



The Effect of the STOP-X Program on Knee Valgus, Static and Dynamic Balance in Military Cadets with Dynamic Knee Valgus Deficiency

Sajjad Mohammadyari¹, Abbas Shakibirad¹, Nezam Nemati^{2*}

1- Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Imam Ali University, Tehran, Iran.

2- Ph.D. in Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

Corresponding Author: Nezam Nemati: Ph.D. in Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

Email: artin.nemati@yahoo.com

Received: 2022/09/10

Accepted: 2023/01/7

Abstract

Introduction: Dynamic knee valgus, static and dynamic balance are contributing to knee injuries in military cadets. This study aimed to investigate the effect of the Stop-X injury prevention program on dynamic knee valgus, static and dynamic balance in military cadets with dynamic knee valgus deficiency.

Methods: The present study was quasi-experimental. At first 116 students were assessed and finally, 40 participants with dynamic valgus were recruited and they were randomly assigned to the intervention group (n=20) or control group (n=20). Drop-jump test, Bass Stick test and Y Balance test were used to measure dynamic knee valgus angle, static and dynamic balance at the baseline and the end of the study. After evaluating the variables in the pre-test, the intervention group used the Stop-X program as a warm-up for 8 weeks while the control group performed its routine warm-up during this time and finally they were re-evaluated. ANCOVA and paired-samples t-test were used to evaluate changes.

Results: The results showed that there was a significant reduction in knee valgus angle ($P=0.001$) and there were significant enhancements in static ($P=0.001$) and dynamic balance ($P=0.001$) in the intervention group in comparison with the control group in the post-test. Moreover, the results obtained in the intervention group in post-test in comparison with pre-test showed that there was a significant reduction in knee valgus angle ($P=0.001$) and there were significant enhancements in static ($P=0.001$) and dynamic balance ($P=0.001$) but there were no significant differences in the control group ($P>0.05$).

Conclusions: This study demonstrated that the Stop-X injury prevention program was effective in reducing dynamic knee valgus angle and improving static balance time and dynamic balance in military cadets. Thus, this program can reduce the risk of knee injuries in military cadets.

Key words: Stop-x, Dynamic knee valgus, Balance, Cadets.



اثر برنامه استاپ-ایکس بر والگوس زانو، تعادل ایستا و پویا در دانشجویان نظامی با نقص والگوس داینامیک زانو

سجاد محمدیاری^۱، عباس شکیبی راد^۱، نظام نعمتی^{۲*}

۱- استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه افسری امام علی (ع)، تهران، ایران.

۲- دکتری آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

نویسنده مسئول: نظام نعمتی: دکتری آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
ایمیل: artin.nemati@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۶/۱۹

چکیده

مقدمه: کینماتیک فرود، تعادل ایستا و پویا از عوامل خطرزای بروز آسیب های زانو در سربازان و نظامیان محسوب می شوند. هدف این مطالعه، بررسی اثر برنامه پیشگیری از آسیب استاپ-ایکس بر والگوس زانو، تعادل ایستا و پویا در دانشجویان نظامی با نقص والگوس داینامیک زانو بود.

روش کار: مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی بود. در ابتدا ۱۱۶ نفر از دانشجویان ارزیابی شدند و در نهایت ۴۰ فرد مبتلا به نقص والگوس داینامیک زانو انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه تجربی (۲۰ نفر) و کنترل (۲۰ نفر) تقسیم شدند. از آزمون های پرش-فرود، باس استیک و آزمون تعادل وای برای سنجش زاویه والگوس داینامیک زانو، تعادل ایستا و پویا در ابتدا و انتهای مطالعه استفاده شد. پس از ارزیابی متغیرها در پیش آزمون، گروه تجربی به مدت ۸ هفته از برنامه استاپ-ایکس در بخش گرم کردن استفاده کردند و گروه کنترل در این مدت به گرم کردن رایج خود پرداختند و در انتها مجدداً مورد ارزیابی قرار گرفتند. از آزمون های آنکوا و تی همبسته برای ارزیابی تغییرات استفاده شد.

یافته ها: نتایج نشان دادند که کاهش معنی داری در زاویه والگوس زانو ($P=0/001$) و افزایش معنی داری در تعادل ایستا ($P=0/001$) و پویا ($P=0/001$) در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل در پس آزمون مشاهده شد. همچنین کاهش معنی داری در زاویه والگوس زانو ($P=0/001$) و افزایش معنی داری در تعادل ایستا ($P=0/001$) و پویا ($P=0/001$) در گروه تجربی در پس آزمون در مقایسه با پیش آزمون مشاهده شد اما این تغییرات در گروه کنترل معنی دار نبود ($P>0/05$).

نتیجه گیری: اجرای برنامه پیشگیری از آسیب استاپ-ایکس می تواند باعث بهبودی زاویه والگوس زانو، زمان تعادل ایستا و تعادل پویا در دانشجویان نظامی شود، بنابراین برنامه استاپ-ایکس می تواند در کاهش عوامل خطرزای بروز آسیب های زانو در دانشجویان نظامی موثر باشد.

کلیدواژه ها: استاپ-ایکس، والگوس داینامیک زانو، تعادل، نظامیان.

مقدمه

در طول دوره خدمت و آموزشی، توسط افسران، نظامیان و سربازان، باعث اعمال فشار زیادی به اندام تحتانی شده و این افراد را مستعد آسیب دیدگی می کند (۱). تایهین و همکاران گزارش کردند که در ارتش ایالات متحده سالانه به طور تقریبی نهصد هزار سرباز حدود ۱/۶ میلیون آسیب اسکلتی-عضلانی را به ثبت رسانده که باعث صرف ۵۴۸

سلامت جسمانی افسران و سربازان برای ارگان های نظامی در دوران خدمت و آموزشی اهمیت بسزایی دارد. انجام تمرینات جسمانی شدیدی مانند تمرینات رزمی، دوها و پیاده روی های طولانی با کوله پشتی، میدان موانع، رژه نظامی، ایستادن های طولانی و پرش از ارتفاعات گوناگون

میلیون دلار برای درمان و توانبخشی افراد شده که ۳۳/۶٪ این آسیب ها باعث غیبت ۱ تا ۶ روز فرد از فعالیت های نظامی می شود (۲). در این بین شیوع آسیب های زانو سهم قابل توجهی را به خود اختصاص داده است بطوریکه گزارش شده است که زانو و اندام تحتانی بیشترین ناحیه آسیب دیده با ۲۲٪ در بین سربازان وظیفه در طول یک سال بوده است (۳). همچنین نیروی هوایی ایالات متحده نیز، آسیب زانو را به عنوان دومین آسیب شایع در میان سربازان معرفی کرده است (۳). در میان آسیب های زانو، آسیب رباط صلیبی قدامی از جمله آسیب های شدید محسوب می شود که نه تنها سلامتی و روند زندگی فرد را تحت تاثیر قرار می دهد بلکه هزینه های مادی فراوانی به همراه دارد (۴). در محیط نظامی بروز این آسیب شایع بوده بطوریکه کویکا و همکاران بروز این آسیب را ۲/۱ مورد در هر ۱۰۰۰ نفر سرباز فنلاندی در هر سال گزارش کرده اند (۵). بنابراین شناسایی عواملی که باعث بروز این آسیب ها می شوند و استفاده از راهبردهای پیشگیرانه جهت جلوگیری از بروز آن ها ضروری است.

از دلایل اصلی بروز آسیب های زانو در بین نظامیان می توان به عدم آموزش صحیح حرکات ورزشی، گرم نکردن کافی، وجود نقص های عصبی-عضلانی مثل والگوس داینامیک زانو و تعادل پویا و ایستا ضعیف اشاره کرد (۶). این نواقص باعث افزایش بار بر زانو و رباط صلیبی قدامی در فعالیت های با تحمل وزن می شوند (۷). نقص والگوس داینامیک یکی از رایج ترین نقص های عصبی-عضلانی بوده که باعث اداکشن و چرخش داخلی ران و اداکشن درشت نی در هنگام فعالیت های نظیر پرش-فروود و تغییر مسیرها می شود. در نتیجه، این موارد باعث افزایش بار بر روی رباط های زانو در فعالیت های با تحمل وزن شده و می تواند منجر به پارگی رباط ها از جمله رباط صلیبی قدامی شوند (۸). همچنین مطالعه سربازانی که دچار آسیب دیدگی رباط صلیبی قدامی شدند نشان داده است که ۲۶/۸٪ افراد به دلیل والگوس داینامیک بیش از حد در هنگام فروود، در معرض آسیب دیدگی قرار گرفتند (۴). عوامل دیگری که در بروز آسیب های رباط صلیبی قدامی در بین نظامیان نقش دارند، تعادل ایستا و پویا است. مطالعات نشان داده اند افرادی که از تعادل پویا و ثبات مرکزی ضعیف تری برخوردار بودند، بیشتر در معرض آسیب اندام تحتانی قرار داشتند (۹، ۱۰). کینان و همکاران در مطالعه ای آینده نگر

بر روی ۷۲۶ سرباز از نیروهای زمینی، دریایی و هوایی امریکا عنوان کردند که ارتباط معناداری بین تعادل پویای اندام تحتانی با آسیب های اسکلتی-عضلانی وجود دارد بطوریکه هرچه این تعادل پویا فرد کمتر باشد، فرد بیشتر در معرض خطر آسیب دیدگی وجود خواهد داشت (۱۱). ناگای و همکاران نیز با مطالعه ۴۹۱ سرباز گزارش کردند که ارتباط منفی و معناداری بین تعادل ایستا ضعیف سربازان با آسیب دیدگی بیشتر در تمرینات نظامی وجود داشت (۱۲). برای به حداقل رساندن وقوع این آسیب ها نیاز به استفاده از برنامه های پیشگیری از آسیب بوده که عواملی چون قدرت، تعادل، آموزش صحیح الگوهای حرکتی و ثبات مرکزی در آن در نظر گرفته شده باشد. یکی از برنامه های تمرینی که اخیرا توسط انجمن پزشکی-ورزشی آلمان طراحی شده برنامه تمرینی استاپ-ایکس است (۱۳). این برنامه با هدف پیشگیری از آسیب و رسیدگی به نقص های عصبی-عضلانی طراحی شده و شامل تمرینات قدرتی، تمرینات تعادلی بر روی سطوح ناپایدار، تمرینات ثبات مرکزی، تمرینات پرشی و پلایومتریک می باشد (۱۳). همچنین نشان داده شده است که این برنامه ی تمرینی می-تواند میزان صدمات زانو را تا ۲۷ درصد و صدمات رباط صلیبی قدامی زانو را تا ۵۱ درصد کاهش دهد (۱۳). با این وجود مطالعات محدودی در بین نظامیان صورت گرفته است. در همین راستا پرکاری و همکاران در مطالعه ای بر روی ۹۶۸ سرباز با میانگین سن ۱۹ سال در فنلاند به مدت ۸ هفته (۳ جلسه در هفته- هر جلسه ۴۰ دقیقه) علاوه بر تمرینات نظامی، از یک برنامه مبتنی بر تمرینات عصبی-عضلانی استفاده کردند و در نهایت گزارش کردند که انجام برنامه تمرینی به طور معناداری آسیب های حاد زانو و مچ پا را کاهش داد (۱۴). با این وجود اجرای برنامه تمرینی اضافه بر برنامه نظامی و هفتگی سربازان می تواند مورد استقبال قرار نگیرد و بهتر است که برنامه تمرینی به نوعی در برنامه ورزشی سربازان ادغام شده تا از نظر زمانی به صورت کارآمدتری از وقت استفاده شود. به طور کلی باید در نظر داشت که آسیب های جسمانی می توانند تاثیر منفی بر سازمان های نظامی بگذارند، چون از یک طرف توانایی و آمادگی رزمی نیروهای در انجام مأموریت های آتی را تحت تاثیر قرار می دهد و از طرف دیگر موجب هدر رفتن سالانه منابع مالی از بودجه های عملیاتی سیستم های نظامی می شود (۶). برای حل این مشکلات اجرای برنامه های پیشگیرانه باید مد نظر

بوده و دامنه سنی ۱۸ تا ۲۰ سال داشتند. معیارهای خروج از مطالعه هم شامل غیبت بیش از ۲ جلسه در تمرینات و یا عدم شرکت در پس آزمون بود.

ارزیابی والگوس زانو

در این مطالعه جهت تعیین وجود والگوس دینامیک زانو و ثبت زاویه آن از آزمون پرش فرود استفاده شد (۱۶). در این آزمون، آزمودنی بالای جعبه ای با ارتفاع ۵۰ سانتی متر قرار گرفته به نحوی که فاصله بین قوزک های داخلی پا ۳۵ سانتی متر بود. از آزمودنی خواسته می شد ابتدا فرود و سپس حداکثر پرش عمودی را انجام دهد و دست ها را بالا بیاورد. جهت محدود کردن حرکات افقی بدن از آزمودنی خواسته شد پاشنه پای مورد آزمون را در تماس با لبه جلویی جعبه قرار دهد. هر آزمودنی ۳ کوشش صحیح با فاصله ۲ دقیقه را انجام داد. اطلاعات پای برتر در تجزیه و تحلیل نهایی مورد استفاده قرار گرفت. برای انجام آزمون یک دوربین (Casio Exilim Pro EX-F1، ساخت ژاپن) با توجه به طول قد آزمودنی ها تنظیم و بر روی سه پایه در فاصله ۳۶۵ سانتی متر از سکوی فرود پرش نصب شد. در این آزمون، آزمودنی ۳ بار توالی صحیح فرود پرش را تکرار کرد و در نهایت پس از اتمام هر ۳ کوشش صحیح توسط نرم افزار کینووا مورد تجزیه و تحلیل نهایی قرار گرفت (۱۶). در مرحله بعد با پیشروی فریم به فریم در ویدئو، تصویر فرود که بیانگر فریمی بود که در آن آزمودنی در پایین ترین (حداکثر فلکشن زانو) نقطه قرار می گرفت، انتخاب شده و سپس زاویه والگوس با استفاده از نرم افزار کینووا محاسبه می شد (تصویر ۱). برای اندازه گیری زاویه والگوس، زاویه تشکیل شده بین دو خط راست کشیده شده از مرکز کشکک تا مرکز ران (خطی که ران را به دو قسمت مساوی تقسیم کند) و از مرکز کشکک تا مرکز مچ پا (خطی که ساق پا را به دو قسمت مساوی تقسیم کند) محاسبه شد. رولز-پالازون و همکاران (۱۷) پایایی بین آزمونگر برابر با ۰/۹ برای این روش گزارش کرده اند. همچنین آن ها گزارش کردند که استفاده از این روش به جای استفاده از مارکر، میدانی و کاربردی تر بوده و از نظر زمانی کارآمدی بیشتری داشته و مشکلاتی نظیر جا به جا شدن مارکر در هنگام فعالیت که می تواند منجر به بروز خطا در محاسبات شده را ندارد و مربیان نیز می توانند با سهولت از این روش استفاده کنند (۱۷).

قرار گیرد تا از بروز این آسیب ها تا جای ممکن پیشگیری کند. بنابراین هدف این مطالعه بررسی اثر برنامه استاپ-ایکس بر والگوس زانو، تعادل ایستا و پویا در دانشجویان نظامی با نقص والگوس دینامیک زانو بود.

روش کار

مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی بوده که به لحاظ زمان اجرا مقطعی و از حیث استفاده از نتایج کاربردی بود. در این مطالعه ملاحظات اخلاقی رعایت شده و کد اخلاق با شناسه ی IR.SSRI.REC.1400.1315 از سوی پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی دریافت شد. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل دانشجویان نظامی مرد دارای نقص والگوس دینامیک زانو بود که به صورت هدفمند از دانشگاه افسری امام علی (ع) انتخاب شدند و با توجه به ادبیات پژوهش و مطالعه تحقیقات مشابه در این زمینه (۱۵)، افراد دارای حداقل ۲ سال سابقه ورزشی بوده و نیز حداقل سه جلسه در هفته تمرین نظامی و ورزشی داشتند. نمونه ها بر اساس پیشینه پژوهش و با استفاده از نرم افزار برآورد حجم نمونه (جی-پاور)، با توجه به آزمون آماری آنکوا و داشتن یک کوواریت، در آلفای ۰/۰۵، بتای ۰/۲ و مقدار F برابر ۰/۵۱، ۲۰ نفر در هر گروه در نظر گرفته شد تا توان آماری ۰/۸ که توان آماری مناسب برای مطالعات تجربی می باشد، بدست آید. در ابتدا ۱۱۶ نفر از دانشجویان مورد بررسی اولیه قرار گرفتند که شرایط ورود به مطالعه را داشته باشند. از این تعداد، ۴۰ نفر انتخاب شدند و گروه ها به صورت تصادفی و با روش قرعه کشی به دو گروه تجربی (تعداد= ۲۰ نفر، سن= 19.05 ± 0.68 سال، قد= 1.75 ± 0.06 متر، وزن= 72.70 ± 4.18 کیلوگرم، شاخص توده بدنی= 23.77 ± 2.33 کیلوگرم بر متر مربع) و کنترل (تعداد= ۲۰ نفر، سن= 18.70 ± 0.65 سال، قد= 1.77 ± 0.06 متر، وزن= 74.10 ± 4.90 کیلوگرم، شاخص توده بدنی= 23.53 ± 2.24 کیلوگرم بر متر مربع) تقسیم شدند. قبل از آغاز پژوهش، تمامی آزمودنی ها فرم رضایت نامه شرکت در آزمون های پژوهش را امضا کرده و سپس طی یک جلسه نحوه انجام آزمون ها برای آزمودنی ها تشریح شد. همه آزمودنی ها سالم بوده و سابقه کمردرد یا آسیب زانو و مچ پا نداشتند. همچنین افرادی وارد پژوهش شدند که براساس پیشینه تحقیق دارای زاویه والگوس دینامیک بزرگتر از ۱۵ درجه

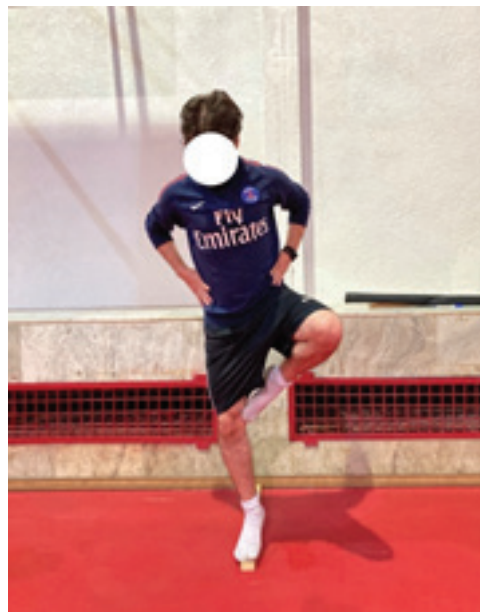


تصویر ۱. ارزیابی زاویه والگوس زانو

زمین بایستد، ثبت شد. این آزمون سه بار روی پای برتر اجرا شد و بهترین نتیجه به عنوان نمره آزمون تعادل ایستا در نظر گرفته شد. پایایی آزمون-آزمون مجدد این آزمون برابر ۰/۹۱ گزارش شده است (۱۸).

ارزیابی تعادل ایستا

در این مطالعه از آزمون تعادل باس استیک (تصویر شماره ۲) جهت ارزیابی تعادل ایستا استفاده شد (۱۸). در این آزمون فرد مدت زمانی که می تواند در مدت ۶۰ ثانیه بر روی پنجه پا بر روی یک قطعه الوار ۲/۵ سانتی متر بدون لمس



تصویر ۲. آزمون باس استیک

داخلی و خلفی خارجی) رسش داشته باشد. آزمودنی باید رسش را تا جای ممکن و به آهستگی انجام دهد و به وضعیت اولیه آزمون باز گردد. سپس میزان فاصله رسش انجام شده اندازه گرفته می شود و به عنوان میزان اجرا در آن جهت لحاظ می گردد. از آن جایی که میزان رسش تحت تاثیر طول پا قرار می گیرد، این عدد باید بر طول پای

ارزیابی تعادل پویا

از آزمون تعادل وای برای ارزیابی تعادل پویا استفاده شد (۱۹). برای اجرای آزمون، آزمودنی روی پای تکیه گاه در مرکز وسیله اندازه گیری آزمون وای ایستاده و تعادل خود را حفظ کرده، در حالی که با پای دیگر تلاش می کند تا بیشترین حد ممکن در سه جهت آزمون (قدامی، خلفی

زیر تکرار می شد: جدا شدن دست‌ها از ران‌ها، استفاده از پای رسش برای تحمل وزن، جابجا شدن پای تکیه گاه و از دست دادن تعادل. برای محاسبه نمره کلی آزمون، میزان رسش‌های هر ۳ جهت با هم جمع شده و بر ۳ برابر طول پا تقسیم شد. اعتبار آزمون تعادل وای بین ۰/۸۵-۰/۹۳ گزارش شده است (۱۹).

$$\text{امتیاز} = \frac{\text{فاصله دستبایی}}{\text{طول اندام}} \times ۱۰۰$$

فرد تقسیم شده و در ۱۰۰ ضرب گردد. برای اندازه گیری طول پای فرد، آزمودنی در حالت طاق باز قرار می گیرد و فاصله بین خار خاصره ای قدامی فوقانی و قوزک داخلی با استفاده از متر نواری اندازه گیری می شود. پیش از انجام آزمون هر آزمودنی سه مرتبه آزمون را به صورت تمرینی برای به حداقل رساندن اثر یادگیری انجام داد. پس از آن، آزمودنی استراحت کرده و سه بار آزمون را با پای برتر خود انجام داد. میانگین طبیعی شده سه تکرار به عنوان رکورد وی ثبت شد. کوشش صورت گرفته در صورت وقوع موارد



تصویر ۳. آزمون تعادل وای

ایکس با الهام از برنامه های پیشگیری از آسیب مختلف نظیر برنامه هینینگ، برنامه فیفا +۱۱، برنامه پیشگیری از آسیب و ارتقا عملکرد (پپ)، برنامه پیشگیری از آسیب زانو ورمونت آلپاین و برنامه پیشگیری از آسیب هندبال اسلو ابداع شده است (۲۰، ۲۱). برنامه استاپ-ایکس در جدول ۱ نشان داده شده است.

برنامه استاپ-ایکس

این برنامه تمرینی از بخش های دویدن، تمرینات تعادلی، عملکردی، الگوی پرش-فرود و تمرینات قدرتی تشکیل شده است. این برنامه به مدت ۸ هفته، در حدود ۲۰-۲۵ دقیقه و ۳ بار در هفته در زمان گرم کردن انجام می شد. آزمودنی ها تمرینات را با سطح ابتدایی شروع کرده و سطح سختی تمرینات با گذشت زمان افزایش می یافت. برنامه استاپ-

جدول ۱. تمرینات برنامه استاپ-ایکس (۲۰)

فاکتور	تمرین/هفته	۱	۲	۳/۴	۵	۶/۷	۸
راه رفتن و دویدن	گرم کردن	۵ M	۵ M	۵ M	۵ M	۵ M	۵ M
	دویدن با چرخش خارجی ران	۲×R۸	۲×R۱۰	۲×R۱۲	۲×R۱۴	-	-
	لانچ (R-L)	۲×R۱۰	۲×R۱۰	-	-	-	-
	لانچ روی پد نرم (R-L)	-	-	۲×R۱۰	۲×R۱۰	-	-
	اسکوات روی یک پا (R-L)	۲×R۱۰	۲×R۱۲	-	-	-	-
	اسکوات روی یک پا بر روی پد نرم (R-L)	-	-	۲×R۱۰	۲×R۱۲	-	-
	اسکوات روی یک پا با در دست داشتن توپ مدیسنبال (R-L)	-	-	۲×R۱۰	۲×R۱۲	-	-
	اسکوات روی یک پا با در دست داشتن توپ مدیسنبال روی پد نرم (R-L)	-	-	-	-	۲×R۱۰	۲×R۱۲
	لانچ زانو در جهت عقربه های ساعت بر روی پد نرم	-	-	-	-	R۲	R۳
	تمرین با یار تمرینی: آزمودنی با یک پا روی پد نرم ایستاده و با پای دیگر یک توپ را پرتاب میکند (R-L)	-	-	-	-	۲×R۱۰	۲×R۱۲
تمرینات تعادلی	تمرین با یار تمرین: ایستادن روی یک پا بر روی نیمکره تعادل و تلاس برای برهم زدن یار تمرینی (R-L)	-	-	-	-	۲×R۴	۲×R۶
	گام برداری به پهلو باتراباند دور مچ پا	۲×R۱۰	۲×R۱۲	-	-	-	-
	اسکوات با تراباند	۲×R۱۰	۲×R۱۲	-	-	-	-
	پلانک از شکم	۳×S۳۰	۳×S۴۰	-	-	-	-
	پلانک به صورت پویا	-	-	۳×S۳۰	۳×۴۵ S	۳×S۶۰	۳×S۶۰
	پلانک جانبی با بلند کردن لگن (R-L)	۲×R۱۰	۲×R۱۲	-	-	-	-
	پلانک جانبی با ابداکشن ران (R-L)	-	-	۱×R۱۵	۱×R۲۰	۱×R۲۵	۱×R۳۰
	اسکوات روی جعبه	۲×R۱۰	۲×R۱۲	-	-	-	-
	اسکوات عمیق روی جعبه	-	-	۲×R۱۲	۲×R۱۴	-	-
	اسکوات با یک پا روی جعبه (R-L)	-	-	-	-	۲×R۸	۲×R۱۰
تمرینات قدرتی	همسترینگ روسی با کش	R۱۰	R۱۲	۲×R۱۰	۲×R۱۲	-	-
	همسترینگ روسی	-	-	-	-	R۸	R۱۰
	پرش بلند	۲×R۸	۲×R۱۰	۳×R۸	۳×R۱۰	-	-
	دویدن با پرش های جانبی	-	-	-	-	۲×R۸	۲×R۱۰
	دویدن با پرش های بلند	-	-	-	-	۲×R۸	۲×R۱۰
	پرش-فروود در همان نقطه	-	-	-	-	۲×R۸	۲×R۱۰
	استراحت بین ست ها ۱ به ۱ دقیقه بوده و استراحت پایان ست ۱ به ۲ دقیقه است (عدد اول مدت زمان مصرف شده برای تمرین و عدد دوم میزان استراحت که مد نظر است).						
	R: تکرار، S: ثانیه، M: دقیقه، R-L: سمت راست-سمت چپ						
تمرینات پرشی							

تجزیه و تحلیل داده ها

به منظور بررسی طبیعی بودن توزیع داده ها از آزمون آماری شاپیرو ویلک استفاده می شود. همچنین به منظور سامان دادن، خلاصه کردن، طبقه بندی نمرات خام و توصیف اندازه های نمونه از آمار توصیفی (فراوانی ها، میانگین ها، درصدها، انحراف استاندارد و جداول) استفاده

شد. از آزمون تحلیل کوواریانس برای مقایسه تفاوت های بین گروهی و از آزمون تی همبسته جهت مقایسه تفاوت های درون گروهی استفاده شد. همچنین آزمون فرضیات در سطح معنی داری ۹۵ درصد با آلفای کوچکتر یا مساوی ۰/۰۵ انجام شد. تمامی تجزیه و تحلیل های فوق با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام شد.

یافته ها

آزمودنی ها نشان داد که دو گروه از نظر ویژگیهای فردی همگن بودند. همچنین نتایج آزمون تی-مستقل در جدول ۳ نشان داد که بین متغیرهای پژوهش تفاوت معنی داری در پیش آزمون وجود ندارد.

اطلاعات توصیفی در مورد ویژگیهای فردی آزمودنی ها و متغیرهای پژوهش در جدول ۲ آمده است. نتایج آزمون تی-مستقل در جدول ۲ برای مقایسه ویژگیهای فردی

جدول ۲. ویژگیهای فردی آزمودنی های پژوهش

شاخص اندازه گیری	گروه	تعداد	انحراف استاندارد $\pm$ میانگین	T	P
سن (سال)	تجربی	۲۰	$۱۹/۰۵ \pm ۰/۶۸$	$۱/۶۴$	$۰/۱۰$
	کنترل	۲۰	$۱۸/۷۰ \pm ۰/۶۵$		
قد (متر)	تجربی	۲۰	$۱/۷۵ \pm ۰/۰۶$	$-۱/۳۶$	$۰/۱۸$
	کنترل	۲۰	$۱/۷۷ \pm ۰/۰۶$		
وزن (کیلوگرم)	تجربی	۲۰	$۷۲/۷۰ \pm ۴/۱۸$	$-۰/۹۷$	$۰/۳۳$
	کنترل	۲۰	$۷۴/۱۰ \pm ۴/۹۰$		
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	تجربی	۲۰	$۲۳/۷۷ \pm ۱/۶۸$	$۰/۳۷$	$۰/۷۱$
	کنترل	۲۰	$۲۳/۵۳ \pm ۲/۲۴$		
سابقه ورزشی (سال)	تجربی	۲۰	$۳/۶۵ \pm ۰/۹۳$	$۰/۳۰$	$۰/۷۶$
	کنترل	۲۰	$۳/۵۵ \pm ۱/۱۴$		

جدول ۳. نتایج آزمون تی-مستقل جهت مقایسه تفاوت بین گروهی در پیش آزمون

شاخص اندازه گیری	گروه	انحراف استاندارد $\pm$ میانگین	T	P (مقایسه بین دو گروه)
زاویه والگوس زانو (درجه)	تجربی	$۲۱/۰۵ \pm ۳/۰۷$	$۰/۸۰$	$۰/۴۲$
	کنترل	$۲۰/۴۰ \pm ۲/۱۶$		
تعادل ایستا (ثانیه)	تجربی	$۶/۸۵ \pm ۱/۵۰$	$-۰/۴۲$	$۰/۶۷$
	کنترل	$۷/۰۵ \pm ۱/۶۲$		
جهت قدامی آزمون وای (سانتی متر بر درصد طول پا)	تجربی	$۷۱/۰۶ \pm ۵/۵۳$	$۰/۳۱$	$۰/۷۵$
	کنترل	$۷۰/۵۷ \pm ۴/۱۳$		
جهت خلفی داخلی آزمون وای (سانتی متر بر درصد طول پا)	تجربی	$۷۹/۸۲ \pm ۷/۲۲$	$-۰/۳۷$	$۰/۷۱$
	کنترل	$۸۰/۶۲ \pm ۶/۳۲$		
جهت خلفی خارجی آزمون وای (سانتی متر بر درصد طول پا)	تجربی	$۹۰/۵۸ \pm ۴/۸۸$	$۱/۰۰$	$۰/۳۲$
	کنترل	$۸۸/۹۲ \pm ۵/۵۲$		
نمره کلی آزمون وای	تجربی	$۸۰/۴۹ \pm ۳/۳۶$	$۰/۳۷$	$۰/۷۱$
	کنترل	$۸۰/۰۴ \pm ۴/۲۳$		

جدول ۴. تفاوت میانگین متغیرها در آزمودنی ها قبل و بعد از اعمال پروتکل تمرینی

متغیر	گروه	پیش آزمون انحراف استاندارد ± میانگین	پس آزمون انحراف استاندارد ± میانگین	df	T	P	MIC (%)	اندازه اثر
والگوس زانو (درجه)	تجربی	۲۱/۰۵ ± ۳/۰۷	۱۰/۹۵ ± ۲/۲۸	۱۹	۱۶/۸۹	۰/۰۰۱°	↓۴۷/۹۸	۰/۸۸
	کنترل	۲۰/۴۰ ± ۲/۱۶	۱۹/۷۰ ± ۲/۴۳	۱۹	۱/۶۲	۰/۱۲	↓۳/۴۳	۰/۱۵
تعادل ایستا (ثانیه)	تجربی	۶/۸۵ ± ۱/۵۰	۱۰/۹۰ ± ۱/۴۱	۱۹	-۱۰/۴۶	۰/۰۰۱°	↑۵۹/۱۲	۰/۸۱
	کنترل	۷/۰۵ ± ۱/۶۲	۷/۴۰ ± ۱/۷۰	۱۹	-۰/۸۲	۰/۴۲	↑۴/۹۶	۰/۱۰
جهت قدامی آزمون وای (سانتی متر بر درصد طول پا)	تجربی	۷۱/۰۶ ± ۵/۵۳	۸۰/۷۸ ± ۵/۳۲	۱۹	-۴/۸۹	۰/۰۰۱°	↑۱۳/۶۷	۰/۶۶
	کنترل	۷۰/۵۷ ± ۴/۱۳	۷۳/۱۴ ± ۳/۷۴	۱۹	-۱/۹۲	۰/۰۷	↑۳/۶۴	۰/۳۱
جهت خلفی داخلی آزمون وای (سانتی متر بر درصد طول پا)	تجربی	۷۹/۸۲ ± ۷/۲۲	۸۷/۴۴ ± ۵/۸۸	۱۹	-۴/۱۰	۰/۰۰۱°	↑۹/۵۴	۰/۵۰
	کنترل	۸۰/۶۲ ± ۶/۳۲	۸۱/۱۰ ± ۴/۸۱	۱۹	-۰/۲۵	۰/۷۹	↑۰/۵۹	۰/۰۴
جهت خلفی خارجی آزمون وای (سانتی متر بر درصد طول پا)	تجربی	۹۰/۵۸ ± ۴/۸۸	۹۹/۸۵ ± ۶/۳۶	۱۹	-۵/۸۴	۰/۰۰۱°	↑۱۰/۲۳	۰/۶۳
	کنترل	۸۸/۹۲ ± ۵/۵۲	۹۰/۹۴ ± ۴/۴۷	۱۹	-۱/۹۳	۰/۰۶	↑۲/۲۷	۰/۱۹
نمره کل آزمون وای	تجربی	۸۰/۴۹ ± ۳/۳۶	۸۹/۳۶ ± ۴/۴۴	۱۹	-۷/۰۳	۰/۰۰۱°	↑۱۱/۰۲	۰/۷۴
	کنترل	۸۰/۰۴ ± ۴/۲۳	۸۱/۷۳ ± ۲/۷۶	۱۹	-۱/۷۲	۰/۱۰	↑۲/۱۱	۰/۲۳

*معنی داری در سطح ۰/۰۵

MIC: درصد تغییرات مشاهده شده

↑افزایش درصد تغییرات مشاهده شده

↓کاهش درصد تغییرات مشاهده شده

در گروه تجربی مشاهده شد. با این وجود تفاوت معنی داری در متغیرهای زاویه والگوس ($P = ۰/۱۲$) در هنگام فرود، تعادل ایستا ($P = ۰/۴۲$) و پویا ($P = ۰/۱۰$) در گروه کنترل مشاهده نشد.

نتایج آزمون تی-همبسته در جدول ۴ گزارش شده است. بر این اساس کاهش معنی داری در متغیر والگوس زانو ($P = ۰/۰۰۱$) و افزایش معنی داری در متغیرهای تعادل ایستا ($P = ۰/۰۰۱$) و پویا ($P = ۰/۰۰۱$) بین پیش آزمون-پس آزمون

جدول ۵. نتایج تحلیل کوواریانس جهت مقایسه تفاوت بین گروهی در متغیرهای پژوهش

متغیر	مرحله آزمون	گروه	میانگین ¥	مجذور میانگین	F	df	P	مجذور اتا
زاویه والگوس زانو (درجه)	پس آزمون	تجربی	۱۰/۷۸	۸۱۰/۸۵	۲۰۳/۹۳	۱	۰/۰۰۱°	۰/۸۴
	پس آزمون	کنترل	۱۹/۸۶					
تعادل ایستا (ثانیه)	پس آزمون	تجربی	۱۰/۹۳	۱۲۶/۲۵	۵۵/۲۷	۱	۰/۰۰۱°	۰/۵۹
	پس آزمون	کنترل	۷/۳۶					
جهت قدامی آزمون وای (سانتی متر بر درصد طول پا)	پس آزمون	تجربی	۸۰/۸۵	۶۰۱/۵۹	۲۹/۸۱	۱	۰/۰۰۱°	۰/۴۴
	پس آزمون	کنترل	۷۳/۰۸					
جهت خلفی داخلی آزمون وای (سانتی متر بر درصد طول پا)	پس آزمون	تجربی	۸۷/۴۶	۴۰۴/۷۳	۱۳/۶۹	۱	۰/۰۰۲°	۰/۲۷
	پس آزمون	کنترل	۸۱/۰۸					
جهت خلفی خارجی آزمون وای (سانتی متر بر درصد طول پا)	پس آزمون	تجربی	۹۹/۵۳	۶۶۴/۴۲	۲۴/۷۹	۱	۰/۰۰۱°	۰/۴۰
	پس آزمون	کنترل	۹۱/۲۷					
نمره کلی آزمون وای	پس آزمون	تجربی	۸۹/۳۴	۵۷۳/۰۸	۴۱/۰۵	۱	۰/۰۰۱°	۰/۵۲
	پس آزمون	کنترل	۸۱/۷۵					

¥ تعدیل شده بر اساس مقادیر پیش آزمون

*معنی داری در سطح ۰/۰۵

عضلات همسترینگ و سیرینی را تقویت کنند (۱۳). تقویت عضلات مرکزی و اندام تحتانی می تواند از طریق فعالسازی سریع تر آن ها در حرکات پرش و فرود به ثبات لگن و مفصل زانو در هنگام فرود کمک کرده و از طریق کنترل اداکشن و چرخش داخلی ران، باعث محدود شدن والگوس زانو شود (۲۴). همچنین نشان داده شده است که تمرینات تعادلی می تواند گشتاور حداکثری والگوس و چرخش داخلی را در فعالیت های با تحمل وزن کاهش دهد (۲۵). علاوه بر موارد ذکر شده، از دلایل اثرگذاری بیشتر برنامه استاپ-ایکس می توان به ویژگی های متفاوت این برنامه نسبت به برنامه گرم کردن گروه کنترل اشاره کرد. برای مثال، برنامه استاپ-ایکس از اصل تدریجی بار در تمرینات استفاده می کند بنابراین به نظر می رسد که افراد می توانند علاوه بر سازگاری عصبی-عضلانی مناسب با تمرینات، پیشرفت بیشتری در مولفه های تمرینی داشته باشند (۱۳، ۲۰). در مجموع به نظر می رسد با توجه به اینکه برنامه استاپ-ایکس از تمرینات عملکردی، تعادلی، ثبات مرکزی و الگوی پرش-فرود تشکیل شده است، می توان با اجرای منظم و بلند مدت (۸ هفته و حداقل سه جلسه در هفته) این برنامه در زمان گرم کردن، شاهد کاهش معنی دار زاویه والگوس زانو در بین دانشجویان نظامی مبتلا به نقص والگوس داینامیک زانو بود.

همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که افزایش معنی داری در زمان حفظ تعادل ایستا و پویا گروه تجربی نسبت به گروه کنترل مشاهده شد. در همین راستا باباگل تبار و همکاران پس از ۸ هفته استفاده از برنامه پیشگیری از آسیب استاپ-ایکس در بین بازیکنان فوتبال، افزایش معنی داری را در متغیرهای تعادل ایستا و تعادل پویا گزارش کردند (۲۰). همچنین ویتاله و همکاران پس از ۸ هفته استفاده از برنامه گرم کردن عصبی-عضلانی شامل تمرینات ثبات مرکزی، پلايومتریك و تمرینات با تحمل وزن در بین ۲۴ ورزشکار جوان با میانگین سن ۱۸ سال، گزارش کردند که استفاده از برنامه گرم کردن عصبی-عضلانی باعث بهبود تعادل پویا در ورزشکاران شد (۲۶). با این وجود، پارسونز و همکاران پس از یک فصل (۲ جلسه در هفته) استفاده از برنامه پیشگیری از آسیب فیفا +۱۱، تفاوت معنی داری را در نمرات آزمون تعادل وای ورزشکاران در گروه های تجربی و کنترل مشاهده نکردند (۲۷). از دلایل تفاوت یافته های این مطالعه با مطالعه حاضر می توان به تعداد جلسات کمتر

نتایج آزمون تحلیل کوواریانس در جدول شماره ۵ کاهش معنی داری را در متغیر زاویه والگوس زانو در هنگام فرود ($P=0/001$) و افزایش معنی داری در متغیرهای تعادل ایستا ($P=0/001$) و تعادل پویا ($P=0/001$) در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل پس از ۸ هفته نشان دادند.

بحث

هدف این مطالعه، بررسی اثر ۸ هفته برنامه استاپ-ایکس بر والگوس زانو، تعادل ایستا و پویا در دانشجویان نظامی با نقص والگوس داینامیک زانو بود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که کاهش معنی داری در زاویه والگوس زانو در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد. در همین راستا، باباگل تبار و همکاران پس از ۸ هفته استفاده از برنامه پیشگیری از آسیب استاپ-ایکس در بین ۳۰ بازیکن فوتبال کاهش معنی دار زاویه والگوس زانو در لحظه برخورد (۶/۶۱ درجه) و کاهش معنی دار زاویه والگوس زانو در انتهای فرود (۱۳/۶۲ درجه) را در گروه تجربی گزارش کردند (۲۰). گارسیا-لونا و همکاران پس از بکارگیری برنامه پیشگیری از آسیب رباط صلیبی قدامی، به این نتیجه رسیدند که این برنامه می تواند زاویه والگوس زانو را در پای برتر و غیر برتر ورزشکاران به ترتیب ۲۰/۴۴ درجه و ۱۵/۴۳ درجه کاهش دهد (۲۲). با این وجود، لیندبلوم و همکاران در مطالعه خود بر روی ۱۵۸ بازیکن فوتبال ۱۳ تا ۱۶ سال گزارش کردند که پس از اجرای ۸ هفته برنامه پیشگیری از آسیب کنترل زانو بهبودی معنی داری در زاویه والگوس زانو و مکانیک فرود بازیکنان پسر در آزمون پرش-فرود رخ نداد (۲۳). از دلایل تفاوت نتایج این مطالعه با مطالعه حاضر می توان به جلسات کمتر و مشارکت پایین تر بازیکنان در این مطالعه اشاره کرد، به طوریکه بازیکنان ۲ جلسه در هفته از برنامه پیشگیری از آسیب استفاده می کردند و افرادی که یک جلسه در هفته در تمرینات شرکت داشتند نیز در تحلیل نهایی مورد بررسی قرار گرفتند. بنابراین به نظر می رسد که بار تمرینی کمتر، فرصت سازگاری های بهتر عصبی-عضلانی را برای بازیکنان فراهم نمی کند (۲۳). از دلایل اثربخشی تمرینات در مطالعه حاضر می توان به وجود تمرینات تعادلی، قدرتی، ثبات مرکزی و عملکردی مانند اسکوات با تراباند، اسکوات تک پا، لیفت لگن، پلانک و لانچ اشاره کرد که می تواند هماهنگی عضلانی و کنترل حرکتی زانو را بهبود بخشیده و عضلات مرکزی و اندام تحتانی از جمله

های این مطالعه می توان به عدم امکان پیگیری ماندگاری تاثیر برنامه استاپ-ایکس در ماه های آینده اشاره کرد که پیشنهاد می شود در مطالعات بعدی، این امر مورد بررسی قرار گیرد.

نتیجه گیری

یافته های مطالعه حاضر نشان داد که اجرای برنامه استاپ-ایکس می تواند باعث کاهش زاویه والگوس زانو و بهبود تعادل ایستا و پویا در دانشجویان نظامی دارای نقص والگوس داینامیک زانو شود، بنابراین به نظر می رسد که استفاده از این برنامه در بخش گرم کردن جلسات تمرینی نظامیان می تواند جایگزین مناسبی برای برنامه ی گرم کردن رایج آنان باشد. همچنین با توجه با اثرگذاری این برنامه بر عوامل بیومکانیکی و عصبی-عضلانی مرتبط با آسیب رباط صلیبی قدامی، به نظر می رسد که انجام این برنامه می تواند به کاهش عوامل خطرزای آسیب رباط صلیبی قدامی کمک کند.

سیاسگزاری

در این مطالعه اصول اخلاقی معاهده هلسینکی رعایت شده است. شرکت کنندگان اجازه داشتند هر زمان که مایل بودند از پژوهش خارج شوند. همچنین همه شرکت کنندگان در جریان روند پژوهش بودند. اطلاعات آن ها محرمانه نگه داشته شد. همچنین تمامی شرکت کنندگان در این مطالعه فرم رضایت نامه شرکت در این مطالعه را پر کردند. از تمامی دانشجویان و مسئولین دانشگاه افسری امام علی (ع) که در این پژوهش محققان را یاری نمودند، سپاسگزاریم.

تعارض منافع

بین نویسندگان پژوهش حاضر هیچ گونه تضاد منافی وجود ندارد.

که آزمودنی ها از برنامه پیشگیری از آسیب استفاده می کردند و سن پایین تر آزمودنی ها در این مطالعه اشاره کرد. برنامه استاپ-ایکس از تمرینات تعادلی مثل اسکوات تک پا، تمرینات تعادلی تک پا و تمرینات پرشی تک پا تشکیل شده است بنابراین این تمرینات می توانند بر بهبود تعادل ایستا و پویا اثرگذار باشند. به علاوه، تمرینات تعادلی می توانند باعث افزایش سازگاری های عصبی-عضلانی و بهبود الگوی هم انقباضی در عضلات آگونیست و آنتاگونیست شوند که در نهایت منجر به افزایش تعادل می شود (۱۳). همچنین، تمرینات ثبات مرکزی و تمرینات با تحمل وزن در برنامه استاپ-ایکس می توانند بر تعادل اثرگذار باشند (۲۴). اثرگذاری ناحیه مرکزی بر تعادل می تواند از طریق عملکرد ترکیبی تثبیت کننده های فعال ستون فقرات (عضلات)، تثبیت کننده های غیرفعال (رباط ها) و سازوکار کنترل عصبی ایجاد گردد (۲۴). همچنین، بخشی از تمرینات برنامه استاپ-ایکس به صورت دونفره و برروی سطح ناپایدار انجام می شود، بنابراین افراد باید تلاش می کردند تا در مقابل اختلال ایجاد شده توسط حریف تمرینی، تعادل و کنترل تنه و اندام تحتانی را برروی سطح پد نرم یا نیم کره تعادل حفظ کنند که این عامل می تواند منجر به بهبود تعادل ایستا و پویا شود (۲۰). در همین رابطه گزارش شده که استفاده از سطوح ناپایدار می تواند در آموزش برای ایجاد اضافه بار پیشرونده و تحریک سازگاری قدرت و تعادل مفید باشد (۲۸). در نهایت به نظر می رسد که برنامه استاپ-ایکس که از تمرینات تعادلی، قدرتی، پلايومتریك و عملکردی بهره می برد، توانایی بهبود تعادل را در دانشجویان نظامی داشته و از این طریق می تواند در کاهش بروز آسیب رباط صلیبی قدامی موثر باشند. از نقاط قوت این مطالعه می توان به حضور تمام آزمودنی ها و همکاری مناسب آن ها با پژوهشگر در طول اجرای پژوهش اشاره کرد. همچنین از محدودیت

References

1. Zarei M, Asady Samani Z, Reisi J. Can functional movement screening predict injuries in Iranian soldiers. *Journal of Military Medicine*. 2015;17(2):107-14.
2. 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. <https://doi.org/10.2519/jospt.2018.7979>
3. Haley CA, Posner MA. Knee Injuries in the Military. *J Knee Surg*. 2019;32(2):117. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1677014>
4. Ahn J, Choi B, Lee YS, Lee KW, Lee JW, Lee BK. The mechanism and cause of anterior cruciate ligament tear in the Korean military environment. *Knee Surg Relat Res*. 2019;31(1):13. <https://doi.org/10.1186/s43019-019-0015-1>
5. Kuikka PI, Pihlajamäki HK, Mattila VM. Knee injuries related to sports in young adult males during military service - incidence and risk factors. *Scand J Med Sci Sports*. 2013;23(3):281-7. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01397.x>
6. de Andrade Gomes MZ, Pinfildi CE. Prevalence of musculoskeletal injuries and a proposal for neuromuscular training to prevent lower limb injuries in Brazilian Army soldiers: an observational study. *Mil Med Res*. 2018;5(1):23. <https://doi.org/10.1186/s40779-018-0172-7>
7. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Paterno MV, Quatman CE. Mechanisms, prediction, and prevention of ACL injuries: Cut risk with three sharpened and validated tools. *J Orthop Res*. 2016;34(11):1843-55. <https://doi.org/10.1002/jor.23414>
8. Sahabuddin FNA, Jamaludin NI, Amir NH, Shaharudin S. The effects of hip- and ankle-focused exercise intervention on dynamic knee valgus: a systematic review. *PeerJ*. 2021;9:e11731. <https://doi.org/10.7717/peerj.11731>
9. Brachman A, Kamieniarz A, Michalska J, Pawłowski M, Słomka KJ, Juras G. Balance Training Programs in Athletes - a Systematic Review. *J Hum Kinet*. 2017;58:45-64. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0088>
10. De Blaiser C, Roosen P, Willems T, Danneels L, Bossche LV, De Ridder R. Is core stability a risk factor for lower extremity injuries in an athletic population? A systematic review. *Phys Ther Sport*. 2018;30:48-56. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2017.08.076>
11. Keenan KA, Wohleber MF, Perlswieg KA, Baldwin TM, Caviston M, Lovalekar M, et al. Association of prospective lower extremity musculoskeletal injury and musculoskeletal, balance, and physiological characteristics in Special Operations Forces. *J Sci Med Sport*. 2017;20 Suppl 4:S34-s9. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.09.002>
12. Nagai T, Lovalekar M, Wohleber MF, Perlswieg KA, Wirt MD, Beals K. Poor anaerobic power/ capability and static balance predicted prospective musculoskeletal injuries among Soldiers of the 101st Airborne (Air Assault) Division. *J Sci Med Sport*. 2017;20 Suppl 4:S11-s6. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.10.023>
13. 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. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2018;6(4_suppl2):2325967118S00018. <https://doi.org/10.1177/2325967118S00018>
14. Parkkari J, Taanila H, Suni J, Mattila VM, Ohtankämnen O, Vuorinen P, et al. Neuromuscular training with injury prevention counselling to decrease the risk of acute musculoskeletal injury in young men during military service: a population-based, randomised study. *BMC Med*. 2011;9:35. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-9-35>
15. Funk S, Jacob T, Ben-Dov D, Yanovich E, Tirosh O, Steinberg N. A balance and proprioception intervention programme to enhance combat performance in military personnel. *J R Army Med Corps*. 2018;164(1):52-7. <https://doi.org/10.1136/jramc-2017-000809>
16. Fidai MS, Okoroha KR, Meldau J, Meta F, Lizzio VA, Borowsky P, et al. Fatigue Increases Dynamic Knee Valgus in Youth Athletes: Results From a Field-Based Drop-Jump Test. *Arthroscopy*. 2020;36(1):214-22.e2. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2019.07.018>
17. Robles-Palazón FJ, Ruiz-Pérez I, Oliver JL, Ayala F, Sainz de Baranda P. Reliability, validity, and maturation-related differences of frontal and sagittal plane landing kinematic measures during drop jump and tuck jump screening tests in male youth soccer

- players. *Phys Ther Sport*. 2021;50:206-16. <https://doi.org/10.1016/j.pts.2021.05.009>
18. Sell TC, Lovalekar MT, Nagai T, Wirt MD, Abt JP, Lephart SM. Gender Differences in Static and Dynamic Postural Stability of Soldiers in the Army's 101st Airborne Division (Air Assault). *J Sport Rehabil*. 2018;27 (2):126-31. <https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0131>
19. Shaffer SW, Teyhen DS, Lorenson CL, Warren RL, Koreerat CM, Straseske CA, et al. Y-balance test: a reliability study involving multiple raters. *Mil Med*. 2013;178(11):1264-70. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-13-00222>
20. 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. *Studies in Sport Medicine*. 2022;13(30):231-54.
21. Niederer D, Keller M, Achtnich A, Akoto R, Ateschrang A, Banzer W, et al. Effectiveness of a home-based re-injury prevention program on motor control, return to sport and recurrence rates after anterior cruciate ligament reconstruction: study protocol for a multicenter, single-blind, randomized controlled trial (PReP). *Trials*. 2019;20(1):495. <https://doi.org/10.1186/s13063-019-3610-2>
22. García-Luna MA, Cortell-Tormo JM, García-Jaén M, Ortega-Navarro M, Tortosa-Martínez J. Acute Effects of ACL Injury-Prevention Warm-Up and Soccer-Specific Fatigue Protocol on Dynamic Knee Valgus in Youth Male Soccer Players. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(15). <https://doi.org/10.3390/ijerph17155608>
23. Lindblom H, Waldén M, Carlford S, Häggglund M. Limited positive effects on jump-landing technique in girls but not in boys after 8 weeks of injury prevention exercise training in youth football. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020;28(2):528-37. <https://doi.org/10.1007/s00167-019-05721-x>
24. Jeong J, Choi DH, Shin CS. Core Strength Training Can Alter Neuromuscular and Biomechanical Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Injury. *Am J Sports Med*. 2021;49(1):183-92. <https://doi.org/10.1177/0363546520972990>
25. Mehl J, Diermeier T, Herbst E, Imhoff AB, Stoffels T, Zantop T, et al. Evidence-based concepts for prevention of knee and ACL injuries. 2017 guidelines of the ligament committee of the German Knee Society (DKG). *Arch Orthop Trauma Surg*. 2018;138(1):51-61. <https://doi.org/10.1007/s00402-017-2809-5>
26. Vitale JA, La Torre A, Banfi G, Bonato M. Effects of an 8-Week Body-Weight Neuromuscular Training on Dynamic Balance and Vertical Jump Performances in Elite Junior Skiing Athletes: A Randomized Controlled Trial. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2018;32(4):911-20. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002478>
27. Parsons JL, Carswell J, Nwoba IM, Stenberg H. ATHLETE PERCEPTIONS AND PHYSICAL PERFORMANCE EFFECTS OF THE FIFA 11+ PROGRAM IN 9-11 YEAR-OLD FEMALE SOCCER PLAYERS: A CLUSTER RANDOMIZED TRIAL. *Int J Sports Phys Ther*. 2019;14 (5):740-52. <https://doi.org/10.26603/ijsp.20190740>
28. Behm DG, Muehlbauer T, Kibele A, Granacher U. Effects of Strength Training Using Unstable Surfaces on Strength, Power and Balance Performance Across the Lifespan: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med*. 2015;45(12):1645-69. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0384-x>