته فوتبال که ۲۰ هفته (۱۱۰۰۰ ساعت) در تمرین و مسابقه و در معرض آسیب بودند، اتفاق افتاد.



شکل ۸. آزمون اکستنشن گردن و تنه: آزمودنی در وضعیت دمر و بازوها در امتداد تنه قرار گرفته، سپس سر خود را بلند کرده و ستون فقرات را کمی به اکستنشن می‌برد. آزمونگر به صورت بصری الگوی ثبات را از کنار و بالا ارزیابی می‌کند و همچنین ممکن است بخش‌های جانبی-پشتی دیواره شکم را لمس کند. اختلالات شایع: حرکت یکنواخت نیست، بیشترین اکستنشن در اتصالات گردنی-جمجمه‌ای و گردنی-قفسه سینه رخ می‌دهد، تیلت قدامی لگن، بالا رفتن و نزدیک شدن کتفها و بیرون زدن لبه داخلی آن‌ها، فعالیت ناکافی یا نامتقارن بخش‌های جانبی-پشتی دیواره شکم، بیش فعالی عضلات همسترینگ (Hamstring muscles).



شکل ۹. آزمون وضعیت چهار دست و پا: آزمودنی در وضعیت چهار دست و پا قرار گرفته و از دست و زانو برای حمایت استفاده می‌کند. سپس به آرامی سر و تنه خود را به جلو برده و به مدت ۳۰ تا ۵۰ ثانیه در این حالت باقی می‌ماند. ارزیابی الگوی ثبات را از جلو و پهلو ارزیابی می‌کند. اختلالات شایع: هایپراکستنشن گردن، وضعیت سر به جلو، تحمل نامتناسب وزن توسط کف دست‌ها که معمولاً با بارگذاری بیش از حد هیپوتنار (Hypothenar) درحالی‌که برجستگی‌های تنار (Thenar eminence) تماس خود را با سطح تخت از دست می‌دهند، فلکشن انگشتان، بالدار شدن کتفها، بالا رفتن و چرخش بیرونی کتف، پایین افتادن اتصال سینه‌ای-کمری، تیلت قدامی لگن.



شکل ۱۰. آزمون وضعیت خرس: از آزمودنی خواسته می‌شود روی دست‌ها و جلوی پا قرار گیرد درحالی‌که ران و زانوهای مقداری فلکشن دارند؛ لگن بالاتر از سر قرار گرفته است. این موقعیت حدود ۶۰ ثانیه نگه داشته می‌شود. آزمونگر الگوی ثبات را از جلو، پشت و پهلو ارزیابی می‌کند. اختلالات شایع: سر به جلو به دلیل ضعف خم‌کننده‌های عمقی گردن و فعالیت بیش از حد بازکننده‌های گردن، کایفوز (Kyphosis) افزایش‌یافته یا لوردوز (Lordosis) افزایش‌یافته، چرخش داخلی در مفصل ران و والگوس (Valgus) زانو، والگوس پا (چرخش خارجی کف پا).

جدول ۱. اطلاعات دموگرافیک آزمودنی ها

متغیر	انحراف استاندارد± میانگین
سن (سال)	۱۹/۸±۲/۲
وزن (کیلوگرم)	۶۸/۴۷۰±۷/۸۶۳
قد (سانتیمتر)	۱۷۷/۱۳±۵/۲۴
سابقه فعالیت در فوتبال (سال)	۷/۲±۲/۶

جدول ۲. تعداد و درصد انواع آسیب های غیر برخوردی

ناحیه آسیب دیده	تعداد آسیب	درصد
مچ پا	۱۷	۳۸٪
عضله دوقلو و تاندون آشیل	۲	۴/۴٪
زانو	۳	۶/۷٪
کشاله ران	۱۲	۲۶٪
چهارسر و همسترینگ	۷	۱۵/۵٪
ناحیه تحتانی پشت (کمر)	۲	۴/۴٪
شانه	۲	۴/۴٪
جمع	۴۵	۱۰۰٪

جدول ۳. امتیاز آزمون عملکردی ثبات عصبی عضلانی پویا در گروه سالم و آسیب دیده و نتیجه تجزیه و تحلیل آزمون اسپیرمن

آزمون	گروه سالم انحراف استاندارد± میانگین	گروه آسیب دیده انحراف استاندارد± میانگین	آزمون اسپیرمن R	P-value
امتیاز کلی آزمون	۳۲/۳۸±۱/۷۱	۳۱/۰۵±۲/۱۵	-۰/۳۰۴	*۰/۰۰۲
آزمون تنفس	۳/۰۱±۰/۲۸	۲/۹۴±۰/۳۲	-۰/۱۱۱	۰/۲۷۰
آزمون تنظیم فشار داخل شکم	۳/۲۹±۰/۵۲	۳/۰۵±۰/۶۹	-۰/۱۷۲	۰/۰۸۶
آزمون دیافراگم	۳/۰۸±۰/۳۷	۲/۹۴±۰/۳۲	۰/۱۸۰	۰/۷۳
آزمون فلکشن ران	۲/۷۵±۰/۴۶	۲/۵۵±۰/۵۰	-۰/۲۳۰	*۰/۰۴۳
آزمون بالا آوردن پا از جلو	۳±۰/۵۴	۲/۷۸±۰/۵۲	-۰/۱۸۸	۰/۰۶۱
آزمون فلکشن گردن و تنه	۳/۰۳±۰/۱۷	۳/۰۵±۰/۳۹	۰/۰۳۹	۰/۶۹۷
آزمون بلند کردن دست ها از جلو	۲/۳۳±۰/۵۱	۲/۲۸±۰/۵۱	-۰/۰۵۸	۰/۵۶۵
آزمون اکستنشن تنه	۲/۶۹±۰/۴۶	۲/۴۴±۰/۵۰	-۰/۲۴۴	*۰/۰۱۴
آزمون وضعیت چهار دست و پا	۲/۹۸±۰/۲۲	۲/۹۴±۰/۳۹	-۰/۰۶۲	۰/۵۴۱
آزمون وضعیت خرس	۳/۰۹±۰/۲۹	۳/۰۲±۰/۱۶	-۰/۱۳۴	۰/۱۸۴
آزمون اسکات	۳/۱۷±۰/۳۸	۳/۰۵±۰/۳۲	-۰/۱۶۳	۰/۱۰۵

R: ضریب همبستگی؛ P value: سطح معنی داری؛ * معنی دار است.

عضلانی، حس عمقی و ارزیابی حرکات عملکردی با این نوع آسیب‌ها معنی‌دار نبود. دقت پیش‌بینی آسیب‌های پرکاری در این مدل حدود ۵۳ درصد بیان شده بود (۳۶). ورست^{۳۹} و همکاران (۲۰۱۲)، نشان دادند که کاهش ثبات پویای مفاصل پروگزیمال^{۴۰} (افزایش دامنه حرکتی ران و ستون فقرات پشتی در صفحه عرضی) به‌عنوان شاخص‌های پیش‌بینی‌کننده با درد داخلی ساق پا ارتباط معنی‌داری دارند. آن‌ها افزایش دامنه حرکتی کمکی در مفاصل ران و قفسه سینه را نتیجه نقص در کنترل عصبی-عضلانی و به‌تبع آن، نقص در توانایی حفظ ثبات پویای مفاصل در ناحیه کمری-لگنی-رانی دانستند (۳۷).

آزمون‌های عملکردی ثبات عصبی عضلانی پویا برای ارزیابی کیفیت فعال‌سازی عضلات ثبات‌دهنده مرکزی و ثبات وضعیتی پویا که نقشی اساسی در پیشگیری از آسیب‌های ورزشی دارد مورد استفاده قرار می‌گیرند. این آزمون‌ها بر هماهنگی و فعال‌سازی مناسب عضلات ثبات‌دهنده و تنظیم فشار داخلی شکمی متمرکز است که برای عملکرد بهینه ورزشی و پیشگیری از آسیب‌ها نیز ضروری هستند (۶). همچنین، تکنیک‌های تمرینی این رویکرد در توان‌بخشی برای تقویت عملکرد عصبی عضلانی و بهبود الگوهای حرکتی به کار می‌روند که می‌تواند به بهبود و پیشگیری از آسیب‌های ورزشی نیز کمک کند (۳۸). پایه و اساس این آزمون، آزمون ثبات مرکزی است که به‌عنوان یک آزمون معتبر و قابل اطمینان توانایی کمی‌سازی عینی ثبات مرکزی را فراهم می‌کند (۱۱). با توجه به ارتباط معنی‌دار بین ثبات مرکزی با عملکرد حرکتی و آسیب‌های ورزشی، یکی از موضوعات جذاب در حیطه پیشگیری از آسیب، بررسی اجزای مختلف ثبات مرکزی است.

دو اصل مهم در رویکرد ثبات عصبی عضلانی پویا، فعال‌سازی مناسب و هم‌زمان سیستم یکپارچه ثبات‌دهنده ستون فقرات و تنظیم ایده‌آل فشار داخل شکمی است (۶). فعالیت این ثبات‌دهنده‌های ستون فقرات (فلکسورها^{۴۱} و اکستنسورها^{۴۲}، دیافراگم^{۴۳}، عرضی شکم^{۴۴}، مولتی فیدوس^{۴۵}، کف لگن^{۴۶})، به‌منظور بهینه‌سازی کارایی حرکت و جلوگیری از اضافه‌بار مفاصل بسیار ضروری است و باید

میزان شیوع استاندارد آسیب در آن‌ها برابر با ۴/۱ آسیب در هر ۱۰۰۰ ساعت بود، و نرخ شیوع آسیب ۴۵ درصد گزارش شد. از مجموع ۴۵ آسیب، ۳۷ آسیب (۸۲ درصد) در زمان مسابقه و ۸ آسیب (۱۸ درصد) در زمان تمرین بوده است. میزان شیوع این آسیب‌ها به تفکیک بخش‌های مختلف بدن به ترتیب زیر بود: اسپرین مچ پا ۱۷ آسیب (۳۸ درصد)، استرین کشاله ران ۱۲ آسیب (۲۶ درصد)، استرین همسترینگ و چهارسر ۷ آسیب (۱۵/۵ درصد)، آسیب‌های زانو ۳ آسیب (۶/۷ درصد) استرین دوقلو و تاندون آشیل ۲ آسیب (۴/۴ درصد)، ناحیه کمر، ۲ آسیب (۴/۴ درصد)، ناحیه شانه ۲ آسیب (۴/۴ درصد).

با توجه به (جدول ۳) نتایج بررسی ارتباط بین آزمون عملکردی ثبات عصبی عضلانی پویا و آسیب‌های غیر برخوردی در بازیکنان فوتبال، با استفاده از آزمون اسپیرمن، همبستگی بین امتیاز کلی این آزمون و آسیب‌های غیر برخوردی در بازیکنان فوتبال معنی‌دار بود ($P=0/002$, $r=-0/304$) همچنین، نتایج نشان داد که خرده آزمون‌های عملکردی ثبات عصبی عضلانی پویا، شامل آزمون‌های فلکشن ران ($r=-0/230$ ، $P=0/043$) و اکستنشن تنه ($r=-0/244$ ، $P=0/014$) نیز با آسیب‌های غیر برخوردی در بازیکنان فوتبال ارتباط معنی‌دار ضعیفی داشتند.

بحث

یافته‌های اپیدمیولوژی، میزان بروز آسیب در بازیکنان فوتبال را ۴/۱ آسیب در هر ۱۰۰۰ ساعت نشان داد. همچنین، نتایج نشان داد، همبستگی بین امتیازات کلی این آزمون و آسیب‌های غیر برخوردی در بازیکنان فوتبال معنی‌دار بود. خرده آزمون‌های فلکشن ران و اکستنشن تنه نیز با آسیب‌های غیر برخوردی در بازیکنان فوتبال ارتباط معنی‌دار ضعیفی داشتند.

در این بخش به مقایسه نتایج تجزیه و تحلیل این آزمون‌ها با آزمون‌های عملکردی دیگر مانند آزمون‌های غربالگری حرکات عملکردی و آزمون‌های ثبات مرکزی پرداخته می‌شود. نتایج مطالعه بلیزر^{۳۷} و همکاران (۲۰۱۹)، نشان داد که نقص در برخی از متغیرهای ثبات مرکزی از قبیل ثبات وضعیتی پویا^{۳۸}، قدرت و استقامت عضلات مرکزی به‌عنوان عوامل خطر مهم برای بروز آسیب‌های پرکاری معرفی شده‌اند. درحالی‌که، ارتباط معنی‌داری بین کنترل عصبی-

39. Verrelst

40. Proximal joints

41. Cervical flexors

42. Cervical extensors

43. Diaphragm muscle

44. Transvers abdominis muscle

45. Multifidus muscle

46. Pelvic floor muscle

37. Blaiser

38. Dynamic postural stability

قبل از هر حرکت ساده و هدفمندی رخ دهد، فعالیت این ثبات دهنده ها توأم است و به طور مجزا فعالیت نمی کنند (۳۹، ۲۸، ۶). این پایداری مناسب در ستون فقرات با الگوی صحیح تنفس فراهم می شود. هر چند که عضله دیافراگم در مرحله اولیه رشد فقط به عنوان یک عضله تنفسی ایفای نقش می کند، اما زمانی که نوزاد شروع به بلند کردن سر و پاهای خود از روی زمین می کند، به عنوان یک عضله پاسچرال^{۴۷} و ضد جاذبه^{۴۸} نیز ایفای نقش می کند (۴۰).

همان گونه که بیان شد، یکی از اجزای اصلی در ثبات مرکزی، تنفس مناسب و تنظیم فشار داخل شکم است که از مبانی اصلی در این آزمون محسوب می شوند (۱۲). با وجود عدم معنی داری زیر آزمون های مرتبط با ارزیابی عملکرد عضلات تنفسی (آزمون های تنفس، دیافراگم و تنظیم فشار داخل شکم)، یکی از اجزای اصلی در رویکرد ثبات عصبی عضلانی پویا، فعال سازی مناسب عضلات تنفسی در حرکات پویا و نقش تنفس مطلوب به عنوان یک عامل مؤثر در پیشگیری از آسیب های ورزشی است. الگوهای صحیح تنفسی می توانند ثبات مرکزی بدن را افزایش دهند، وضعیت بدنی را بهبود بخشند و سازوکارهای حرکتی را تسهیل کنند که همگی برای پیشگیری از آسیب بسیار حائز اهمیت هستند. تنفس دیافراگمی مؤثر می تواند به حفظ فشار داخل شکمی کمک کند و باعث بالا رفتن ثبات ناحیه مرکزی و ستون فقرات در حین فعالیت های بدنی شود و به این ترتیب خطر آسیب های ناشی از بیومکانیک نادرست را کاهش دهد (۴۱). علاوه بر این، ورزشکارانی که تکنیک های تنفس مطلوب را تمرین می کنند، ممکن است کنترل عصبی-عضلانی و هماهنگی بهتری را تجربه کنند که برای اجرای ایمن حرکات پیچیده ضروری است. این موضوع به ویژه در ورزش هایی که نیازمند تغییرات سریع جهت یا فرودهای پرفشار هستند اهمیت دارد، چراکه در چنین شرایطی مکانیک نادرست می تواند منجر به بروز آسیب شود (۴۲).

یک مطالعه نشان داد که شیوع الگوهای تنفسی ناقص در ورزشکاران ۹۰/۶ درصد است. این الگوهای ناقص تنفسی می توانند به مشکلات مختلف اسکلتی-عضلانی منجر شوند و احتمال آسیب های ورزشی را در حین فعالیت های بدنی افزایش دهند (۴۳). علاوه بر این، تغییر در مکانیک تنفس با برخی از آسیب های خاص در ورزش مرتبط است. به عنوان مثال، ورزشکارانی

که از تنفس دیافراگمی نامناسب رنج می برند، ممکن است تنش بیشتری در نواحی گردن و شانه تجربه کنند که این امر می تواند منجر به آسیب های بالاتنه شود، به ویژه در ورزش هایی که به حرکات بالای سر نیاز دارند، مانند تنیس و شنا (۴۴). ثبات مرکزی نیز نقش مهمی در بهبود عملکرد ورزشی دارد. به عنوان نمونه، مک دونالد^{۴۹} و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که ارتباطی قوی بین عملکرد در آزمون های ثبات مرکزی و وقوع آسیب های ورزشی وجود دارد، ورزشکارانی که ثبات مرکزی بهتری دارند، در تحمل نیازهای جسمانی ورزشی، توانایی بیشتری از خود نشان می دهند. علاوه بر این، توانایی ایجاد سفتی عضلانی سریع در ناحیه مرکزی بدن و اندام ها برای ورزشکاران، به ویژه در ورزش های برخوردی مانند فوتبال بسیار حیاتی است، جایی که مقاومت در برابر خستگی اهمیت زیادی دارد (۴۵). این موضوع توسط یافته های نوه مانی^{۵۰} (۲۰۲۲) که نشان داد بین معیارهای ثبات مرکزی و عملکرد اندام فوقانی در ورزشکاران دانشگاهی ارتباطی قوی وجود دارد نیز تأیید شده است (۴۶).

یکی از خرده آزمون های آزمون ثبات عصبی عضلانی پویا، آزمون اسکات بود. با وجود اینکه این خرده آزمون ارتباط معنی داری با آسیب های بازیکنان فوتبال نداشت، اما با توجه به ارتباط این آزمون با کنترل عصبی-عضلانی و مکانیک زنجیره حرکتی در اکثر آزمون های عملکردی، مانند آزمون غربالگری حرکات عملکردی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. طبق نظر مایرس^{۵۱} (۲۰۰۹)، در یک زنجیره حرکتی، برای ایجاد یک حرکت، عضلات به صورت مجزا عمل نمی کنند و نیازمند همکاری با یکدیگر هستند (۴۷). این الگوی چندعضله ای در فراخوانی عضلات زنجیره خلفی نیازمند کنترل عصبی-عضلانی سطح بالایی است تا به طور مؤثر انجام شود. در صورت نبود الگوهای فراخوانی عصبی هماهنگ در این زنجیره عضلانی، فشارهای غیرطبیعی بر ساختارهای بدنی وارد می شود. اگر این بارهای غیرعادی یا جبران ها از نقش بیومکانیکی و ساختاری طبیعی بافت فراتر روند، منجر به آسیب می شوند (۴۷). به عنوان مثال ارتباط بین کنترل عصبی-عضلانی و آسیب، نحوه تأثیر فراخوانی عصبی-عضلانی تغییر یافته در زنجیره خلفی (مانند کاهش فعال سازی عضلات سرینی) است که منجر به تقاضای بیشتری برای به کارگیری عضلات همسترینگ برای انجام حرکت در زنجیره

49. McDonald

50. Nuhmani

51. Myers

47. Postural muscle

48. Anti gravity muscle

مختلف ورزشی و در کنار سایر آزمون‌های عملکردی مانند آزمون غربالگری حرکات عملکردی و آزمون‌های ثبات مرکزی بررسی شود.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که آزمون عملکردی ثبات عصبی عضلانی پویا، ارتباط معنی‌داری با بروز آسیب‌های غیر برخوردی در فوتبالیست‌ها دارد. همبستگی ضعیف اما معنادار بین امتیاز کلی این آزمون و بروز آسیب‌ها، به‌ویژه در خرده آزمون‌های فلکشن ران و اکستنشن تنه، نشان‌دهنده نقش نسبی الگوهای ثباتی و فعال‌سازی عضلات مرکزی در پیشگیری از آسیب‌های اسکلتی عضلانی است. باوجود اینکه برخی خرده آزمون‌ها مانند ارزیابی عملکرد عضلات تنفسی، ارتباط معنی‌داری با آسیب‌ها نشان ندادند، اما با توجه به نقش کلیدی تنفس و تنظیم فشار داخل شکم در ثبات مرکزی، نمی‌توان از اهمیت آن‌ها در برنامه‌های پیشگیری از آسیب چشم‌پوشی کرد. از آنجاکه بیشتر آسیب‌ها در اندام تحتانی و در زمان مسابقه رخ دادند، نتایج این مطالعه می‌تواند به مربیان، پزشکان ورزشی و متخصصان حرکات اصلاحی کمک کند تا با بهره‌گیری از ارزیابی‌های عملکردی مبتنی بر ثبات مرکزی، مداخلات پیشگیرانه دقیق‌تری طراحی و اجرا نمایند.

تشکر و قدردانی

از همه افرادی که در طی مراحل انجام پژوهش و نگارش مقاله یاری رساندند، و از استادان و مشاوران محترم که با ارائه نظرات ارزشمند و راهنمایی‌های علمی خود مسیر تحقیق را هموار کردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تضاد منافعی وجود ندارد.

حرکتی می‌شود و آن‌ها را مستعد آسیب می‌سازد (۴۸). بااین‌وجود، با توجه به نو بودن این آزمون و لزوم بررسی جنبه‌های مختلف آن در جمعیت‌های مختلف بسیار ضروری است.

محدودیت‌های پژوهش

با توجه به اینکه مطالعه حاضر جزو اولین پژوهش‌هایی است که روی آزمون‌های عملکردی ثبات عصبی عضلانی پویا انجام شده، با محدودیت‌هایی روبرو بود که برای نتایج دقیق‌تر و معرفی مناسب‌تر این آزمون‌ها باید مورد نظر قرار گیرند. اولین محدودیت این مطالعه را می‌توان انتخاب تمامی آزمودنی‌ها از رشته فوتبال دانست. محدودیت دیگر مطالعه حاضر عدم کنترل آسیب‌های ورزشکاران در یک سال گذشته است، هر چند آزمودنی‌هایی که در کمتر ۶ ماه قبل از انجام مطالعه دچار آسیب شده بودند از مطالعه حذف شدند، اما برای به دست آوردن نتایج دقیق‌تر، بهتر است شدت آسیب و مدت‌زمان وقوع آسیب‌های گذشته بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

پیشنهادهای پژوهش

با توجه به جدید بودن آزمون ثبات عصبی عضلانی پویا موارد زیر برای پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود که:

افراد غیر ورزشکار یا افرادی که تمایل به شروع یک فعالیت ورزشی خاص دارند، برای ارزیابی الگوهای ثبات، با استفاده از این آزمون مورد ارزیابی قرار گیرند. ارتباط این آزمون به‌طور اختصاصی با آسیب‌های خاصی مانند کمردرد مورد بررسی قرار گیرد. در بررسی ارتباط این آزمون با آسیب‌های ورزشی، آسیب‌های برخوردی نیز مورد مطالعه قرار گیرند. با توجه به اهمیت ثبات پویای ستون فقرات در ورزش‌های مقاومتی و قدرتی مانند وزنه‌برداری، مطالعات آینده روی آزمودنی‌هایی از این دسته از رشته‌های ورزشی نیز انجام شود.

با توجه به نو بودن این آزمون، در پژوهش‌های آینده، اعتبار و دقت پیش‌بینی آن در گروه‌های

منابع

1. Dekkers LM, Janssen AJ, Donders ART, Nijhuis-van der Sanden MW, de Swart BJ. Construct validity of the observable movement quality scale in pediatrics: hypothesis testing of a formative measurement model. *Phys Ther*. 2020;100(2):346-58.
2. Dekkers LM, de Swart BJ, Jonker M, van Erp P, Wisman A, van der Wees PJ, et al. Reliability and responsiveness of the observable movement quality scale for children with mild to moderate motor impairments. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2020;40(6):681-96.
3. Boden BP, Dean GS, Feagin JA, Garrett WE. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train*. 2000;35(2):181-6.
4. Cook G, Burton L, Kiesel K, Rose G, Brynt MF. Movement: functional movement systems: screening, assessment, corrective strategies. 1st ed. Aptos: On Target Publications; 2010. p. 73-106.
5. Sahrmann S. Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes. St Louis: Mosby; 2002.
6. Frank C, Kobesova A, Kolar P. Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. *Int J Sports Phys Ther*. 2013;8(1):62-73.
7. Alvani E, Zia M, Sahebzamani M, Sahbzamani M. The effect of dynamic neuromuscular stabilization (DNS) exercises on dynamic balance and functional disability in athletes with non-specific chronic low back pain. *Res Sport Rehabil*. 2020;8(15):127-38.
8. Hernández-García R, Aparicio-Sarmiento A, Palao JM, de Baranda PS. Influence of previous injuries on fundamental movement patterns in professional female soccer players. *Rev Int Cienc Deporte*. 2020;16(60):214-35.
9. Huxel Bliven KC, Anderson BE. Core stability training for injury prevention. *Sports Health*. 2013;5(6):514-22.
10. McCunn R, Meyer T. Screening for risk factors: if you liked it then you should have put a number on it. *Br J Sports Med*. 2016;50(21):1354.
11. Cha YJ, Lee JJ, Kim DH, You JH. The validity and reliability of a dynamic neuromuscular stabilization-heel sliding test for core stability. *Technol Health Care*. 2017;25(5):981-8.
12. Kobesova A, Davidek P, Morris CE, Anel R, Maxwell M, Oplatkova L, et al. Functional postural-stabilization tests according to Dynamic Neuromuscular Stabilization approach: proposal of novel examination protocol. *J Bodyw Mov Ther*. 2020;24(3):84-95.
13. Kivlan BR, Martin RL. Functional performance testing of the hip in athletes: a systematic review for reliability and validity. *Int J Sports Phys Ther*. 2012;7(4):402-12.
14. Kritz M, Cronin J, Hume P. The bodyweight squat: a movement screen for the squat pattern. *Strength Cond J*. 2009;31(1):76-85.
15. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function—part 1. *Int J Sports Phys Ther*. 2014;9(3):396-409.
16. Cook G, Burton L, Hoogenboom B. Pre-participation screening: the use of fundamental movements as an assessment of function—part 1. *N Am J Sports Phys Ther*. 2006;1(2):62-72.
17. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function—part 1. *Int J Sports Phys Ther*. 2014;9(3):396-409.
18. Caraffa A, Cerulli G, Proietti M, Aisa G, Rizzo A. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer: a prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1996;4(1):19-21.
19. Fousekis K, Tsepis E, Vagenas G. Intrinsic risk factors of noncontact ankle sprains in soccer: a prospective study on 100 professional players. *Am J Sports Med*. 2012;40(8):1842-50.
20. Wilke C, Pfeiffer L, Froböse I. Return to sports after lower extremity injuries: assessment of movement quality. *Health (Irvine Calif)*. 2017;9(10):e1416.
21. Mok KM, Leow RS. Measurement of movement patterns to enhance ACL injury prevention—a dead end? *Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol*. 2016;5:13-6.
22. Anderson BE, Neumann ML, Bliven KCH.

- Functional movement screen differences between male and female secondary school athletes. *J Strength Cond Res.* 2015;29(4):1098-106.
23. Monaco JT, Schoenfeld BJ. A review of the current literature on the utility of the functional movement screen as a screening tool to identify athletes' risk for injury. *Strength Cond J.* 2019;41(5):17-23.
 24. Sheu Y, Chen LH, Hedegaard H. Sports- and recreation-related injury episodes in the United States, 2011–2014. *Natl Health Stat Report.* 2016;(99):1-12.
 25. Bennett H, Davison K, Arnold J, Slattery F, Martin M, Norton K. Multicomponent musculoskeletal movement assessment tools: a systematic review and critical appraisal of their development and applicability to professional practice. *J Strength Cond Res.* 2017;31(10):2903-19.
 26. Chimera NJ, Warren M. Use of clinical movement screening tests to predict injury in sport. *World J Orthop.* 2016;7(4):202-10.
 27. Leeder JE, Horsley IG, Herrington LC. The inter-rater reliability of the functional movement screen within an athletic population using untrained raters. *J Strength Cond Res.* 2016;30(9):2591-9.
 28. Kobesova A, Safarova M, Kolar P. Dynamic neuromuscular stabilization: exercise in developmental positions to achieve spinal stability and functional joint centration. In: *Textbook of musculoskeletal medicine.* Oxford: Oxford University Press; 2016. p. 1-15.
 29. Jacisko J, Stribny M, Novak J, Busch A, Cerny P, Kolar P, et al. Correlation between palpatory assessment and pressure sensors in response to postural trunk tests. *Isokinet Exerc Sci.* 2021;29(3):299-308.
 30. Kobesova A, Davidek P, Morris CE, Andel R, Maxwell M, Oplatkova L, et al. Functional postural-stabilization tests according to Dynamic Neuromuscular Stabilization approach: proposal of novel examination protocol. *J Bodyw Mov Ther.* 2020;24(3):84-95.
 31. Jebavy R, Baláš J, Vomackova H, Szarzec J, Stastny P. The effect of traditional and stabilization-oriented exercises on deep stabilization system function in elite futsal players. *Sports (Basel).* 2020;8(12):153.
 32. Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, Andersen TE, Bahr R, Dvorak J, et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Scand J Med Sci Sports.* 2006;16(2):83-92.
 33. Batavani MR, Dehghani F, Zolaktav V. The comparison and association of incidence and severity of exercise-induced injuries among various genotypes of ACTN3 in Iranian male elite weightlifters. *J Biol Sport Med.* 2022;5(2):1-10. Persian.
 34. Mohammadi MR, Daghigh Rezaii S. Prevalence, type, and mechanism of musculoskeletal injuries among elite male futsal student athletes in Iran. *Res Biol Sci Phys Act.* 2015;3(2):29-36.
 35. Nazari MH, Norasteh A, Zarei M. Can the Functional Movement Screen (FMS) predict musculoskeletal injuries in club-level track and field athletes? *J Rehabil Med.* 2023;12(6):1-8.
 36. De Blaiser C, De Ridder R, Willems T, Vanden Bossche L, Danneels L, Roosen P. Impaired core stability as a risk factor for the development of lower extremity overuse injuries: a prospective cohort study. *Am J Sports Med.* 2019;47(7):1713-21.
 37. Verrelst R, De Clercq D, Vanrenterghem J, Willems T, Palmans T, Witvrouw E. The role of proximal dynamic joint stability in the development of exertional medial tibial pain: a prospective study. *Br J Sports Med.* 2014;48(5):388-93.
 38. Sharma K, Yadav A. Dynamic neuromuscular stabilization—a narrative. *Int J Health Sci Res.* 2020;10(9):221-31.
 39. Kolář P, Kobesová A, Valouchová P, Bitnar P. Dynamic neuromuscular stabilization: development kinesiology: breathing stereotypes and postural-locomotion function. In: *Recognizing and treating breathing disorders: a multidisciplinary approach.* Edinburgh: Churchill Livingstone Elsevier; 2014. p. 11-22.
 40. Kolar P, Sulc J, Kyncl M, Sanda J, Neuwirth J, Bokarius A, et al. Stabilizing function of the diaphragm: dynamic MRI and synchronized spirometric assessment. *J Appl Physiol (1985).* 2010;109(4):1064-71.
 41. Zhao F. The application of sports biomechanics in sports injury prevention and rehabilitation. *Front Sport Res.* 2024;6(3):142-7.

42. Pasanen K. Neuromuscular training and sport injury prevention in different types of sports—what we know and what we do not know? In: Sports Medicine. Hoboken: Wiley Online Library; 2021. p. 551-2.
43. Milanović Z, Pantelić S, Sporiš G, Mohr M, Krstrup P. Health-related physical fitness in healthy untrained men: effects on VO2max, jump performance and flexibility of soccer and moderate-intensity continuous running. PLoS One. 2015;10(8):e0135319.
44. Shimozawa Y, Kurihara T, Kusagawa Y, Hori M, Numasawa S, Sugiyama T, et al. Point prevalence of the biomechanical dimension of dysfunctional breathing patterns among competitive athletes. J Strength Cond Res. 2023;37(2):270-6.
45. McDonald AA, Wilkerson GB, McDermott BP, Bonacci JA. Risk factors for initial and subsequent core or lower extremity sprain or strain among collegiate football players. J Athl Train. 2019;54(5):489-96.
46. Nuhmani S. Correlation between core stability and upper-extremity performance in male collegiate athletes. Medicina (Kaunas). 2022;58(8):982.
47. 48. Myers TW. Anatomy trains: myofascial meridians for manual and movement therapists. Edinburgh: Elsevier Health Sciences; 2009.
48. Sciascia A, Cromwell R. Kinetic chain rehabilitation: a theoretical framework. Rehabil Res Pract. 2012;2012:853037.

پیوست ۱. فرم امتیازدهی آزمون FDNS

۱. آزمون تنفس کلیشه‌ای در وضعیت نشسته			راست	چپ	هر کدام از باکس‌ها را با اعداد زیر پر کنید. ۱= ناتوان در انجام کار ۲= ضعیف ۳= مناسب است اما ایده‌آل نیست ۴= ایده‌آل است
دنده‌های پایینی در وضعیت کودال باقی‌مانده‌اند					
شانه‌ها در وضعیت خنثی باقی‌مانده‌اند					۷. بالا آوردن دست‌ها در وضعیت سوپاین ^۱
۲. آزمون تنظیم فشار داخل شکم در وضعیت نشسته			راست	چپ	قفسه سینه در وضعیت خنثی باقی می‌ماند
فعالیت قسمت تحتانی دیواره شکم					اتصال پستی کمری در وضعیت خنثی قرار دارد (بدون هاپپر اکستنشن و با تخت در تماس است)
ناف در محل خود ثابت باقی می‌ماند					۸. اکستنشن تنه در وضعیت خوابیده به شکم
فعال‌سازی متناسب عضله راست شکمی					سر و ستون فقرات گردنی در وضعیت خنثی هستند
قفسه سینه در حالت کودال باقی‌مانده					اکستنشن ستون فقرات به‌طور متناسب در همه قسمت‌ها انجام شده و قوس یکنواخت دارد
۳. آزمون دیافراگم در وضعیت نشسته			راست	چپ	کتف‌ها در وضعیت خنثی هستند
فعالیت جانبی پستی دیواره شکم					لگن در وضعیت خنثی قرار دارد
دنده‌های پایینی به‌طور جانبی توسعه پیدا می‌کنند					فعالیت کافی عضلات همسترینگ
شانه‌ها به سمت بالا حرکت نمی‌کنند					۹. آزمون وضعیت چهار دست و پا، در وضعیت قرار گرفتن روی دست و زانو
ستون فقرات در وضعیت صاف قرار دارد					سر در وضعیت خنثی قرار دارد
۴. آزمون فلکشن ران در وضعیت نشسته			فلکشن ران راست	فلکشن ران چپ	توزیع وزن در کف دست‌ها یکنواخت است
تنه در صفحه فرونتال ثابت بوده، انحراف جانبی ندارد					کتف‌ها در وضعیت خنثی قرار دارند
ستون فقرات در وضعیت صاف قرار دارد					ستون فقرات سینه‌ای در صفحه ساجیتال با ثبات است
لگن در وضعیت خنثی و با ثبات قرار دارد					لگن در وضعیت خنثی قرار دارد
۵. بالا آوردن پا در وضعیت خوابیده به پشت			راست	چپ	۱۰. آزمون وضعیت خرس، در وضعیت قرار گرفتن روی دست و پاها
ستون فقرات گردنی در وضعیت خنثی قرار داد بدون هاپپر اکستنشن					سر در وضعیت خنثی قرار دارد
اتصال کمری پستی باثبات است و با تخت در تماس است (بدون هاپپر اکستنشن)					ستون فقرات سینه در وضعیت راست و کشیده در صفحه ساجیتال ^۲ قرار دارند
فعالیت متناسب دیواره شکم					زانوها در وضعیت خنثی قرار دارند
فعالیت متعادل راست شکمی بدون دیاستازیس ^۳					تحميل وزن با پاها به‌صورت متناسب
۶. فلکشن تنه و گردن در وضعیت سوپاین			راست	چپ	۱۱. آزمون اسکات
سر در وضعیت خنثی قرار دارد					سر در وضعیت خنثی قرار دارد
قفسه سینه در حالت تحتانی باقی‌مانده‌اند					شانه‌ها و ستون فقرات در وضعیت خنثی بوده و شانه‌ها در راستای انگشت بزرگ پا قرار دارند
دنده‌های پایینی در وضعیت تحتانی باقی‌مانده‌اند					زانوها با ران و پاها در یک خط قرار داشته و بالای انگشت بزرگ هستند
فعالیت متعادل راست شکمی بدون دیاستازیس					مج پا و پاها در وضعیت خنثی قرار دارند

1. Supine position

2. Sagittal Plane

3. Diastasis