

Research Paper



Investigating the Effects of Sport-Metric Training on Functional Factors Related to Lower Limb Injuries and Skill Variables in Young Futsal Players

***Mohammad Kalantariyan**¹, **Sirwan Zarghami Aliabad**¹, **Jamal Khalandi**²

1. Department of Corrective Exercises and Sport Injury, Faculty of Sport Sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran.
2. Department of Human Science, Shahid Rajaee Branch, Farhangian University, Urmia, Iran.



Citation: Kalantariyan M, Zarghami Aliabad S, Khalandi J. Investigating the Effects of Sport-Metric Training on Functional Factors Related to Lower Limb Injuries and Skill Variables in Young Futsal Players (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics.2025;10(4):346-360. <https://doi.org/10.61186/JSportBiomech.10.4.346>

<https://doi.org/10.61186/JSportBiomech.10.4.346>



Article Info:

Received: 24 Feb. 2025

Accepted: 12 March 2025

Available Online: 12 March 2025

Keywords:

Sport-metric, Futsal, Performance, Injury prevention

ABSTRACT

Objective The present study aimed to examine the effects of injury prevention training using the Sport-Metric method on functional factors associated with reducing the risk of lower extremity injuries, as well as skill-related variables in young futsal players.

Methods This study employed a quasi-experimental design. The participants included 30 futsal players aged 9 to 12 years who met the inclusion and exclusion criteria. They were randomly assigned to two groups of 15: an experimental group and a control group. Before and after six weeks of Sport-Metric training, agility, static balance, dynamic balance, power, dribbling speed, and shooting accuracy were assessed using the Illinois Agility Test, Stork Test, Y-Balance Test, Triple Hop Test, Dribbling Test, and Moore-Christian Shooting Test, respectively. The experimental group performed Sport-Metric-specific exercises for six weeks, three sessions per week, while the control group continued their routine futsal training. Data analysis was conducted using paired t-tests and analysis of covariance (ANCOVA) at a significance level of 0.05.

Results The ANCOVA results indicated significant differences between the experimental and control groups after six weeks of training in agility performance ($p = 0.001$), static balance ($p = 0.001$), dynamic balance ($p = 0.005$), power ($p = 0.003$), dribbling speed ($p = 0.013$), and Moore-Christian shooting accuracy ($p = 0.001$).

Conclusion The findings of this study demonstrate that Sport-Metric training can significantly enhance both the physical and skill-related abilities of young futsal players. Therefore, it is recommended that Sport-Metric training be incorporated as an effective and practical approach in youth futsal development programs.

*** Corresponding Author:**

Mohammad Kalantariyan

Address: Department of Corrective Exercises and Sport Injury, Faculty of Sport Sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran.

Tel: +98 (912) 8316168

E-mail: m.kalantar@sru.ac.ir

Extended Abstract

1. Introduction

To reduce musculoskeletal injuries and enhance athletic performance in the fast-paced sport of futsal, it is essential to strengthen key factors related to lower extremity injuries, such as agility, static and dynamic balance, and explosive power (5,6). Research has shown that deficiencies in these factors can increase the risk of recurrent injuries (7). In this context, Sport-Metric training has emerged as an innovative approach designed to improve muscular strength, dynamic balance, and neuromuscular control. This training method emphasizes multi-directional movements, sudden changes in direction and speed, and enhanced reaction time, all of which contribute to greater movement accuracy and efficiency in sports (8). Numerous studies have demonstrated the effectiveness of these exercises in reducing the risk of lower extremity injuries (9). However, despite the well-documented benefits of Sport-Metric training, previous research has primarily focused on adult or professional athletes, with limited information available on its effects in youth futsal players. This gap in the literature underscores the need for comprehensive studies that simultaneously examine the impact of Sport-Metric training on both lower extremity injury-related performance factors and specialized futsal skills in young athletes. Therefore, the present study aimed to investigate the effects of a six-week Sport-Metric training program on lower extremity injury-related performance factors and sport-specific technical skills in youth futsal players.

2. Methods

This study employed a quasi-experimental design with pre-test and post-test assessments and a control group. The statistical population included all male futsal players aged 9 to 12 in Bukan. Participants were purposively selected based on inclusion and exclusion criteria. After identifying eligible participants, they were randomly assigned to two groups of 15: an experimental group and a control group. The research process involved coordination with futsal teams in Bukan, where the study's objectives and procedures were thoroughly explained to coaches and team managers. Players meeting the criteria were identified from participating teams and underwent initial screening and assessment. Written informed consent was obtained from the parents or legal guardians of eligible players before participation. During the pre-test phase, anthropometric measurements were recorded first. Subsequently, physical performance tests (static balance, dynamic balance, explosive power, and agility) and skill-based performance tests (dribbling speed and shooting accuracy) were administered following standardized instructions. Before testing, participants completed a 10-minute futsal-specific warm-up, including stretching and technical drills (13). Each test was performed three times, and the average of the three valid trials was recorded as the final score. Following the pre-test, the experimental group underwent a six-week Sport-Metric training program, consisting of three sessions per week, with each session lasting 25 to 35 minutes in addition to their regular futsal training. Meanwhile, the control group continued their regular futsal training without any additional intervention. After the six-week training period, all performance tests from the pre-test phase were repeated in the post-test phase.

For data analysis, paired t-tests were used to assess within-group differences, while analysis of covariance (ANCOVA) was conducted to evaluate between-group differences in the post-test phase. Statistical analyses were performed using SPSS version 26, with a significance level set at $p \leq 0.05$.

3. Results

Within-group results from paired t-tests indicated significant improvements in static balance, dynamic balance, agility, power, dribbling speed, and shooting accuracy in the experimental group from pre-test to post-test ($p \leq 0.05$). In contrast, the control group showed no significant changes in any of these variables between the pre-test and post-test ($p \geq 0.05$).

Results from the ANCOVA analysis revealed that, after controlling for pre-test effects (covariate), significant differences were observed between the experimental and control groups in static and dynamic balance, agility, power, dribbling speed, and shooting accuracy during the post-test phase ($p \leq 0.05$) (Table 1).

4. Conclusion

The observed improvements in injury-related performance factors and technical skill variables among young futsal players following Sport-Metric training can be explained from two perspectives: neuromuscular adaptation and motor development (25, 26). First, in children aged 9 to 12 years, the neuromuscular and musculoskeletal systems are still developing. During this critical developmental period, physical performance factors undergo continuous growth and adaptation. Sport-Metric training, which incorporates multi-directional movements and rapid changes in speed and direction, can enhance these neuromuscular capabilities. Additionally, Sport-Metric training improves neuromuscular coordination, as it requires the rapid and precise execution of complex movements (11). The ability to perform such movements with accuracy enhances neuromuscular flexibility and responsiveness, which are essential for developing sports skills at younger ages (9).

The findings of the present study demonstrated that Sport-Metric training can significantly improve injury-related performance factors as well as technical skills in youth futsal players. Specifically, this intervention led to significant enhancements in agility, static and dynamic balance, explosive power, dribbling speed, and shooting accuracy. These results indicate that structured Sport-Metric training programs can be a highly effective method for enhancing motor skills, improving physical capabilities, and reducing injury risks in youth athletes. Therefore, it is recommended that coaching staff, futsal trainers, and sports scientists integrate Sport-Metric training into the training regimens of youth futsal players to enhance motor skill development and injury prevention.

Table 1. ANCOVA results comparing research variables between the experimental and control groups in the post-test

Variable	Control	Experimental	F	p-value	Effect Size (Cohen's d)
Static Balance (seconds)	12.2±7.6	18.3±5.7	4.613	0.001*	1.487
Dynamic Balance (cm)	62.5±9.5	70.6±5.2	3.771	0.005*	1.519
Power (cm)	113.10±3.6	128.14±1.3	3.451	0.003*	0.994
Agility (seconds)	16.2±3.3	12.1±1.3	2.722	0.001*	1.363
Dribbling Speed (seconds)	20.6±3.1	16.4±1.5	1.634	0.013*	1.694
Shooting Accuracy (score)	74.7±3.2	92.9±1.3	3.155	0.001*	0.912

Significance level: $p \leq 0.05$

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

There were no ethical considerations to be addressed in this research.

Funding

This research did not receive any financial support from government, private, or non-profit organizations.

Authors' contributions

All authors contributed equally to preparing the article.

Conflicts of interest

The authors declare that there are no conflicts of interest associated with this article.

مقاله پژوهشی

بررسی اثر تمرینات اسپرت‌متریک بر فاکتورهای عملکردی مرتبط با آسیب‌های اندام تحتانی و متغیرهای مهارتی بازیکنان نونهال فوتسالیست

*محمد کلانتریان^۱، سیروان ضرغامی علی‌آباد^۱، جمال خالندی^۲

۱. گروه حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.
 ۲. گروه علوم انسانی، پردیس شهید رجایی، دانشگاه فرهنگیان، ارومیه، ایران / دبیر آموزش و پرورش، بوکان، آذربایجان غربی، ایران.

چکیده

هدف هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر تمرینات پیشگیری از آسیب اسپرت‌متریک بر فاکتورهای عملکردی مرتبط با کاهش خطر آسیب‌های اندام تحتانی و متغیرهای مهارتی بازیکنان نونهال فوتسالیست می‌باشد. **روش‌ها** این پژوهش از نوع نیمه‌تجربی می‌باشد. آزمودنی‌های این پژوهش را ۳۰ فوتسالیست ۹ تا ۱۲ ساله بر اساس معیارهای ورود و خروج از تحقیق تشکیل داده که پس از انتخاب به صورت تصادفی به دو گروه ۱۵ نفره تجربی و کنترل تقسیم شدند. پیش و پس از انجام ۶ هفته تمرینات اسپرت‌متریک، متغیرهای چابکی، تعادل ایستا، تعادل پویا، توان، سرعت دربیل و دقت شوت، به ترتیب به‌وسیله آزمون‌های ایلینویز، استورک، ۷، جهش سه‌گانه، دربیل و شوت مور-کریستین مورد ارزیابی قرار گرفت. گروه تجربی به مدت شش هفته و ۳ جلسه در هفته تمرینات ویژه اسپرت‌متریک را در کنار تمرینات روتین فوتسال اجرا نمودند و گروه کنترل نیز تنها تمرینات روتین فوتسال را دنبال کردند. جهت تحلیل آماری یافته‌های تحقیق از آزمون‌های تی زوجی و تحلیل کوواریانس در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها نتایج آزمون کوواریانس نشان داد که بین رکورد آزمون‌های چابکی ($p=0/001$)، تعادل ایستا ($p=0/001$)، تعادل پویا ($p=0/005$)، توان ($p=0/003$)، سرعت دربیل ($p=0/013$) و دقت شوت مور کریستین ($p=0/001$)، در گروه تجربی و کنترل تفاوت معناداری پس از شش هفته تمرین وجود دارد.

نتیجه‌گیری نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات اسپرت‌متریک می‌تواند به‌طور معناداری توانایی‌های جسمانی و مهارتی نونهالان فوتسالیست را ارتقاء دهد. از این رو، پیشنهاد می‌شود که تمرینات اسپرت‌متریک به‌عنوان یک روش مؤثر و کاربردی در برنامه تمرینات سنین پایه رشته فوتسال در نظر گرفته شود.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۶ اسفند ۱۴۰۳
 تاریخ پذیرش: ۲۲ اسفند ۱۴۰۳
 تاریخ انتشار: ۲۲ اسفند ۱۴۰۳

کلید واژه‌ها:

اسپرت‌متریک، فوتسال، عملکرد، پیشگیری از آسیب

*نویسنده مسئول:

محمد کلانتریان

آدرس: گروه حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران.

تلفن: ۸۳۱۶۱۶۸ (۹۱۲) ۰۹۸+

ایمیل: m.kalantar@sru.ac.ir

مقدمه

فوتسال، به‌عنوان یکی از رشته‌های ورزشی پرتحرک و پرفشار، نیازمند ترکیبی از مهارت‌های جسمانی، تکنیکی و تاکتیکی است (۱). ماهیت پویای این ورزش، شامل تغییرات ناگهانی در جهت و سرعت، توقف‌های مکرر و برخوردهای فیزیکی، بازیکنان را در معرض خطرات جدی آسیب‌های اندام تحتانی، به‌ویژه در نواحی زانو و مچ پا، قرار می‌دهد (۲). مطالعات متعددی نشان داده‌اند که این نوع

آسیب‌ها می‌توانند تأثیرات کوتاه‌مدت و بلندمدتی بر عملکرد ورزشی و کیفیت زندگی ورزشکاران داشته باشند (۱). در این میان، بازیکنان نونهال به دلیل قرار داشتن در مراحل حساس رشد و توسعه فیزیکی، بیشتر در معرض این آسیب‌ها هستند (۳). سیستم اسکلتی-عضلانی آن‌ها هنوز به بلوغ کامل نرسیده و در برابر فشارهای خارجی آسیب‌پذیرتر است (۳). علاوه بر این، تغییرات سریع در قد و ترکیب بدنی، همراه با نوسانات هورمونی، می‌تواند تعادل و هماهنگی حرکتی را تحت تأثیر قرار داده و خطر بروز آسیب‌ها را افزایش دهد (۳، ۴). برای کاهش این خطرات و بهبود عملکرد ورزشی، تقویت فاکتورهای کلیدی مانند چابکی، تعادل ایستا و پویا و توان انفجاری ضروری است (۵، ۶). تحقیقات نشان داده‌اند که ضعف در این فاکتورها می‌تواند منجر به افزایش خطر آسیب‌های اسکلتی-عضلانی شود. در همین ارتباط مات و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که بین نقصان در تعادل، توان و سرعت و آسیب‌های اسکلتی-عضلانی ارتباط وجود دارد (۷).

در این راستا، تمرینات اسپرت‌متریک به‌عنوان یکی از رویکردهای نوین تمرینی، با هدف تقویت قدرت عضلانی، تعادل پویا و کنترل عصبی-عضلانی توسعه یافته‌اند. این تمرینات با تأکید بر حرکات چندبعدی، تغییرات ناگهانی در جهت و سرعت و افزایش سرعت واکنش، به بهبود دقت و کارایی حرکات ورزشی کمک می‌کنند (۸). مطالعات اثربخشی این تمرینات را در کاهش خطر آسیب‌های اندام تحتانی تأیید کرده‌اند. به‌عنوان مثال، پژوهشی توسط ساکی و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد که شش هفته تمرینات اسپرت‌متریک ویژه فوتبال منجر به بهبود معنادار در ثبات مرکزی و کاهش نمرات آزمون تاک جامپ در فوتبالیست‌های جوان شد (۹). این نتایج نشان‌دهنده تأثیر مثبت این تمرینات بر تقویت عضلات مرکزی و بهبود کنترل حرکتی است که می‌تواند به کاهش خطر آسیب‌های زانو کمک کند (۱۰، ۱۱). علاوه بر نقش پیشگیرانه، تمرینات اسپرت‌متریک تأثیرات مثبتی بر عملکرد ورزشی نیز دارند. این تمرینات می‌تواند توان انفجاری، چابکی و استقامت را بهبود بخشد (۱۲)؛ بنابراین چنین فرض می‌شود که بازیکنان را برای انجام حرکات تخصصی فوتسال نظیر دریبلینگ، شوت‌زنی و پاس‌های سریع آماده‌تر کند. مطالعه‌ای توسط ساکی و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد که بازیکنانی که تحت یک برنامه تمرینی اسپرت‌متریک قرار گرفتند، بهبود چشم‌گیری در سرعت، چابکی و توان انفجاری نشان دادند (۹). با وجود مزایای شناخته‌شده تمرینات اسپرت‌متریک، تحقیقات پیشین عمدتاً بر ورزشکاران بزرگسال یا بازیکنان حرفه‌ای متمرکز بوده و اطلاعات کمی در مورد تأثیر این تمرینات بر بازیکنان نونهال فوتسالیست وجود دارد. همچنین، بسیاری از مطالعات به‌جای بررسی جامع فاکتورهای عملکردی و مهارتی، تنها بر جنبه‌های عملکردی مانند تعادل یا توان انفجاری تمرکز کرده‌اند. این موضوع ضرورت انجام پژوهش‌هایی جامع را که بتوانند به‌طور هم‌زمان تأثیر تمرینات اسپرت‌متریک بر فاکتورهای عملکردی مرتبط با آسیب‌های اندام تحتانی و بهبود مهارت‌های تخصصی فوتسال را بررسی کنند، برجسته می‌سازد. مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر یک دوره تمرینات اسپرت‌متریک بر فاکتورهای عملکردی مرتبط با آسیب‌های اندام تحتانی و مهارت‌های تخصصی بازیکنان نونهال فوتسالیست طراحی شده است. نتایج این تحقیق می‌تواند به طراحی برنامه‌های تمرینی بهینه برای کاهش خطر آسیب و ارتقای عملکرد ورزشی در بازیکنان نونهال فوتسالیست کمک کند. همچنین، این پژوهش می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای تحقیقات آینده در حوزه استفاده از تمرینات اسپرت‌متریک در سایر گروه‌های سنی و ورزشی مورد استفاده قرار گیرد.

روش شناسی

این پژوهش از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه کنترل است. جامعه آماری این پژوهش شامل تمامی بازیکنان فوتسال پسر رده سنی نونهالان شهرستان بوکان بود. جهت تعیین حجم نمونه از نرم‌افزار G*Power استفاده شد. با در نظر گرفتن توان آزمون ۰/۸، اندازه اثر ۰/۳ و سطح معناداری ۰/۰۵، تعداد ۲۴ نفر به‌عنوان حداقل حجم نمونه برای هر گروه در نظر

گرفته شد که با توجه به احتمال ریزش آزمودنی‌ها در فرآیند تحقیق، تعداد ۳۰ نفر در نظر گرفته شد (هر گروه ۱۵ نفر). انتخاب آزمودنی‌ها به صورت هدفمند و بر اساس معیارهای ورود و خروج از تحقیق صورت گرفت. پس از مشخص شدن افراد واجد شرایط شرکت در تحقیق، آزمودنی‌ها به صورت تصادفی به دو گروه ۱۵ نفره کنترل و تجربی تقسیم شدند.

معیارهای ورود به تحقیق شامل فوتسالیست پسر ۹ تا ۱۲ سال، تجربه شرکت منظم در دو جلسه تمرینات فوتسال در هفته برای حداقل ۲ سال پیاپی، عدم ابتلا به آسیب جدی در طول یک سال گذشته که منجر به ترک فعالیت بدنی شده باشد، عدم ابتلا به ناهنجاری‌های اندام تحتانی و ستون فقرات از جمله کف پای صاف و یا گود، زانوی ضربدری و پرنانتری، لگن نابرابر، کج پستی و گودی کمر که به تأیید متخصص حرکات اصلاحی رسیده است، نداشتن سابقه عمل جراحی و یا ابتلا به بیماری‌های زمینه‌ای خاص بود (۹، ۱۱). معیارهای خروج از تحقیق نیز شامل غیبت بیش از دو جلسه متوالی و یا سه جلسه غیرمتوالی در برنامه تمرینات اسپرت‌متریک، شرکت در سایر پروتکل‌های تمرینی و یا عدم تمایل به ادامه همکاری بود.

روند انجام تحقیق

روند انجام تحقیق بدین صورت بود که پس از هماهنگی با تیم‌های فوتسال نونهالان شهرستان بوکان، اهداف تحقیق و روند انجام تحقیق به صورت کامل برای مربیان و سرپرستان تیم‌ها شرح داده شد. تمامی فواید و خطرات احتمالی شرکت در تحقیق برای آزمودنی‌ها و والدینشان توضیح داده شد. این پژوهش از توصیه‌های معاهده هلسینکی در رعایت اصول اخلاق در پژوهش پیروی می‌کند و تمامی ملاحظات اخلاقی در پژوهش رعایت شده است. در ادامه از بین تیم‌هایی که حاضر به همکاری بودند، بازیکنان واجد شرایط شرکت در تحقیق شناسایی و مورد ارزیابی اولیه قرار گرفتند. پس از شناسایی افراد واجد شرایط، رضایت‌نامه شرکت در پژوهش توسط اولیاء آن‌ها تکمیل شد. پس از حضور محقق در محل سالن، ابتدا فرم رضایت‌نامه مشارکت در تحقیق که توسط والدین آزمودنی‌ها به امضاء رسیده بود دریافت شد و سپس فرم اطلاعات فردی در اختیار آزمودنی قرار گرفت. پس از تکمیل فرم‌های مربوطه، از آزمودنی خواسته شد تا با پوشیدن لباس ورزشی مناسب، جهت انجام اندازه‌گیری‌های مربوطه آماده شود. در مرحله پیش‌آزمون در ابتدا شاخص‌های آنتروپومتریک آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. سپس هر یک از آزمون‌های عملکردی (تعادل ایستا و پویا، توان انفجاری و چابکی) و مهارتی (سرعت دربیلینگ و دقت شوت‌زنی)، به دنبال آموزش نحوه صحیح اجرای آزمون‌ها و همچنین انجام ۱۰ دقیقه گرم کردن ویژه رشته فوتسال که شامل انجام نرمش‌ها و حرکات تخصصی رشته فوتسال بود مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (۱۳). لازم به ذکر است که هر آزمودنی تمامی آزمون‌ها را ۳ مرتبه اجرا و میانگین ۳ اجرای صحیح وی به عنوان رکورد نهایی در نظر گرفته می‌شد.

نحوه اجرای آزمون‌ها

آزمون چابکی ایلینویز

آزمون ایلینویز از جمله آزمون‌های معتبر برای ارزیابی چابکی بازیکنان فوتبال و فوتسال می‌باشد که در تحقیقات پیشین پایایی آن تا ۰/۹۸ نیز گزارش شده است (۱۴). جهت انجام این آزمون، آزمودنی در کنار اولین مخروط در سمت چپ به حالت استارت می‌ایستاد و با فرمان "حرکت" آزمون را شروع می‌کرد. سپس به سرعت به سمت مخروط روبرو که در فاصله ۱۰ متری قرار داشت می‌دوید، آن را دور می‌زد، مسیر برگشت را به سمت اولین مخروط در مرکز ایستگاه ادامه می‌داد و سپس مسیر میانی را که شامل چهار مخروط

که با فاصله ۳/۰۵ متری از یکدیگر قرار داشتند با حرکت مارپیچ رفت و برگشت طی می‌کرد. سپس مسافت ۱۰ متری کناری را می‌دوید و بار دیگر پس از دور زدن مخروط، به صورت مستقیم به سمت مخروط پایانی می‌دوید و از آن عبور می‌کرد. زمان طی کردن مسافت به عنوان رکورد آزمودنی ثبت می‌شد (۱۵).

آزمون تعادل ایستا

جهت ارزیابی تعادل ایستا از آزمون استورک استفاده شد (۱۶). بدین ترتیب که ورزشکار بر روی پای غیربرتر خود ایستاده و کف پای برتر خود را به نحوی در کنار داخلی زانوی پای غیربرتر خود قرار می‌داد که انگشتان به سمت پایین قرار بگیرند. دستان در کنار کمر و بر روی تاج خاصه قرار می‌گرفت و با فرمان آزمونگر، از فرد خواسته شد تا چشمان خود را بسته و پاشنه پای غیربرتر را از زمین بلند کند و بر روی سینه پا بایستد. هم‌زمان با بلند شدن پاشنه فرد، مدت زمان مربوط به انجام تست ثبت شد. در صورتی که تعادل وی به هر دلیلی به هم می‌خورد و یا مرتکب خطا می‌شد، زمان قطع و رکورد وی ثبت شد؛ لازم به ذکر است که در آزمون استورک، زمان بالاتر بیانگر تعادل ایستای بهتر آزمودنی است. روستیتر پایایی خوبی (۰/۶۶) برای این آزمون گزارش کرده است (۱۷).

آزمون تعادل پویا

جهت ارزیابی تعادل پویای افراد، از آزمون تعادل Y استفاده شد (۱۶، ۱۸). بدین صورت که آزمودنی با پای آزمون (پای غیربرتر) در مرکز محل تست می‌ایستاد (سه متر نواری چسبانده شده بر روی زمین به گونه‌ای که علامت صفر مترها در مرکز واقع شده باشد و جهت یکی از آن‌ها به سمت قدامی باشد و دو متر دیگر با متر جهت قدامی زاویه ۱۳۵ درجه داشته باشند) و تعادل خود را درحالی که با پای دیگر تلاش می‌کند تا بیشترین حد ممکن در سه جهت آزمون (قدامی، خلفی_داخلی و خلفی_خارجی) ریش داشته باشد، حفظ می‌کرد. در زمان رسیدن به حداکثر ریش آزمودنی می‌بایست به‌طور بسیار آهسته با پای ریش، متر را لمس کند و به وضعیت اولیه آزمون بازگردد. سپس میزان فاصله ریش انجام شده (که با تقسیم به طول پای فرد و ضربدر عدد ۱۰۰ نرمال شد) اندازه‌گیری و به عنوان امتیاز تعادل پویای آزمودنی لحاظ گردید. در آزمون تعادل Y نیز میزان ریش بالاتر، بیانگر تعادل بهتر آزمودنی می‌باشد. شافر پایایی بسیار بالایی (۰/۹۳ - ۰/۸۵) را برای این آزمون گزارش کرده است (۱۹).

آزمون توان انفجاری

جهت ارزیابی توان انفجاری اندام تحتانی از آزمون جهش سه‌گانه تک‌پا استفاده شد (۱۸، ۲۰). ضریب پایایی این آزمون توسط همیلتن، ۹۸٪ گزارش شده است (۲۱). نحوه انجام این آزمون بدین صورت است که آزمودنی با پای غالب پشت خط شروع می‌ایستد و سه پرش حداکثری و پشت سر هم با پای غالب خود در یک خط مستقیم را انجام می‌دهد. امتیاز هر فرد در واحد سانتیمتر از خط شروع تا محل برخورد پاشنه آزمودنی با زمین در سومین پرش محاسبه شد.

آزمون سرعت دربیلینگ

به منظور ارزیابی مهارت دربیلینگ آزمودنی‌ها، از آزمون مهارت دربیلی مور-کریستین استفاده شد. در این آزمون دایره‌ای به قطر ۱۸ متر روی زمین رسم می‌شود، سپس تعداد ۱۲ مخروط با فاصله ۴/۵ متری روی دایره چیده می‌شود. یک خط شروع به طول ۹۰

سانتیمتر در خارج از دایره روی زمین رسم می‌شود. با اعلام فرمان شروع، ورزشکار با توپ شروع به حرکت کرده و با حداکثر سرعت از میان مخروطها عبور می‌کند و سپس به نقطه شروع بازمی‌گردد. آزمون‌شونده باید این آزمون را سه بار انجام دهد و مسیر هر اجرا باید با اجرای قبل متفاوت باشد؛ بدین شکل که در مرتبه اول در جهت عقربه‌های ساعت، مرتبه دوم در جهت خلاف عقربه‌های ساعت و مرتبه سوم به اختیار خود آزمون‌شونده بود (۲۲).

آزمون دقت شوت

به‌منظور ارزیابی دقت شوت آزمون‌دهی‌ها، از آزمون شوت مور-کریستین استفاده شد. برای انجام این آزمون ابتدا با یک رشته طناب دروازه فوتسال از وسط به دو قسمت چپ و راست تقسیم می‌شود. سپس هر یک از این ۲ بخش چپ و راست نیز مجدداً توسط یک طناب که به‌صورت افقی به تیرک‌ها بسته می‌شود، به دو بخش بالایی و پایینی تقسیم می‌شود. از فاصله ۱۶ متری به دروازه نیز خطی روی زمین ترسیم می‌شود که نقطه شوت‌زنی است. آزمون‌شونده در پشت خط شروع قرار می‌گیرد تا توپ‌های ثابت را به سمت دروازه شوت کند. برای آماده شدن به هر نفر فرصت ۴ شوت آزمایشی داده می‌شود. سپس وی فرصت دارد تا آزمون اصلی را در هر مرحله با ۴ شوت تکرار کند (مجموعاً ۱۶ شوت). نحوه امتیاز دادن به این صورت است که ۱۰ امتیاز به شوت‌هایی تعلق می‌گیرد که از داخل هدف رد شود و ۴ امتیاز برای شوت‌هایی که از هدف دیگری رد شود. توپ‌هایی که به خود طناب برخورد کند یک امتیاز می‌گیرند. به توپ‌هایی که روی زمین قل داده شود و از داخل هدف‌های پایینی عبور کنند امتیازی تعلق نمی‌گیرد. امتیاز نهایی حاصل امتیازاتی است که از مجموع ۱۶ شوت به‌دست آید (۲۲).

برنامه تمرینی

پس از اتمام مرحله پیش‌آزمون، گروه تجربی تمرینات اسپرت‌متریک را سه جلسه در هفته و به مدت شش هفته، هر جلسه ۲۵ تا ۳۵ دقیقه در کنار تمرینات روتین فوتسال خود انجام دادند. پروتکل تمرینات اسپرت‌متریک، از چهار بخش ویژه‌ی چابکی و عکس‌العمل، سرعت و استقامت، پلايومتریک و قدرت تشکیل شده است (جدول ۱) (۹). در این مدت از آزمون‌دهی‌های گروه کنترل خواسته شد تا تمرینات روتین فوتسال خود را انجام دهند. پس از پایان ۶ هفته تمرینات، تمامی آزمون‌هایی که در مرحله پیش‌آزمون به انجام رسیده بود مجدداً و در مرحله پس‌آزمون به انجام رسید. لازم به ذکر است که در فرایند پژوهش یک نفر از گروه تجربی به علت غیبت بیش از دو جلسه در تمرینات و ۲ نفر از گروه کنترل به علت عدم شرکت در مرحله پس‌آزمون، از پژوهش کنار گذاشته شدند.

تجزیه و تحلیل آماری

جهت تجزیه و تحلیل یافته‌های تحقیق از آزمون شاپیروویلیک جهت بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها، از آزمون تی مستقل جهت مقایسه شاخص‌های آنتروپومتریک آزمون‌دهی‌های دو گروه، از آزمون تی زوجی جهت بررسی تفاوت‌های درون‌گروهی و همچنین از آزمون تحلیل کوواریانس جهت بررسی تفاوت‌های بین‌گروهی در مرحله پس‌آزمون استفاده شد. تمامی تجزیه و تحلیل‌های آماری تحقیق به‌وسیله نرم‌افزار تحلیل آماری SPSS نسخه ۲۶ در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام شد.

جدول ۱. برنامه تمرینات اسپرت متریک

تکرار	جلسه تمرین	تمرین	فاکتور
۳	۱-۳	۱. دویدن زیگزاگ	چابکی و عکس‌العمل
۲	۱-۳	۲. دویدن بین موانع (با فرمان مربی)	
۳	۴-۶	۳. دو شاتل بین موانع	
۲	۴-۶	۴. دویدن سریع و ایستادن با فرمان مربی	
۲	۷-۹	۵. دو اسکوار (مربع)	
۲	۷-۹	۶. دویدن با گوش دادن به فرمان مربی	
۴	۱۰-۱۲	۷. نیراسکا	
۲	۱۰-۱۲	۸. دویدن واکنشی با فرمان مربی	
۴	۱۳-۱۵	۹. ایلیونیز	
۲	۱۳-۱۵	۱۰. دویدن با فشار آینه‌ای دو نفر	
۴	۱۶-۱۸	۱۱. دو T	
۲	۱۶-۱۸	۱۲. دویدن چرخشی بین موانع (با فرمان مربی)	
۵	۱۰-۱۲ / ۱-۳	۱. مقاومت همراه با فشار به هم‌تیمی	استقامت، سرعت و مقاومت
۴	۱-۳	۲. دویدن به پشت: یک پدال	
۶	۱-۳	۳. دویدن نرم (جاکینگ)	
۴	۱۰-۱۲ / ۴-۶	۴. دویدن با مقاومت باند	
۳	۴-۶	۵. دویدن سریع و لمس زمین و دویدن رو به عقب	
۴	۴-۶	۶. شاتل ۱۰۰ یارد	
۶	۷-۹	۷. دو سرعت اریب و دویدن روبه عقب (در نصف زمین)	
۴	۷-۹	۸. شاتل ۵۰ یارد	
۶	۱۰-۱۲	۹. دویدن باکس	
۴	۱۰-۱۲	۱۰. دو ۵۰ یارد رفت‌وبرگشت (۱۰ یارد، ۲۰ یارد، ۳۰ یارد، ۴۰ یارد، ۵۰ یارد)	
۷	۱۳-۱۵	۱۱. دو رفت‌وبرگشت به عقب با چرخش ۱۸۰ درجه	
۵	۱۳-۱۵	۱۲. دو رفت‌وبرگشت ۲۰ یارد (جینگل جانگل)	
۷	۱۶-۱۸	۱۳. دو رفت‌وبرگشت به عقب با چرخش ۳۶۰ درجه	
۶	۱-۱۸	۱۴. دو رفت‌وبرگشت ۱۰ یارد (جینگل جانگل)	
۲	۱-۳	۱. نردبان: بالا بالا، عقب عقب	نردبان
	۴-۶	۲. نردبان: لمس انگشتان	
	۷-۹	۳. نردبان: outside foot in	
	۱۰-۱۲	۴. نردبان: داخل داخل، بیرون بیرون	
	۱۳-۱۵	۵. نردبان: بالا بالا، عقب عقب	
	۱۶-۱۸	۶. نردبان: یک پا جلو، یک پا عقب	
۳*۵	۱-۳	۱. پرش کوتاه: پرش جفت پا	پلايومتریک
	۴-۶	۲. پرش کوتاه: پرش جفت پا باز	
	۷-۹	۳. پرش کوتاه: پرش جفت پا باز- با ۱۸۰ درجه چرخش	
	۱۰-۱۲	۴. پرش کوتاه: پرش تک پا	
	۱۳-۱۸	۵. پرش کوتاه: تکرار کل پرش‌ها	
		۱. اسکات با نوار پیلاتس	قدرتی
		۲. لانچ با نوار پیلاتس	
		۳. تقویت عضله دوقلو (تک پا)	
		۴. تقویت همسترینگ با ایجاد مقاومت توسط یار تمرینی به صورت خوابیده به شکم	
		۵. تقویت همسترینگ عمود نگه‌داشتن تک پا در فضا	
		۶. تقویت عضلات شکم	
		۷. تا کردن ران با نوار پیلاتس	
		۸. دور کردن ران با نوار پیلاتس	
		۹. تقویت عضلات دست با نوار پیلاتس	
		۱۰. نشستن با تکیه به دیوار	
		کل حرکات ۳۰ ثانیه یک تکرار: جلسه	
		۱-۶	
		کل حرکات ۴۵ ثانیه یک تکرار: جلسه	
		۷-۱۲	
		کل حرکات ۶۰ ثانیه یک تکرار: جلسه	
		۱۳-۱۸	

نتایج

جدول ۲ مقادیر شاخص‌های گرایش مرکزی و پراکندگی متغیرهای زمینه‌ای مورد بررسی را در دو گروه کنترل و تجربی نشان می‌دهد. پیش‌فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلیک و همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون مورد بررسی قرار گرفت و نرمالیتی و همگنی واریانس‌های متغیرهای تحقیق مورد تأیید قرار گرفت ($p > 0.05$). به‌منظور مقایسه نتایج درون‌گروهی، از آزمون تی زوجی استفاده شد که نتایج آن به همراه میانگین و انحراف معیار متغیرهای مورد بررسی در **جدول ۳** گزارش شده است.

بررسی نتایج درون‌گروهی آزمون تی زوجی نشان داد که متغیرهای تعادل ایستا و پویا، چابکی، توان، سرعت دربیلینگ و دقت شوت آزمودنی‌های گروه تجربی در گذر زمان و در مرحله پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون، بهبود معنی‌داری پیدا کرده است ($p < 0.05$). به‌طوری‌که انجام ۶ هفته تمرینات اسپرت‌متریک موجب افزایش مدت زمان آزمون استورک، افزایش میزان رزش در آزمون تعادل Y، افزایش مسافت پرش طول، کاهش مدت زمان آزمون چابکی ایلینویز، کاهش زمان آزمون دربیلینگ و افزایش دقت آزمون شوت مور-کریستین شده است ($p < 0.05$). درحالی‌که در گروه کنترل، در هیچ‌یک از متغیرهای فوق، تغییری در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون مشاهده نشد ($p > 0.05$) (**جدول ۳**).

نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد که پس از کنترل اثر پیش‌آزمون (کووریت)، در متغیرهای تعادل ایستا و پویا، چابکی، توان، سرعت دربیلینگ و دقت شوت بین دو گروه تجربی و کنترل در پس‌آزمون، اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p < 0.05$) (**جدول ۴**).

جدول ۲. شاخص‌های گرایش مرکزی و متغیرهای زمینه‌ای و نتایج آزمون شاپیروویلیک در گروه‌ها

متغیر	کنترل	تجربی	شاپیروویلیک	
			کنترل	تجربی
سن (سال)	۱۰/۸±۱/۳	۱۱/۱±۱/۴	۰/۴۶۲	۰/۳۲۳
قد (سانتیمتر)	۱۵۶/۲±۱۱/۳	۱۵۴/۵±۶/۲	۰/۳۱۹	۰/۱۷۳
وزن (کیلوگرم)	۵۴/۴±۵/۸	۵۲/۷±۴/۶	۰/۶۲۳	۰/۲۹۲

* سطح معنی‌داری $P < 0.05$

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار متغیرهای تحقیق در دو گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون و نتایج آزمون تی زوجی به‌منظور مقایسه تغییرات درون‌گروهی

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	مقدار P
تعادل ایستا (ثانیه)	کنترل	۱۱/۹±۳/۸	۱۲/۷±۲/۶	۰/۲۰۶
	تجربی	۱۲/۳±۳/۳	۱۸/۵±۳/۷	۰/۰۰۱*
تعادل پویا (سانتی‌متر)	کنترل	۶۳/۲±۴/۳	۶۲/۹±۵/۵	۰/۲۶۴
	تجربی	۶۱/۸±۶/۷	۷۰/۵±۶/۲	۰/۰۰۱*
توان (سانتی‌متر)	کنترل	۱۰۹/۹±۱۱/۱	۱۱۳/۳±۱۰/۶	۰/۳۹۹
	تجربی	۱۰۵/۲±۸/۴	۱۲۸/۱±۱۴/۳	۰/۰۰۱*
چابکی (ثانیه)	کنترل	۱۶/۹±۳/۷	۱۶/۳±۲/۳	۰/۶۸۱
	تجربی	۱۶/۲±۲/۱	۱۲/۱±۱/۳	۰/۰۰۱*
سرعت دربیلی (ثانیه)	کنترل	۲۱/۹±۴/۲	۲۰/۳±۶/۱	۰/۳۷۵
	تجربی	۲۲/۲±۴/۴	۱۶/۱±۴/۵	۰/۰۰۱*
دقت شوت (امتیاز)	کنترل	۷۲/۹±۸/۵	۷۴/۳±۷/۲	۰/۴۲۹
	تجربی	۷۵/۲±۸/۸	۹۲/۱±۹/۳	۰/۰۰۱*

جدول ۴. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس جهت مقایسه متغیرهای تحقیق در دو گروه در مرحله پس آزمون

متغیر	کنترل	تجربی	F	p	اندازه اثر (Cohen's d)
تعادل ایستا (ثانیه)	۱۲/۲±۷/۶	۱۸/۳±۵/۷	۴/۶۱۳	۰/۰۰۱*	۱/۴۸۷
تعادل پویا (سانتی متر)	۶۲/۵±۹/۵	۷۰/۶±۵/۲	۳/۷۷۱	۰/۰۰۵*	۱/۵۱۹
توان (سانتی متر)	۱۱۳/۱۰±۳/۶	۱۲۸/۱۴±۱/۳	۳/۴۵۱	۰/۰۰۳*	۰/۹۹۴
چابکی (ثانیه)	۱۶/۲±۳/۳	۱۲/۱±۱/۳	۲/۷۲۲	۰/۰۰۱*	۱/۳۶۳
سرعت دریبل (ثانیه)	۲۰/۶±۳/۱	۱۶/۴±۱/۵	۱/۶۳۴	۰/۰۱۳*	۱/۶۹۴
دقت شوت (امتیاز)	۷۴/۷±۳/۲	۹۲/۹±۱/۳	۳/۱۵۵	۰/۰۰۱*	۰/۹۱۲

بحث

هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر تمرینات اسپرت‌متریک بر فاکتورهای عملکردی و متغیرهای مهارتی بازیکنان نونهال فوتسال ۹ تا ۱۲ ساله بود. یافته‌های پژوهش نشان داد که پس از شش هفته تمرینات اسپرت‌متریک، بهبود معناداری در چابکی، تعادل (ایستا و پویا)، توان انفجاری، سرعت دریبل و دقت شوت آزمودنی‌های گروه تجربی مشاهده شد. نتایج تحقیق حاضر را می‌توان همسو با نتایج تحقیقات پیشین که بررسی اثرگذاری تمرینات اسپرت‌متریک بر متغیرهای عملکردی ورزشکاران پرداخته‌اند دانست (۹-۱۲، ۲۳، ۲۴).

از منظر پیشگیری از آسیب، یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج مطالعه‌ی ساکی و همکاران (۲۰۲۱) همسو می‌باشد؛ ساکی و همکاران گزارش کردند که شش هفته تمرینات اسپرت‌متریک موجب بهبود ثبات مرکزی و عملکرد اندام تحتانی شده و احتمال آسیب‌ها، به‌ویژه پارگی رباط صلیبی قدامی را کاهش می‌دهد (۱۰). همچنین محمدی و همکاران (۲۰۲۳) اثر تمرینات اسپرت‌متریک را بر کینماتیک زانوی بازیکنان زن فوتبال با ناهنجاری والگوس زانو بررسی کردند و نشان دادند که این پروتکل تمرینی موجب بهبود زاویه والگوس و مکانیک فرود شده است (۱۱). یافته‌های مطالعه‌ی حاضر نیز به‌نوعی این نتایج را تأیید می‌کند؛ به‌طوری‌که بهبود مشاهده‌شده در تعادل ایستا و پویا، چابکی و توان انفجاری آزمودنی‌ها به‌طور غیرمستقیم می‌تواند احتمال بروز آسیب‌های اندام تحتانی را کاهش دهد؛ بنابراین می‌توان بیان داشت که تمرینات اسپرت‌متریک می‌تواند نقش بالقوه‌ای در پیشگیری از آسیب‌ها ایفا کند. بهبودهای مشاهده‌شده در متغیرهای عملکردی مرتبط با آسیب و همچنین فاکتورهای مهارتی نونهالان فوتسال به دنبال انجام تمرینات اسپرت‌متریک را می‌توان از دو دیدگاه تطابق عصبی-عضلانی و رشد حرکتی تبیین کرد. نخست، در کودکان ۹ تا ۱۲ ساله، سیستم‌های عصبی-عضلانی و اسکلتی-عضلانی همچنان در حال توسعه هستند. در این دوره‌ی حساس، فاکتورهای عملکرد جسمانی در یک مرحله‌ی پویا از رشد و سازگاری قرار دارند (۲۵، ۲۶). تمرینات اسپرت‌متریک که شامل حرکات چندجهته و تغییرات سریع سرعت و جهت است، می‌تواند این قابلیت‌های عصبی-عضلانی را تقویت کند. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تمرینات مهارتی در این مرحله‌ی رشد موجب تسریع یادگیری حرکتی و کنترل دقیق حرکات شده و دقت و کارایی اجرای حرکات را بهبود می‌بخشد (۲۷). علاوه بر این، تمرینات اسپرت‌متریک موجب تقویت هماهنگی عصبی-عضلانی می‌شود، زیرا این تمرینات نیازمند اجرای سریع و دقیق حرکات پیچیده هستند (۱۱). توانایی انجام این حرکات با دقت بالا، انعطاف‌پذیری و پاسخ‌گویی سیستم عصبی-عضلانی را افزایش می‌دهد که برای توسعه‌ی مهارت‌های ورزشی در سنین پایین ضروری است (۹). از آنجاکه پلاستیسیته عصبی در این گروه سنی بالا است، تمرینات هدفمند می‌توانند مسیرهای عصبی را به‌طور مؤثری بهینه‌سازی کرده و منجر به افزایش کارایی حرکتی و

کاهش خطر آسیب شوند (۲۷). تمرینات اسپرت‌متریک همچنین در بهبود مهارت‌های پایه رشته فوتسال بسیار مؤثر است، به‌ویژه در مهارت‌هایی مانند سرعت دریبلینگ، دقت شوت و تغییر سریع جهت حرکت. این حرکات نیازمند ترکیبی از فاکتورهای چابکی، توان انفجاری و تعادل هستند که نتایج مطالعه حاضر نیز بهبود آن‌ها را به دنبال انجام ۶ هفته تمرینات اسپرت‌متریک نشان داد. این یافته‌ها همسو با یافته‌های پژوهش‌های پیشین که نشان دادند تمرینات مبتنی بر چابکی و پلايومتریک موجب افزایش سرعت تصمیم‌گیری، دقت حرکت و کاهش زمان عکس‌العمل در ورزشکاران جوان می‌شوند، می‌باشد (۲۸).

با وجود دستیابی به نتایج قابل توجه در مورد تمرینات اسپرت‌متریک، مطالعه حاضر دارای چندین محدودیت است که می‌بایست در تحقیقات آتی مورد توجه قرار گیرد. مدت‌زمان نسبتاً کوتاه این مداخله‌ی تمرینی (شش هفته) ممکن است اثرات بلندمدت تمرینات را به چالش بکشد. مطالعات آینده باید برنامه‌های تمرینی طولانی مدت‌تری را در نظر بگیرند تا مشخص شود که آیا تغییرات در گذر زمان ماندگاری دارند یا خیر. علاوه بر این، آزمودنی‌های مطالعه حاضر به یک منطقه جغرافیایی خاص محدود بودند که همین موضوع ممکن است قابلیت تعمیم‌پذیری نتایج را کاهش دهد. گسترش دامنه نمونه‌گیری و دربرگرفتن جمعیت‌های متنوع‌تر می‌تواند اعتبار بیرونی یافته‌ها را افزایش دهد.

نتیجه‌گیری نهایی

مطالعه‌ی حاضر نشان داد که تمرینات اسپرت‌متریک می‌توانند به‌طور معناداری متغیرهای عملکردی مرتبط با آسیب و همچنین فاکتورهای مهارتی بازیکنان نونهال فوتسال (۹ تا ۱۲ سال) را بهبود بخشد. این مداخله به‌طور مشخص موجب افزایش چابکی، تعادل (ایستا و پویا)، توان انفجاری، سرعت دریبلینگ و دقت شوت شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که برنامه‌های تمرینی ساختاریافته‌ی اسپرت‌متریک می‌توانند روشی مؤثر برای بهبود مهارت‌های حرکتی، ارتقای قابلیت‌های جسمانی و کاهش خطر آسیب در ورزشکاران نونهال باشند. بر اساس یافته‌های این تحقیق، پیشنهاد می‌شود که کادر فنی و مربیان فوتسال و متخصصان علوم ورزشی، تمرینات اسپرت‌متریک را به‌عنوان بخشی از برنامه‌های تمرینی نونهالان فوتسالیست جهت ارتقای مهارت‌های حرکتی و پیشگیری از آسیب‌ها به کار گیرند.

تشکر و قدردانی

از مدیران و مربیان مدارس فوتسال و همچنین افرادی که به‌عنوان آزمودنی در اجرای تحقیق مشارکت داشتند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تمامی اصول اخلاقی در این پژوهش رعایت شده است. به شرکت‌کنندگان در این پژوهش اجازه داده شده بود تا هر زمان که مایل بودند از روند پژوهش خارج شوند. همچنین تمامی شرکت‌کنندگان در جریان روند و مراحل مختلف شرکت در پژوهش قرار داشتند. به تمامی شرکت‌کنندگان این اطمینان داده شده بود که اطلاعات آن‌ها محرمانه نگه داشته می‌شود.

حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

تعارض

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

Reference

1. Borges L, Dermargos A, Gorjão R, Cury-Boaventura MF, Hirabara SM, Abad CC, et al. Updating futsal physiology, immune system, and performance. *Research in Sports Medicine*. 2022;30(6):659-76. [DOI:10.1080/15438627.2021.1929221] [PMID]
2. Morais JE, Sampaio T, Oliveira JP, Lopes VP, Barbosa TM. Characterization of the lower limb dynamic balance and ankle dorsiflexion in young male futsal players: implications for performance and injury prevention. *Journal of Men's Health*. 2024;20(6):12-20. [DOI:10.22514/jomh.2024.085]
3. Wik EH, Chamari K, Tabben M, Di Salvo V, Gregson W, Bahr R. Exploring growth, maturity, and age as injury risk factors in high-level youth football. *Sports medicine international open*. 2024;8(continuous publication). [DOI:10.1055/a-2180-4594]
4. Towlson C, Salter J, Ade JD, Enright K, Harper LD, Page RM, et al. Maturity-associated considerations for training load, injury risk, and physical performance in youth soccer: One size does not fit all. *Journal of sport and health science*. 2021;10(4):403-12. [DOI:10.1016/j.jshs.2020.09.003] [PMID]
5. Bel L, Mathieu N, Ducrest V, Bizzini M. Lower limb Exercise-Based injury prevention programs are effective in improving sprint speed, jumping, Agility and balance: an umbrella review. *International journal of sports physical therapy*. 2021;16(6):1396. [DOI:10.26603/001c.29860] [PMID]
6. Faude O, Rössler R, Petushek EJ, Roth R, Zahner L, Donath L. Neuromuscular adaptations to multimodal injury prevention programs in youth sports: a systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in physiology*. 2017;12(8):791. [DOI:10.3389/fphys.2017.00791] [PMID]
7. de la Motte SJ, Lisman P, Gribbin TC, Murphy K, Deuster PA. Systematic review of the association between physical fitness and musculoskeletal injury risk: part 3-flexibility, power, speed, balance, and agility. *The Journal of strength & conditioning research*. 2019;33(6):1723-35. [DOI:10.1519/JSC.0000000000002382] [PMID]
8. Rad NF, Khosravani M, Mohammadi H, Sarvestan J. Knee-ankle kinematics and coupling responses to SportsMetrics training programs in females athletes with dynamic knee valgus: A sport-specific approach. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2024;40:1363-9. [DOI:10.1016/j.jbmt.2024.07.043] [PMID]
9. Saki F, Mohammadi H, Shakiba E. The effect of sportsmetrics soccer-training (SMST) on the performance of young soccer players. *Studies in Sport Medicine*. 2020;12(27):201-18.

10. Saki F, Mohammadi H, Shakiba E, Ramezani F. Does SportsMetrics soccer training improve LESS and dynamic balance in soccer players? A randomized controlled trial. 2021;11(4):269-78. [DOI:10.32598/ptj.11.4.493.1]
11. Mohammadi H, Rad NF, Khosravani M, Adibhesami N, Sarvestan J. Core strength, dynamic balance and performance enhancement in female athletes with ligament dominance in response to sports-specific SportsMetrics neuromuscular training programs. Sport sciences for health. 2023;19(4):1381-9. [DOI:10.1007/s11332-023-01114-3]
12. Kazemi AS, Daneshmandi H, Sedaghati P, Hoseini Y. Comparison of the Effect of Sportsmetrics Soccer Training on Movement Performance in Soccer Players with and without Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Muscles, Ligaments & Tendons Journal (MLTJ). 2024;14(2). [DOI:10.32098/mltj.02.2024.18]
13. Kiani Sheikhabadi A, Mahdavinejad R, Rahnma N. Effect of Eight Weeks of 11+ Training on Functional Movement Screening Test Scores in Female Futsal Players. Journal of Sport Biomechanics. 2020;6(1):2-11. [DOI:10.32598/biomechanics.6.1.2]
14. Hachana Y, Chaabène H, Nabli MA, Attia A, Moualhi J, Farhat N, et al. Test-retest reliability, criterion-related validity, and minimal detectable change of the Illinois agility test in male team sport athletes. The Journal of strength & conditioning research. 2013;27(10):2752-9. [DOI:10.1519/JSC.0b013e3182890ac3] [PMID]
15. Amiri-Khorasani M, Sahebozamani M, Tabrizi KG, Yusof AB. Acute effect of different stretching methods on Illinois agility test in soccer players. The Journal of strength & conditioning research. 2010;24(10):2698-704. [DOI:10.1519/JSC.0b013e3181bf049c] [PMID]
16. Kalantariyan M, Rahmani N, Samadi H. The effects of TRX-based movement pattern correction exercises on the landing biomechanics and balance of female volleyball players susceptible to knee injuries. Journal of Sport Biomechanics. 2023;9 (2):112-27. [DOI:10.61186/JSportBiomech.9.2.112]
17. Kalantariyan M, Samadi S, Beyranvand R. Investigating The Changes Of Some Internal Risk Factors Of Lower Limb Injuries In Teenage Taekwondo Athletes Before And After Applying The Fatigue Protocol. Research in Sport Medicine and Technology. 2024;22(28):152-172.
18. Ebrahimi E, Mozafari S. The Effect of Six Weeks of Core Stability Training on Balance and Performance Improvement Among Male Taekwondo Athletes. Journal of Sport Biomechanics. 2024;10(2):160-73. [DOI:10.61186/JSportBiomech.10.2.160]
19. Shaffer SW, Teyhen DS, Lorenson CL, Warren RL, Koreerat CM, Straseske CA, et al. Y-balance test: a reliability study involving multiple raters. Military medicine. 2013;178(11):1264-70. [DOI:10.7205/MILMED-D-13-00222] [PMID]
20. Kalantariyan M, Minoonejad H, Rajabi R, Seidi F. The effect of six weeks suspension training on functional test's score in athletes with functional ankle instability. Journal of Paramedical Sciences & Rehabilitation. 2020;9(2):64-75.
21. Hamilton RT, Shultz SJ, Schmitz RJ, Perrin DH. Triple-hop distance as a valid predictor of lower limb strength and power. Journal of athletic training. 2008;43(2):144-51. [DOI:10.4085/1062-6050-43.2.144] [PMID]
22. Görücü M, Akcan F. Investigation of the effect of video-assisted mental training on the technical development of male football players in the 12-14 age group. European Journal of Physical Education and Sport Science. 2025;12(1):40-54. [DOI:10.46827/ejpe.v12i1.5757]

23. Singh A, Darji MP, Shenoy S. Reducing the risk of noncontact anterior cruciate ligament injuries and performance adaptations to "sportsmetric training" in elite female basketball players. *Saudi Journal of Sports Medicine*. 2015;15(3):254-61. [DOI:10.4103/1319-6308.164299]
24. Noyes FR, Barber-Westin SD, Smith ST, Campbell T, Garrison TT. A training program to improve neuromuscular and performance indices in female high school basketball players. *The Journal of strength & conditioning research*. 2012;26(3):709-19. [DOI:10.1519/JSC.0b013e318228194c] [PMID]
25. Lloyd RS, Dobbs IJ, Wong MA, Moore IS, Oliver JL. Effects of training frequency during a 6-month neuromuscular training intervention on movement competency, strength, and power in male youth. *Sports Health*. 2022;14(1):57-68. [DOI:10.1177/19417381211050005] [PMID]
26. Lloyd RS, Oliver JL. The youth physical development model: A new approach to long-term athletic development. *Strength & Conditioning Journal*. 2012;34(3):61-72. [DOI:10.1519/SSC.0b013e31825760ea]
27. Sutapa P, Pratama KW, Rosly MM, Ali SKS, Karakauki M. Improving motor skills in early childhood through goal-oriented play activity. *Children*. 2021;8(11):994. [DOI:10.3390/children8110994] [PMID]
28. Moran J, Vali N, Sand A, Beato M, Hammami R, Ramirez-Campillo R, et al. Effect of vertical, horizontal, and combined plyometric training on jump, sprint and change of direction performance in male soccer players. *Plos one*. 2024;19(5):e.0295786. [DOI:10.1371/journal.pone.0295786] [PMID]