Sport. Med. Stud, 2025, 17 (43): 71-86, DOI: 10.22089/smj.2024.17085.1764

Sport Medicine Studies

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

Research Article

The Effect of Functional Training on Lower and Upper Limb Dynamic Balance and FMS Test Score in Injuryprone Students

Ali Yalfani[1*], Bahman Aghamohammadi [2], Zahra Raeisi [3]

1.Department of Exercise Rehabilitation, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
2. Department of Exercise Rehabilitation, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
3. Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, Arak University, Arak, Iran.

Received: 17/08/2024, Accepted: 24/11/2024, Online Published: 04/12/2024

* Corresponding Author: Ali Yalfani, E-mail: yalfani@basu.ac.ir

How to Cite: Yalfani, A; Aghamohammadi, B; Raeisi, Z. (2024). The effect of functional training on lower and upper limb dynamic balance and FMS test score in injury prone students. Sport Medicin Studies, 17(43): 71-86. In Persian. DOI: 10.22089/smj.2024.17085.1764

Extended Abstract

Background and Purpose

Students represent the most valuable asset of any country, and schools serve as foundational environments for their mental and physical development. Participation in physical activities offers numerous benefits for students; however, increased engagement, especially at younger ages, is often accompanied by a heightened risk of injury, as supported by epidemiological data. Deficits in balance and motor function are recognized contributors to injury susceptibility. Balance and motor function can be effectively assessed using tools such as the Y-Balance Test and the Functional Movement Screen (FMS). Among the interventions aimed at enhancing balance, functional exercises have shown promise. Given the elevated injury risk among students and the critical role of balance and motor function in injury prevention, alongside a paucity of research in this area, the present study aimed to evaluate the effectiveness of functional exercises on lower and upper limb balance and FMS scores in students identified as prone to injury.

Method

The study population comprised students aged 10 to 13 years in Milajerd. From this population, 60 students identified as injury-prone—based on scoring below 14 on the Functional Movement Screening test—were selected as the research sample. Sample size determination was conducted using G*Power software, with an ANCOVA test indicating a minimum of 52 participants; to account for potential attrition, 60 students were recruited. After baseline assessments, participants were randomly assigned to control and experimental groups. The experimental group underwent supervised functional training for eight weeks, while the control group maintained their usual physical activities.

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Lower limb balance was assessed via the Y-Balance Test. Participants stood on their dominant leg at the center of the testing apparatus, with hands on hips, and reached with the non-dominant leg in three directions: anterior, posterior-internal, and posterior-external, performing three repetitions per direction. The total lower limb balance score was calculated by averaging the three directional reaches, dividing by leg length, and multiplying by 100.

Upper limb balance was similarly evaluated using the Y-Balance Test in a push-up position. Participants placed their dominant hand at the center and reached with the non-dominant hand in three directions: medial, inferior-external, and superior-external, with three repetitions each. The total upper limb balance score was computed by averaging the three reaches, dividing by arm length, and multiplying by 100.

Motor performance was assessed using the Functional Movement Screen (FMS), which included five linear lunge movements, step-over obstacle, shoulder mobility, straight leg raise, and rotational stability on both sides, as well as two deep squat movements and stability swimming. Each movement was scored from 0 to 3 based on quality, with the sum of all seven movements constituting the final FMS score.

Data analysis involved covariance analysis and paired t-tests using SPSS version 26.

Results

Paired t-tests revealed significant within-group improvements in the experimental group after eight weeks of intervention. Specifically, FMS scores increased significantly ($T = 26.05$, $p < 0.001$). Lower limb Y-Balance scores improved significantly in all three directions: anterior ($T = 14.2$, $p < 0.001$), posterior-internal ($T = 11.51$, $p < 0.001$), and posterior-external ($T = 13.53$, $p < 0.001$). Similarly, upper limb Y-Balance scores showed significant gains in medial ($T = 11.84$, $p < 0.001$), inferior-external ($T = 4.52$, $p < 0.001$), and superior-external ($T = 16.91$, $p < 0.001$) directions. No significant changes were observed in the control group ($p > 0.05$).

Covariance analysis controlling for pre-test scores demonstrated significant between-group differences at post-test. The total FMS score showed a large effect size ($ES = 0.86$, $p < 0.001$, $F = 367.19$). Lower limb Y-Balance scores differed significantly in anterior ($ES = 0.74$, $p < 0.001$, $F = 166.18$), posterior-internal ($ES = 0.68$, $p < 0.001$, $F = 120.96$), and posterior-external ($ES = 0.63$, $p < 0.001$, $F = 100.93$) directions. Upper limb Y-Balance scores also differed significantly in medial ($ES = 0.66$, $p < 0.001$, $F = 113.26$), inferior-external ($ES = 0.19$, $p < 0.001$, $F = 13.36$), and superior-external ($ES = 0.77$, $p < 0.001$, $F = 200.72$) directions.

Conclusion

This study investigated the impact of functional exercises on the functional movement and balance screening scores of students identified as prone to injury. The results indicate that functional training effectively enhances both motor performance and balance in the upper and lower limbs of these students. Such improvements are critical in reducing injury risk. Physical education teachers and corrective exercise specialists are encouraged to incorporate functional exercise protocols into their training regimens to mitigate injury vulnerability among students.

Keywords: Balance, Sports Injury, Functional Movement Screen, Functional Exercises

Article message

Functional training significantly improves motor skills and balance in injury-prone students, thereby playing a vital role in injury prevention. It is recommended that physical education professionals and corrective exercise specialists implement these training protocols to reduce injury risk in vulnerable student populations.

Ethical consideration

This study was approved by the Research Ethics Committee under code IR.BASU.REC.1402.103.

Authors' contributions
The authors contributed equally.

Conflict of interest
The authors declare no conflicts of interest.

Acknowledgment
The authors express their sincere gratitude to all participants who contributed to this study.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مطالعات طب ورزشی، بهار ۱۴۰۴، دوره ۱۷، شماره ۴۳، صص ۸۶-۷۱، DOI: 10.22089/smj.2024.17085.1764

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

نوع مقاله: پژوهشی

تأثیر تمرینات عملکردی بر تعادل پویای اندام تحتانی و فوقانی و نمره آزمون FMS دانش‌آموزان مستعد آسیب

علی یلفانی[1*]، بهمن آقامحمدی[2]، زهرا رئیسی[3]

۱. استاد، گروه توانبخشی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
۲. کارشناس ارشد، گروه توانبخشی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
۳. استادیار، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اراک، اراک، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۲۷، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۰۴، تاریخ انتشار آنلاین:۱۴۰۳/۰۹/۱۴

*نویسنده مسئول: علی یلفانی، ایمیل yalfani@basu.ac.ir

How to Cite: Yalfani, A; Aghamohammadi, B; Raeisi, Z. (2024). The effect of functional training on lower and upper limb dynamic balance and FMS test score in injury prone students. Sport Medicin Studies, 17(43): 71-86. In Persian. DOI: 10.22089/smj.2024.17085.1764

چکیده

با شناسایی عوامل خطرزای آسیب مانند تعادل ضعیف و نقص در عملکرد حرکتی، می‌توان دانش‌آموزان مستعد آسیب را شناخت و با انجام تمرینات مناسب، خطر بروز آسیب را در آن‌ها کاهش داد. هدف مطالعه حاضر، تعیین اثربخشی تمرینات عملکردی بر نمره آزمون غربالگری حرکات عملکردی و تعادل پویای اندام تحتانی و فوقانی دانش‌آموزان مستعد آسیب بود. در این مطالعه نیمه‌تجربی، ۶۰ نفر از دانش‌آموزان ۱۰ تا ۱۳ ساله با نمره کمتر از ۱۴ در آزمون غربالگری حرکات عملکردی (مستعد آسیب)، به صورت تصادفی در دو گروه کنترل و تجربی (تمرینات عملکردی) قرار گرفتند. گروه تجربی به انجام هشت هفته تمرینات عملکردی پرداخت و گروه کنترل در این مدت به روتین معمولی زندگی خود ادامه داد. عملکرد حرکتی و تعادل اندام تحتانی و فوقانی به‌ترتیب با آزمون‌های غربالگری حرکات عملکردی و آزمون تعادل Y، در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون ارزیابی شد. داده‌ها با استفاده از آزمون آنالیز کوواریانس در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ تحلیل شد (P≤۰/۰۵). نتایج آزمون کوواریانس نشان داد، پس از کنترل اثر پیش‌آزمون، در پس‌آزمون نتایج آزمون غربالگری حرکات عملکردی و تعادل پویای پا و دست برتر (در هر سه جهت)، بین دو گروه اختلاف معناداری وجود داشت (P<۰/۰۰۱). با توجه به نتایج پژوهش، استفاده از تمرینات عملکردی برای بهبود عملکرد حرکتی و تعادل پویای اندام تحتانی و فوقانی با هدف کاهش خطر بروز آسیب در دانش‌آموزان مستعد آسیب پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی: تعادل، آسیب ورزشی، آزمون FMS، تمرینات عملکردی.

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقدمه

دانش‌آموزان هر کشوری از سرمایه‌های اصلی آن کشور هستند که برای تربیت و پرورش ذهنی و جسمی آن‌ها، مکانی به نام مدرسه شکل گرفته است. برای پرورش جسم دانش‌آموزان، معمولاً از انجام فعالیت‌های بدنی و ساعت کلاس تربیت بدنی بهره گرفته می‌شود (۱). شرکت در فعالیت‌های بدنی برای دانش‌آموزان، فوایدی ازجمله توسعه مهارت‌های حرکتی، هماهنگی، استقامت و سلامت ذهنی دارد، اما از طرفی با توجه به مشارکت زیاد دانش‌آموزان در این فعالیت‌ها به‌خصوص در سنین کم، با پیامدهایی مانند افزایش عوامل خطرزای آسیب و غیبت در مدرسه و فعالیت‌بدنی و همچنین افزایش هزینه‌های درمانی در صورت ایجاد آسیب همراه است (۳، ۲). آمارها از مشارکت زیاد دانش‌آموزان در فعالیت‌های بدنی و تعداد زیاد آسیب‌دیدگی در آن‌ها حکایت دارد؛ به عنوان مثال، یک مطالعه روی ۲۰۲۹ دانش‌آموز کانادایی، میزان مشارکت ۸۶/۸۹ درصدی در فعالیت‌های بدنی و ورزشی و میزان آسیب‌دیدگی ۴۵/۱ درصدی آن‌ها را در طول یک سال نشان داد (۲). در مطالعه‌ای دیگر از کشور آمریکا، مشخص شد که از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹، ۱۵۵۳۱ آسیب در دانش‌آموزان روی داد (۲/۲۹ آسیب در هر ۱۰۰۰ ساعت) (۳). علاوه بر این کشورها، آسیب‌پذیری دانش‌آموزان ایرانی نیز زیاد است. در تحقیقی که بین ۶۳۰۰ دانش‌آموز ۱۲-۱۶ ساله در طول یک سال انجام گرفت، ۴۵۷ آسیب به ثبت رسید که بیشترین فراوانی آسیب مربوط به رشته فوتبال با ۵۶/۹ درصد از کل آسیب‌ها بود (۱). با توجه به آمار ارائه‌شده، میزان آسیب‌پذیری دانش‌آموزان در کشورهای مختلف و به طور خاص در ایران، زیاد است.

محققان ریسک فاکتورهای آسیب را به دو گروه عوامل درونی (نقص در انعطاف‌پذیری، شلی لیگامنتی، نقص تعادل و عملکرد) و عوامل بیرونی (تجهیزات و محیط نامناسب) تقسیم می‌کنند (۴). نقص در تعادل و عملکرد حرکتی، فرد را در معرض آسیب قرار می‌دهد. در راستای کاهش میزان آسیب‌ها، محققان به دنبال یافتن آزمون‌هایی برای پیش‌بینی آسیب، از طریق ارزیابی ریسک فاکتورها بوده‌اند و سه آزمون غربالگری حرکات عملکردی، آزمون تعادل Y اندام تحتانی و آزمون تعادل Y اندام فوقانی را که به‌ترتیب برای ارزیابی عملکرد حرکتی و تعادل اندام تحتانی و فوقانی به کار می‌روند، در پیش‌بینی آسیب موفق ارزیابی کرده‌اند (۷-۵).

آزمون غربالگری حرکات عملکردی برای ارزیابی عملکرد، کیفیت حرکت و همچنین شناسایی اختلالات حرکتی و نبود تقارن دوطرفه به کار می‌رود که نیازمند برقراری تعادل بین ثبات و تحرک است (۸). این آزمون از هفت حرکت و سه آزمون تشخیص درد تشکیل شده است (۹). به هر حرکت از صفر تا ۳ نمره داده می‌شود و دریافت امتیاز کمتر از ۱۴، نشان‌دهنده خطر آسیب‌پذیری زیاد فرد است (۱۰، ۵). علاوه‌بر عملکرد حرکتی، تعادل یکی دیگر از عوامل خطرزای بروز آسیب است که به‌عنوان حفظ مرکز ثقل در محدوده سطح اتکا در سه سطح ایستا، پویا و عملکردی تعریف می‌شود (۱۱). محققان به‌منظور ارزیابی این عامل تأثیرگذار بر آسیب از آزمون تعادل Y برای اندام تحتانی و اندام فوقانی استفاده می‌کنند (۱۲) که اصلاح‌شده آزمون تعادل ستاره است و برای ارزیابی تعادل، ثبات، کنترل عصبی‌عضلانی و انعطاف‌پذیری و پیش‌بینی آسیب به کار می‌رود (۱۳، ۶). آزمون تعادل Y اندام فوقانی نیز یک آزمون عملکردی با روایی و پایایی مناسب در جمعیت‌های مختلف است که برای ارزیابی تعادل، ثبات، حس عمقی و انعطاف‌پذیری به کار می‌رود و نیازمند ثبات در بازوی حمایتی و تحرک‌پذیری در ستون فقرات سینه‌ای و بازوی دستیابی است (۷).

از بین تمرینات استفاده‌شده برای بهبود تعادل و عملکرد حرکتی می‌توان تمرینات عملکردی را نام برد. از ویژگی‌های تمرینات عملکردی می‌توان انجام شدن در چند سطح و چندمفصله بودن را نام برد. حرکات منتخب در این تمرینات در زندگی روزمره و حین انجام ورزش به‌طور مکرر استفاده می‌شود. علاوه بر این، توجه به الگوهای حرکتی و موفقیت در کاهش آسیب‌پذیری و افزایش فاکتورهای آمادگی جسمانی از دیگر ویژگی‌های مثبت این تمرینات است (۱۴، ۱۰). در

همین راستا، محققان به بررسی اثربخشی تمرینات عملکردی بر نمره آزمون غربالگری حرکات عملکردی و تعادل قایق‌رانان پرداختند. براساس نتایج این پژوهش، تمرینات عملکردی باعث بهبود تعادل و عملکرد حرکتی قایق‌رانان شد (۱۰). در تحقیقی دیگر به بررسی اثربخشی تمرینات عملکردی بر تعادل و عملکرد حرکتی افراد نظامی فعال مستعد آسیب پرداخته شد. نتایج نشان داد، تمرینات عملکردی توانایی بهبود تعادل و عملکرد حرکتی نظامیان فعال مستعد آسیب را دارند (۱۱). در پژوهشی دیگر به تأثیر تمرینات عملکردی با استفاده از کتل بل برای بهبود نمره آزمون غربالگری حرکات عملکردی و تعادل دانش‌آموزان راهنمایی پرداخته شد (۱۵). در سایر مطالعات نیز تأثیر تمرینات عملکردی بر تعادل و عملکرد حرکتی دانشجویان (۱۶)، آتش‌نشانان (۱۷) و زنان دارای سندرم متقاطع تحتانی (۱۸) بررسی شده است. با بررسی ادبیات موجود در رابطه با موضوع مطالعه‌شده متوجه چند نکته می‌شویم: اول اینکه از افراد با سنین کم که تعادل و عملکرد حرکتی در پیشگیری از آسیب در آن‌ها به اندازه سالمندان مهم است، غفلت شده است؛ دوم اینکه در مطالعات خیلی کمی به بررسی اثربخشی تمرینات عملکردی بر هر سه فاکتور پیشگیری از آسیب (شامل عملکرد حرکتی و تعادل اندام تحتانی و فوقانی) با هم پرداخته شده است؛ سوم اینکه با توجه به بررسی محققان، اثربخشی تمرینات عملکردی بر نمره آزمون غربالگری حرکات عملکردی و تعادل اندام تحتانی و فوقانی دانش‌آموزان ۱۰ تا ۱۳ ساله مستعد آسیب بررسی نشده است؛ بنابراین هدف این مطالعه، تعیین اثربخشی هشت هفته تمرینات عملکردی بر نمره آزمون غربالگری حرکات عملکردی و تعادل اندام تحتانی و فوقانی دانش‌آموزان مستعد آسیب بود.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از لحاظ هدف، کاربردی و از حیث روش اجرا، نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود که به تأیید کمیته اخلاق در پژوهش با کد (IR.BASU.REC.1402.103) رسید. دانش‌آموزان ۱۰ تا ۱۳ ساله شهر میلاجرد جامعه آماری پژوهش را تشکیل دادند. از بین آن‌ها، ۶۰ دانش‌آموز مستعد آسیب (نمره کمتر از ۱۴ در آزمون غربالگری حرکات عملکردی) انتخاب شدند و نمونه پژوهش را تشکیل دادند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار G*Power و براساس آزمون آنکووا و با ضریب آلفای کوچک‌تر یا مساوی ۰/۰۵ و توان ۰/۸۰ و اندازه اثر ۰/۴ (طبق مطالعات قبلی)، ۵۲ نفر تعیین شد که با ۱۰ درصد احتمال ریزش، ۶۰ نفر در نظر گرفته شد (۱۲). نمونه‌ها پس از انجام پیش‌آزمون‌ها به دو گروه کنترل و تجربی تقسیم شدند. گروه تجربی هشت هفته به تمرینات عملکردی تحت نظارت پرداختند و گروه کنترل در طول این مدت فعالیت‌های بدنی روزمره خود را انجام دادند. معیارهای ورود آزمودنی‌ها به مطالعه، نداشتن سابقه آسیب‌دیدگی و جراحی، کسب نمره کمتر از ۱۴ در آزمون غربالگری حرکات عملکردی، قرار داشتن در دامنه سنی ۱۰ تا ۱۳ سال و نداشتن مشکلات قامتی و اسکلتی بود. معیارهای خروج شامل تمایل نداشتن به ادامه شرکت در تمرینات یا شرکت نکردن در پس‌آزمون، غیبت بیش از دو جلسه متوالی یا بیش از سه جلسه در طول تمرینات و آسیب‌دیدگی در طول مدت پژوهش بود.

آزمون غربالگری حرکات عملکردی (FMS): این آزمون به‌وسیلهٔ کیت FMS (یک برد به ابعاد ۱۴۰*۱۵*۵ و دو چوب دستی به ابعاد ۷۰ و یک چوب دستی ۱۲۰ سانتی‌متری) انجام شد. به‌جز سه آزمون تشخیص درد، پنج حرکت لانج

خطی[۱]، گام از مانع[۲]، موبیلیتی شانه[۳]، بالا آوردن مستقیم پا[۴] و پایداری چرخشی در دو طرف چپ و راست[۵]، به همراه دو حرکت دیپ اسکوات[۶] و شنا پایداری[۷] انجام شد. به هر حرکت صفر تا ۳ امتیاز با توجه به کیفیت حرکت داده شد (بدین شرح: انجام حرکت بدون حرکت جبرانی ۳، با حرکت جبرانی و اضافی ۲، تکمیل نکردن حرکت ۱ و درد در هنگام انجام حرکت صفر امتیاز). هر حرکت، سه بار تکرار و بهترین امتیاز ثبت شد. شایان ذکر است، مطابق با دستورالعمل امتیازدهی آزمون، در حرکات دوطرفه، کمترین امتیاز در دو طرف ثبت شد (شکل ۱) (۸). روایی و پایایی این آزمون در مطالعات قبلی ۰/۹۳ تا ۰/۹۸ به دست آمد (۱۹).

آزمون تعادل Y اندام تحتانی: این آزمون با استفاده از کیت تعادل Y انجام گرفت. برای شروع آزمودنی پای غالب خود را در مرکز کیت و دست‌ها را بر لگن قرار داد و دستیابی با پای غیرغالب را در سه جهت قدامی، خلفی‌داخلی و خلفی‌خارجی، با سه تکرار انجام داد. بعد از کوشش در هر جهت، آزمودنی باید به نقطه شروع برمی‌گشت و دستیابی در جهت بعدی را انجام می‌داد. بعد از انجام آزمون در سه جهت، به آزمودنی ۳۰ ثانیه استراحت داده شد. اگر فرد در هنگام انجام آزمون، با پای دستیابی بر صفحه برد فشار می‌آورد یا نمی‌توانست پای دستیابی را به نقطه شروع برگرداند یا تعادل پای تکیه‌گاه برهم می‌خورد، خطا در نظر گرفته و حرکت باید تکرار می‌شد. برای نرمال‌سازی مقدار دستیابی به‌عنوان درصدی از طول پا، میانگین مقدار فاصله دستیابی در سه تکرار بر طول پا (اندازه خار خاصره‌ای قدامی فوقانی تا قوزک داخلی) تقسیم و در عدد ۱۰۰ ضرب شد. برای به دست آوردن نمره کل، میانگین سه جهت تقسیم بر طول پا و در ۱۰۰ ضرب شد (شکل ۲) (۲۰). آزمون تعادل Y، آزمونی با روایی و پایایی مناسب در جمعیت‌های مختلف است؛ به عنوان مثال، پایایی درونی آن در افراد سالم (۰/۷۹ تا ۰/۸۶) و در دانشجویان (۰/۸۱ تا ۰/۹۲) گزارش شده است ۲۱، ۲۰).

آزمون تعادل Y اندام فوقانی: این آزمون نیز به‌وسیله کیت تعادل Y انجام شد. برای شروع فرد حالت شنا به خود گرفت و دست غالب در وسط کیت قرار گرفت و دستیابی با دست غیرغالب را در سه جهت داخلی، خارجی‌تحتانی و خارجی‌فوقانی، با سه تکرار انجام داد. بعد از دستیابی در هر جهت آزمودنی باید به نقطه شروع برمی‌گشت و دستیابی در جهت بعدی را انجام می‌داد. بعد از تکمیل کوشش‌ها، ۳۰ ثانیه به فرد استراحت داده شد. اگر فرد در هنگام انجام دستیابی بر صفحه برد فشار می‌آورد یا نمی‌تواست به نقطه شروع برگردد یا تعادل فرد، قبل از تکمیل حرکت برهم می‌خورد، خطا صورت می‌گرفت و باید مجدد حرکت تکرار می‌شد. برای نرمال‌سازی مقدار دستیابی به‌عنوان درصدی از طول دست، میانگین مقدار دستیابی در سه تکرار بر طول دست برتر (اندازه مهره هفتم گردنی تا انتهای انگشت وسط دست برتر) تقسیم و در ۱۰۰ ضرب شد (شکل ۲) (۲۲، ۷).

مشخص کردن پا و دست برتر: برای مشخص کردن پای برتر از آزمودنی‌ها خواسته شد تا با پا یک ضربه به توپ بزنند و برای مشخص کردن دست برتر هم از آزمودنی‌ها خواسته شد نام خود را بر روی کاغذ بنویسند (۲۲، ۷).

1. Inline Lunge
2. Hurdle Step
3. Shoulder Mobility
4. Active-Straight Leg Raise
5. Rotary Stability
6. Deep Squat
7. Trunk Stability Push-up

پروتکل تمرینی: پروتکل تمرینی از دو مقاله مشتق شد (۱۴، ۱۰). تلاش شد تمریناتی انتخاب شوند که برای اجرا نیاز به تجهیزات خاصی نداشته باشند و با وزن بدن انجام شوند. پروتکل تمرینات عملکردی (شامل اسکوات[۱]، لانج[۲]، شنا[۳]، پلنک[۴]، پل[۵]، ددباگ[۶]، تبرزن[۷]، کوهنورد[۸] و پرتاب توپ پزشکی[۹]) به مدت هشت هفته و سه جلسه در هر هفته به مدت ۴۵ تا ۶۰ دقیقه اعمال شد. برای رعایت اصل اضافه بار، تمرینات از ۸ تکرار در هفته‌های ابتدایی تا ۱۶ تکرار در هفته آخر و در برخی حرکات از ۳۰ ثانیه تا ۶۰ ثانیه افزایش یافت. همچنین برای ایجاد تنوع در حرکات، هر دو هفته یک بار با حفظ نقطه اثر حرکت، حرکت به شکل دیگری انجام گرفت (مثلاً حرکت پرتاب توپ پزشکی ابتدا با پوزیشن ساده و سپس با پوزیشن اسکوات انجام شد). هر جلسه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی، ۴۵ دقیقه تمرین اصلی و ۵ دقیقه سرد کردن بود. شایان ذکر است، چهار هفته اول تمرین بر سطح سخت و با اتکای کامل فرد بر سطح انجام شد و چهار هفته دوم تمرین بر سطح نرم و فوم، با اتکای کمتر فرد بر سطح انجام شد (شکل ۳).

برای نرمال‌بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد و با توجه به نرمال بودن داده‌ها، برای بررسی تغییرات درون‌گروهی از آزمون t زوجی و برای بررسی تغییرات بین‌گروهی از آزمون آنالیز کوواریانس استفاده شد. تحلیل آماری در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶، با ضریب اطمینان ۰/۹۵ در سطح معناداری ۰/۰۵ انجام شد.

جدول ۱- پروتکل تمرینی (هفته‌های ۱ تا ۴ بر سطح سخت و هفته‌های ۵ تا ۸ بر سطح نرم وفوم مانند)

Table 1- Training protocol: 1-4 weeks on a hard surface, 5-8 weeks on a soft, foam-like surface

نام حرکت	هفته‌های اول و دوم	هفته‌های سوم و چهارم
شنا	شنا ایستاده بر دیوار (3 ست با 8-10 تکرار)	شنا بر زمین، با زانوهای قرارگرفته بر زمین (3 ست با 10-12 تکرار)
ددباگ	ددباگ با زانوی 90 درجه خم و ثابت، دست‌ها ازشانه خم و باز می‌شوند (3 ست با 8-10 تکرار در هر دست)	ددباگ با دست ها 90 درجه خم و ثابت و پاها از زانو ولگن خم و باز می‌شوند (3 ست 10-12 تکرار در هر پا)
اسکوات	اسکوات ساده 45 درجه با قرار دادن دست ها روی لگن (3 ست با 8-10 تکرار)	اسکوات ساده و کامل با قرار دادن دست‌ها روی لگن (3 ست با 10-12 تکرار)
لانج	لانج ساده با خم شدن تا نیمه و دست‌ها بر روی لگن (3 ست با 8-10 تکرار)	لانج ساده کامل و دست‌ها بر روی لگن (3 ست با 10-12 تکرار)
تبرزن	تبرزن به حالت ساده و ایستاده (3 ست با 8-10 تکرار)	تبرزن درحالت نیمه اسکوات (3 ست با 10-12 تکرار)
پرتاب توپ پزشکی	پرتاب توپ مدیسن بال از مقابل سینه (3 ست با 8-10 تکرار)	پرتاب توپ مدیسن بال از بالای سر (3 ست با 10-12 تکرار)
پل	پل پشت (3 تکرار 30 ثانیه‌ای)	پل پشت با بالا و پایین بردن لگن (4 تکرار 30 ثانیه‌ای)
پلنک	پلنک ساعد با حالت زانو بر زمین	پلنک ساعد با حالت استاندارد

1. Squat
2. Lunge
3. Push-up
4. Plank
5. Bridge
6. Dead Bug
7. Woodchop
8. Climber
9. Medicine-ball throwing

جدول ۱- پروتکل تمرینی (هفته‌های ۱ تا ۴ بر سطح سخت و هفته‌های ۵ تا ۸ بر سطح نرم وفوم مانند)

Table 1- Training protocol: 1-4 weeks on a hard surface, 5-8 weeks on a soft, foam-like surface

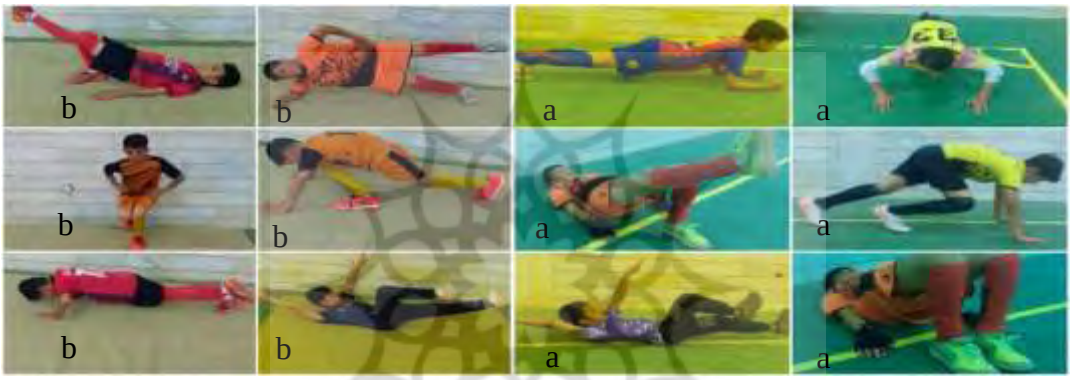
نام حرکت	هفته‌های اول و دوم	هفته‌های سوم و چهارم
	(3 ست 30 ثانیه‌ای)	(4 ست 30 ثانیه‌ای)
کوهنورد	کوهنورد با سرعت کم (3 ست 30 ثانیه‌ای)	کوهنورد با سرعت کمی بیشتر از هفته‌های اول و دوم (4 ست 30 ثانیه‌ای)
نام حرکت	**هفته‌های پنجم و ششم**	**هفته‌های هفتم و هشتم**
شنا	شنا در وضعیت استاندارد (3 ست با 12-14 تکرار)	شنا به صورتی که فقط یک پا بر زمین باشد (3 ست با 14-16 تکرار)
ددباگ	ددباگ با حرکت دست و پای مخالف هم‌زمان (3 ست با 12-14 تکرار)	ددباگ با حرکت دست و پای موافق، هم‌زمان (3 ست با 14-16 تکرار)
اسکوات	اسکوات تک پا 45 درجه (3 ست با 12-14 تکرار)	اسکوات تک پا و کامل (3 ست با 14-16 تکرار)
لانج	لانج ساده، با حرکت قیچی و جابه‌جا کردن پاها با هم (3 ست با 12-14 تکرار)	لانج پرشی و جابه‌جا کردن پاها با هم (3 ست با 14-16 تکرار)
تبرزن	تبرزن، درحالت اسکوات کامل (3 ست با 12-14 تکرار)	تبرزن، درحالت ایستاده تک پا (3 ست با 14-16 تکرار)
پرتاب توپ پزشکی	پرتاب مدیسن بال از بالای سر، با کمی پرش (3 ست با 12-14 تکرار)	پرتاب مدیسن بال از بالای سر از حالت اسکوات تا پرش (3 ست با 14-16 تکرار)
پل	پل پشت، با یک پا بر زمین (4 ست 30 ثانیه‌ای)	پل پشت تک پا، با بالا و پایین بردن لگن (4 ست 45 ثانیه‌ای)
پلنک	پلنک جانبی ساده (4 ست 30 ثانیه‌ای)	پلنک جانبی با ابداکشن یک پا (4 ست 45 ثانیه‌ای)
کوهنورد	کوهنورد، با چرخش در تنه و قراردادن پا کنار دست مخالف (4 ست 30 ثانیه‌ای)	کوهنورد، با چرخش تنه و قراردادن پا در کنار دست مخالف، با سرعت بیشتر از هفته قبل (4 ست 45 ثانیه‌ای)

شکل ۱- هفت حرکت آزمون غربالگری حرکات عملکردی و آزمون‌های تشخیص درد

Figure 1- Seven functional movement screening tests and pain detection tests

شکل ۲- آزمون تعادل Y اندام تحتانی و فوقانی

Figure 2- The Y Balance Test for the Upper and Lower Limbs



شکل ۳- نمونه‌هایی از تمرینات عملکردی، (a) در سطح سخت (هفته‌های ۱-۴) و (b) تمرینات در سطح نرم (هفته‌های ۵-۸)

Figure 3- Examples of functional training: (a) on a hard surface (weeks 1–4) and (b) on a soft surface (weeks 5–8).

نتایج

نتایج مربوط به اطلاعات دموگرافیک شرکت‌کنندگان در جدول (۲) مشاهده می‌شود.

جدول ۲- آمار توصیفی داده‌های دموگرافیک شرکت‌کنندگان در مطالعه

Table 2- Descriptive statistics of the participants' demographic characteristics

متغیر	کنترل Control (M±SD)		تجربی Experimental (M±SD)	
	پیش‌آزمون Pre-Test	پس‌آزمون Post-Test	پیش‌آزمون Pre-Test	پس‌آزمون Post-Test
سن (سال) Age	12.08±0.54	12.2±0.54	11.67±0.63	11.8±0.63
وزن Weight (Kg)	38.07±7.09	37.99±7.47	37.31±8.49	37.56 ±8.26
قد Height (Cm)	147.03±7.17	147.8±6.91	145.53±8.22	145.93±8.15
شاخص توده بدنی BMI(m²/Kg)	17.55±2.55	17.62±2.59	17.4±2.48	17.48±2.36

نتایج آزمون t زوجی نشان داد، بعد از هشت هفته مداخله، تغییرات درون‌گروهی نمره FMS (T=۲۶/۰۵، P<۰/۰۰۱)، نمره تعادل Y پای برتر در سه جهت قدامی (T=۱۴/۲، P<۰/۰۰۱)، خلفی‌داخلی (T=۱۱/۵۱، P<۰/۰۰۱) و خلفی‌خارجی (T=۱۳/۵۳، P<۰/۰۰۱) و نمره تعادل Y دست برتر سه جهت داخلی (T=۱۱/۸۴، P<۰/۰۰۱)، خارجی‌تحتانی (P<۰/۰۰۱، T=۴/۵۲) و خارجی‌فوقانی (T=۱۶/۹۱، P<۰/۰۰۱) در گروه تجربی معنادار بود، ولی این تغییرات در گروه کنترل معنادار نبود (P>۰/۰۵).

نتایج آزمون کوواریانس برای مقایسه بین‌گروهی نشان داد، پس از کنترل اثر پیش‌آزمون، در پس‌آزمون نمره کل آزمون غربالگری حرکات عملکردی (ES=۰/۸۶، P<۰/۰۰۱، F=۳۶۷/۱۹)، نمره تعادل Y اندام تحتانی در جهت قدامی (ES=۰/۷۴، P<۰/۰۰۱، F=۱۶۶/۱۸)، خلفی‌داخلی (ES=۰/۶۸، P<۰/۰۰۱، F=۱۲۰/۹۶) و خلفی‌خارجی (ES=۰/۶۳، P<۰/۰۰۱، F=۱۰۰/۹۳) و نمره تعادل Y اندام فوقانی در سه جهت داخلی (ES=۰/۶۶، P<۰/۰۰۱، F=۱۱۳/۲۶)، خارجی‌تحتانی (ES=۰/۱۹، P<۰/۰۰۱، F=۶۱۳/۳۶) و خارجی‌فوقانی (ES=۰/۷۷، P<۰/۰۰۱، F=۲۰۰/۷۲) بین دو گروه کنترل و تجربی تفاوت معناداری وجود داشت (جدول ۳).

جدول ۳- میانگین± انحراف معیار و نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی تغییرات بین‌گروهی متغیرهای پژوهش

Table 3- Mean ± SD and the results of the analysis of covariance (ANCOVA) to evaluate inter-group changes in the research variables

متغیرها Variables	گروه Group	پیش‌آزمون Pre-Test (M±SD)	پس‌آزمون Post-Test (M±SD)	F	P	ES
FMS	کنترل (Control)	±0.71 11.63	11.83±0.83	367.19	<0.001	0.86
	تجربی (Experimental)	11.66±1.06	16.36±1.35			
Y – قدامی Y-Anterior	کنترل (Control)	±5.87 81.78	81.81±5.68	166.18	<0.001	0.74
	تجربی (Experimental)	82.9±4.81	90.37±5.39			
Y – خلفی‌داخلی Y-Posterior Medial	کنترل (Control)	86.33±4.83	86.03±5.35	120.96	<0.001	0.68
	تجربی (Experimental)	81.18±4.87	94.34±4.83			
Y – خلفی‌خارجی Y-Posterior Lateral	کنترل (Control)	86.81±4.6	85.95±5.56	100.93	<0.001	0.63
	تجربی (Experimental)	87.70±5.23	93.11±5.14			
Y- داخلی Y-Medial	کنترل (Control)	80.49±4.71	80.56±4.75	113.26	<0.001	0.66
	تجربی (Experimental)	80.66±5.97	85.85±5.66			
	کنترل (Control)	76.84±7.47	77.89±6.86	13.36	<0.001	0.19

جدول ۳- میانگین± انحراف معیار و نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای بررسی تغییرات بین‌گروهی متغیرهای پژوهش
Table 3- Mean ± SD and the results of the analysis of covariance (ANCOVA) to evaluate inter-group changes in the research variables

متغیرها Variables	گروه Group	پیش‌آزمون Pre-Test (M±SD)	پس‌آزمون Post-Test (M±SD)	F	P	ES
۷- خارجی‌تحتانی Y-Inferior Lateral	تجربی (Experimental)	74.52±8.51	81.32±5.75	200.72	<0.001	0.77
۷-	کنترل (Control)	54.11±6.76	53.97±6.8			
خارجی‌فوقانی Y-Superior Lateral	تجربی (Experimental)	55.54±5.23	64.39±5.92			

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش به بررسی تأثیر تمرینات عملکردی بر نمره آزمون غربالگری حرکات عملکردی و تعادل اندام تحتانی و فوقانی دانش‌آموزان مستعد آسیب پرداخته شد. نتایج پژوهش نشان داد، تمرینات عملکردی در بهبود نمره غربالگری حرکات عملکردی و تعادل اندام فوقانی و تحتانی دانش‌آموزان مستعدآسیب موفق عمل کرده است.

اجرای بخش‌های مختلف آزمون غربالگری حرکات عملکردی و تعادل Y به هماهنگی بین چند مفصل نیاز دارد (۱۳، ۹). تمرینات عملکردی برخلاف تمرینات سنتی، به صورت همه‌جانبه بر بدن تأثیر می‌گذارند. این تمرینات در چند سطح انجام می‌شوند و چندین مفصل را به طور هم‌زمان درگیر می‌کنند. همچنین در حین اجرای هر حرکت چندین عضله به طور هم‌زمان به فعالیت می‌پردازند؛ یعنی انجام یک حرکت عملکردی مثل اسکوات از یک حرکت ساده مثل جلو بازو به هماهنگی بیشتری نیاز دارد (۱۴)؛ بنابراین می‌توان گفت، احتمالاً یکی از دلایل بهبود تعادل و عملکرد حرکتی در دانش‌آموزان مستعد آسیب افزایش هماهنگی در نتیجه انجام تمرینات عملکردی بوده است؛ اما مطالعاتی وجود دارد که به بررسی تأثیر تمرینات عملکردی بر فاکتورهای موردمطالعه ما در گروه‌های دیگر پرداخته‌اند. در مطالعه‌ای تقریباً مشابه، علیزاده و همکاران به بررسی اثربخشی تمرینات عملکردی بر نمره آزمون غربالگری حرکات عملکردی و عملکردهای منتخب آمادگی‌جسمانی (تعادل، قدرت و انعطاف‌پذیری) در ۳۸ نظامی فعال مستعد آسیب پرداختند و نتایجی مشابه نتایج مطالعه حاضر به دست آمد (۱۰). وجه اشتراک مطالعه علیزاده و همکاران با مطالعه حاضر، انتخاب افراد با نمره کمتر از ۱۴ به‌عنوان افراد مستعد آسیب بود. این موضوع که نمرات کمتر در آزمون غربالگری حرکات عملکردی باعث احتمال آسیب‌دیدگی بیشتر فرد می‌شود، تأیید شده است (۵).

از دیگر موارد مهم و اثرگذار بر نتایج می‌توان به نقش ناحیه مرکزی اشاره کرد. ناحیه مرکزی بدن از یک محفظه که عضلات شکمی در جلو، عضلات مولتی‌فیدوس و بازکننده‌های کمری در پشت، عضله دیافراگم در بالا و عضلات کف لگن در کف آن قرار دارند، تشکیل شده است و در هنگام انجام یک عمل، نقش مهمی در انتقال انرژی بین اندام تحتانی و فوقانی بر عهده دارد (۲۳). مطالعات ثابت کرده‌اند که بین نمرات غربالگری حرکات عملکردی، تعادل Y اندام تحتانی و تعادل Y اندام فوقانی با ثبات و قدرت مرکزی رابطه وجود دارد؛ یعنی با افزایش ثبات و قدرت عضلات مرکزی، تعادل و عملکرد حرکتی هم افزایش می‌یابد. این افزایش اغلب از طریق بهبود انتقال انرژی بین اندام‌ها و کنترل بهتر حرکت به

وقوع می‌پیوندد (۲۴، ۲۳)؛ بنابراین می‌توان گفت، احتمالاً یکی دیگر از دلایل بهبود تعادل و عملکرد حرکتی در دانش‌آموزان مستعدآسیب، بهبود ثبات و قدرت مرکزی، بعد از انجام تمرینات عملکردی است؛ چراکه برخی از تمرینات مورداستفاده در مطالعه پیش‌رو (همانند ددباگ، اسکوات، پلنک، تبرزن و پل) ناحیه مرکزی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در همین راستا، بینیئک و همکاران تأثیر تمرینات عملکردی را بر الگوهای حرکتی و تعادل داینامیک بازیکنان ۱۵ تا ۱۸ ساله هاکی بررسی کردند. نتایج حاکی از موفقیت تمرینات در بهبود الگوهای حرکتی و تعادل هاکی‌بازان بود (۱۲). بینیئک و همکاران دلیل تأثیر تمرینات بر نمره غربالگری حرکات عملکردی و تعادل Y را افزایش ثبات مرکزی و کنترل بهتر حرکات دانستند (۱۲).

دلیل احتمالی بعدی می‌تواند با بهبود در فاکتورهای آمادگی جسمانی مرتبط باشد. مطابق نتایج مطالعات پیشین، تمرینات عملکردی در افزایش قدرت، انعطاف‌پذیری و چابکی موفق بوده‌اند (۱۴، ۱۰). با توجه به این نکته که بین فاکتورهای آمادگی جسمانی با نمره کسب‌شده در آزمون‌های غربالگری حرکات عملکردی و تعادل Y اندام فوقانی و تحتانی رابطه وجود دارد، با تقویت فاکتورهای آمادگی جسمانی، تعادل و عملکرد حرکتی بهبود می‌یابد (۲۶-۲۴)؛ درنتیجه احتمالاً یکی دیگر از دلایل بهبود تعادل و عملکرد حرکتی دانش‌آموزان مستعدآسیب، پیشرفت در فاکتورهای آمادگی جسمانی آن‌ها بعد از تمرینات عملکردی بوده است. در این راستا، چیچانگ و همکاران در مطالعه خود به بررسی اثربخشی تمرینات عملکردی بر عملکرد حرکتی و عملکردهای ورزشی (تعادل، قدرت، انعطاف‌پذیری و چابکی) قایق‌رانان پرداختند. نتایج نشان داد، تمرینات عملکردی، نمره آزمون غربالگری حرکات عملکردی و تعادل Y و همچنین عملکردهای ورزشی را بهبود داده‌اند (۱۰). نتایج مطالعه پیش‌رو نیز با این مطالعه همسوست. همچنین برخی از تمرینات این پژوهش از این مطالعه مشتق شده بود.

شایان ذکر است که سطح تمرینات یکی دیگر از عوامل تأثیرگذار بر کسب نتایج به‌دست‌آمده است؛ زیرا تمرین در سطح ناپایدار، حس موقعیت مفصل را به چالش می‌کشد و سبب بهبود آن می‌شود (۲۷)؛ بنابراین می‌توان گفت، احتمالاً تمرینات در سطح نرم توانسته است، گیرنده‌های حس‌عمقی کف پا را در دانش‌آموزان مستعدآسیب به چالش بکشد و سبب بهبود تعادل و عملکرد حرکتی آن‌ها شود. همان‌گونه که مشاهده شد، مطابق با نتایج، تمرینات عملکردی در بهبود تعادل فوقانی دانش‌آموزان مستعدآسیب اثربخش بود. موضوع مهم این است که تحقیقاتی که به تعیین تأثیر تمرینات عملکردی و حتی سایر تمرینات بر تعادل فوقانی پرداخته باشد، بسیار اندک است. در همین راستا، فتاحی و همکاران به اثربخشی تمرینات عملکردی با کش تی‌آر ایکس بر عملکرد اندام فوقانی و تحتانی زنان دارای سندرم متقاطع تحتانی پرداختند. نتایج نشان داد، تمرینات عملکردی با کش تی‌آر ایکس بر بهبود تعادل اندام فوقانی و تحتانی زنان دارای سندرم متقاطع تحتانی اثربخش بود (۲۱). نقطه مشابه پژوهش پیش‌رو با مطالعه فتاحی را می‌توان به ایجاد ناپایداری در تمرینات (معلق بودن با کش در تحقیق فتاحی و سطح نرم تمرینات در پژوهش پیش‌رو) نسبت داد و دلیل احتمالی اثربخشی تمرینات بر تعادل را همین موضوع دانست؛ زیرا تمرین در محیط ناپایدار باعث تحریک حس آگاهی از موقعیت مفصل می‌شود و این موضوع بر بهبود تعادل اثرگذار است (۲۷).

همان‌گونه که با بررسی ادبیات تحقیق مشخص شد، تمرینات عملکردی در بهبود عملکرد حرکتی و تعادل گروه‌های مختلف موفق بوده‌اند و با بررسی بیشتر متوجه می‌شویم تمرینات دیگر در برخی پژوهش‌ها نتوانسته‌اند بر این فاکتورها تأثیر مثبت بگذارند؛ به عنوان مثال، نتایج مطالعه سنگیز و همکاران که تمرینات فوم‌رول را برای بهبود نمرات غربالگری حرکات عملکردی والیبالیست‌های ۱۱ تا ۱۵ ساله به کار بردند، نشان‌دهنده موفق‌نبودن این تمرینات بر نمره آزمون غربالگری حرکات عملکردی بود (۲۸). همچنین آتلای و همکاران تمرینات تکواندو را برای بهبود نمرات غربالگری حرکات عملکردی و تعادل کودکان ۸ تا ۱۵ ساله به کار بردند و نتایج تحقیق آن‌ها، موفق‌نبودن تمرینات در بهبود فاکتورها را

نشان داد (۲۹)؛ این مسئله می‌تواند توانایی تمرینات عملکردی را در برابر سایر تمرینات، در بهبود تعادل و عملکرد حرکتی گروه‌های مختلف نشان دهد.

مانند هر پژوهش دیگری این مطالعه نیز محدودیت‌هایی داشت. ازجمله محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان تک‌جنسیتی بودن آزمودنی‌های آن را نام برد. همچنین به رغم اینکه محدودیت‌هایی در انتخاب تمرینات بود، تلاش شد تمریناتی جامع و قابل‌انجام در شرایط مطالعه انتخاب شود. با توجه به اینکه آمار آسیب‌های اتفاق‌افتاده پس از انجام تمرینات در نمونه‌های پژوهش می‌تواند به درک بهتر نتایج کمک کند، ثبت نشدن آن‌ها با توجه به محدودیت زمانی، یکی از محدودیت‌های مطالعه حاضر بود که پیشنهاد می‌شود محققان آینده در صورت امکان این اطلاعات را در پژوهش خود ارائه دهند.

پیام مقاله

تمرینات عملکردی بر بهبود عملکرد حرکتی و تعادل اندام فوقانی و تحتانی دانش‌آموزان مستعد آسیب که از موارد مهم در پیشگیری از بروز آسیب‌ها است، اثرگذار است؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود متخصصان حرکات اصلاحی و معلمان ورزش، با به کار بردن این پروتکل تمرینی، خطر بروز آسیب را در دانش‌آموزان مستعد آسیب کاهش دهند.

ملاحظات اخلاقی

پژوهش با کد (IR.BASU.REC.1402.103) به تأیید کمیته اخلاق در پژوهش رسید.

مشارکت نویسندگان

سهم مشارکت نویسندگان برابر بوده‌است.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از همه شرکت‌کنندگان در مطالعه کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

1. Alizadeh MH, Ardakani MK. Epidemiology of sports and falling injuries in iranian boy and girl students: (with emphasis on physical education teacher, age, class capacity, sports history, physical education courses time). Sport Medicine Studies. 2020;11(26). https://doi.org/10.22089/smj.2020.8042.1399
2. Black AM, Meeuwisse DW. Sport participation and injury rates in high school students: a Canadian survey of 2029 adolescents. Journal of Safety Research. 2021;14(73):1-10. https://doi.org/10.1016/j.jsr.2021.06.008
3. Pizzarro J, Chiang B, Malyavko A, Monroig C, Mehran N .Epidemiology of sports injuries among high school athletes in the United States. Sports Medicine. 2020;12(5):1-7. https://doi.org/10.1177/23259671241252637
4. Aghayari A, Nazarian AB, Ranjbaran J. Examining the relationship between causes and types of sports injuries with their prevalence during sport hours of male high school students in tabriz in the educational year of 2016-2017. Sience and Eductional Applied. https://doi.org/10.30491/JMM.22.4.174
5. Liu H, Ding H, Xuan J, Huang X. The functional movement screen predicts sports injuries in Chinese college students at different levels of physical activity and sports performance. Heliyon. 2023;9:1-10. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16454

6. Alkhathami KM. Using the Y-balance test as a predictor tool for evaluating non-contact injuries in university league football players: a prospective longitudinal study. Cureus. 20203;15(5):1-13 https://doi.org/10.7759/cureus.39317
7. Ribnikar T, Maguša A, Kozinc Z. The Upper Quarter Y-Balance Test: a scoping review of reference values, reliability, determinants, and practical application. Sport Mont. 2024;22(1):137-46. https://doi.org/10.26773/smj.240219
8. Cook G, Burton L. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 1. Sports Physical Therapy. 2014;9(3):396. https://doi.org/10.70252/OMBI1507
9. Wu C, Cheong M, Wang Y, Wang X, Zhang Q, Li M, et al. Impact of functional training on functional movement and athletic performance in college dragon boat athletes. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2023;20(5):3897. https://doi.org/10.3390/ijerph20053897
10. Alizadeh MH, Soltandoost SM, Shamsoddini A. Effects of functional movement training program on functional movement screening scores and selected physical fitness factors in active injury-prone military men. Military Medicine. 2022;22(4):174-82. https://doi.org/10.30491/JMM.22.4.174 [In Persian].
11. Kurnaz M, Altinkök M. The impact of coordination-based movement education model on balance development of fiveyear-old children. Research Squar. 2023;3:1-10. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2186873/v1
12. Bieniec A, Grabara M. The effect of a 12-week functional training program on functional movement patterns and dynamic balance in young elite ice hockey players. Biomedical Human Kinetics. 2024;16:29-40. https://doi.org/10.2478/bhk-2024-0004
13. Kim S, Qu F, Wang Y, Lam W-k. Examining the joint coordination during dynamic balance learning using vector coding and statistical parametric mapping analyses. Scientific Reports. 2024;14(1):17-24. https://doi.org/10.1038/s41598-023-44216-1
14. Yildiz S, Pinar S, Gelen E. Effects of 8-week functional vs. traditional training on athletic performance and functional movement on prepubertal tennis players. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2019;33(3):651-61. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002956
15. Kim T-Y, Park W-Y, Byun Y-H. Effects of kettlebell training on functional movement screen and balance in middle school baseball players. Journal of the Korean Applied Science and Technology. 2022;39(1):96-107. https://doi.org/10.12925/jkocs.2022.39.1.96
16. Keil NJ, Darby LA, Keylock T. Functional movement screen™ in high school basketball players: pre- and post-season. Exercise Siance. 2022;15(6):1-14. https://doi.org/10.70252/OMBI1507
17. Foldager FN, Aslerin S, Bækdahl S. Interrater, test-retest reliability of the y balance test: a reliability study including 51 healthy participants. Exercise Science. 2023;16(4):182-92. https://doi.org/10.70252/ISDY8884
18. Zheng Y, Feng R, Hu W. Investigation of inter-rater and test-retest reliability of Y balance test in college students with flexible flatfoot. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation. 2024;16(40):1-8. https://doi.org/10.1186/s13102-024-00819-3
19. Zhang Z, Chen L, Qin Z, He J, Gao C, Sun J, et al. Effects of functional correction training on movement patterns and physical fitness in male college students. PeerJ. 2024;121(1):68-78. https://doi.org/10.7717/peerj.16878
20. Alizadeh MH, Ghafelehbashi SG, Akouchakian M. The effect of eight weeks of functional training on firefighters' balance. Sport Medicine Studies. 2022;13(30):211-8. https://doi.org/10.22089/SMJ.2022.10920.1521 [In Persian].
21. Fattahi M, Rahimi M. Effect of 6 weeks trx on upper and lower extremity function in women with the lower crossed syndrome. Preventive Medicine. 2023;10(2):130-43. https://doi.org/10.32598/JPM.10.2.555.1 [In Persian].
22. Jouira G, Alexe DI, Tohănean DI, Alexe CI, Tomozei RA, Sahli S. The relationship between dynamic balance, jumping ability, and agility with 100 m sprinting performance in athletes with intellectual disabilities. Sports. 2024;12(2):58. https://doi.org/10.3390/sports12020058
23. Gürbüz AK, İnce Parpucu T. The correlation between functional movement screen and core stabilization and y balance test in handball players. Journal of Orthopedics Research and Rehabilitation. 2023;52-70. https://doi.org/10.51271/JORR-0012

24. Jeon J-Y, Kim J-H, Kwon O-Y. The relationship between upper extremity, trunk and hip muscle strength and the Modified Upper Quarter Y-balance Test. Physical Therapy in Sport. 2023;30(3): 245-52. https://doi.org/10.12674/ptk.2023.30.3.245
25. Davies KF, Sacko RS, Lyons MA. Association between functional movement screen scores and athletic performance in adolescents: a systematic review. Sports. 2022;25(28):1-10. https://doi.org/10.3390/sports10030028
26. YILMAZ O. The relationship between functional movement screening and joint range of motion, y-balance test and countermovement jump in amateur soccer players. Sport and Exercise. 2024;26(1): 1-8. https://doi.org/0000-0003-3846-2457
27. Harry-Leite P, Paquete M, Teixeira J, Santos M, Sousa J, Fraiz-Brea JA, et al. Acute impact of proprioceptive exercise on proprioception and balance in athletes. Applied Sciences. 2022;12(2):830. https://doi.org/10.3390/app12020830
28. Cengiz ŞŞ, Delen B, Örcütaş H. The effect of foam roller exercises on FMS scores applied to youth volleyball players. Uluslararası Bozok Spor Bilimleri Dergisi. 2022; 30(3):85-96. https://doi.org/0000-0002-2916-4784
29. Atalay G, Atalay Es. The effect of taekwondo training on children's functional movement screen (Fms) scores and athletic performance parameters. Disabilities Sports and Health Sciences. 2021; 4:80-5. https://doi.org/10.33438/ijdshs.90085

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی