

The Effect of 6 weeks SportsMetrics™ Training on Core stability, Tuck jump scores and Single Leg Hop in Soccer Players: A Randomized Controlled trial

Saki F^{*1}, Mohammadi H², Shakiba E³, Ziya M⁴

Abstract

Purpose: The aim of this study was to investigate the effect of specific SportsMetrics training on core stability, tuck jump scores, and hops in soccer players.

Methods: The present study is a randomized controlled trial. The subjects of the study were 29 soccer players with three years of experience in soccer clubs. Subjects were randomly divided into experimental (n = 14) and control (n = 15) groups. The experimental group performed soccer-specific SportsMetrics exercises for six weeks. The control group continued normal exercises. For assessment, McGill tests, tuck jumps, and hop tests were used. Data was analyzed using a Repeated Analysis Variance Measure ($p \leq 0.05$).

Results: The results of the repeated analysis of the variance measure showed a significant difference between the scores of trunk flexion ($p = 0.001$), trunk extension ($p = 0.001$), right side plank ($p = 0.001$), left side plank ($p = 0.013$), tuck jump score ($p = 0.000$), hop ($p = 0.001$), and in the experimental and control groups after six weeks of training.

Conclusion: The results of the present study showed that football-specific sports metric exercises improve core stability and lower limb function. Due to the relationship between core stability and lower extremity function and injuries, especially ACL rupture, to prevent injury and improve the performance of soccer players, it is recommended to use a football-specific injury prevention training protocol.

Keywords: Prevention of Injury, SportsMetrics, Neuromuscular deficit, Function

Received: 2021.08.07 Accepted: 2022.04.26

تاثیر شش هفته تمرینات اسپرت متریک بر ثبات مرکزی، نمرات آزمون تاک جامپ و جهش تک پا در

فوتبالیست های جوان: کارآزمایی کنترل شده تصادفی

فرزانه ساکی^۱، هیمن محمدی^۲، عرفان شکیبا^۳، مرضیه ضیا^۴

هدف: هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیر تمرینات پیشگیری از آسیب اسپرت متریک ویژه فوتبال بر ثبات مرکزی، نمرات آزمون تاک جامپ و هپ شش متر در فوتبالیست های جوان بود.

روش بررسی: مطالعه حاضر از نوع کارآزمایی کنترل شده تصادفی با طرح پیش آزمون و پس آزمون است. آزمودنی های پژوهش ۲۹ فوتبالیست با سه سال سابقه فعالیت در باشگاه های فوتبال بودند. آزمودنی ها پس از پیش آزمون به صورت تصادفی به دو گروه تجربی ($n=14$) و کنترل ($n=15$) تقسیم شدند. سپس گروه تجربی به مدت شش هفته تمرینات اسپرت متریک ویژه فوتبال را انجام دادند و گروه کنترل به تمرینات عادی خود ادامه دادند. برای ارزیابی از مجموعه آزمون های مک گیل، تاک جامپ و هپ شش متر استفاده شد. سپس از آزمون آنالیز واریانس اندازه های تکراری جهت تجزیه و تحلیل آماری استفاده شد ($p \leq 0.05$).

یافته ها: نتایج آنالیز واریانس اندازه های تکراری نشان داد که بین رکورد آزمون های استقامت فلکسور تنه ($p=0.001$) و اکستنسور تنه ($p=0.001$)، پلانک جانبی راست ($p=0.001$) و چپ ($p=0.013$)، نمرات آزمون تاک جامپ ($p=0.001$) و جهش هپ ($p=0.001$) در گروه تجربی و کنترل تفاوت معناداری پس از شش هفته تمرین وجود دارد.

نتیجه گیری: نتایج پژوهش حاضر نشان داد تمرینات اسپرت متریک ویژه فوتبال باعث بهبود ثبات مرکزی و عملکرد اندام تحتانی می شود. به دلیل ارتباط ثبات مرکزی و عملکرد اندام تحتانی با آسیب دیدگی های اندام تحتانی به ویژه پارگی رباط

صلیبی قدامی (Anterior Cruciate Ligament; ACL)، جهت پیشگیری از آسیب دیدگی، توصیه می گردد به منظور پیشگیری از آسیب و بهبود عملکرد فوتبالیست ها از پروتکل تمرینی پیشگیری از آسیب اسپورت متریک ویژه فوتبال استفاده شود.

کلمات کلیدی: پیشگیری، تمرینات اسپورت متریک، ثبات مرکزی، نقص عصبی عضلانی، عملکرد

نویسنده مسئول: فرزانه ساکی، f_saki@basu.ac.ir ، ORCID: 0000-0003-3627-1737

آدرس: همدان، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده علوم ورزشی، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی.

۱- استادیار گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

۲- استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

۳- کارشناس ارشد آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

۴- دانشجوی دکتری آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

مقدمه

غیرطبیعی و الگوهای حرکتی نامتقارن در حین فرود و مانورهای برش می شود (۷). تمامی این موارد به عنوان عوامل خطر برای آسیب ACL معرفی شده اند. تست های غربالگری آزمایشگاهی برای ثبت پارامترهای بیومکانیکی مرتبط با افزایش خطر آسیب توسعه یافته اند و همچنین می توانند سازگاری در الگوهای حرکتی را پس از برنامه های ورزشی پیشگیری از آسیب نشان دهند. از این رو استفاده از روش های غربالگری و شناسایی افراد در معرض خط در دستور کار کنان حیطه پیشگیری از آسیب ACL قرار گرفته است. در این راستا پرش تاک جامپ (Tuck Jump) و جهش هپ (Hop Jump) از روش های ارزیابی کنترل عصبی عضلانی و شناسایی نقص های تکنیکی در اندام تحتانی می باشند (۷).

از طرفی نیز عضلات ناحیه مرکزی بدن (Core) در حفظ کنترل و هماهنگی سیستم عضلانی و عملکرد حرکتی ایده آل نقش اساسی دارند و اختلال و ضعف این عضلات موجب کاهش هماهنگی اندام تحتانی و حتی اندام فوقانی می گردد (۸). ثبات مرکزی بدن شامل عضلات کمر بند کمری، لگنی و رانی می باشد (۹) نحوه عملکرد عضلات مرکزی بدن یکی از مهمترین عوامل حفظ ثبات وضعیتی و تعادل در بدن است. گزارش شده است که که فعالیت عضلات تنه قبل از شروع فعالیت عضلات اندام ها آغاز می شود و وجود ثبات در تنه و لگن پیش نیاز انجام حرکات در تمامی اندام هاست (۱۰). با توجه به شواهد موجود، استقامت عضلات تنه و ناحیه مرکزی بدن از قدرت آن اهمیت بیشتری دارد (۱۱). اما لازم به ذکر است که این دو فاکتور ارتباط بسیار نزدیکی با هم دارند. یکی از موارد مهم در عدم تعادل و نقص عملکرد بین اندام فوقانی و تحتانی

فوتبال از محبوب ترین و جذاب ترین رشته های ورزشی است. این رشته مهیج افراد زیادی را در کل دنیا به فعالیت وا داشته و اکثر جوانان به این رشته روی آورده اند (۱). در حال حاضر بیش از ۲۷۰ میلیون نفر در بیش از ۲۰۰ کشور مختلف در این رشته مشغول به فعالیت می باشند (۲). فوتبال یک رشته پر تحرک است، از این رو خطر آسیب دیدگی را برای ورزشکاران در پی دارد. به همین دلیل پیشگیری از آسیب یکی از موارد مهم و قابل توجه باشگاه ها، مربیان و بازیکنان می باشد. با توجه به نتایج پژوهش های اپیدمیولوژی در لیگ های اروپایی به ازاء هر ۱۰۰۰ ساعت بازی پنج الی هشت آسیب و به ازاء هر ۱۰۰۰ ساعت تمرین دو الی پنج آسیب مشاهده شده است (۳). در مسابقات یورو ۲۰۱۲ میزان آسیب دیدگی حین مسابقات و بازی های رسمی ۱۶ برابر بیشتر از آسیب دیدگی در زمان تمرین بود (۴).

نزدیک به ۷۲ درصد از آسیب های فوتبال به اندام تحتانی مربوط می باشد (۴). نگران کنند هترین آسیبی که در جوامع ورزشی و به خصوص در فوتبال دیده می شود، پارگی رباط صلیبی قدامی (Anterior Cruciate Ligament; ACL) است که عوارض بسیار زیادی را در بلند مدت برای افراد ایجاد می کند و بار اقتصادی فراوانی را در پروسه درمان و توانبخشی برای ورزشکاران و حتی باشگاه های ورزشی در پی دارد (۶). بیشتر آسیب های ACL در فوتبال بدون تماس و برخورد اتفاق می افتد (۷). کاهش کنترل عصبی عضلانی، افزایش ابداعشن (Abduction) زانو و کاهش خم شدن زانو را به همراه دارد، که موجب اعمال نیروهای عکس العمل زمین به صورت

پلیومتریک (Plyometrics) و قدرت، که ۲ تا ۳ بار در هفته و حداقل برای ۱۰ تا ۱۵ دقیقه انجام می شود، در کاهش آسیب های ACL موفق بوده است (۱۹،۲۰). تمرینات عصبی عضلانی بهترین و موثرترین راه پیشگیری از آسیب و بهترین شیوه اصلاح تکنیک های عملکردی اندام تحتانی می باشد که متخصصان حوزه پیشگیری از آسیب، اجرا این برنامه ها را به مربیان و ورزشکاران جهت در امان ماندن از آسیب ها و افزایش سن فعالیت ورزشی توصیه می کنند (۱۶،۲۱). تمرینات عصبی-عضلانی متعددی توسط متخصصان امر پیشگیری از آسیب ارائه شده است که شامل:

FIFA11+، Prevent Injury and)، FIFA11+، Enhance Performance Program؛ PEP (Knee Injury Prevention Program؛ KIPP) می باشند (۲۲-۲۴). در این میان یک پروتکل عصبی عضلانی جدید به صورت تخصصی و ویژه برای بازیکنان فوتبال، تحت عنوان تمرینات اسپرت متریک نیز طراحی شده است که متخصصان حیطه پیشگیری از آسیب، به منظور پیشگیری از آسیب های اندام تحتانی در فوتبال و بهبود عملکرد جسمانی فوتبالیست ها آن را معرفی کرده اند. این پروتکل نوعی پروتکل عصبی-عضلانی گرم کردن است که شامل فاکتورهای آمادگی جسمانی از قبیل چابکی، عکس العمل، سرعت، مقاومت، پلیومتریک، هماهنگی و قدرت است. در پژوهش هایی تاثیر تمرینات اسپرت متریک مورد بررسی قرار گرفته است (۲۵). به طور مثال Noyes و همکاران (۲۵) با ترکیب برنامه گرم کردن عمومی و تمرینات تخصصی اسپرت متریک افزایش قابل توجهی در عملکرد دختران ورزشکار را گزارش کردند و عنوان نمودند که تمرینات اسپرت متریک بر پیشگیری از آسیب فوتبالیست ها موثر است. همچنین در پژوهشی تأثیر تمرینات اسپرت متریک فوتبال بر عملکرد فوتبالیست های جوان مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت نتایج نشان داد که این تمرینات موجب بهبود عملکرد در فوتبالیست ها می شود (۲۵).

با توجه به سابقه و نتایج پژوهش های قبلی اکثر این برنامه ها با هدف پیشگیری از آسیب ارائه شده اند و محققان تاثیر این برنامه ها را بر عملکرد نیز مورد بررسی قرار داده اند. این برنامه ها به طور کلی یک پروتکل عصبی-عضلانی گرم کردن بوده که شامل فاکتورهای چابکی، عکس العمل، سرعت، مقاومت، پلیومتریک، هماهنگی و

ضعف ناحیه مرکزی بدن و تنه می باشد (۱۲). ضعف عضلات ناحیه مرکزی با وقوع بیشتر آسیب در اندام تحتانی به ویژه در ورزش هایی که نیاز به پرش، جهش و دویدن های سریع دارند، نسبت مستقیمی دارد (۱۳).

با توجه به اینکه ناحیه مرکزی ثبات قسمت دور از تنه (Proximal) را برای تحرک قسمت دیستال فراهم می آورد، ثبات مرکزی و کنترل تنه نقش بسیار مهمی در عملکرد ورزشکار و خطر آسیب ایفا می کنند (۱۴). پژوهش های انجام شده نشان می دهند که عملکرد عضلانی و مطلوب عضلات مرکزی بدن در صفحات حرکتی، در پیشگیری از آسیب های اندام تحتانی و بالاخص آسیب ACL بسیار حائز اهمیت می باشد. همچنین طبق شواهد کاهش کنترل تنه و ضعف تنه یکی از ریسک فاکتورهای پارگی ACL می باشد (۱۵). بنابراین به نظر می رسد تقویت و بهبود عملکرد ثبات مرکزی در پیشگیری از آسیب دیدگی ورزشکاران از اهمیت ویژه ای برخوردار است. معمولاً افراد دارای ضعف عملکرد حرکتی اغلب با نقص های حرکتی، کاهش قدرت و کاهش حس عمقی مواجه هستند. از این رو شناسایی این نقص های حرکتی در پیشگیری از آسیب بسیار مهم هستند (۱۶).

تلاش برای طراحی و اجرای برنامه های پیشگیری و کاهش آسیب های موثر در ورزش برای چندین دهه در جامعه پزشکی مورد تحقیق قرار گرفته است. موفقیت این گونه برنامه ها چند عاملی است و بر اساس شناسایی خطر آسیب، تجزیه و تحلیل مکانیسم آسیب، آموزش مربیان و بازیکنان، محتوای کیفی برنامه پیشگیری از آسیب و پایبندی به قوانین است. از این رو استفاده از روش ها و ابزارهای مناسب جهت ارزیابی نقص در کنترل عصبی-عضلانی تنه و اندام تحتانی برای متخصصان پیشگیری از آسیب در شناسایی ورزشکارانی که در معرض خطر آسیب دیدگی قرار دارند اهمیت دارد (۱۷).

شیوع بالای آسیب در فوتبالیست ها در سال های اخیر موجب شده است پیشگیری از آسیب یکی از موضوع های اصلی در فوتبال تلقی شود. شواهد نشان می دهد که برنامه های پیشگیری از آسیب (Injury Prevention Programme؛ IPP) می تواند تأثیرات مفیدی در عملکرد ورزشی و آمادگی جسمانی ورزشکاران داشته باشد (۱۸). مطالعاتی که میزان آسیب را به عنوان نتیجه ارزیابی کرده اند، نشان داده اند که IPP با تمرینات تعادلی،

شرکت کردند. در فرایند انجام پژوهش، یک نفر از گروه تجربی به دلیل غیبت بیش از دو جلسه در تمرینات از پژوهش کنار گذاشته شد. از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری (Repeated Analysis Variance Measure) استفاده شد. کلیه مراحل تجزیه و تحلیل داده‌ها با سطح معناداری $0/05$ و با استفاده از نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۴ انجام پذیرفت.

ارزیابی و آزمون‌ها

ثبات مرکزی

جهت اندازه‌گیری استقامت عضلات ناحیه مرکزی بدن و ارزیابی ثبات این ناحیه در آزمودنی‌ها از مجموعه آزمون-های ثبات مرکزی مک گیل به شرح زیر استفاده شد (۲۷).

استقامت عضلات فلکسور تنه

فرد به پشت دراز کشیده است و زانوها در زاویه 90° درجه و کف پاها روی سطح قرار دارند، دست‌ها را روی سینه قرار گرفته و فرد در وضعیت فلکشن 60° درجه تنه نسبت به سطح (زاویه توسط گونیامتر تنظیم شد) قرار می‌گیرد. از وی خواسته می‌شود تا حد توان این وضعیت را حفظ نماید و زمان نگه داری این وضعیت به عنوان رکورد آزمودنی ثبت شد (۳۰). پایایی و روایی آزمون فلکسور تنه به ترتیب $0/98$ و (30) و $0/93$ (۳۱) گزارش شده است (تصویر ۱).



تصویر ۱: آزمون استقامت عضلات فلکسور تنه

استقامت عضلات اکستنسور تنه (بیرینگ سورنسون) (Biering-Sorensen)

فرد به شکم بر روی تخت قرار گرفته و تنه وی از قسمت انتهایی شکم و بالای خار خارصه از لبه تخت عبور کرده و به صورت آویزان و معلق قرار دارد از فرد خواسته می‌شد

قدرت می‌باشد (۲۶). در تحقیقات قبلی تاثیر پروتکل اسپرت متریک ویژه فوتبال بر ثبات مرکزی و عملکرد اندام تحتانی مورد بررسی قرار نگرفته است. با توجه به اهمیت پیشگیری از آسیب و ارتقاء سطح عملکرد ورزشکاران، هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیر تمرینات پیشگیری از آسیب اسپرت متریک ویژه فوتبال بر ثبات مرکزی، نمرات آزمون تاک جامپ و هپ در فوتبالیست‌های جوان بود.

روش بررسی

جامعه آماری پژوهش حاضر فوتبالیست‌های جوان بالای ۱۸ سال آکادمی فوتبال بودند. تعداد کل نمونه‌ها با استفاده از نرم‌افزار تعیین حجم نمونه G*Power (توان آزمودنی $0/80$ ، اندازه اثر $0/30$ و سطح معناداری $0/05$) 24 نفر به دست آمد. به دلیل ریزش احتمالی آزمودنی‌ها در طول اجرای تمرینات، برای هر گروه ۱۵ نفر آزمودنی در نظر گرفته شد. بعد از انجام پیش آزمون شامل مجموعه آزمون‌های ثبات مرکزی مک گیل (McGill) (آزمون فلکسور (Flexor) تنه، آزمون اکستنسور (Extensor) تنه و آزمون پلانک جانبی (Side Plank))، تاک جامپ و جهش هپ (لی لی)، آزمودنی‌ها با استفاده از نرم‌افزار مولد اعداد تصادفی (Random Number Generator) به صورت تصادفی به دو گروه (۱۲ نفر در گروه کنترل، ۱۲ نفر در گروه تمرین) تقسیم شدند. سپس در پروتکل تمرینی به مدت شش هفته، هر هفته سه جلسه، هر جلسه ۳۵ تا ۴۵ دقیقه شرکت کردند. پس از اتمام جلسات تمرین، آزمودنی‌ها در پیش آزمون (آزمون‌های انجام گرفته در پیش آزمون) شرکت کردند.

معیارهای ورود به پژوهش شامل سن ۱۸ تا ۲۵ سال، داشتن حداقل سه سال سابقه ورزشی در فوتبال و بازی در تیم باشگاهی، نداشتن آسیب جدی در طول یک سال گذشته (آسیبی که موجب غیبت ورزشکار بیش از یک هفته از تمرین و رقابت می‌شود) و حضور منظم در جلسات تمرینی (شش هفته، هر هفته سه جلسه) برای شرکت در برنامه تمرینی پژوهش بود. معیارهای خروج شامل غیبت بیش از دو جلسه در تمرینات، شرکت در برنامه‌های بدنسازی تخصصی انفرادی در طول دوره اجرای برنامه تمرینی استفاده شده در پژوهش بود. افراد شرکت کننده پس از آشنایی با روند و اهداف پژوهش به تکمیل رضایت-نامه پرداختند. پس از آن آزمودنی‌ها در پیش آزمون‌ها

را شروع کند (۱۶). این آزمون ۱۰ ثانیه انجام شده و جهت ارزیابی و آنالیز دقیق حرکت، از دو عدد دوربین فیلم برداری مدل EXILIM EX-ZR1000 مارک Casio ساخت کشور ژاپن با کیفیت Full HD که بر روی پایه ثابت قرار دارند برای ضبط ویدیو اجراء حرکت توسط آزمودنی ها در دو نمای ساجیتال (Sagittal) و فرونتال (Frontal) استفاده شد (تصویر ۴). دوربین ها با توجه به قد آزمودنی ها و جهت کاهش خطای دید تا حد امکان با فاصله ای زیاد نسبت به آزمودنی قرار گرفتند. پس از انجام آزمون وضعیت حرکتی اندام تحتانی حین فرود در صفحه ساجیتال و فرونتال ارزیابی شد. در صورت مشاهده هر کدام از فاکتورهای موجود در فرم ارزیابی تاک جامپ نمره یک و در صورت عدم مشاهده فاکتور موردنظر نمره صفر برای آزمودنی ثبت می شد که در نهایت مجموع نمرات بعنوان نمره نهایی فرد لحاظ شده و نمرات بالاتر از شش نشان دهنده ضعف عملکردی در افراد بود. (۳۲). پایایی آزمون تاک جامپ ۰/۹۳ گزارش شده است (۳۳) (جدول ۱).

عملکرد

جهش هُپ (لی لی)

آزمون هُپ با جهش تک پا (پای برتر) روبه جلو با حداکثر سرعت ممکن و پیمودن مسافت شش متر با رسیدن به خط پایان بدون از دست دادن تعادل انجام شد. سپس زمان پیمودن مسافت شش متر توسط آزمودنی با مقیاس ثانیه و صدم ثانیه ثبت گردید. پایایی آزمون هُپ شش متر ۰/۹۱ گزارش شده است (۳۴). همچنان با استفاده از آزمون ضربه به توپ، پای که جهت ضربه به توپ به سمت جلو حرکت کند و شوت بزند بعنوان پای برتر آزمودنی شناسایی شد (تصویر ۵).

پروتکل تمرینات اسپرتمتریک ویژه فوتبال

پروتکل اسپرتمتریک ویژه فوتبال چند بخش اساسی از فاکتورهای عملکردی مورد نیاز فوتبالیست ها را در بر می گیرد و شامل چهار بخش تمرینی است که عبارت اند از: چابکی و عکس العمل، سرعت و استقامت، پلیومتریک و قدرت (۲۶) (جدول ۲). ابزار لازم برای اجرای تمرینات شامل مخروط، تراباند مقاومتی، نردبان و کش پیلاتس است. برنامه تمرینی متغیر بوده و برای هر هفته تمریناتی جداگانه در نظر گرفته شده بود. به گروه تمرین در ابتدای

برای شروع، دست ها را بر روی سینه قرار داده و اکستنشن (Extensio) تنه را تا جایی که بدن در یک راستای مستقیم نگه داشته شود انجام دهد. زمان نگه داری این وضعیت به عنوان رکورد آزمودنی ثبت شد (۲۸، ۲۹). پایایی و روایی آزمون اکستنسور تنه به ترتیب ۰/۹۳ (۳۰) و ۰/۹۷ (۳۱) گزارش شده است (تصویر ۲).



تصویر ۲: آزمون استقامت عضلات اکستنسور تنه

پلانک جانبی

در این آزمون فرد در حالت پهلوی روی ساعد و جانب خارجی پا قرار گرفته و با شروع آزمون، آزمودنی بدن خود را بالا آورده و تمام وزن خود را با این دو قسمت منتقل می کند و در همان وضعیت باقی می ماند و کل بدن را در یک راستا نگه می دارد. مدت زمان نگه داری این وضعیت به عنوان رکورد آزمودنی ثبت شد (این آزمون در هر دو سمت بدن انجام گردید). (۲۸، ۲۹). پایایی آزمون پلانک جانبی ۰/۹۵ گزارش شده است (۳۰) (تصویر ۳).



تصویر ۳: آزمون پلانک جانبی

تاک جامپ

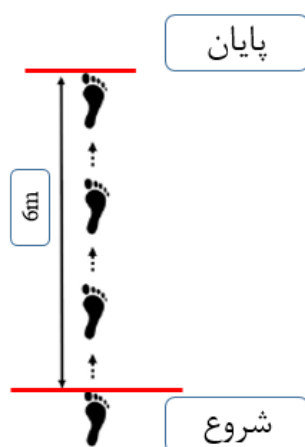
برای اجرای آزمون تاک جامپ ورزشکار با پاهای باز به اندازه عرض شانه می ایستد و به صورت عمودی شروع به پرش می کند و زانوهای خود را تا جایی که امکان دارد بالا می آورد. در بالاترین نقطه پرش، باید ران ها موازی با زمین قرار دارند. بلافاصله پس از فرود ورزشکار باید پرش بعدی



تصویر ۴: نحوه اجراء آزمون تاک جامپ (الف) نمای فرونتال (ب) نمای ساجیتال

جدول ۱: فرم ارزیابی تاک جامپ

نوع تمرین	توضیحات
حرکات ران و زانو	(۱) والگوس اندام تحتانی حین فرود (۲) در نقطه اوج پرش ران ها موازی با هم قرار نمی گیرند. (۳) ران ها در طی پرواز پرش در کنار هم و مساوی با هم قرار نمی گیرند
وضعیت پا در طی فرود	(۱) محل قرار گیری پاها هم عرض با شانه نمی باشد. (۲) محل قرار گیری پاها موازی با هم نمی باشد (جلو و عقب). (۳) زمان برخورد پاها با زمین همزمان نمی باشد (۴) فرود همراه با صدای زیاد انجام می گیرد.
تکنیک پلیومتریک	(۱) بین پرش ها وقفه وجود دارد. (۲) تکنیک پرش با گذشت زمان افت پیدا می کند (۳) فرود در محل شروع پرش (اثر پا) اتفاق نمی افتد.



تصویر ۵. مسیر شماتیک آزمون هپ

جدول ۲: تمرینات و حرکات پروتکل اسپرت متریک ویژه فوتبال (۲۶)

فاکتور	تمرین	جلسه تمرین	تکرار
چابکی و عکس العمل	۱- دویدن زیگزآگ	۱-۳	۳ تکرار
	۲- دویدن بین موانع (با فرمان مربی)	۱-۳	۲ تکرار
	۳- دو شاتل بین موانع	۴-۶	۳ تکرار
	۴- دویدن سریع و ایستادن با فرمان مربی	۴-۶	۲ تکرار
	۵- دو اسکوار (مربع)	۷-۹	۲ تکرار
	۶- دویدن با گوش دادن به فرمان مربی	۷-۹	۲ تکرار
	۷- نبراسکا	۱۰-۱۲	۴ تکرار
	۸- دویدن واکنشی با فرمان مربی	۱۰-۱۲	۲ تکرار
	۹- ایلینویز	۱۳-۱۵	۴ تکرار
	۱۰- دویدن با فشار آیینهای دو نفر	۱۳-۱۵	۲ تکرار
	۱۱- دو T	۱۶-۱۸	۴ تکرار
استقامت، سرعت، مقاومت	۱۲- دویدن چرخشی بین موانع (با فرمان مربی)	۱۶-۱۸	۲ تکرار
	۱۳- مقاومت همراه با فشار به هم تیمی	۱۳-۱۵/۷-۹/۱-۳	۵ تکرار
	۱۴- دویدن به پشت: یک پدال	۱-۳	۵ تکرار
	۱۵- دویدن نرم (جاکینگ)	۱-۳	۱۱۷۰ متر
	۱۶- دویدن با مقاومت باند	۱۶-۱۸/۱۰-۱۲/۴-۶	۱ تکرار
	۱۷- دویدن سریع و لمس زمین و دویدن رو به عقب	۴-۶	۵ تکرار
	۱۸- شاتل ۱۰۰ یارد	۴-۶	۴ تکرار
	۱۹- دو سرعت اریب و دویدن روبه عقب (در نصف زمین)	۷-۹	۶ تکرار
	۲۰- شاتل ۵۰ یارد	۷-۹	۴ تکرار
	۲۱- دویدن باکس	۱۰-۱۲	۳ تکرار
	۲۲- دو ۵۰ یارد رفت و برگشت (۱۰ یارد، ۲۰ یارد، ۳۰ یارد، ۴۰ یارد، ۵۰ یارد)	۱۰-۱۲	۴ تکرار
نردبان	۲۳- دو رفت و برگشت به عقب با چرخش ۱۸۰ درجه	۱۳-۱۵	۷ تکرار
	۲۴- دو رفت و برگشت ۲۰ یارد (جینگل جانگل)	۱۳-۱۵	۵ تکرار
	۲۵- دو رفت و برگشت به عقب با چرخش ۳۶۰ درجه	۱۶-۱۸	۷ تکرار
	۲۶- دو رفت و برگشت ۱۰ یارد (جینگل جانگل)	۱-۱۸	۶ تکرار
	۲۷- نردبان: بالا بالا، عقب عقب	۱-۳	۲ تکرار
	۲۸- نردبان: لمس انگشتان	۴-۶	۲ تکرار
	۲۹- نردبان: outside foot in	۷-۹	۲ تکرار
	۳۰- نردبان: داخل داخل، بیرون بیرون	۱۰-۱۲	۲ تکرار
	۳۱- نردبان: بالا بالا، عقب عقب	۱۳-۱۵	۲ تکرار
	۳۲- نردبان: یک پا جلو، یک پا عقب	۱۶-۱۸	۲ تکرار
	۳۳- پرش کوتاه: پرش جفت پا	۱-۳	۳*۵
پلايومتریك	۳۴- پرش کوتاه: پرش جفت پا باز	۴-۶	۳*۵
	۳۵- پرش کوتاه: پرش جفت پا باز- با ۱۸۰ درجه چرخش	۷-۹	۳*۵
	۳۶- پرش کوتاه: پرش تک پا	۱۰-۱۲	۳*۵
	۳۷- پرش کوتاه: تکرار کل پرش ها	۱۳-۱۸	۳*۵
قدرتی	۳۸- اسکات با نوار پیلاتس		
	۳۹- لانچ با نوار پیلاتس		
	۴۰- تقویت عضله دوقلو (تک پا)		
	۴۱- تقویت همسترینگ با ایجاد مقاومت توسط یار تمرینی (به صورت خوابیده به شکم یا پرون)		
	۴۲- تقویت همسترینگ عمود نگه داشتن تک پا در فضا (درازکش سوپین)		
	۴۳- تقویت عضلات شکم		
	۴۴- تا کردن ران با نوار پیلاتس		
	۴۵- دور کردن ران با نوار پیلاتس		
	۴۶- تقویت عضلات دست با نوار پیلاتس		
	۴۷- نشستن با تکیه به دیوار		
	*کل حرکات ۳۰ ثانیه یک تکرار: جلسه		
	*کل حرکات ۴۵ ثانیه یک تکرار: جلسه		
	*کل حرکات ۶۰ ثانیه یک تکرار: جلسه		

هر هفته کل برنامه هفتگی به صورت تئوری آموزش داده می شد. مدت زمان اجرای پروتکل به مدت شش هفته، هر هفته سه جلسه، هر جلسه ۳۵ تا ۴۵ دقیقه بود. تمرینات اسپورت متریک در گروه تمرین به عنوان تمرینات مکمل علاوه بر تمرینات اختصاصی ورزشکار مورد استفاده قرار گرفت. شرایط فعالیت گروه کنترل مشابه شرایط همیشگی یعنی انجام تمرینات گرم کردن و آمادگی تخصصی توسط مربی تیم بود. مدت زمان تمرین در هر جلسه و تعداد جلسات گروه کنترل مشابه گروه تمرین بود. همچنین در هر دو گروه کنترل و تمرین آزمودنی ها از پست های مختلف انتخاب شده بودند (به جز دروازه بان) و تمرینات در فصل بدنسازی و پیش از رقابت ها انجام شد (۲۶).

به منظور تجزیه و تحلیل داده های جمع آوری شده در مراحل پیش آزمون و پس آزمون از روش های آماری توصیفی (میانگین و انحراف معیار) و استنباطی استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده ها در نرم افزار SPSS ورژن ۲۴ انجام گرفت. طبیعی بودن توزیع داده ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک (Shapiro-wilk)، برابری واریانس ها به وسیله آزمون لوین (Leven test) و همگنی ماتریس واریانس کوواریانس نیز توسط آزمون یاکس (Box's m) انجام پذیرفت. به منظور بررسی تفاوت ها در پیش آزمون و جهت مقایسه بین گروه ها و درون گروه ها (تاثیر مداخله) از آزمون آنالیز واریانس اندازه های تکراری (Repeated Analysis Variance Measure) استفاده شد. کلیه مراحل تجزیه و تحلیل داده ها با سطح معناداری ۰/۰۵ و با استفاده از نرم افزار SPSS ورژن ۲۴ انجام پذیرفت.

یافته ها

مشخصات دموگرافیک فوتبالیست های شرکت کننده در پژوهش حاضر به طور کامل در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج آزمون تی مستقل نشان می دهد که در پیش آزمون، بین گروه تمرین و کنترل تفاوت معنی داری وجود ندارد ($p > 0/05$).

نرمال بودن توزیع خطا بوسیله ی آزمون شاپیروویلک مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج این آزمون فرض نرمال بودن برای تمامی متغیرهای پژوهش مورد تایید واقع شد ($p > 0/05$) (جدول ۴). همچنین جهت تصادفی بودن داده ها از آزمون Run استفاده شد و نتایج نشان داد که تفاوت معنی داری بین داده ها وجود ندارد ($p > 0/05$).

همگنی واریانس خطا بین دو گروه بوسیله ی آزمون لوین بررسی شد. نتایج آزمون لوین نشان داد که همگنی واریانس خطا برای هیچ یک از متغیرها رد نشده است ($p > 0/05$) (جدول ۵). فرض همگنی ماتریس واریانس کوواریانس نیز توسط آزمون یاکس ($p = 0/531$, Box's M = 151/337) تایید شد.

با توجه به نرمال بودن داده ها، استقلال داده ها و همگنی واریانس ها و در نهایت تایید فرض همگنی ماتریس واریانس کوواریانس برای تجزیه و تحلیل نهایی از آزمون آنالیز واریانس اندازه های تکراری استفاده شد. بر اساس یافته های تحقیق (جدول ۶) در گروه تمرین میانگین استقامت عضلات فلکسور (میانگین $\pm$ انحراف معیار پیش آزمون = $9/08 \pm 68/47$ ، میانگین $\pm$ انحراف معیار پس آزمون = $9/26 \pm 98/00$)، استقامت عضلات اکستنسور (میانگین $\pm$ انحراف معیار پیش آزمون = $58/33 \pm 10/03$ ، میانگین $\pm$ انحراف استاندارد پس آزمون = $11/23 \pm 82/40$)، پلانک جانبی راست (میانگین $\pm$ انحراف استاندارد پیش آزمون = $14/55 \pm 37/60$ ، میانگین $\pm$ انحراف استاندارد پس آزمون = $17/62 \pm 51/60$) و پلانک جانبی چپ (میانگین $\pm$ انحراف استاندارد پیش آزمون = $15/99 \pm 33/53$ ، میانگین $\pm$ انحراف استاندارد پس آزمون = $21/35 \pm 47/53$) در پس آزمون نسبت به پیش آزمون افزایش یافته است. نتایج آزمون آنالیز واریانس اندازه های تکراری توسط آماره Wilk's lambda نشان داد تفاوت معنی داری بین دو زمان پیش آزمون و پس آزمون ($\eta^2 = 0/873$, $p = 0/001$) در متغیرهای پژوهش وجود دارد. براساس جدول ۶ فرض یکسان بودن میانگین نمرات در پیش آزمون و پس آزمون (درون گروهی) در متغیرهای استقامت عضلات فلکسور، استقامت عضلات اکستنسور، پلانک جانبی راست و همچنین فرض یکسان بودن میانگین ها بین گروه تجربی و کنترل در پس آزمون در متغیرهای استقامت عضلات فلکسور رد شد ($p < 0/05$). اما در متغیر پلانک جانبی چپ تایید شد ($p > 0/05$). دیگر یافته ها نشان دادند که اثر متقابل گروه و زمان در متغیرهای استقامت عضلات فلکسور، استقامت عضلات اکستنسور معنادار شد و در متغیر پلانک جانبی راست و پلانک جانبی چپ معنادار نشد. تمامی داده ها در سطح خطای پنج درصد مورد بررسی قرار گرفتند (جدول ۶). همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان داد که میانگین جهش

جدول ۳: مشخصات دموگرافیک شرکت کنندگان در پژوهش

متغیر	گروه	میانگین $\pm$ انحراف معیار	p-مقدار*
سن (سال)	تمرین	$18/40 \pm 0/507$	0/213
	کنترل	$18/64 \pm 1/082$	
وزن (کیلوگرم)	تمرین	$70/47 \pm 9/628$	0/153
	کنترل	$64/6 \pm 64/61$	
قد (سانتی متر)	تمرین	$180/40 \pm 6/864$	0/501
	کنترل	$179/57 \pm 6/722$	
شاخص توده بدنی*	تمرین	$21/593 \pm 2/145$	0/093
	کنترل	$20/0469 \pm 1/738$	

* BMI ; Body Mass Index , * p < 0/05

جدول ۴: نتایج آزمون شاپیرووویلک در بررسی نرمال بودن توزیع خطا

متغیر	آماره	پیش آزمون درجه آزادی	p-مقدار	آماره F	پس آزمون درجه آزادی	p-مقدار*
استقامت عضلات فلکسور	0/967	29	0/486	0/984	29	0/934
استقامت عضلات اکستنسور	0/936	29	0/080	0/934	29	0/064
پلانک جانبی راست	0/963	29	0/379	0/932	29	0/260
پلانک جانبی چپ	0/946	29	0/143	0/961	29	0/346
جهش هپ	0/972	29	0/604	0/943	29	0/122
جهش تاک جامپ	0/930	29	0/056	0/935	29	0/074

* p < 0/05

جدول ۵: نتایج آزمون لوین در بررسی همگنی واریانس خطا

متغیر	مرحله	آماره آزمون	درجه آزادی-۱	درجه آزادی-۲	p-مقدار*
استقامت عضلات فلکسور	پیش آزمون	0/716	1	27	0/405
	پس آزمون	1/285	1	27	0/267
استقامت عضلات اکستنسور	پیش آزمون	0/208	1	27	0/652
	پس آزمون	0/183	1	27	0/672
پلانک جانبی راست	پیش آزمون	2/569	1	27	0/121
	پس آزمون	0/005	1	27	0/944
پلانک جانبی چپ	پیش آزمون	0/329	1	27	0/571
	پس آزمون	1/113	1	27	0/301
جهش هپ	پیش آزمون	0/531	1	27	0/472
	پس آزمون	4/074	1	27	0/054
جهش تاک جامپ	پیش آزمون	0/021	1	27	0/886
	پس آزمون	0/168	1	27	0/685

جدول ۶: نتایج آزمون آنالیز واریانس اندازه های تکراری در گروه های مطالعه

متغیر	گروه	پیش آزمون (N = ۱۵)	پس آزمون (N = ۱۴)	نتایج آنالیز واریانس با اندازه های تکراری
		میانگین $\pm$ انحراف معیار	میانگین $\pm$ انحراف معیار	زمان (درون گروهی) گروه (بین گروهی) اثر تعاملی (زمان * گروه)
استقامت عضلات فلکسور تنه (ثانیه)	تمرین	۹۸/۴۷ $\pm$ ۹/۰۸	۹۸/۰۰ $\pm$ ۹/۲۶	$p = ۰/۰۰۱^*$
	کنترل	۶۴/۷۱ $\pm$ ۱۰/۹۷	۷۰/۸۶ $\pm$ ۱۲/۳۷	$\eta^2 = ۰/۷۴۰$
استقامت عضلات اکستنسور تنه (ثانیه)	تمرین	۵۸/۳۳ $\pm$ ۱۰/۰۳	۸۲/۴۰ $\pm$ ۱۱/۲۳	$p = ۰/۰۰۱^*$
	کنترل	۶۳/۹۳ $\pm$ ۱۱/۱۱	۶۴/۹۳ $\pm$ ۱۲/۱۳	$\eta^2 = ۰/۶۵۶$
پلانک جانبی راست (ثانیه)	تمرین	۳۷/۶۰ $\pm$ ۱۴/۵۵	۵۱/۶۰ $\pm$ ۱۷/۶۲	$p = ۰/۰۵۹$
	کنترل	۵۱/۰۷ $\pm$ ۲۱/۲۳	۵۳/۱۴ $\pm$ ۱۸/۲۳	$\eta^2 = ۰/۱۲۶$
پلانک جانبی چپ (ثانیه)	تمرین	۳۳/۵۳ $\pm$ ۱۵/۹۹	۴۷/۵۳ $\pm$ ۲۱/۳۵	$p = ۰/۱۹۹$
	کنترل	۴۵/۸۶ $\pm$ ۱۶/۵۷	۴۸/۲۹ $\pm$ ۱۷/۲۰	$\eta^2 = ۰/۰۶۰$
جهش هپ (ثانیه)	تمرین	۲/۴۹ $\pm$ ۰/۲۳	۲/۰۸ $\pm$ ۰/۱۱	$p = ۰/۰۰۱^*$
	کنترل	۲/۴۱ $\pm$ ۰/۲۹	۲/۴۵ $\pm$ ۰/۱۹	$\eta^2 = ۰/۵۹۵$
جهش تاک جامپ (ثانیه)	تمرین	۶/۹۳ $\pm$ ۱/۰۳	۲/۵۳ $\pm$ ۱/۳۵	$p = ۰/۰۰۱^*$
	کنترل	۶/۶۴ $\pm$ ۱/۲۱	۶/۵۷ $\pm$ ۱/۳۴	$\eta^2 = ۰/۵۶۲$

 * $p < ۰/۰۵$

هپ (میانگین $\pm$ انحراف معیار پیش آزمون = $۲/۴۹ \pm ۰/۲۳$ ، میانگین $\pm$ انحراف استاندارد پس آزمون = $۲/۰۸ \pm ۰/۱۱$) و جهش تاک جامپ (میانگین $\pm$ انحراف استاندارد پیش آزمون = $۶/۹۳ \pm ۱/۰۳$ ، میانگین $\pm$ انحراف استاندارد پس آزمون = $۲/۵۳ \pm ۱/۳۵$) کاهش پیدا کرده است. از طرفی نیز فرض یکسان بودن میانگین نمرات در پیش آزمون و پس آزمون (درون گروهی) در متغیرهای جهش هپ و جهش تاک جامپ نیز رد شد ($p < ۰/۰۵$). از طرفی نیز فرض یکسان بودن میانگین ها بین گروه تجربی و کنترل در پس آزمون در متغیر جهش تاک جامپ رد شد ($p < ۰/۰۵$). اما در متغیر جهش هپ تایید شد ($p > ۰/۰۵$). همچنین اثر متقابل گروه و زمان در متغیرهای جهش هپ و جهش تاک جامپ معنادار شد (جدول ۶).

بحث و نتیجه گیری

هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیر تمرینات پیشگیری از آسیب اسپرت متریک ویژه فوتبال بر ثبات مرکزی، نمرات آزمون تاک جامپ و جهش هپ در فوتبالیست های جوان بود. نتایج بیان کننده اثرگذاری این پروتکل بر آزمون های فلکسور تنه ($p = ۰/۰۰۱$)، اکستنسور تنه ($p = ۰/۰۰۱$)، پلانک جانبی راست ($p = ۰/۰۱۳$)، نمرات تاک جامپ ($p = ۰/۰۰۱$) و جهش هپ ($p = ۰/۰۰۱$) بود. این تمرینات افزایش در پلانک جانبی چپ را نیز به همراه داشته اما از نظر آماری معنادار نبود ($p = ۰/۰۷۲$).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات اسپرت متریک ویژه فوتبال موجب بهبود ثبات مرکزی از طریق افزایش استقامت عضلات فلکسور و اکستنسور تنه، پلانک جانبی راست و پلانک جانبی چپ و بهبود جهش هپ و تاک جامپ می شود. با توجه به اینکه عضلات مرکزی بیشترین فعالیت عضلانی را نسبت به عضلات دیگر در بدن دارند و دلیل آن فعالیت دائمی آن ها در موقعیت های مختلف مانند تنفس، راه رفتن، نشستن، دویدن و پریدن می باشد، به طور کلی این عضلات در حالت استراحت نیز فعال می باشند (۳). بخشی از تمرینات اسپرت متریک ویژه فوتبال شامل تمرینات عصبی عضلانی در ناحیه مرکزی بدن یعنی عضلات شکم و عضلات اندام تحتانی و ران بوده که حاکی از تاثیرپذیری پروتکل اسپرت متریک ویژه فوتبال بر ثبات ناحیه مرکزی بدن می باشد. پژوهش های ساکی و همکاران (۳۶)، Sugimoto و همکاران (۳۷)، Whyt و همکاران (۱۵) با نتایج مطالعه حاضر هم راستا می باشد. به طور مثال در پژوهش ساکی و همکاران (۳۶) تأثیر تمرینات اسپرت متریک فوتبال بر عملکرد فوتبالیست های جوان مورد بررسی قرار دادند و در نهایت نتایج مطالعه آن ها با نتایج پژوهش حاضر هم راستا بود و نشان داد که تمرینات اسپرت متریک می تواند بر فاکتورهای پیشگیری از آسیب موثر واقع شود (۳۷). همچنین در پژوهشی دیگر که Sugimoto و همکاران (۳۷)، انجام دادند، گزارش شده است که تمرینات ثبات مرکزی در پروتکل های

پیشگیری از آسیب، اثربخشی این برنامه های مرتبط با صدمات ورزشی را افزایش داده و نقش مهمی در این راستا ایفا می کند (۳۷). همچنین یافته های پژوهشی دیگر حاکی از آن است که تمرینات ثبات مرکزی موجب کاهش خطر بیومکانیکی در آسیب های اندام تحتانی به ویژه ACL می گردد (۱۵). یافته ها نیز نشان می دهد که تمرینات ثبات مرکزی به مدت شش هفته و یک جلسه در هفته می تواند قدرت اندام تحتانی را تحت تأثیر قرار دهد و در پیشگیری از آسیب نقش ویژه ای برعهده دارد (۱۲). در پژوهشی که توسط Impellizzeri و همکاران (۳۸) انجام شد، نتایج به دست آمده از اجرای پروتکل +FIFA11 نشان داد که تمرینات +FIFA11 به عنوان یک برنامه پیشگیر از آسیب پیشرفت معنی داری بر ثبات مرکزی ورزشکاران نخواهد داشت (۳۸) اما نتایج پژوهش حاضر با نتایج Impellizzeri و همکاران (۳۸) همخوان نبوده زیرا که تمرینات اسپرت متریک ویژه فوتبال با افزایش استقامت فلکسورها و اکستنسورهای تنه همراه بود. دلیل عدم همخوان بودن پژوهش حاضر با پژوهش ایمپلیزری احتمالاً عدم وجود و یا ساده و مقدماتی بودن تمرینات قدرتی ویژه و تخصصی در پروتکل +FIFA11 می باشد.

از طرفی نیز در پژوهش های دیگری نشان داده شده است که تمرینات پیشگیری از آسیب نقش به سزایی در زمینه اصلاح عملکرد و پیشگیری از آسیب های اندام تحتانی را دارد (۳۹-۴۶). پژوهش ها پروتکل های عصبی عضلانی پیشگیری از آسیب را مورد بررسی قرار دادند و نتایج آن ها نشان می دهد که تمرینات اسپرت متریک بر عملکرد اندام تحتانی و بالاحص زانو تأثیرگذار است و این تمرینات می تواند از آسیب های اندام تحتانی پیشگیری کند (۳۹-۴۶). در پژوهشی بیان شد که فوتبالیست های جوان در بین همتایان خود دارای امتیازات ضعیف در سیستم امتیازدهی خطای فرود (Landing Error Scoring System; LESS) می باشند (۴۷) و به طور کلی گزارش مطالعات حاکی از آن است که ورزشکاران فوتبالیستی بیشتر دچار آسیب دیدگی زانو می شوند که، معمولاً از امتیازات LESS ضعیفی برخوردارند و عملکرد فرود آنان دارای نقص و ضعف می باشد. یعنی میزان فلکشن (Flexion) استاندارد زانو، ران و تنه و عملکرد اندام تحتانی جهت محافظت از مفصل زانو را برای ایمنی مفصل حین فعالیت ها را ندارند (۳۶).

همچنین آزمون های هپ معمولاً در افرادی که دچار آسیب های شدید اندام تحتانی مانند پارگی ACL شده اند و پس از اتمام دوره توانبخشی جهت بازگشت به ورزش و میادین ورزشی با استفاده از این آزمون، عملکرد و توانایی فرد در بازگشت به ورزش را مورد ارزیابی قرار می دهند، استفاده می شود. در پژوهش های متعددی انجام شش هفته تمرینات پلايومتریک را، جهت بهبود رکوردهای جهش هپ توصیه می کنند، زیرا بهبود عملکرد اندام تحتانی را موجب می شود (۴۹). محمدی و همکاران (۱۵) نیز در پژوهش خود که به بررسی تأثیر تمرینات عصبی عضلانی بر عملکرد اندام تحتانی مردان هندبالیست پرداختند، افزایش معنادار بهبودی عملکرد حرکتی اندام تحتانی را گزارش کردند که نتایج پژوهش آنان بیانگر اثربخشی تمرینات عصبی-عضلانی بر عملکرد اندام تحتانی ورزشکاران می باشد و نتایج پژوهش حاضر با پژوهش فوق همسو می باشد (۵۰). آزمون های هپ یا لی لی نیازمند قدرت، توان، هماهنگی عصبی-عضلانی و ثبات مفصلی در اندام تحتانی می باشد (۳۶). بنابراین با توجه به نتایج پژوهش حاضر که پس از انجام شش هفته تمرینات اسپرت متریک توسط گروه تمرین رکوردهای کسب شده از آزمون هپ تغییر یافت، نشان دهنده بهبود فاکتورهای قدرت، توان، هماهنگی عصبی-عضلانی و ثبات مفصلی در اندام تحتانی می باشد.

عضلات مهم در عملکرد زانو جهت حرکات اکستنشن و فلکشن، چهارسررانی (Quadriceps) و همسترینگ (Hamstring) می باشند. در صورت وجود عدم تعادل عضلانی بین این دو عضله خطر و آسیب دیدگی مفصل زانو را مورد تهدید قرار می دهد. این عارضه به نقص عصبی عضلانی تسلط چهارسر ارتباط دارد. یعنی در صورتی که توانایی فعال شدن عضلات چهارسر بیشتر و سریعتر از حالت طبیعی نسبت به عضلات همسترینگ باشد، عملکرد اندام تحتانی در مرحله فرود با اکستنشن زانو همراه است که یکی از فاکتورهای غیر برخورداری پارگی ACL در فرود می باشد (۵۰). بنابراین استفاده از استراتژی های فعال شدن عضلات چهارسر و فلکشن زانو توسط عضلات همسترینگ حین فرود بسیار مهم و تأثیرگذار است. با توجه به اینکه تمرینات اسپرت متریک ویژه فوتبال دارای تمرینات ویژه می باشد، به نظر می رسد این تمرینات توانسته اند تعادل عضلانی عملکردی بین عضلات چهارسر و

منابع

1. Baharifard R, Atri A, Khoshraftar Yazdi N. Effect of FIFA 11+ Injury Prevention Program for Eight Weeks on the Dynamic Postural Stability of Teenage Male Soccer Players in Single-Leg Jump-Landing task. *J Saf Promot Inj Prev* 2017; 5(2): 79 - 88.
2. Plais N, Salzmänn SN, Shue J, Sanchez CD, et al. Spine Injuries in Soccer. *Curr Sports Med Rep* 2019; 18(10): 367-373.
3. Lu D, McCall A, Jones M, Kovalchik S, et al. Injury epidemiology in Australian male professional soccer. *J Sci Med Sport* 2020; 23(6): 574-579.
4. Pereira R, Andrade R, Rebelo-Marques A, Espregueira-Mendes J. Sport Injury Primary and Secondary Prevention. *The Sports Medicine Physician*. 2019; 121-146.
5. Hewett TE, Torg JS, Boden BP. Video analysis of trunk and knee motion during non-contact anterior cruciate ligament injury in female athletes: lateral trunk and knee abduction motion are combined components of the injury mechanism. *Br J Sports Med* 2009; 43(6): 417-422.
6. Gianotti SM, Marshall SW, Hume PA, Bunt L. Incidence of anterior cruciate ligament injury and other knee ligament injuries: a national population-based study. *J Sci Med Sport* 2009; 12(6): 622-627.
7. Lindblom H, Hägglund M, Sonesson S. Intra-and interrater reliability of subjective assessment of the drop vertical jump and tuck jump in youth athletes. *Physical Therapy in Sport* 2021; 47: 156-164.
8. Sedaghati P, Saki F, Sarlak P. The Impact of Specific Core Stability Training on the Sports Performance of Teenage Competitive Swimmers. *Univ Med Sci* 2018; 17(4): 305-318.
9. prentice wE. Rehabilitation techniques for sports medicine and Athletic training. 2015. 125-149 & 81-216.
10. Mohammadpour N, Rezaie I, Hadadi M. The Relationship between Core Muscles Dysfunction and Chronic Ankle Instability: A Review. *J Sport Biomech* 2019; 5(2) :72-81. [Persian]

همسترینگ را برقرار کنند، زیرا نمرات تاک جامپ و جهش هپ در پس آزمون از پیشرفت قابل توجهی برخوردار بود. ضعف ثبات مرکزی بدن می تواند راستای صحیح اندام تحتانی را در حین انجام حرکات پویا برهم زند و الگوی حرکتی را در اندام تحتانی دچار اختلال کند و همچنین عملکرد نامناسب و به دنبال آن کاهش هماهنگی عصبی عضلانی در اندام تحتانی در تکالیف، به ویژه تکلیف فرود، را موجب می شود. از این رو توجه ویژه به ناحیه مرکزی بدن و عملکرد اندام تحتانی ورزشکاران جهت اصلاح ضعف های عملکردی به وسیله تمرینات تخصصی پیشگیری از آسیب انجام می پذیرد. حال از آن جایی که تمرینات اسپرت-متریک ویژه فوتبال اساسا یک برنامه پیشگیری از آسیب و ارتقاء عملکرد می باشد که برنامه های تقویت ثبات مرکزی بدن و عصبی عضلانی ویژه اندام تحتانی را نیز در خود جای داده است، توصیه می گردد که ورزشکاران فوتبالیست و مربیان جهت پیشگیری از آسیب های جدی از جمله پارگی ACL از تمرینات اسپرت-متریک استفاده کنند.

پیشنهادها و محدودیت های پژوهش: در تحقیقات آینده پیشنهاد می شود که تمرینات اسپرت متریک بر روی دختران فوتبالیست نیز مورد بررسی قرار گیرد، همچنین مقایسه بین روش های مختلف پیشگیری از آسیب (FIFA 11+, PEP, IPP و اسپرت-متریک) به منظور مشخص کردن تاثیرگذارترین روش تمرینی صورت پذیرد. پیشنهاد می شود تاثیر این تمرینات در مطالعات آینده نگر بر میزان بروز آسیب ها خصوصا آسیب ACL مورد بررسی قرار گیرد. تحقیق حاضر دارای محدودیت هایی بود، از جمله این محدودیت ها کم بودن زمان پروتکل اعمال شده و عدم بررسی اثر ماندگاری تمرینات بود.

سپاسگزاری

پژوهش حاضر از نوع کارآزمایی کنترل شده تصادفی (IRCTID: IRCT20200307046716N1) با طرح پیش آزمون و پس آزمون است. پژوهش حاضر در کمیته اخلاق دانشگاه بوعلی سینا همدان مورد تایید قرار گرفته است (IR.BASU.REC.1398.018). پژوهش حاضر برخاسته از پایان نامه کارشناسی ارشد می باشد. از آزمودنی های گرانقدر و همکاران ارجمندی که در انجام این پژوهش ما را یاری نمودند تشکر و قدرانی می شود.

11. Nesser Tw, Lee wl. The relationship between core strength and performance in division i female soccer players. *J. Exerc. Physiol. Online* 2009; 12: 22-28.
12. Dello Iacono A, Padulo J, Ayalon M. Core stability training on lower limb balance strength. *J Sports Sci* 2016; 34(7): 671-678.
13. Daneshjoo, A., Eslami, A., Mousavi Sadati, S. Effect of Core Stability Training on the Balance and FMS Scores of Adolescent Soccer Players. *J Rehabil Med* 2020; 9(2): 61-70. (Persian)
14. Hessari FF, Norasteh AA, Daneshmandi H, Ortakand SM. The effect of 8 weeks core stabilization training program on balance in deaf students *Med. Sport.* 2011; 15(2): 56-61.
15. Whyte EF, Richter C, O'Connor S, Moran KA. Effects of a dynamic core stability program on the biomechanics of cutting maneuvers: A randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports* 2018; 28(2): 452-462.
16. Mohammadi H, Daneshmandi H, Alizadeh MH, Shamsimajlan A. Screening tests for neuromuscular defects affecting non-contact ACL injury-A review article. *Sci. J. Kurd* 2015; 20(2): 85-105. [Persian]
17. Read PJ, Oliver JL, De Ste, Croix MBA, et al. A Review of Field-Based Assessments of Neuromuscular Control and Their Utility in Male Youth Soccer Players. *J Strength Cond Res* 2019; 33(1): 283-299.
18. Ling DI, Cepeda NA, Marom N, Jivanelli B, Marx RG. Injury prevention programmes with plyometric and strengthening exercises improve on-field performance: a systematic review. *Journal of ISAKOS: Joint Disorders & Orthopaedic Sports Medicine* 2020; 5(1): 48-59.
19. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 2: a review of prevention programs aimed to modify risk factors and to reduce injury rates. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2009; 17(8): 859-879.
20. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscop.* 2009; 17(7): 705-729.
21. Alirezaei F, Sa H-J, mohammad jani M. A follow-up Study on the Effect of Neuromuscular Training on Asymmetry of Balance in Athletes with Chronic Ankle Instability. *J Saf Promot Inj Prev* 2017; 5(3): 140-147.
22. Arnason A, Andersen T, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scand J Med Sci Sports* 2008; 18(1): 40-48.
23. Engebretsen AH, Myklebust G, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Prevention of injuries among male soccer players: a prospective, randomized intervention study targeting players with previous injuries or reduced function. *Am J Sports Med* 2008; 36(6): 1052-1060.
24. Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS, Knarr JF, et al. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. *Am J Sports Med* 2005; 33(7): 1003-1010.
25. Saki f, Mohammadi h, Shakiba E. The effect of SportsMetrics Soccer-Training (SMST) on the Performance of Young Soccer Players. *Res Sports Med.* 2020; 12(27): 201-218. [Persian]
26. Barber-Westin S, Noyes FR. Effect of Preoperative Rehabilitation on Clinical Outcomes and Function After Knee Arthroplasty. *Critical Rehabilitation for Partial and Total Knee Arthroplasty: Guidelines and Objective Testing to Allow Return to Physical Function, Recreational and Sports Activities* 2022: 79-92.
27. Esfahani NH, Rezaeian ZS, Dommerholt J. The number of repetitions of the McGill tests to reliably determine core muscle endurance in subjects with and without chronic nonspecific low back pain: A cross sectional study. *Med. Sci* 2019; 23(98): 452-461.
28. Sedaghati P. Relationship between dynamic balance and core stability with functional movement

- screening in female basketball players. *Res Sports Med* 2017; 9(2): 169-184. [Persian]
29. Shahheidari, S., Norasteh, A., Mohebi, H., Saki, F. The Relationship between Leg Muscle Strength, Trunk Muscle Endurance, Rang of Motion of Lower Extremity and Anthropometric Factors with Balance in Female Athletes. *J Sci Med Sport* 2009; 1(3): 5-23. [Persian]
30. McGill SM, Childs A, Liebenson C. Endurance times for low back stabilization exercises: clinical targets for testing and training from a normal database. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80(8): 941-944.
31. Reiman MP, Krier AD, Nelson JA, Rogers MA, Stuke ZO, Smith BS. Comparison of different trunk endurance testing methods in college-aged individuals. *Int J Sports Phys Ther* 2012 ;7(5):533-539.
32. Sabet S, Letafatkar A, Eftekhari F. The Effect of Neuromuscular Training on Strength and Motor Performance in Active Women with Leg Dominance Deficit. *Sports Med* 2018; 10(1): 54-74. [Persian]
33. Gokeler A, Dingenen B. Between-session and inter-rater reliability of the modified tuck jump assessment in healthy adult athletes. *Physical Therapy in Sport* 2019; 37:10-14.
34. Haitz K, Shultz R, Hodgins M, Matheson GO. Test-retest and interrater reliability of the functional lower extremity evaluation 2014; 44(12): 947-54.
35. Page P, Frank C, Lardner R. Assessment and treatment of muscle imbalance: The Janda approach. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2011; 41(10): 799-800.
36. Saki F, Daneshmandi DH, Rajabi DR, Mohammadpour S. Neuromuscular and biomechanical risk factors associated with ACL Injury in female athletes. *Sci. J. Kurdistan Univ. Medical Sci* 2013; (3): 112-123. [Persian]
37. Sugimoto D, Mattacola CG, Bush HM, Thomas SM, et al. Preventive Neuromuscular Training for Young Female Athletes: Comparison of Coach and Athlete Compliance Rates. *J Athl Train* 2017; 52(1): 58-64.
38. Impellizzeri FM, Bizzini M, Dvorak J, Pellegrini B, et al. Physiological and performance responses to the FIFA 11+ (part 2): a randomised controlled trial on the training effects. *J Sports Sci* 2013; 31(13): 1491-1502.
39. Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *Am J Sports Med* 1999; 27(6): 699-706.
40. Noyes F, Barber-Westin S. Neuromuscular Retraining in Female Adolescent Athletes: Effect on Athletic Performance Indices and Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury Rates. *Sports* 2015; 3(2): 56-76.
41. Hewett TE, Stroupe AL, Nance TA, Noyes FR. Plyometric training in female athletes. Decreased impact forces and increased hamstring torques. *Am J Sports Med* 1996; 24(6): 765-773.
42. Rey E, Padron-Cabo A, Penedo-Jamardo E, Gonzalez-Villora S. Effect of the 11+ injury prevention programme on fundamental movement patterns in soccer players. *Biol. Sport* 2018; 35(3): 229-236.
43. Klugman MF, Brent JL, Myer GD, Ford KR, Hewett TE. Does an in-season only neuromuscular training protocol reduce deficits quantified by the tuck jump assessment? *Clin Sports Med* 2011; 30(4): 825-840.
44. Lagas IF, Meuffels DE, Visser E, Groot FP, et al. High knee loading in male adolescent pre-professional football players: Effects of a targeted training programme. *J Sci Med Sport* 2019; 22(2): 164-168.
45. o'malley E, Murphy jc, persson um, gissane c, blake c. The effects of the gaelic athletic association 15 training program on neuromuscular outcomes in gaelic football and hurling players: A randomized cluster trial. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2017; 31: 2119-2130.
46. Chimera NJ, Kremer K. Sportsmetrics™ training improves power and landing in high school rowers. *The IJSPT.* 2016; 11: 44-53.

47. Padua DA, DiStefano LJ, Beutler AI, de la Motte SJ, et al. The Landing Error Scoring System as a Screening Tool for an Anterior Cruciate Ligament Injury-Prevention Program in Elite-Youth Soccer Athletes. *J Athl Train* 2015; 50(6): 589-595.
48. Meierbachtol A, Rohman E, Paur E, Bottoms J, Tompkins M. Quantitative Improvements in Hop Test Scores After a 6-Week Neuromuscular Training Program. *Sports Health* 2017; 9(1): 22-29.
49. Mohammadi M, Alizadeh MH, Ebrahimi E, Shirzad E. The Influence of a Neuromuscular Exercise Program on Lower Limb Function and Knee 3D Alignment of Handball Male Players in single leg Landing. *Studies in Sport Medicine* 2014; 16: 13-32. [Persian]