Journal of Preventive Medicine

Summer 2023. Vol 10. Issue 2

Research Paper

Effect of Stop-X Program on Jump-landing Mechanics and Quality of Movement in Injury-prone Male Cadets

Sajjad Mohammadyari[1], *Nezam Nemati[2]

1. Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Command and Management, Imam Ali University, Tehran, Iran.
2. Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Mohammadyari, Nemati N. [Effect of Stop-X Program on Jump-landing Mechanics and Quality of Movement in Injury-prone Male Cadets (Persian)]. Journal of Preventive Medicine. 2023; 10(2):174-185. https://doi.org/10.32598/JPM.10.2.614.1

https://doi.org/10.32598/JPM.10.2.614.1

CC BY NC

Article Info:

Received: 09 Feb 2023

Accepted: 22 Jun 2023

Available Online: 01 Jul 2023

Key words:
Stop-x program, Jump-landing mechanics, Movement quality, Cadets

ABSTRACT

Objective Poor jump-landing mechanics and low movement quality are among the risk factors for injuries in cadets. This study aims to investigate the effect of the Stop-X program on jump-landing mechanics and movement quality in injury-prone male cadets.

Methods This is a quasi-experimental study on 40 injury-prone male cadets, who were purposefully recruited and randomly assigned to the intervention (n=20) and control (n=20) groups. The Tuck Jump test and Functional Movement Screen (FMS) test were used to evaluate jump-landing mechanics and quality of movement, respectively. Then, the intervention group used the Stop-X program as a warm-up program for 8 weeks while the control group performed the routine warm-up during this period. Mann-Whitney U and Wilcoxon tests were used to examine the differences. The data were analyzed in SPSS software, version 24.

Results There was a significant reduction in the Tuck jump test score (P=0.001) and a significant increase in the FMS score (P=0.001) in the intervention group compared to the control group in the post-test phase. Moreover, there was a significant reduction in the Tuck jump test score (P=0.001) and a significant increase in the FMS score (P=0.001) between the pre-test and post-test phases in the intervention group, but there were no significant differences in the control group (P>0.05).

Conclusion The Stop-X program is effective in improving jump-landing mechanics and movement quality in male cadets, and can help reduce the risk factors of injuries in them.

* ***Corresponding Author:***
Nezam Nemati, PhD.
Address: Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
Tel: +98 (911) 2363177
E-mail: artin.nemati@yahoo.com

Journal of Preventive Medicine

Extended Abstract

Introduction

Military training exposes cadets to musculoskeletal injuries in the lower extremity. These injuries range from mild to severe ligament sprains. Most of these injuries affect the knee joint, especially anterior cruciate ligament (ACL). ACL injuries have increased in recent years. To prevent ACL injury in military personnel, it is necessary to identify the risk factors and apply proper strategies to reduce the risk. It has been reported that the main mechanism of ACL injury during military training is the non-contact injury, most commonly by landing with the knee in the valgus position. There are numerous biomechanical and neuromuscular risk factors associated with an ACL injury. One of the most important risk factors is poor landing. Studies have shown that individuals with poor jump-landing performance (Tuck Jump test score) are more exposed to ACL injuries. Moreover, individuals with a low score in the Functional Movement Screen (FMS) test are more likely to have ACL injuries. Therefore, identifying these risk factors and using proper injury prevention programs to address these injuries are necessary. The German Knee Society has developed the Stop-X injury prevention to be used during warm-up. Its goal is to improve muscle strength, balance, and core stability, emphasizing on good biomechanical movement patterns. A study showed that using the Stop-X program for eight weeks could reduce the knee valgus angle and improve static and dynamic balance in young male soccer players. However, it could not change their knee flexion angle. Although there are many injury prevention programs, the outcomes are contradictory. Moreover, there are limited studies on the effects of injury prevention programs in military settings. Thus, this study aims to investigate the effect of the Stop-X program on jump-landing mechanics and the movement quality of cadets.

Methods

This is a quasi-experimental study. The study population consists of young male cadets with poor landing mechanics in Imam Ali University. Of these, 116 cadets were assessed for the study. All participants received information about the study and signed a written informed consent form before the study. Inclusion criteria were age 18-20 years, being healthy, and having poor jump-landing performance (Tuck Jump test score >6) and poor movement quality (FMS test score <14). Finally, 40 cadets met the inclusion criteria and participated in the study. All participants had at least a 2-year experience in sports training. They were randomly assigned to two groups of intervention (n=20, age= 19.05±0.68 years, height=1.75±0.06 m, weight=72.70±4.18 kg) and control (n=20, age=18.70±0.65 years, height=1.77±0.06 m, weight=74.10±4.90 kg). Both groups participated in the pre-test and post-test phases. The intervention group used the Stop-X program as a warm-up program before each training session for 8 weeks, three sessions per week. The control group performed their routine warm-up program, including soft running and performing static and dynamic stretching exercises in the upper and lower limbs. Both warm-up programs lasted for 20-25 minutes. Mann-Whitney U and Wilcoxon tests were used to examine the differences.

Results

The independent t-test results showed no significant difference between the two groups in age, height, weight, BMI, and years of training (P>0.05). There was a significant reduction in the Tuck jump test score (P=0.001) and a significant increase in the FMS score (P=0.001) in the intervention group compared to the control group in the post-test phase. Moreover, there was a significant reduction in the Tuck Jump test score (P=0.001) and a significant increase in the FMS score (P=0.001) between the pre-test and post-test phases in the intervention group, but there were no significant differences in the control group (P>0.05).

Discussion

The main purpose of this study was to investigate the effect of the Stop-X injury prevention program on jump-landing mechanics and movement quality in military cadets. The results showed that the use of Stop-X program for eight weeks could improve jump-landing mechanics and the quality of movement. The Stop-X program consists of strength, core, functional, and balance exercises and emphasizes better knee control during landing. It is a multi-aspect training program that targets neuromuscular factors associated with a knee injury, but routine warm-up program does not include these factors and, thus cannot correct deficiencies in young cadets. Therefore, it seems that the Stop-X injury prevention program can be suitable for improving jump-landing performance and movement quality in young male cadets compared to a traditional warm-up programs.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the ethics committee of the Sports Sciences Research Institute of Iran (Code: IR.SSRI.REC.1400.1315).

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors' contributions

Conceptualization, editing, data analysis: Sajjad Mohammadyari; Writing, performing the intervention, data collection; Nezam Nemati.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgements

The authors would like to thank the students and officials of Imam Ali Military University for their cooperation.

مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر برنامه تمرینی استاپ‌ـایکس بر مکانیک پرش‌ـفرود و کیفیت حرکتی دانشجویان نظامی مرد مستعد آسیب

سجاد محمدیاری[۱]، *نظام نعمتی[۲]

۱. گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده فرماندهی و مدیریت، دانشگاه افسری امام‌علی(ع)، تهران، ایران.

۲. گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Mohammadyari, Nemati N. [Effect of Stop-X Program on Jump-landing Mechanics and Quality of Movement in Injury-prone Male Cadets (Persian)]. Journal of Preventive Medicine. 2023; 10(2):174-185. https://doi.org/10.32598/JPM.10.2.614.1

https://doi.org/10.32598/JPM.10.2.614.1

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۲۰ بهمن ۱۴۰۱

تاریخ پذیرش: ۰۱ تیر ۱۴۰۲

تاریخ انتشار: ۱۰ تیر ۱۴۰۲

چکیده

هدف مکانیک پرش‌ـفرود ضعیف و کیفیت حرکتی پایین از عوامل خطرزای بروز آسیب در دانشجویان نظامی هستند. این پژوهش با هدف بررسی اثر برنامه تمرینی استاپ‌ـایکس بر مکانیک فرود و کیفیت حرکتی در دانشجویان نظامی مرد انجام شد.

روش‌ها مطالعه حاضر از نوع نیمه‌آزمایشی با گروه کنترل بود. ۴۰ دانشجوی نظامی مستعد آسیب به‌صورت هدفمند انتخاب و به‌صورت تصادفی در دو گروه ۲۰نفری آزمایش و کنترل تقسیم شدند. از آزمون‌های پرش تاک و غربالگری حرکات عملکردی برای ارزیابی مکانیک پرش‌ـفرود و کیفیت حرکتی استفاده شد. سپس گروه‌های آزمایش و کنترل به‌ترتیب به‌مدت ۸ هفته از برنامه استاپ‌ـایکس و برنامه گرم کردن رایج در بخش گرم کردن استفاده کردند. از آزمون‌های من‌ویتنی یو و ویلکاکسون برای مقایسه تفاوت‌های بین دو گروه استفاده شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ تحلیل شدند.

یافته‌ها نتایج نشان داد کاهش معناداری در نمرات آزمون پرش تاک (P=۰/۰۰۱) و افزایش معناداری در نمرات آزمون غربالگری حرکت عملکردی (P=۰/۰۰۱) در گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل در پس‌آزمون وجود دارد. همچنین نتایج درون‌گروهی در گروه آزمایش نشان داد کاهش معناداری در نمرات آزمون پرش تاک (P=۰/۰۰۱) و افزایش معناداری در نمرات آزمون غربالگری حرکت عملکردی (P=۰/۰۰۱) وجود دارد، اما این تغییرات در گروه کنترل معنادار نبود (P>۰/۰۵).

نتیجه‌گیری برنامه استاپ ـ ایکس می‌تواند باعث بهبودی مکانیک پرش‌ـفرود و کیفیت حرکتی در دانشجویان نظامی مرد مستعد آسیب شود و به کاهش عوامل خطرزای بروز آسیب در آن‌ها کمک کند.

کلیدواژه‌ها:

استاپ‌ـایکس، مکانیک پرش‌ـفرود، کیفیت حرکتی، دانشجویان نظامی

* نویسنده مسئول:

نظام نعمتی

نشانی: رشت، دانشگاه گیلان، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی،گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی.

تلفن: ۲۳۶۳۱۷۷ (۹۱۱) ۹۸+

پست الکترونیکی: artin.nemati@yahoo.com

مقدمه

سلامت جسمانی افسران و سربازان برای ارگان‌های نظامی در دوران خدمت و آموزشی اهمیت بسزایی دارد. انجام تمرینات جسمانی شدیدی مانند تمرینات رزمی، دوها و پیاده‌روی‌های طولانی با کوله‌پشتی، میدان موانع، رژه نظامی، ایستادن‌های طولانی و پرش از ارتفاعات گوناگون در طول دوره خدمت و آموزشی توسط افسران، نظامیان و سربازان، باعث اعمال فشار زیادی به اندام‌های فوقانی و تحتانی می‌شود و این افراد را مستعد آسیب‌دیدگی می‌کند [۱]. آسیب‌های اسکلتی‌عضلانی می‌توانند باعث غیبت فرد در تمرینات نظامی و ورزشی شود و با هزینه‌های مادی فراوانی همراه باشند [۱]. محمدیاری و همکاران با بررسی ۸۰ نفر از دانشجویان دانشگاه امام‌علی(ع) گزارش کردند که ساق پا و زانو به‌ترتیب با ۲۸/۱۲ درصد و ۲۱/۸۵ درصد بیشترین نواحی آسیب‌دیده در بین دانشجویان بودند [۲]. در ارتش ایالات متحده آمریکا گزارش شده است که سالیانه ۹۰۰ هزار سرباز دچار آسیب‌های اسکلتی‌عضلانی می‌شوند که هزینه روند کامل درمانی سربازان تا ۵۴۸ میلیون دلار برآورد شده است [۳]. مطالعات نشان داده‌اند افرادی که دارای نقص‌های عصبی‌عضلانی هستند و از کیفیت حرکتی ضعیفی برخوردارند در معرض بروز آسیب قرار دارند [۴، ۵]. بنابراین شناسایی افراد مستعد آسیب و انجام برنامه‌های پیشگیرانه برای رسیدگی به این نقص‌ها ضروری است.

یکی از روش‌های شناسایی افراد مستعد آسیب از طریق ارزیابی الگوهای حرکتی بنیادی است [۶]. الگوهای حرکتی بنیادی، حرکات پایه‌ای هستند که در وضعیت‌های مختلف انجام می‌شود و فرد از آن‌ها در حرکات ورزشی و روزمره بهره می‌گیرد [۶]. برای انجام صحیح این حرکات، فرد باید سطح مناسبی از دامنه حرکتی، ثبات مرکزی و تعادل را داشته باشد [۶]. مطالعات نشان داده‌اند افرادی که در انجام این الگوهای حرکتی با اختلال مواجه هستند، در معرض آسیب قرار دارند [۷]. آزمونی که این الگوهای حرکتی بنیادی را ارزیابی می‌کند، آزمون غربالگری حرکات عملکردی[1] نام دارد [۶]. گزارش شده است افرادی که در این آزمون نمرات کوچکتر یا مساوی ۱۴ کسب کردند، در معرض بروز آسیب قرار داشتند [۴، ۷]. همچنین یکی دیگر از آزمون‌هایی که برای شناسایی افراد مستعد آسیب استفاده می‌شود، آزمون پرش تاک[2] است [۸]. این آزمون الگوی حرکتی پرش-فرود افراد را در حین یک فعالیت پلایومتریک ارزیابی می‌کند. هرینگتون و همکاران گزارش کرده‌اند افرادی که نمره ۶ یا بالاتر در این آزمون کسب کنند، در معرض خطر بروز آسیب قرار دارند و باید در برنامه‌های پیشگیری از آسیب شرکت کنند [۸].

یکی از برنامه‌های تمرینی که انجمن پزشکی-ورزشی آلمان با هدف پیشگیری از آسیب و رسیدگی به نقص‌های عصبی‌عضلانی اندام تحتانی مطرح کرده است، برنامه تمرینی پیشگیری از آسیب استاپ-ایکس است [۹]. این برنامه شامل تمرینات قدرتی، تمرینات تعادلی بر روی سطوح ناپایدار، تمرینات ثبات مرکزی، تمرینات پرشی و پلایومتریک بوده و در زمان گرم کردن قابل استفاده است [۹]. باباگل‌تبار و همکاران پس از استفاده از برنامه تمرینی استاپ-ایکس در زمان گرم کردن در بین بازیکنان فوتبال نوجوان بهبودی معناداری را در متغیرهای زاویه والگوس زانو در هنگام فرود، تعادل ایستا و پویا گزارش کردند، باوجوداین تغییر معناداری در متغیر زاویه فلکشن زانو[3] در هنگام فرود گزارش نشد [۱۰]. همچنین روت و همکاران پس از استفاده از برنامه پیشگیری از آسیب گزارش کردند که اگرچه بهبود جزئی در نمرات آزمون خطای فرود ورزشکاران گروه آزمایش مشاهده شد، اما این تغییرات نسبت به گروه کنترل معنادار نبود [۱۱]. به‌طورکلی، باتوجه‌به شیوع بالای آسیب در بین سربازان و نظامیان [۲] و اهمیت بهره‌مندی افراد در معرض آسیب از برنامه‌های پیشگیرانه [۳] و مطالعات محدودی که در این زمینه وجود دارد [۲، ۴]، هدف از این مطالعه بررسی اثر برنامه تمرینی استاپ-ایکس بر نمرات آزمون غربالگری حرکات عملکردی و آزمون پرش تاک در بین دانشجویان نظامی بود.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع نیمه‌آزمایشی بوده و ازنظر زمان اجرا، مقطعی و از حیث استفاده از نتایج، کاربردی بود. در این مطالعه ملاحظات اخلاقی رعایت شده و کد اخلاق از سوی پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دریافت شد. جامعه آماری پژوهش شامل دانشجویان نظامی مرد مستعد آسیب بود که به‌صورت هدفمند از دانشگاه افسری امام‌علی(ع) انتخاب شدند. باتوجه‌به ادبیات پژوهش و مطالعه تحقیقات مشابه در این زمینه، افراد دارای حداقل ۲ سال سابقه ورزشی بودند و نیز حداقل ۳ جلسه در هفته تمرین نظامی و ورزشی داشتند. نمونه‌ها براساس پیشینه پژوهش [۱۲] و با استفاده از نرم‌افزار برآورد حجم نمونه (نرم‌افزار جی‌پاور[4])، باتوجه‌به بررسی تفاوت بین دو گروه، در آلفای ۰/۰۵، بتای ۰/۲ و اندازه اثر ۰/۸۱، ۲۰ نفر در هر گروه در نظر گرفته شد تا توان آماری ۰/۸ که توان آماری مناسب برای مطالعات تجربی است، به دست آید. در ابتدا ۱۱۶ نفر از دانشجویان مورد بررسی اولیه قرار گرفتند که شرایط ورود به مطالعه را داشتند. از این تعداد، ۴۰ نفر انتخاب شدند و گروه‌ها به‌صورت تصادفی و با روش قرعه‌کشی به دو گروه ۲۰ نفره آزمایش (با میانگین سنی ۰/۶۸±۱۹/۰۵ سال، میانگین قد ۰/۰۶±۱/۷۵ متر، میانگین وزن ۴/۱۸±۷۲/۷۰ کیلوگرم و میانگین شاخص

1. Functional Movement Screen test (FMS)
2. Tuck Jump test
3. Knee flexion angle
4. G*Power

تصویر ۱. آزمون پرش تاک

توده بدنی ۱/۶۸±۲۳/۷۷ کیلوگرم بر متر مربع) و کنترل (با میانگین سنی ۰/۶۵±۱۸/۷۰ سال، میانگین قد ۰/۰۶±۱/۷۷ متر، میانگین وزن ۴/۹۰±۷۴/۱۰ کیلوگرم و میانگین شاخص توده بدنی ۲/۲۴±۲۳/۵۳ کیلوگرم بر متر مربع) تقسیم شدند. قبل از آغاز پژوهش، تمامی آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه شرکت در آزمون‌های پژوهش را امضا کردند و سپس طی یک جلسه نحوه انجام آزمون‌ها برای آزمودنی‌ها تشریح شد. همه آزمودنی‌ها سالم بودند و سابقه کمردرد یا آسیب زانو و مچ پا نداشتند. همچنین افرادی وارد پژوهش شدند که براساس پیشینه تحقیق دارای نمره کمتر از ۱۴ در آزمون غربالگری حرکات عملکردی [۹] و نمره بیشتر از ۶ در آزمون پرش تاک [۱۳] بودند و دامنه سنی ۱۸ تا ۲۰ سال داشتند. معیارهای خروج از مطالعه نیز شامل غیبت بیش از ۲ جلسه در تمرینات یا عدم شرکت در پس‌آزمون بود.

روش ارزیابی مکانیک پرش-فرود

از آزمون پرش تاک برای ارزیابی مکانیک پرش-فرود به‌وسیله یک فعالیت پلایومتریک[5] در مدت ۱۰ ثانیه استفاده شد (تصویر شماره ۱). هر فرد ۳ بار آزمون را با فاصله یک دقیقه اجرا کرد و بهترین اجرای فرد به‌عنوان نمره فرد در آزمون محاسبه شد. آزمون پرش تاک شامل ۱۰ مورد است که به هر مورد نمره صفر (عدم خطا) و ۱ (بروز خطا) تعلق می‌گیرد. خطاها شامل:

۱. والگوس زانو[6] در هنگام فرود، ۲. عدم برابری ران‌ها در نقطه اوج پرش (نمای قدامی)، ۳. عدم برابری پاها در نقطه فرود (فاصله طولی)، ۴. کمتر یا بیشتر بودن فاصله بین پاها از عرض شانه، ۵. صدای بیش از حد پاها در لحظه فرود (مانند کوبیدن پاها در لحظه فرود)، ۶. عدم برابری ران‌ها از نمای جانبی در حین پرش، ۷. عدم فرود در منطقه تعیین‌شده، ۸. مکث بین پرش‌ها، ۹. افت تکنیک پرش-فرود در طول ۱۰ ثانیه و ۱۰. عدم برابری در زمان‌بندی فرود پاها هستند [۸]. برای ارزیابی دقیق از دو دوربین (Casio Exilim Pro EX-F1، ساخت ژاپن) در سطح فرونتال و ساجیتال[7] استفاده شد که در ارتفاع ۷۰سانتی‌متری و فاصله ۵متری از آزمودنی قرار گرفت. اعتبار آزمون پرش تاک ICC=۰/۸۸ گزارش شده است [۱۳].

5. Plyometric
6. Knee valgus

روش ارزیابی کیفیت حرکتی

از آزمون غربالگری حرکات عملکردی برای ارزیابی کیفیت حرکتی استفاده شد. کیفیت حرکتی در این آزمون از طریق الگوهای حرکتی بنیادین افراد بررسی می‌شود. این آزمون از ۷ حرکت تشکیل شده است: ۱. اسکوات کامل[8]، ۲. گام‌برداری از مانع[9] (چپ و راست)، ۳. لانج[10] (چپ و راست)، ۴. تحرک‌پذیری شانه[11] (چپ و راست)، ۵. بالا آورن فعال و مستقیم پا[12] (راست و چپ)، ۶. شنای ثباتی تنه[13] و ۷. ثبات چرخشی[14] (چپ و راست) (تصویر شماره ۲). هر حرکت از صفر تا ۳ نمره داده می‌شود. اگر در طول حرکت، در بدن درد ایجاد شود، نمره صفر به فرد تعلق می‌گیرد. اگر فرد قادر به انجام حرکت نباشد یا در طول حرکت ناپایدار باشد، نمره ۱ به فرد تعلق می‌گیرد. اگر فرد قادر به انجام حرکت با حرکت جبرانی باشد، نمره ۲ به فرد تعلق می‌گیرد و وقتی که حرکت به‌طور کامل اجرا شود، نمره ۳ به فرد اختصاص می‌یابد. هر آزمون ۳ بار انجام می‌شود و مجموع نمرات از ۲۱

7. Frontal and sagittal planes
8. Deep squat
9. Hurdle step
10. Lunge
11. Shoulder mobility
12. Active straight leg raise
13. Trunk stability pushup
14. Rotary stability

تصویر ۲. آزمون‌های غربالگری حرکات عملکردی (از راست به چپ: اسکوات کامل، گام‌برداری از مانع، لانج، تحرک‌پذیری شانه، بالا آوردن فعال و مستقیم پا، شنای ثباتی تنه، ثبات چرخشی)

است. اگرچه تعدادی از آزمون‌ها به‌صورت دوطرفه (چپ و راست) انجام می‌شود، اما کمترین نمره بین دو سمت ثبت می‌شود. روند نمره‌گذاری طبق دستورالعمل کوک و همکاران [۶] انجام شد. اعتبار بالایی برای آزمون غربالگری حرکات عملکردی[15] گزارش کرده‌اند (ICC=۰/۸۶) [۷].

برنامه تمرینی استاپ‌ـایکس[16]

این برنامه تمرینی از بخش‌های دویدن، تمرینات تعادلی، عملکردی، الگوی پرش‌ـفرود و تمرینات قدرتی تشکیل شده است. این برنامه به‌مدت ۸ هفته، در حدود ۲۰-۲۵ دقیقه و ۳ بار در هفته در زمان گرم کردن انجام می‌شد. آزمودنی‌ها تمرینات را با سطح ابتدایی شروع کردند و سطح سختی تمرینات با گذشت زمان افزایش می‌یافت. برنامه استاپ‌ـایکس با الهام از برنامه‌های پیشگیری از آسیب مختلف نظیر برنامه هینینگ[17]، برنامه فیفا ۱۱+، برنامه پیشگیری از آسیب و ارتقای عملکرد[18]، برنامه پیشگیری از آسیب زانو ورمونت آلپاین[19] و برنامه پیشگیری از آسیب هندبال اسلو ابداع شده است [۹]. تمرینات هر دو گروه آزمایش و کنترل توسط پژوهشگر این مطالعه انجام شد. برنامه استاپ ـ ایکس در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

به‌منظور بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون آماری شاپیرو ویلک[20] استفاده شد. همچنین به‌منظور سامان دادن، خلاصه کردن، طبقه‌بندی نمرات خام و توصیف اندازه‌های نمونه از آمار توصیفی (فراوانی، میانگین، درصد، انحراف‌معیار و جدول) استفاده شد. باتوجه‌به طبیعی نبودن توزیع نمرات آزمون پرش تاک و آزمون غربالگری حرکات عملکردی، از آزمون‌های ویلکاکسون[21] و من‌ویتنی یو[22] به‌ترتیب برای بررسی تفاوت‌های درون‌گروهی و بین‌گروهی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد. همچنین آزمون فرضیات در سطح معناداری ۹۵ درصد با آلفای کوچکتر یا مساوی ۰/۰۵ انجام شد. تمامی تجزیه‌وتحلیل‌های فوق با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ صورت گرفت.

یافته‌ها

اطلاعات توصیفی در مورد ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها و متغیرهای پژوهش در جدول شماره ۲ ارائه شده است. نتایج آزمون تی مستقل در جدول شماره ۲ برای مقایسه ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها نشان داد دو گروه ازنظر ویژگی‌های فردی همگن هستند.

15. Functional Movement Screen (FMS)
16. Stop-X training program
17. Henning
18. Prevent Injury and Enhance Performance (PEP)
19. Vermont Alpine
20. Shapiro-Wilk
21. Wilcoxon signed-rank test
22. Mann–Whitney U

جدول ۱. تمرینات برنامه استاپ- یکس [۱۰]

فاکتور	تمرین/هفته	۱	۲	۳/۴	۵	۶/۷	۸
راه رفتن و دویدن	گرم کردن	۵ دقیقه	۵ دقیقه	۵ دقیقه	۵ دقیقه	۵ دقیقه	۵ دقیقه
	دویدن با چرخش خارجی ران	۲ ست ۸ تکرار	۲ ست ۱۰ تکرار	۲ ست ۱۲ تکرار	۲ ست ۱۴ تکرار	–	–
تعادل	لانج (سمت چپ و راست)	۲ ست ۱۰ تکرار	۲ ست ۱۰ تکرار	–	–	–	–
	لانج روی پد نرم (سمت چپ و راست)	–	–	۲ ست ۱۰ تکرار	۲ ست ۱۰ تکرار	–	–
	اسکوات روی یک پا (سمت چپ و راست)	۲ ست ۱۰ تکرار	۲ ست ۱۲ تکرار	–	–	–	–
	اسکوات روی یک پا بر روی پد نرم (سمت چپ و راست)	–	–	۲ ست ۱۰ تکرار	۲ ست ۱۲ تکرار	–	–
	اسکوات روی یک پا با در دست داشتن مدیسن‌بال (سمت چپ و راست)	–	–	۲ ست ۱۰ تکرار	۲ ست ۱۲ تکرار	–	–
	اسکوات روی یک پا با در دست داشتن مدیسن‌بال بر روی پد نرم (سمت چپ و راست)	–	–	–	–	۲ ست ۱۰ تکرار	۲ ست ۱۲ تکرار
	لانج زانو در جهت عقربه‌های ساعت بر روی پد نرم	–	–	–	–	۲ تکرار	۳ تکرار
	تمرین با یار تمرینی: آزمودنی با یک پا روی پد نرم ایستاده و با پای دیگر یک توپ را پرتاب می‌کند (سمت چپ و راست)	–	–	–	–	۲ ست ۱۰ تکرار	۲ ست ۱۲ تکرار
	تمرین با یار تمرینی: ایستادن روی یک پا بر روی نیمکره تعادل و تلاش برای برهم زدن تعادل یار تمرینی (سمت چپ و راست)	–	–	–	–	۲ ست ۴ تکرار	۲ ست ۶ تکرار
قدرت	گام‌برداری به پهلو با تراباند دور مچ پا	۲ ست ۱۰ تکرار	۲ ست ۱۲ تکرار	–	–	–	–
	اسکوات با تراباند	۲ ست ۱۰ تکرار	۲ ست ۱۲ تکرار	–	–	–	–
	پلانک شکم	۳ ست ۳۰ ثانیه	۳ ست ۴۰ ثانیه	–	–	–	–
	پلانک به‌صورت پویا	–	–	۳ ست ۳۰ ثانیه	۳ ست ۴۵ ثانیه	۳ ست ۶۰ ثانیه	۳ ست ۶۰ ثانیه
	پلانک جانبی با بلند کردن لگن (سمت چپ و راست)	۲ ست ۱۰ تکرار	۲ ست ۱۲ تکرار	–	–	–	–
	پلانک جانبی با ابداکشن ران (سمت چپ و راست)	–	–	۱ ست ۱۵ تکرار	۱ ست ۲۰ تکرار	۱ ست ۲۵ تکرار	۱ ست ۳۰ تکرار
	اسکوات روی جعبه	۲ ست ۱۰ تکرار	۲ ست ۱۲ تکرار	–	–	–	–
	اسکوات عمیق روی جعبه	–	–	۲ ست ۱۲ تکرار	۲ ست ۱۴ تکرار	–	–
	اسکوات با یک پا روی جعبه (سمت چپ و راست)	–	–	–	–	۲ ست ۸ تکرار	۲ ست ۱۰ تکرار
	همسترینگ روسی با کش	۱۰ تکرار	۱۲ تکرار	۲ ست ۱۰ تکرار	۲ ست ۱۲ تکرار	–	–
	همسترینگ روسی	–	–	–	–	۸ تکرار	۱۰ تکرار
تمرینات پرشی	پرش بلند	۲ ست ۸ تکرار	۲ ست ۱۰ تکرار	۳ ست ۸ تکرار	۳ ست ۱۰ تکرار	–	–
	دویدن با پرش‌های جانبی	–	–	–	–	۲ ست ۸ تکرار	۲ ست ۱۰ تکرار
	دویدن با پرش‌های بلند	–	–	–	–	۲ ست ۸ تکرار	۲ ست ۱۰ تکرار
	پرش ـ فرود در همان نقطه	–	–	–	–	۲ ست ۸ تکرار	۲ ست ۱۰ تکرار

جدول ۲. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های پژوهش (۲۰ نفر در هرگروه)

متغیرها	گروه	میانگین±انحراف‌معیار	t	P
سن (سال)	آزمایش	۱۹/۰۵±۰/۶۸	۱/۶۴	۰/۱۰
	کنترل	۱۸/۷۰±۰/۶۵		
قد (متر)	آزمایش	۱/۷۵±۰/۰۶	-۱/۳۶	۰/۱۸
	کنترل	۱/۷۷±۰/۰۶		
وزن (کیلوگرم)	آزمایش	۷۲/۷۰±۴/۱۸	-۰/۹۷	۰/۳۳
	کنترل	۷۴/۱۰±۴/۹۰		
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	آزمایش	۲۳/۷۷±۱/۶۸	۰/۳۷	۰/۷۱
	کنترل	۲۳/۵۳±۲/۲۴		
سابقه ورزشی (سال)	آزمایش	۳/۶۵±۰/۹۳	۰/۳۰	۰/۷۶
	کنترل	۳/۵۵±۱/۱۴		

نتایج آزمون من‌ویتنی یو در جدول شماره ۳ نشان داد بین متغیرهای پژوهش تفاوت معناداری در پیش‌آزمون وجود ندارد، اما در پس‌آزمون، کاهش معناداری در نمرات آزمون پرش تاک در گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد (P=۰/۰۰۱). همچنین افزایش معناداری در نمرات آزمون غربالگری حرکات عملکردی در گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل در پس‌آزمون مشاهده شد (P=۰/۰۰۱).

علاوه‌براین براساس نتایج جدول شماره ۳، کاهش معناداری در نمرات آزمون پرش تاک در گروه آزمایش در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون مشاهده شد (P=۰/۰۰۱)، درحالی‌که این تفاوت در نمرات آزمون پرش تاک گروه کنترل در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون معنادار نبود (P=۰/۳۹). افزایش معناداری نیز در نمرات آزمون غربالگری حرکات عملکردی در گروه آزمایش در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون مشاهده شد (P=۰/۰۰۱). باوجوداین، در گروه کنترل تفاوت معناداری در نمرات آزمون غربالگری حرکات عملکردی در پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون مشاهده نشد (P=۰/۰۸).

جدول ۳. تفاوت بین‌گروهی متغیرهای پژوهش در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر	زمان	میانگین±انحراف‌معیار		P	Z
		گروه آزمایش	گروه کنترل		
نمره آزمون پرش تاک	پیش‌آزمون	۷/۷۵±۰/۷۱	۷/۵۵±۰/۶۸	۰/۳۴	-۰/۹۳
	پس‌آزمون	۴/۳۵±۱/۰۸	۷/۲۵±۰/۹۱	۰/*۰۰۱	-۵/۲۸
نمره آزمون غربالگری حرکات عملکردی	پیش‌آزمون	۱۱/۹۵±۰/۸۲	۱۲/۲۰±۱/۰۵	۰/۴۶	-۰/۷۲
	پس‌آزمون	۱۶/۵۵±۱/۲۷	۱۲/۳۵±۰/۹۳	۰/*۰۰۱	-۵/۴۶
متغیر	**گروه**	**پیش‌آزمون**	**پس‌آزمون**	**P**	**اندازه اثر**
نمره آزمون پرش تاک	آزمایش	۷/۷۵±۰/۷۱	۴/۳۵±۱/۰۸	۰/*۰۰۱	۰/۸۸
	کنترل	۷/۵۵±۰/۶۸	۷/۲۵±۰/۹۱	۰/۳۹	۰/۱۸
نمره آزمون غربالگری حرکات عملکردی	آزمایش	۱۱/۹۵±۰/۸۲	۱۶/۵۵±۱/۲۷	۰/*۰۰۱	۰/۹۰
	کنترل	۱۲/۲۰±۱/۰۵	۱۲/۳۵±۰/۹۳	۰/۰۸	۰/۰۷

*معناداری در سطح ۰/۰۵

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر برنامه تمرینی پیشگیری از آسیب استاپ‌ـایکس بر مکانیک فرود و کیفیت حرکتی در دانشجویان نظامی مرد انجام شد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد پس از ۸ هفته اجرای برنامه استاپ‌ـایکس کاهش معناداری در نمرات آزمون پرش تاک در گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل مشاهده می‌شود. از دلایل اثرگذاری مثبت برنامه استاپ‌ـایکس بر مکانیک فرود می‌توان به وجود تمرینات ثبات مرکزی و تمرینات قدرتی برای تقویت عضلات مرکزی بدن و ران در این برنامه اشاره کرد. تمریناتی مانند پلانک از جلو، پلانک از پهلو، ایستادن تک‌پا، اسکوات جفت‌پا و تک‌پا و تمرینات پرشی می‌توانند سرعت و کیفیت الگوهای فراخوانی عضلات مرکزی و ران را ارتقا دهند و باعث بهبود کنترل عصبی‌عضلانی شوند و با تثبیت لگن از بروز الگوهای حرکتی غلط جلوگیری و به حفظ راستای بدن و تعادل پویا در حرکاتی مانند فرود کمک کنند [۱۰].

همچنین در برنامه استاپ‌ـایکس از تمرینات عصبی‌عضلانی و تمرینات پلایومتریک استفاده شده است. تمرینات عصبی عضلانی فعالیت گیرنده‌های وابران گاما[۲۳] را در عضلات از طریق تحریک دوک‌های عضلانی افزایش می‌دهند. این افزایش حساسیت در دوک‌های عضلانی کنترل مفصلی را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱۴]. همچنین تمرینات پلایومتریک می‌تواند آگاهی مفصلی، تعادل و کنترل عصبی‌عضلانی را از طریق افزایش سازگاری‌های عصبی‌عضلانی افزایش دهد و به بهبود مکانیک فرود غلط از طریق افزایش زاویه فلکشن زانو و کاهش زاویه والگوس زانو در هنگام فرود منجر شود [۱۴]. در همین راستا، باباگل‌تبار و همکاران دریافتند که استفاده از برنامه تمرینی استاپ‌ـایکس در زمان گرم کردن می‌تواند باعث کاهش والگوس زانو و بهبود تعادل ایستا و پویا در بازیکنان فوتبال شود [۱۰].

همچنین اکبری و همکاران گزارش کردند که پس از اجرای ۸ هفته (۳ جلسه در هفته) برنامه گرم کردن فیفا +۱۱ در بین ۲۴ بازیکن فوتبال حرفه‌ای جوان، نمرات آزمون خطای فرود در گروه آزمایش تا ۵۳/۲۷ درصد کاهش یافت [۱۵]. شمس و همکاران نیز گزارش کردند که پس از اجرای ۶ هفته (۲ جلسه در هفته) برنامه تمرینات عصبی‌عضلانی و پلایومتریک در بین ۴۸ ورزشکار دانشگاهی، بهبودی معناداری در مکانیک فرود ورزشکاران مشاهده شد [۱۶]. دی‌استفانو و همکاران پس از ۶ هفته (۲ جلسه در هفته) استفاده از برنامه گرم کردن عصبی عضلانی در بین ۱۱۰۴ سرباز جوان، به این نتیجه رسیدند که اجرای برنامه گرم کردن عصبی‌عضلانی می‌تواند نیروهای عکس‌العمل زمین را در افراد کاهش دهد، اما تغییر معناداری در نمرات آزمون خطای فرود افراد مشاهده نشد [۱۷]. از دلایل عدم معناداری در نمرات آزمون خطای فرود در مطالعه دی‌استفانو و همکاران می‌توان به زمان کم برنامه مداخله اشاره کرد. به‌علاوه، برنامه استفاده‌شده در مدت‌زمان ۱۰ دقیقه انجام می‌شود و به پایان می‌رسد. بنابراین به نظر می‌رسد که از شدت کافی برای سازگاری و اثرگذاری بر متغیرهای کینماتیکی[۲۴] برخوردار نبوده است. یکی از نکات مهم این است که برنامه‌های گرم کردن سنتی و رایج نظامیان فاقد بخش‌های تمرینات قدرتی، تعادلی، ثباتی و عملکردی است تا بتواند اثرگذاری بر مکانیک فرود افراد را داشته باشند. بنابراین به نظر می‌رسد با اجرای منظم برنامه استاپ‌ـایکس در بخش گرم کردن، مکانیک فرود دانشجویان نظامی بهبود یابد.

همچنین نتایج این مطالعه نشان داد گروه آزمایش در مقایسه با گروه کنترل، افزایش معناداری در نمرات آزمون غربالگری حرکات عملکردی داشتند. در همین راستا، ناری و همکاران گزارش کردند که ۸ هفته برنامه تمرینی عصبی عضلانی باعث بهبود نمرات آزمون غربالگری حرکات عملکردی ورزشکاران نظامی جوان شد [۱۲]. بیاتی و همکاران نیز به تأثیر ۱۲ هفته برنامه پیشگیری از آسیب رستلینگ پلاس[۲۵] بر بهبود نمرات آزمون غربالگری حرکات عملکردی در ورزشکاران جوان اشاره کردند [۱۸]. بااین‌حال، نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعه رایت و همکاران در رابطه با اثر ۴ هفته برنامه تمرینات عملکردی با وزن بدن بر نمرات آزمون غربالگری حرکات عملکردی در نوجوانان ورزشکار [۱۹]، در تضاد است. از دلایل این تفاوت می‌توان به سن و زمان کمتر برنامه استفاده‌شده در این مطالعه نسبت به مطالعه حاضر اشاره کرد. به‌طورکلی، برنامه استاپ‌ـایکس از تمرینات عملکردی مانند لانج و اسکوات تشکیل شده است که به نظر می‌رسد فرد با اجرای پیوسته این تمرینات می‌تواند حرکات آزمون غربالگری حرکات عملکردی را بهتر انجام دهد [۲۰]. علاوه‌براین، وجود تمریناتی مانند پلانک از جلو، پلانک از پهلو و پلانک پویا در برنامه استاپ‌ـایکس می‌تواند باعث تقویت عضلات مرکزی شود که از این طریق فرد می‌تواند حرکات شنای ثباتی تنه و ثبات چرخشی را به‌طور مطلوبی انجام دهد [۲۱]. ضعف عضلات مرکزی بدن در صفحات فرونتال و ساجیتال می‌تواند باعث بروز حرکات جبرانی و ناقص در مفاصلی مانند زانو و ران شود و والگوس زانو را به‌دنبال داشته باشد [۲۱]. مطالعات گذشته نشان داده‌اند ضعف در ثبات مرکزی باعث کنترل ضعیف در اداکشن ران[۲۶] و چرخش داخلی ران در هنگام فعالیت‌های با تحمل وزن می‌شود [۲۲]. بنابراین به نظر می‌رسد وجود تمرینات عملکردی و ثبات مرکزی در برنامه استاپ‌ـایکس می‌تواند از بروز الگوهای حرکتی ناقص جلوگیری کند و همراه با بهبود کیفیت حرکتی باشد و از این طریق عوامل خطرزای بروز آسیب در بین دانشجویان نظامی را کاهش دهد.

23. Gamma efferent receptor

24. Kinematic variables

25. Wrestling +

26. Hip adduction

درنهایت، باتوجه‌به اینکه اجرای برنامه تمرینی استاپ‌ـایکس می‌تواند باعث بهبودی مکانیک پرش‌ـفرود و کیفیت حرکتی در دانشجویان نظامی شود، بنابراین برنامه تمرینی استاپ‌ـایکس می‌تواند به‌عنوان جایگزین مناسبی برای برنامه‌های گرم کردن کنونی در دوره سربازی مطرح شود که به کاهش عوامل خطرزای بروز آسیب در دانشجویان نظامی کمک می‌کند.

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به این نکته اشاره کرد که برای پژوهشگران این امکان فراهم نبود تا میزان ماندگاری اثرات برنامه استاپ‌ـایکس را در زمان طولانی‌تر (مانند ۲ یا ۳ ماه پس از اجرای این برنامه) در بین دانشجویان نظامی ارزیابی کنند. همچنین امکان غربالگری افراد بیشتر به‌منظور به‌کارگیری تمرینات در حجم نمونه بیشتر فراهم نبود. به‌علاوه، دامنه سنی آزمودنی‌ها محدود به ۱۸ تا ۲۰ سال می‌شد. بنابراین پیشنهاد می‌شود به‌منظور تعمیم‌پذیری بهتر و بررسی اثر ماندگاری برنامه تمرینی، مطالعه‌ای در این زمینه با حجم نمونه بیشتر و در گروه‌های سنی دیگر صورت گیرد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مطالعه دارای تأییدیه اخلاقی به شماره IR.SSRI.REC.1400.1315 از کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی است.

حامی مالی

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

مشارکت‌نویسندگان

طرح ایده اصلی مقاله و ویرایش آن، تحلیل آماری داده‌ها و مشاوره علمی پژوهش: سجاد محمدیاری؛ نوشتن مقاله، اجرای مداخله، جمع‌آوری داده‌ها: نظام نعمتی.

تعارض منافع

بنابر اعلام نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از تمامی دانشجویان و مسئولین دانشگاه افسری امام‌علی(ع) که در این پژوهش محققان را یاری کردند، تقدیر و تشکر می‌شود.

References

[1] Dijksma I, Arslan IG, van Etten-Jamaludin FS, Elbers RG, Lucas C, Stuiver MM. Exercise programs to reduce the risk of musculoskeletal Injuries in Military Personnel: A systematic review and meta-analysis. PM R. 2020; 12(10):1028-37. [DOI:10.1002/pmrj.12360] [PMID] [PMCID]

[2] Mohammadyari S, Aslani M, Zohrabi A. [The effect of eight weeks of injury prevention program on performance and musculoskeletal pain in Imam Ali Military University Students (Persian)]. J Mil Med. 2021; 23(5):444-55. [DOI:10.30491 /JMM.23.5.444]

[3] Teyhen DS, Goffar SL, Shaffer SW, Kiesel K, Butler RJ, Tedaldi AM, et al. Incidence of musculoskeletal injury in US Army Unit Types: A prospective cohort study. J Orthop Sports Phys Ther. 2018; 48(10):749-57. [DOI:10.2519/jospt.2018.7979] [PMID]

[4] Kollock RO, Lyons M, Sanders G, Hale D. The effectiveness of the functional movement screen in determining injury risk in tactical occupations. Ind Health. 2019; 57(4):406-18. [DOI:10.2486/indhealth.2018-0086] [PMID] [PMCID]

[5] Lloyd RS, Oliver JL, Myer GD, De Ste Croix MB, Wass J, Read PJ. Comparison of drop jump and tuck jump knee joint kinematics in elite male youth soccer players: Implications for injury risk screening. J Sport Rehabil. 2020; 29(6):760-5. [DOI:10.1123/jsr.2019-0077] [PMID] [PMCID]

[6] 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. [PMID]

[7] Bonazza NA, Smuin D, Onks CA, Silvis ML, Dhawan A. Reliability, validity, and injury predictive value of the functional movement screen: A systematic review and meta-analysis. Am J Sports Med. 2017; 45(3):725-32. [DOI:10.1177/0363546516641937] [PMID]

[8] Herrington L, Myer GD, Munro A. Intra and inter-tester reliability of the tuck jump assessment. Phys Ther Sport. 2013; 14(3):152-5. [DOI:10.1016/j.ptsp.2012.05.005] [PMID]

[9] Petersen W, Stoffels T, Achtnich A. Prevention of knee injuries and ACL ruptures Systematic review and recommendations of the the German Knee Society (DKG): The Stop-X program. Orthop J Sports Med. 2018; 6(4_suppl2):2325967118S00018. [DOI:10.1177/2325967118S00018] [PMCID]

[10] Babagoltabar Samakoush H, Norasteh AA. [The effect of German Knee Association training program (STOP X program) on knee condition and balance of adolescent soccer players with dynamic knee valgus (Persian)]. Stud Sport Med. 2022; 13(30):231-54. [DOI:10.22089/smj.2022.11514.1541]

[11] Root H, Trojian T, Martinez J, Kraemer W, DiStefano LJ. Landing technique and performance in youth athletes after a single injury-prevention program session. J Athl Train. 2015; 50(11):1149-57. [DOI:10.4085/1062-6050-50.11.01] [PMID] [PMCID]

[12] Nari SM, Alizadeh MH, shamsoddini A. The effect of neuromuscular training on functional movement screen scores in injury-prone military athletes. 2020. [Unpublished]. [DOI:10.21203/rs.3.rs-24163/v1]

[13] Read PJ, Oliver JL, de Ste Croix MB, Myer GD, Lloyd RS. Reliability of the tuck jump Injury Risk Screening Assessment in Elite Male Youth Soccer Players. J Strength Cond Res. 2016; 30(6):1510-6. [DOI:10.1519/JSC.0000000000001260] [PMID] [PMCID]

[14] Zebis MK, Andersen LL, Brandt M, Myklebust G, Bencke J, Lauridsen HB, et al. Effects of evidence-based prevention training on neuromuscular and biomechanical risk factors for ACL injury in adolescent female athletes: A randomised controlled trial. Br J Sports Med. 2016; 50(9):552-7. [DOI:10.1136/bjsports-2015-094776] [PMID]

[15] Akbari H, Sahebozamani M, Daneshjoo A, Amiri-Khorasani M, Shimokochi Y. Effect of the FIFA 11+ on landing patterns and baseline movement errors in elite male youth soccer players. J Sport Rehabil. 2020; 29(6):730-7. [DOI:10.1123/jsr.2018-0374] [PMID]

[16] Shams F, Hadadnezhad M, Letafatkar A, Hogg J. Valgus control feedback and taping Improves the effects of plyometric exercises in women with dynamic knee valgus. Sports Health. 2022; 14(5):747-57. [DOI:10.1177/19417381211049805] [PMID] [PMCID]

[17] DiStefano LJ, Marshall SW, Padua DA, Peck KY, Beutler AI, de la Motte SJ, et al. The effects of an injury prevention program on landing biomechanics over time. Am J Sports Med. 2016; 44(3):767-76. [DOI:10.1177/0363546515621270] [PMID]

[18] Bayati R, Shamsi Majelan A, Mirzaei B, Barbas I. The effect of 12 Weeks of wrestling+ warm-up program on functional movement screen scores in Cadet Wrestlers. Ann Appl Sport Sci. 2019; 7(1):39-47. [DOI:10.29252/aassjournal.7.1.39]

[19] Wright MD, Portas MD, Evans VJ, Weston M. The effectiveness of 4 weeks of fundamental movement training on functional movement screen and physiological performance in physically active children. J Strength Cond Res. 2015; 29(1):254-61. [DOI:10.1519/JSC.0000000000000602] [PMID]

[20] Bodden JG, Needham RA, Chockalingam N. The effect of an intervention program on functional movement screen test scores in mixed martial arts athletes. J Strength Cond Res. 2015; 29(1):219-25. [DOI:10.1519/JSC.0b013e3182a480bf] [PMID]

[21] Bagherian S, Ghasempoor K, Rahnama N, Wikstrom EA. The effect of core stability training on functional movement patterns in college athletes. J Sport Rehabil. 2019; 28(5):444-9. [DOI:10.1123/jsr.2017-0107] [PMID]

[22] Fallah Mohammadi M, Dashti Rostami K, Shabanzadeh S, Hosseininejad SE, Ghaffari S, Thomas A. Does core stability training improve hopping performance and kinetic asymmetries during single-leg landing in anterior cruciate ligament reconstructed patients? Res Sports Med. 2022; 1-11. [DOI:10.1080/15438627.2022.2102919] [PMID]